

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

О. М. ТАРАДАЙ

ТЕПЛОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

МОНОГРАФІЯ

**Харків
2025**



Доктор технічних наук,
професор Харківського національного університету
міського господарства імені О. М. Бекетова,
Почесний енергетик,
Почесний працівник житлово-комунального господарства,
Депутат обласної ради трьох скликань,
Почесний громадянин Харківської області
Олександр Михайлович Тарадай

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

О. М. ТАРАДАЙ

ТЕПЛОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

МОНОГРАФІЯ

**Харків
ХНУМГ ім. О. М. Бекетова
2025**

УДК 697.1/.7
Т19

Автор

Тарадай Олександр Михайлович,
доктор технічних наук, професор

Рецензенти:

Блащук Арсен Борисович, Президент Міжгалузевої асоціації з розвитку систем теплопостачання «Укртеплокомуненерго»;
Желих Василь Михайлович, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри теплогазопостачання та вентиляції Інституту будівництва та інженерних систем Національного університету «Львівська політехніка».

*Рекомендовано до друку Вченою радою ХНУМГ
ім. О. М. Бекетова,
протокол № 8 від 28 березня 2025 р.*

Тарадай О. М.

Т19 Теплозабезпечення : монографія / О. М. Тарадай ; Харків нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. — Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2025. — 294 с. : портр.
ISBN 978-966-695-630-2

У монографії висвітлені питання, що стосуються основ і перспектив розвитку систем теплозабезпечення. Наведені порівняльні технічні характеристики та економічний аналіз наявних джерел тепла, систем його транспортування та споживання. Запропоновані технічні рішення та наведені реальні приклади реконструкції внутрішньобудинкових систем опалення будівель. Наведено аналіз різних типів індивідуальних теплових пунктів і досвід їхнього застосування. Розглянуто напрямки розвитку систем альтернативної теплоенергетики, що використовує поновлювані джерела енергії. Надано рекомендації щодо розроблення регіональних програм і планів реновації систем теплопостачання.

Монографію призначено для фахівців, які займаються проектуванням, будівництвом та експлуатацією систем теплозабезпечення та для здобувачів вищої освіти спеціальності G 19 – Будівництво та цивільна інженерія.

УДК 697.1/.7

ISBN 978-966-695-630-2

© О. М. Тарадай, 2025
© ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2025

З М І С Т

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ.....	4
Від автора.....	5
ВСТУП	7
1 СТАН ТЕПЛОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СПОЖИВАЧІВ	12
2 РЕГУЛЮВАННЯ ВИРОБНИЦТВА І СПОЖИВАННЯ ТЕПЛА	30
3 ОБЛІК ТА ВАРТІСТЬ ТЕПЛА.....	52
4 СУЧАСНІ СИСТЕМИ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ ДЛЯ БАГАТОПОВЕРХОВИХ БУДІВЕЛЬ.....	70
5 РЕКОНСТРУКЦІЯ СИСТЕМ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ В БАГАТОПОВЕРХОВИХ БУДІВЛЯХ	86
6 ІНДИВІДУАЛЬНІ ТЕПЛОВІ ПУНКТИ.....	106
7 ТРАНСПОРТУВАННЯ ТЕПЛА. ТЕПЛОВІ МЕРЕЖІ	121
8 П'ЄЗОМЕТРИЧНИЙ ГРАФІК. НАСОСНІ ТЕПЛОРОЗПОДІЛЬЧІ СТАНЦІЇ (ТРС). БОЙЛЕРНІ ГАРЯЧОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ	145
9 ПЛАСТИНЧАСТІ ТЕПЛООБМІННИКИ. НЕЗАЛЕЖНІ СХЕМИ В СИСТЕМАХ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ. ТЕПЛОВІ ПІДСТАНЦІЇ (ТП).....	162
10 ДЖЕРЕЛА ТЕПЛА І ВИДИ ПАЛИВА	181
11 КОМБІНОВАНЕ ВИРОБНИЦТВО ЕЛЕКТРИЧНОЇ І ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ	198
12 ГАРЯЧЕ ВОДОПОСТАЧАННЯ	223
13 НАЛАГОДЖЕННЯ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЯ ТЕПЛОВИХ МЕРЕЖ І СИСТЕМ СПОЖИВАЧІВ	242
14 ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ СИСТЕМ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ.....	256
15 КОМПЛЕКСНА РЕНОВАЦІЯ І РЕКОНСТРУКЦІЯ СИСТЕМИ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ	274
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	289

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

ТЕЦ	– Теплоелектроцентрально
КВП і А	– Контрольно-вимірювальні прилади і автоматика
ІТП	– Індивідуальний тепловий пункт
ТРС	– Теплорозподільча станція
ЦТП	– Центральний тепловий пункт
ТП	– Теплова або електрична підстанція
ПНД	– Підігрівачі низького тиску
КЕС	– Конденсаційна електростанція
СЦГВ	– Системи централізованого гарячого водопостачання
ЦСТ	– Централізовані системи теплозабезпечення
ВТЕР	– Вторинні теплові енергоресурси
ГВП	– Гаряче водопостачання

Від автора

«Без тепла і діти не народжуються» – цей вислів якнайкраще визначає чільне місце тепла в будь-якому суспільстві.

Людство в процесі свого розвитку пройшло шлях від багаття в печері до прямого перетворення сонячної енергії в електричну та отримання тепла від атомних станцій.

Галузь теплозабезпечення дуже багатогранна. До неї входять підсистеми газо-, електро-, водопостачання, автоматики та телекомунікацій. Тепло отримують на різноманітних видах палива, зокрема під час спалювання або переробки побутового сміття. Спалюючи сміття та отримуючи тепло, людство насамперед вирішує екологічну проблему. Взаємозв'язок трьох «Е» – екології, енергетики, економіки завжди був та є актуальним. Від його грамотного вирішення багато в чому залежить і соціальна сфера. Незважаючи на гадану недостатню втаємниченій людині простоту процесів вироблення, транспортування, розподілу, споживання, регулювання та обліку тепла, насправді це дуже складний багатогранний процес, який залежить від цілої низки чинників. Роль тепла в суспільстві залежить від географічного положення, конструкції споруд, рівня економіки та менталітету споживачів. Щоб оцінювати стан і шляхи розвитку будь-якої галузі необхідно добре вивчити суть питань і працювати безпосередньо в ній.

Мій майже сімдесятирічний досвід роботи в галузі, як і досвід багатьох моїх колег, свідчить про те, що можна бути чудовим науковцем, висококваліфікованим проєктантом або будівельником найвищого класу і водночас навіть не здогадуватися про існування проблем, що виникають у процесі реальної експлуатації науково обґрунтованих, грамотно запроектованих та якісно побудованих систем теплозабезпечення. Будь-яке нововведення в системах теплозабезпечення має бути всебічно техніко-економічно обґрунтоване і перш ніж масово впроваджуватися, перевірене в умовах реальної експлуатації.

Тільки практика є критерієм істини.

У жодному разі питання поточної політики, популізму, бізнесу, місництва не повинні домінувати під час розроблення перспективних планів і схем розвитку, вибору джерел тепла, видів палива та конструкції будівель – споживачів тепла.

Базою для ухвалення рішення мають бути приладові вимірювання всіх параметрів систем. Особливо важливо це під час нормування витрат тепла, води, газу, електроенергії та розроблення тарифів.

Україна виробляє сучасні турбіни, зокрема для атомних станцій, електрогенератори, високотехнологічну кабельну продукцію, теплообмінні апарати і труби.

Обласні виробничі теплопостачальні організації на доволі високому рівні забезпечували розвиток і повсякденну експлуатацію як у великих містах, так і в невеликих населених пунктах. Ще у 80-х роках минулого століття в Україні були побудовані і достатньо стабільно експлуатувалися перші сміттєспалювальні заводи в Харкові, Севастополі, а потім у Києві.

У складі «Укртеплокомуненерго» був спеціальний департамент зі сміттєспалювання. Проєктувалися і комплектувалися заводи в Донецьку, Дніпрі, Кривому Розі та інших містах. Водночас у галузі теплозабезпечення склалося і довгі роки не ліквідується значне відставання від світового рівня в частині заміни застарілих каналъних теплотрас, які повністю відпрацювали свій нормативний термін, на сучасні попередньо ізольовані безканалъні.

У переважній більшості багатопверхових будівель України досі функціонують застарілі системи опалення, розроблені ще в 60-х роках минулого століття. Їхня неефективність призводить до втрат тепла, що перевищують 30 %. Більшість наших будівель, побудованих у другій половині ХХ століття, залишаються найбільш «холодними» в Європі. Питання теплоізоляції таких будівель майже не перебуває в полі уваги держави, тоді як у більшості країн Східної Європи цю проблему вже давно вирішено.

Війна, що руйнує Україну, значно погіршила стан справ у галузі. Поточний стан теплозабезпечення потребує негайного та суворо організованого втручання з боку держави після завершення війни – як для усунення наслідків руйнувань, так і для вирішення давно назрілих проблем, що залишалися поза увагою.

Усе викладене вище послугувало для мене імпульсом для написання цієї монографії. Сподіваюся, що окреслені завдання та методика їхнього вирішення в реальній дійсності можуть бути доволі корисними в роботі моїх колег і підготовці здобувачів вищої освіти.

Хочу відмітити та висловити подяку Дюковій Ірині Леонідівні, Дяченку Сергію Володимировичу, Горетову Івану Максимовичу, Гуну Ісааку Мойсейовичу, Сергєєву Георгію Миколайовичу, Левченкову Олегу Вікторовичу, Гурову Олегу Івановичу та Єрошенку Івану Григоровичу за допомогу в написанні монографії.

ВСТУП

Тепло – основа всього живого. Без тепла життя взагалі, а тим більше комфортне, не існує. З моменту початку свого існування людина знаходила, створювала, вдосконалювала та продовжує вдосконалювати способи виробництва, передачі та збереження тепла.

Первісна людина оберталася в шкуру тварин, а сучасна супер розвинена та супер цивілізована людина створює для себе комфортне повітряне середовище в приміщеннях свого перебування або одягає на себе спеціальний одяг з високоякісних «теплых» матеріалів, іноді влаштовуючи спеціальний електричний обігрів одягу.

Зі зміною цивілізації вдосконалюються й з'являються нові джерела тепла. Завдяки новітнім технологіям стало можливим створення трубопровідних систем з ізоляційним покриттям, що забезпечує ефективне та надійне транспортування тепла з мінімальними втратами. Освоєння масового виробництва пластинчатих теплообмінників, кульових кранів, пластикових труб і фітінгів, нові технології зварювання та склеювання дозволяють реально впроваджувати найбільш надійні та добре керовані технології подачі тепла.

У своїй роботі я віддаю перевагу терміну «теплозабезпечення» замість звичного вже понад століття поняття «теплопостачання», що дозволяє більш чітко окреслити комплексний характер процесу. Пропоную розглянути причини такого вибору.

Поняття «теплозабезпечення», на мою думку, є значно ширшим, глибшим і більш комплексним, оскільки охоплює не лише систему теплопостачання, тобто процеси виробництва, транспортування та розподілу теплової енергії, але й додаткові складові, такі як:

- використання природного тепла;
- теплотехнічний стан об'єктів теплоспоживання;
- способи і конструкції, що зберігають тепло;
- використання вторинних енергоресурсів усіх видів, включаючи рекуперацію продуктів життєдіяльності;
- менталітет і фізичний стан споживачів тепла.

Для кожної людини, яка має у своїй квартирі нагрівальний прилад центральної системи опалення, найбільш ближчим й зрозумілішим є саме поняття «теплозабезпечення», оскільки саме вона виступає безпосереднім споживачем теплової енергії.

У сферу «теплозабезпечення» входить все, що створює комфортні умови перебування споживачів.

Перше – техніко-економічно обґрунтовані екологічні джерела тепла, що працюють на різних видах палива [16]. Вид палива має обиратися не керую-

чись черговою «альтернативною», «екологічною» чи «політичною» кампанією, а реальною його забезпеченістю, вартістю, логістикою доставки та реальною потребою у кваліфікованому обслуговуючому персоналі для обслуговування.

При виборі джерела тепла необхідно максимально використовувати відновлювані природні енергоресурси – сонце, вітер, геотермальні джерела.

Безумовно, пріоритет має бути відданий, як і в усьому світі, геліоустановкам, які безпосередньо перетворюють сонячну енергію в електричну.

Водночас, надаючи пріоритет «геліоустановкам», люди повинні об'єктивно і реально оцінювати можливість їх використання в конкретному районі споживання. Від коректності прийнятого рішення залежить конструкція дублюючого джерела тепла.

Рішення щодо виду палива та енергоносія має базуватися на максимальному загальному ККД всієї енергосистеми, а не лише окремих її частин.

Друге – сучасні надійні зовнішні теплові мережі, що з'єднують джерела тепла (котельні та теплоелектроцентралі – ТЕЦ) з житловими будинками та іншими споживачами [1].

Саме всеосяжна заміна старих зношених теплових мереж, побудованих ще в середині ХХ століття, на сучасні попередньо ізольовані забезпечує високі економічні показники та надійність систем теплопостачання в північних країнах Європи (Данія, Фінляндія, Норвегія, Швеція, Канада та інші).

Зовнішні теплові мережі в усіх цивілізованих країнах протягом останніх сімдесяти років будувалися або реконструювалися тільки з попередньо тепло-гідроізольованих сталевих або пластикових труб.

Нормативні та фактичні питомі втрати тепла в системах цих країн у кілька разів менші, ніж в Україні.

Жодні заходи з нормування чи адміністрування не здатні зменшити фактичні значні втрати тепла без заміни застарілих теплових мереж на сучасні.

Третє – внутрішньобудинкові системи, що за своєю конструкцією дозволяють самому споживачу тепла (мешканцю) включати, вимикати та регулювати своє споживання тепла в своїй квартирі, забезпечуючи його комерційний облік.

Об'єктивна необхідність заміни існуючих вертикальних однокотлових систем опалення на горизонтальні двокотлові поквартирні створить можливість для збереження та розвитку діючих джерел тепла – ТЕЦ і котельень.

Найбільш ефективними з усіх точок зору є системи опалення, що безпосередньо використовують електричну енергію (теплі підлоги, стіни, стелі).

Є певний позитивний досвід різних схем комбінованого опалення, зокрема з дров'яними камінами та тепловими насосами.

Невід'ємною перевагою систем електроопалення є можливість впровадження апаратних систем управління різного рівня – від базових до повністю автоматизованих і дистанційних.

Використовувані в таких системах мікропроцесорні модулі дозволяють широко використовувати можливості штучного інтелекту, що забезпечує максимальну ефективність системи в змінюваних умовах експлуатації. Експлуатація систем електроопалення характеризується найвищим рівнем безпеки у порівнянні з системами, що працюють на прямому спалюванні палива, і найнижчими експлуатаційними витратами.

Наслідки аварій чи відключень електроенергії не спричиняють руйнувань систем опалення в зимовий період через замерзання та подальші затоплення споживачів нижчих поверхів, необхідності розриття та відновлення дорожніх покриттів. Застосування електроопалення з мобільних генераторів у екстремальних ситуаціях є більш швидким та простим. Світовий досвід демонструє, що перспективи розвитку належать саме електроопаленню та комбінованим схемам.

Четверте – внутрішньобудинкові системи гарячого водопостачання, які дають споживачу можливість за власним бажанням отримувати гарячу воду без необхідності зливати непідігріту воду у будь-який час доби протягом року, незалежно від режиму роботи централізованої системи теплопостачання та її джерел.

На сучасному етапі, вирішуючи питання про будівництво нових або реновацію старих, зруйнованих унаслідок впливу внутрішньої корозії систем гарячого водопостачання, слід не забувати основи термодинаміки – централизоване гаряче водопостачання є достатньо ефективним лише від ТЕЦ.

З усіх систем енергозабезпечення в Україні в найгіршому стані знаходяться системи гарячого водопостачання. Це пояснюється посиленою корозією трубопроводів, спричиненою підвищеною температурою теплоносіїв та корозійною активністю гарячої води.

П'яте – теплотехнічні характеристики більшості будівель в Україні суттєво поступаються аналогічним об'єктам у Європі, США та Канаді. Низький рівень теплозахисту призводить до значно вищих тепловтрат, що, у свою чергу, зумовлює необхідність виробляти та транспортувати споживачам в Україні набагато більші обсяги теплової енергії порівняно з закордонними аналогами [4].

Звісно, зростання вартості питомої виробленої енергії веде до збільшення вартості виробленої продукції та послуг. Необхідність більшої кількості тепла вимагає більшої витрати палива, електроенергії, води та більших експлуатаційних витрат на виробництво тепла.

Нині діючі нормативи щодо тепловтрат огорожувальних конструкцій у будівлях забудови ХХІ століття України повністю відповідають найкращим світовим стандартам.

У цих будівлях нераціональні тепловтрати практично відсутні. Проте частка таких об'єктів становить лише близько 20 % від загальної кількості

споживачів тепла. Це викликає закономірне питання: що робити решті 80 % споживачів, які мешкають у будівлях старої забудови ХХ століття? Відповідь є очевидною – необхідно здійснювати зовнішнє утеплення таких будівель із застосуванням сучасних теплоізоляційних матеріалів. Аналогічні заходи були реалізовані в країнах Західної Європи ще в минулому столітті, що суттєво підвищило енергоефективність житлового фонду. В Україні також накопичений певний позитивний досвід впровадження зовнішнього утеплення, що дозволяє зменшити тепловтрати майже вдвічі. Однак реалізація масштабних, загальнодержавних програм термомодернізації стримується через обмежене фінансування.

У той же час колосальні кошти виділяються на зовсім не першочергові програми. Доки не будуть утеплені всі будівлі та не замінені в них існуючі загальнобудинкові однокотлові вертикальні системи опалення на двокотлові горизонтальні поквартирні з лічильниками, в повітря будуть «вилітати» мільярди гривень як результат перевитрати тепла. Статистика показує, що за роки незалежної України в «повітря» було викинуто більше коштів, ніж необхідно на утеплення будинків та реконструкцію їх існуючих внутрішньо-будинкових систем опалення.

Шосте – менталітет споживача тепла, який забезпечує розумне поєднання здорового температурного режиму та комфортного стану людини не тільки й не стільки шляхом необґрунтованого завищення температури повітря в приміщенні.

Прикладом свідомого економного ставлення самого споживача до використання тепла є більшість розвинутих країн Європи, де теплий домашній одяг в особливо холодні періоди, а не ходіння по квартирі в пляжному вигляді, – це також елемент теплозабезпечення та культури. Також дуже важливим є регулювання та облік споживання тепла самим споживачем протягом доби. Регулювання можливе тільки в двокотлових системах.

Споживач тепла повинен враховувати медичні рекомендації щодо здорової температури повітря, наявність чи відсутність відповідного домашнього одягу.

Ходити по квартирі в одній нижній білизні за низьких температур зовнішнього повітря та вимагати подачі тепла по низькій ціні – це менталітет вчорашнього дня.

Сучасна людина повинна з самого дитинства знати, що тепло – це дуже дорогий продукт і споживати його потрібно не менш економно, ніж воду, електроенергію чи газ.

Щоб зменшити витрати тепла, кожен споживач має бути оснащений індивідуальним теплотічильником у своїй квартирі. На сьогодні в Україні лише 10 % споживачів мають таку можливість. Решта 90 % не зможуть

реалізувати облік тепла у себе в квартирі без модернізації існуючих внутрішньобудинкових систем опалення.

В Україні як у демократичній відкритій державі необхідно не на словах, а на ділі організовувати повсюдний облік тепла на всіх рівнях його виробництва, транспортування та споживання. Вартість тепла повинна бути обґрунтованою і постійно контролюватися на всіх рівнях.

Реальний стан систем теплозабезпечення та вдосконалення технологій у різних сферах, висувають низку ключових питань, які потребують невідкладного вирішення:

- необхідно перейти від «високотемпературного» графіка подачі тепла до «пониженого», оскільки заощадження на капітальних витратах нівелюються під час експлуатації. Таке рішення може значно спростити систему теплозабезпечення в цілому;
- наявна статистика щодо фактичного споживання гарячої та холодної води за даними лічильників, а також упровадження новітніх технічних і технологічних рішень, потребують перегляду застарілих нормативів як щодо температурних режимів, так і обсягів водоспоживання;
- потребують врегулювання на державному рівні організаційні питання функціонування підприємств теплопостачання;
- необхідне масове впровадження систем автоматичного регулювання гідравлічних режимів теплових мереж, що дозволить підвищити ефективність та надійність їхньої роботи.

Неправильне «бізнесове» тлумачення «Закону про самоврядування» щодо теплопостачальних організацій призвело до виникнення дрібних та нездібних підприємств. Створена в Україні в другій половині XX століття система обласних теплопостачальних організацій, до речі, майже подібна західним корпораціям, сьогодні практично зруйнована.

У результаті одна з найскладніших і найбільш технічно насичених підгалузей енергетики – теплоенергетика – фактично передана місцевим органам влади. На відміну від галузей електро- та газопостачання, теплоенергетика наразі позбавлена єдиного державного наукового, технічного й методичного центру, що координував би її розвиток і функціонування.

Очевидно, що теплоенергетика, електропостачання і газопостачання, незалежно від потужності джерел тепла та протяжності теплових мереж, повинні мати відношення до одного єдиного центру, який би визначав основні техніко-економічні напрямки в науково-технічному розвитку, проектуванні, будівництві та експлуатації всього комплексу теплоенергетичних об'єктів.

За аналогією з електриками та газовиками всі теплоенергетики повинні бути в Міністерстві енергетики.

1 СТАН ТЕПЛОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СПОЖИВАЧІВ

Основою теплозабезпечення житлових багатоквартирних будинків та інших споруд, включаючи об'єкти соціально-культурного побуту, освіти, медицини та промисловості, є системи тепlopостачання [1].

На рисунках 1.1, 1.2 та 1.3 представлені два принципово різних способи організації теплозабезпечення міст та промисловості.

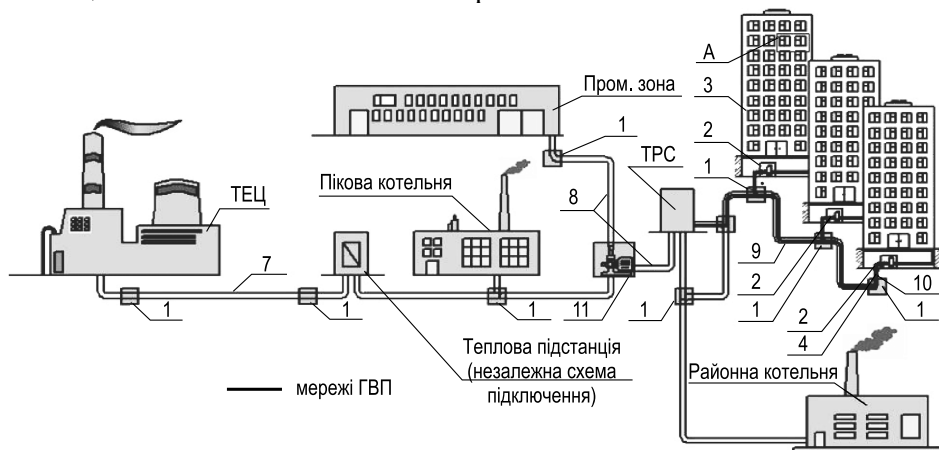


Рисунок 1.1 – Схема теплозабезпечення за традиційним принципом:

- 1 – теплова камера; 2 – ІТП; 3 – житлова забудова; 4 – загальнобудинковий вузол обліку тепла; 5 – квартирний вузол обліку тепла; 6 – терморегулятор; 7 – магістральні теплові мережі; 8 – розподільні теплові мережі; 9 – квартальні теплові мережі; 10 – відгалуження від будівель; 11 – підвищувальна насосна станція

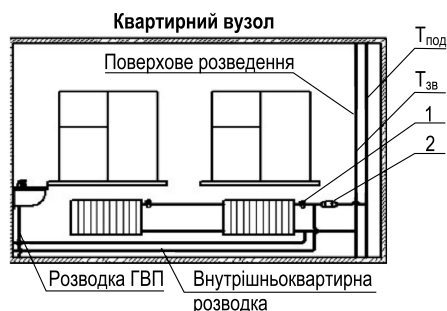


Рисунок 1.2 – Квартирний вузол:

- 1 – терморегулятор;
2 – квартирний вузол обліку тепла

На рисунку 1.1 зображений процес теплозабезпечення за традиційним принципом. Нижче на рисунку 1.2 для наочності наведено збільшений квартирний вузол.

У цьому випадку виробництво тепла відбувається на тепловиробних джерелах котельень і ТЕЦ різної потужності на різних видах палива, сміттєспалювальних заводах, а також використовується вторинне тепло промисловості (металургія, хімія, термообробка тощо).

Далі отриманий на джерелах тепла теплоносієй (вода, пар) транспортується по трубопроводах теплових мереж та внутрішньобудинкових системах до опалювальних приладів споживачів, які, своєю чергою, передають тепло безпосередньо в приміщення.

На рисунку 1.3 зображений процес теплозабезпечення на основі електричного теплопостачання. У цьому випадку для обігріву будівель або інших видів підігріву використовується електроенергія.

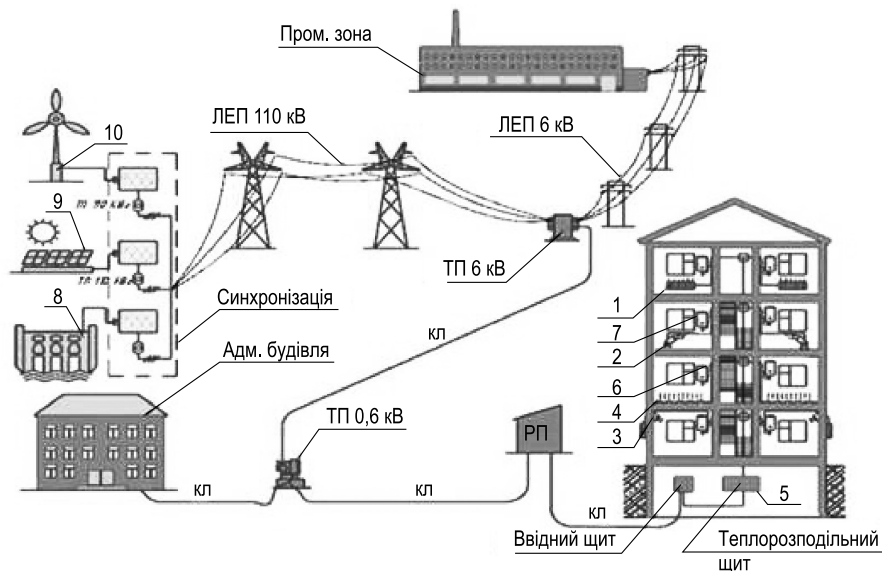


Рисунок 1.3 – Теплозабезпечення на основі електричного теплопостачання:

- 1 – нагрівальна електропанель з терморегулятором; 2 – електричний повітрянагрівач (калорифер); 3 – тепловий насос; 4 – система «Тепла підлога»;
- 5 – загальнобудинковий облік; 6 – квартирний облік; 7 – електроводонагрівач;
- 8 – гідроелектростанція (ГЕС); 9 – сонячна фотоелектрична панель;
- 10 – вітрогенераторна станція

Виробництво електроенергії можливе на джерелах будь-яким із відомих способів. Мається на увазі сонце, вітер, гідро та теплоелектростанції. Далі електроенергія передається по загальних для всіх видів споживання, в тому числі й теплового, електричних мережах різної напруги, трансформаторним і розподільним підстанціям до споживача, до його опалювальних приладів.

В опалювальних приладах безпосередньо відбувається перетворення електричної енергії в теплову.

Звісно, що при такому рішенні теплопостачання загальні втрати енергії на шляху від джерела тепла до споживача будуть значно меншими, ніж при традиційному рішенні на основі теплопостачання. Слід також наголосити,

що робота всієї системи енергозабезпечення на відновлювальних джерелах тепла можлива лише за умови впровадження електротеплопостачання.

Ця обставина є дуже важливою з екологічного погляду.

Будь-яка система теплопостачання складається з:

- джерел тепла різних потужностей, що працюють на різних видах палива, в тому числі й на електроенергії;
- транспортних енергетичних мереж різної протяжності;
- мешканців будинків, навчальних закладів, об'єктів житлово-соціальної культури, промислових об'єктів.

На всьому шляху виробництва, транспортування та розподілу тепла є його невиробничі втрати. Чим менші втрати тепла, тим більше його кількість доходить безпосередньо до споживача. Чим більші втрати, тим більше коштів платить споживач за те тепло, яке він фактично не отримує. Тому зменшення невиробничих втрат на всьому шляху його виробництва, транспортування та споживання є найважливішим завданням як для теплопостачальних організацій, так і для споживачів.

Розподіл втрат тепла по частинам системи теплозабезпечення представлений на рисунку 1.4.

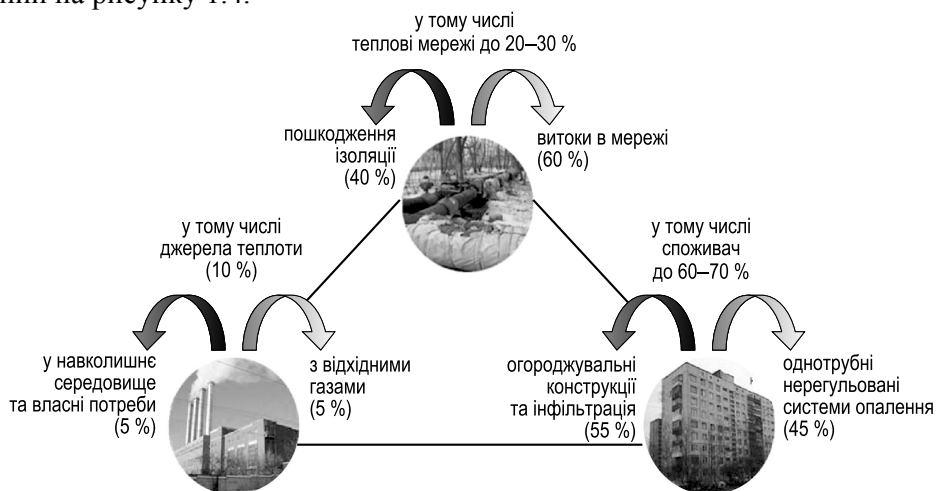


Рисунок 1.4 – Розподіл втрат тепла

Як наочно показано на рисунку 1.4, найбільша частка невиробничих втрат теплової енергії в процесі її виробництва, транспортування, розподілу та споживання припадає на самого абонента, тобто опалювальну будівлю [52].

Беручи до уваги факт, що нині понад половину споживачів тепла становлять багатоповерхові житлові будинки, зведені у XX столітті, слід приділити особливу увагу саме цій категорії споживачів.

Чому ж саме житлові будівлі мають таку значну частку теплових втрат?

Пояснення дуже просте й обґрунтоване з погляду шістдесятих років двадцятого століття, коли в колишньому Радянському Союзі, в тому числі й в Україні, розгорнулося масштабне житлове будівництво.

У цей період значні власні енергоресурси країни (газ, нафта, вугілля) були недорогими та видобувалися в більш ніж достатньому обсязі, необхідному для потреб теплозабезпечення. З існуючої тоді думки експлуатаційні витрати на системи теплозабезпечення в техніко-економічних розрахунках треба було зводити до мінімуму.

Водночас країні, як завжди, не вистачало капітальних вкладень, металу, будівельних матеріалів, обладнання, приладів регулювання, КВП і А тощо.

Як відомо з історії, в той час пріоритет усього народного господарства був відданий військовій промисловості.

Тому перед творцями вітчизняних типових проєктів житлових будівель було поставлено чітке завдання: потрібно побудувати дуже багато і як можна дешевше.

Що означає дешевше? В першу чергу це архітектурно-планувальні рішення, тобто мінімальні площі та висоти житлових приміщень, суміщені санвузли, вузькі сходові клітки, суміщені перекриття, технічні поверхи тощо.

В той час діяли нормативи огорожувальних конструкцій, які за своїми теплотехнічними вимогами були в рази менші, ніж аналогічні за кордоном, тобто при однакових кліматичних даних теплотехнічні властивості стін будівель дозволяли втрачати в два рази більше тепла, ніж аналогічні будівлі в Європі.

Значну роль в погіршенні реальних теплотехнічних показників будівель відігравала якість закладання стиків між зовнішніми панелями збірних будинків і жахлива якість столярних виробів (вікон, балконних дверей). Як правило, при заселенні мешканці одразу ж намагалися замінити «столярку».

Вся ця економія, безумовно, знизила капітальні витрати, але дуже боляче вдарила по головному експлуатаційному показнику – збереженню тепла. Економія металу змусила проєктувальників систем опалення вигадати «унікальні» однотрубні системи опалення замість нормальних класичних двотрубних, якими з перших днів існування систем теплозабезпечення обладнувались усі житлові будинки в усіх країнах світу, в тому числі й в Україні.

З 60-х років XX століття всі нові внутрішньобудинкові системи опалення проєктувалися та монтувалися зі спеціальних монтажно-заготівельних вузлів.

Ці системи розроблялися в різних модифікаціях:

- з верхньою та нижньою подачею теплоносія;
- «П-подібні»;
- з попутним рухом;

- «перевернуті»;
- «пофасадні».

Однак всі їхні відмінності зводились до зміни напрямку руху теплоносія або його більш рівномірного розподілу. В жодній з систем регулювання тепловіддачі самим споживачем не було можливим через саму їх конструкцію. Найголовніше в усіх технічних рішеннях усіх систем опалення була економія металу.

Питання організації щоденної нормальної експлуатації систем опалення просто не враховувалися і не вирішувалися на стадії проектування. До таких питань належали:

- забезпечення доступу обслуговуючого персоналу до квартир під час пуску та зупинки систем опалення для випуску повітря та дренажу стояків;
- організація технічного обслуговування елеваторних вузлів, ІТП, доступ до яких був ускладнений через секційність будівель і обмежений простір у технічних підпіллях.

Становище ускладнила неякісна відмикальна арматура (пробкові або триходові крани) у нагрівальних приладах або на стояках опалення. Як правило, ця арматура вже після першого року експлуатації «закипала», і її неможливо було використовувати.

Така, здавалося б, на перший погляд «дрібниця», приводила до неможливості відключати один або кілька приладів або стояків від загальної системи. Це призводило до необхідності, у разі виникнення несправності в одній квартирі, зупиняти та зливати теплоносій з системи всього будинку.

Ця «дрібниця» особливо проявлялася в процесі ліквідації аварійних ситуацій. Неможливість відключення стояків у квартирах та під'їздах відіграла дуже погану роль під час воєнних дій.

Широко відомі масштабні аварії систем теплозабезпечення в Україні були спровоковані саме таким станом внутрішньобудинкових систем опалення.

Нездатність своєчасно скинути теплоносій і випустити повітря з внутрішньобудинкових систем опалення при низьких зовнішніх температурах і швидкому охолодженні будівель призвела до серйозних проблем – відсутності тепла у споживачів протягом тижнів під час сильних морозів. Так було в Харкові, Одесі, Донецьку, Києві. У наш час це сталося в Алчевську та інших населених пунктах.

Вихід з ладу систем опалення призводив до необхідності масового включення електронагрівачів. Масове включення електроприладів автоматично приводило до повного відключення електроенергії через перевантаження мережі. В результаті мешканці залишалися без тепла, без світла і з замерзлою водопровідною водою.

Масштаби таких аварій і тим більше багатомільйонні витрати на відновлення зруйнованих інженерних систем і конструкцій будівель зазвичай не афішувалися.

Елементарний техніко-економічний розрахунок показує, що вся вигода, отримана від зменшення капітальних витрат шляхом впровадження однокотлових нерегульованих систем опалення замість двокотлових регульованих, повністю «з'їдалася» навіть при безаварійній експлуатації таких систем за два роки.

Колосальний збиток всім системам теплозабезпечення принесло технічне рішення про опалення ванних кімнат від стояків систем гарячого водопостачання замість звичайних стояків опалення. Таке рішення, продиктоване благим бажанням створити можливість цілорічного опалення ванних кімнат, на практиці призвело до того, що ванні кімнати взагалі залишилися без опалення.

Основна причина виходу з ладу систем гарячого водопостачання добре відома – це посилена корозія чорних сталевих труб, з яких вона монтувалася, порушуючи всі чинні норми, що зобов'язують застосовувати тільки оцинковані, емальовані або неметалеві труби.

У всьому світі це правило безумовно виконувалося. У нас – ні. Замість дотримання нормативів щодо укладання захищених або неметалевих труб укладалися чорні незахищені.

Результат такого підходу до системи централізованого гарячого водопостачання на сьогодні – це практично втрата всіх систем гарячого водопостачання в містах і населених пунктах України.

Нездатність нормальної експлуатації системи теплозабезпечення була ще й пов'язана з впровадженням у практику будівництва так званої «поєднаної прокладки» інженерних мереж у технічних підпіллях будівель.

Такий підхід передбачав розміщення в обмеженому просторі технічного підпілля житлового будинку не тільки всіх внутрішньобудинкових інженерних систем (опалення, холодна, гаряча вода, електропостачання, каналізація), але й транзитних трубопроводів тепло та водопостачання.

Знову ж таки, було досягнуто економії капітальних витрат, але з експлуатаційного погляду ці технічні підпілля стали справжнім пеклом для експлуатаційного персоналу та самих мешканців.

Наслідки такої економії відчуються й досі при вирішенні питань виносу транзитних теплових мереж з технічних підвалів житлових будинків та ремонту самих будівель.

Питання економії теплової енергії є дуже багатограним і включає не тільки загальновідомі напрямки: теплоізоляцію будівель, модернізацію обладнання джерел тепла, заміну наявних трубопроводів теплових мереж на попередньо ізольовані труби, заміну застарілих ІТП з елеваторами на ІТП зі

змішувальними насосами [8–10, 47]. Найголовніше в економії енергоресурсів – це обов’язкова модернізація самих внутрішньобудинкових систем опалення.

Аналізуючи причини понаднормативних втрат тепла в житлових будинках забудови ХХ століття, слід розділити ці причини на дві групи, умовно назвавши їх «статичні», які залежать тільки від теплотехнічних характеристик матеріалів зовнішніх огорожувальних конструкцій будівель і якості будівництва, та «динамічні», що залежать від наявності можливості кожного мешканця регулювати та оплачувати споживання у своїй квартирі.

«Статичний» складник усувається технічно досить просто. Для цього необхідно якісно утеплити всі зовнішні огорожувальні конструкції (стіни, перекриття самих верхніх поверхів, підлоги самих нижніх поверхів), замінивши всі вікна, балконні та входні двері під’їздів на енергоефективні.

Роботи з утеплення будівель не викликають заперечень, проте їх виконання власниками квартир відбувається досить повільно. Масове впровадження заходів з утеплення будівель гальмується низкою причин.

В першу чергу, відсутністю необхідних коштів як у самих мешканців – власників квартир, так і у держави, відомств або місцевих рад, які нещодавно були власниками житлових будинків, в яких знаходяться ці квартири. Все житло, передане у власність нинішнім власникам квартир, перебувало в жалюгідному стані.

Перевитрати тепла і, відповідно, «непідйомні» суми його оплати ні в якому разі не є «виною» нинішніх мешканців, оскільки вони володіють тим, що їм дісталось.

Тому питання утеплення квартир не можна перекладати тільки на самих нинішніх власників квартир.

Це, без сумніву, спільне завдання, яке потрібно вирішувати колективно, залучаючи всі доступні джерела фінансування: державні та місцеві органи влади, власні кошти мешканців та різноманітні інвестиції.

Подивіться на наші панельні будинки забудови 60–90-х років. Всі вони більшою чи меншою мірою покриті «латками зовнішнього утеплення». Той, хто має бажання і фінансову можливість, утеплює свою квартиру. Той, хто не має фінансової можливості, залишається в холодних стінах, збільшуючи при цьому показники загальнобудинкового лічильника тепла.

Якими б не були заклики та пояснення недоліків «латкового утеплення», воно продовжуватиме з’являтися доти, доки не знайдуться кошти на комплексне утеплення всього будинку. Однак в досяжному майбутньому державне фінансування цього питання не прогнозується.

На рисунку 1.5 наочно показано, що дає кожному власнику квартири та всій системі теплозабезпечення утеплення житлових будинків. Вихід зі створеної ситуації є. Потрібно продовжувати утеплення поступово, в міру наявності коштів і бажання власників квартир та будинків. Але утеплюватися

потрібно за єдиними проєктами для кожного будинку. Проєкт утеплення, замовлений власниками будинку або місцевим органом влади, повинен бути розроблений для кожного типу будинку (типові проєкти). Потім кожному мешканцю повинен бути безоплатно виданий його «мініпроєкт» як частина загального проєкту.

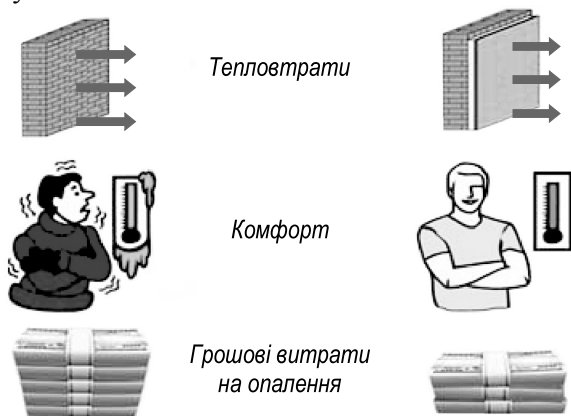


Рисунок 1.5 – Що дає тепло

За такого підходу буде поступово відбуватися утеплення будинків, спираючись на єдину науково-технічно обґрунтовану методику, що враховує:

- нинішній реальний стан огорожувальних конструкцій будівлі (стіни, стелі, підлоги, дах, вікна, двері тощо);
- якість теплоізоляційних покривних матеріалів;
- способи нанесення або кріплення ізоляції та покривного шару;
- недопустимість виникнення «містків холоду»;
- виключення умов для можливості виникнення «точки роси»;
- можливість поетапного проведення робіт з забезпеченням надійної стикування «нових» утеплених площ з «старими»;
- дотримання норм пожежної та екологічної безпеки.

Роботи з утеплення будівель повинні проводитися за надійними простими та бюджетними технологіями, аналогічними європейським. Необхідно врахувати весь величезний досвід країн Східної Європи в питаннях теплової реновації будівель. При цьому слід враховувати не тільки техніко-економічні обґрунтування конструкцій, але й досвід фінансування та організації робіт.

Поки роботи з теплової реновації будуть проводитися такими темпами, як зараз, а це утеплення не менше 1 % всього житлового фонду за рік, Україна не лише не покращить свою енергоефективність, а навпаки – буде послаблювати свою енергетичну безпеку.

Тепер саме час перейти до другого складника понаднормативних втрат тепла – «динамічного». Динамічний складник залежить від конструкції системи

опалення житлового будинку. Саме конструкція системи опалення визначає технічну можливість кожного мешканця впливати на теплоспоживання.

Переважна більшість житлових будинків періоду забудови другої половини ХХ століття обладнана однотрубними вертикальними системами опалення, які за своєю природою практично не мають можливості регулювання кожним мешканцем.

Статистика показує, що в Україні понад вісімдесят відсотків багато-квартирних житлових будинків – це старі будинки забудови другої половини ХХ століття. Саме в таких будинках проживає велика частина населення у своїх «приватизованих» квартирах і систематично перевитрачає понад тридцять відсотків своїх коштів на потреби опалення. При цьому через недосконалість конструкції внутрішньобудинкових систем опалення вони ніяк не можуть вплинути на своє теплоспоживання [14, 53].

Системи опалення в усіх будинках давно відпрацювали без будь-яких планових ремонтів, тим більше капітальних, всі нормативні терміни експлуатації. За своїм фактичним станом і відповідно до норм, всі системи вимагали капітального ремонту або повної заміни ще до початку приватизації квартир, тобто тоді, коли вони належали державі, відомствам або місцевим радам.

Інженерні системи квартир, включаючи опалення, були передані у власність власникам без виконання капітальних ремонтів, незважаючи на те, що кошти на їх виконання були повністю зібрані у вигляді амортизаційних відрахувань в складі квартирної плати на рахунках колишніх власників будинків.

Загальним для всіх систем опалення житлових будинків, побудованих у двадцятому столітті, була повна відсутність як загальнобудинкових, так і тим більше квартирних приладів обліку тепла.

Для чіткого розуміння проблеми, що існує, зробимо конструктивний аналіз загальнобудинкових систем опалення багатоквартирних житлових будинків України, побудованих у минулому столітті, більшість з яких – у його другій половині.

Як правило, це цегляні або панельні житлові будинки, які будувалися за «типовими» проєктами та були оснащені практично однотипними системами опалення. 95 % цих систем – вертикальні однотрубні.

Усі ці типові системи опалення є загальнобудинковими, оскільки вони опалюють увесь будинок загалом, а не кожну його квартиру окремо. Для опалення кожної квартири використовуються від 2 до 6 стояків опалення з підключеними до них відповідно від 2 і більше нагрівальних приладів.

Через саму конструкцію однотрубною вертикальною системою опалення, у мешканців немає можливості самостійно вмикати та вимикати свою квартирну систему опалення або регулювати своє тепlopостачання.

Фактично вся система опалення будинку являє собою єдиний нагрівальний прилад, регулювання якого або відключення можливе лише на індивідуальному тепловому пункті з двома засувками [27].

Для зручності подальшого викладу та порівняння надамо літерні позначення різновидів стояків систем опалення.

Як видно з рисунків, лише класична вертикальна двотрубна система (схема «Б»), що зображена на рисунку 1.6, має паралельне підключення нагрівальних приладів до стояків. Усі нагрівальні прилади в цій системі в кожній кімнаті незалежно від поверху знаходяться в однакових умовах подачі теплоносія, оскільки в кожен нагрівальний прилад поступає теплоносієм практично однакової температури.

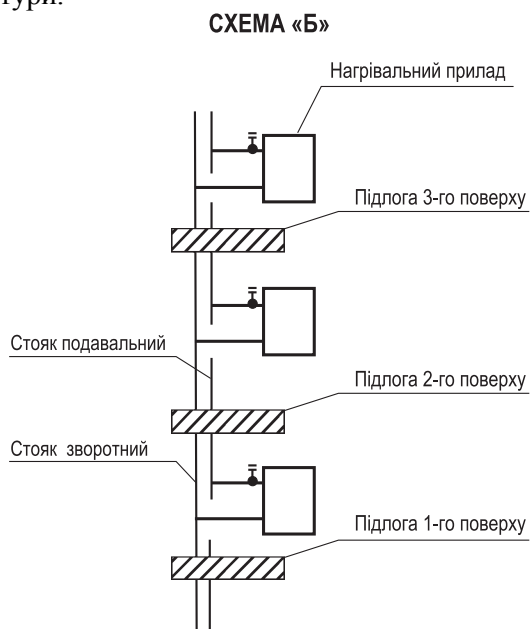


Рисунок 1.6 – Загальнобудинкова двотрубна вертикальна система опалення з кранами подвійного регулювання у кожного нагрівального приладу (таких систем в Україні не більше п'яти відсотків)

Наявність у кожного нагрівального приладу відмикальної арматури дозволяє повністю або частково включати чи вимикати їх незалежно один від одного, тобто теоретично власник будь-якої квартири може отримувати тепло за своїм бажанням.

На практиці наявна в системі арматура дуже швидко виходила з ладу, закипала, і система опалення ставала нерегульованою. Однак сама конструкція двотрубною вертикальної системи, що має кілька нагрівальних приладів на

різних стояках, не дає можливості організувати облік тепла всієї квартири в цілому.

Для того, щоб знати своє загальноквартирне споживання, власник квартири повинен мати лічильники тепла або відлікові пристрої на кожному нагрівальному приладі й при розрахунках сумувати показання лічильників або здійснювати доволі складні пере рахунки при установці відлікових пристроїв.

Однотрубні вертикальні системи опалення (схеми «В1», «В2», «В3»), що зображені на рисунках 1.7–1.9, з погляду на підключення нагрівальних приладів є послідовно-паралельними. При такому підключенні в прилад поступає різна кількість «змішаного» теплоносія з різними температурними показниками.

«Змішаним теплоносієм» ми називаємо теплоносій, що частково пройшов через нагрівальний прилад і через перемичку, а потім змішується далі в стояку [53]. У цих системах температура теплоносія, що поступає в кожен нагрівальний прилад, повністю залежить від його місця розташування та дій власника попереднього по ходу теплоносія приладу. При верхній подачі теплоносія, чим нижче поверх розташування приладу, тим нижча температура теплоносія, що поступає в нього. При нижній подачі теплоносія зниження температури теплоносія відбувається навпаки: знизу вгору.

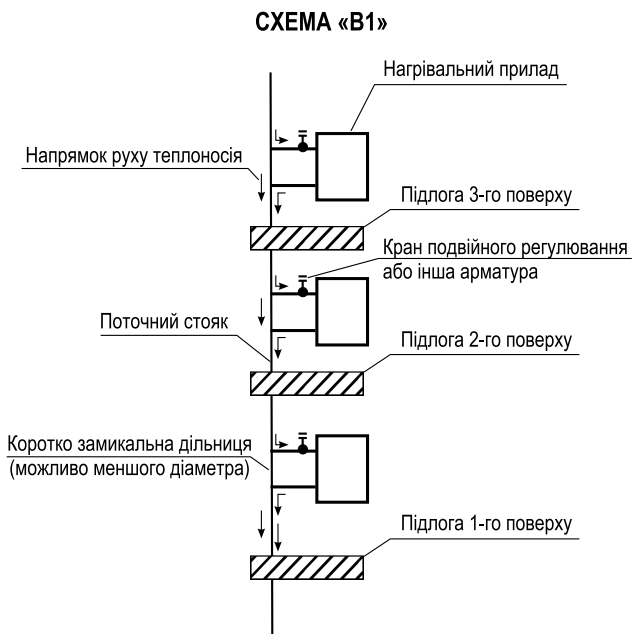


Рисунок 1.7 – Загальнобудинкова однотрубна вертикальна система з короткозамикальними ділянками та арматурою на вході в нагрівальний прилад

СХЕМА «В2»

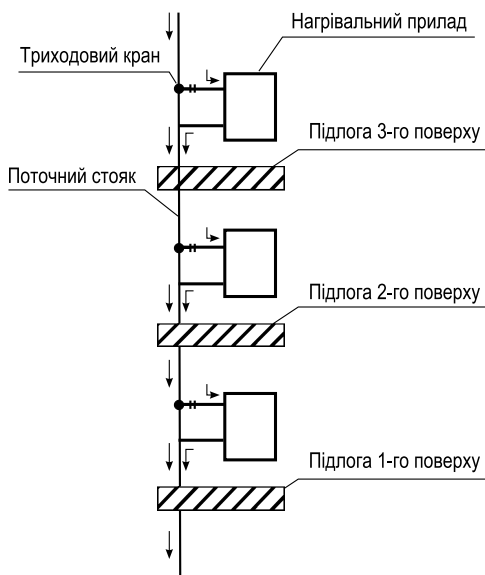


Рисунок 1.8 – Загальнобудинкова однотрубна вертикальна система з короткозамикальними ділянками та триходовими кранами

СХЕМА «В3»

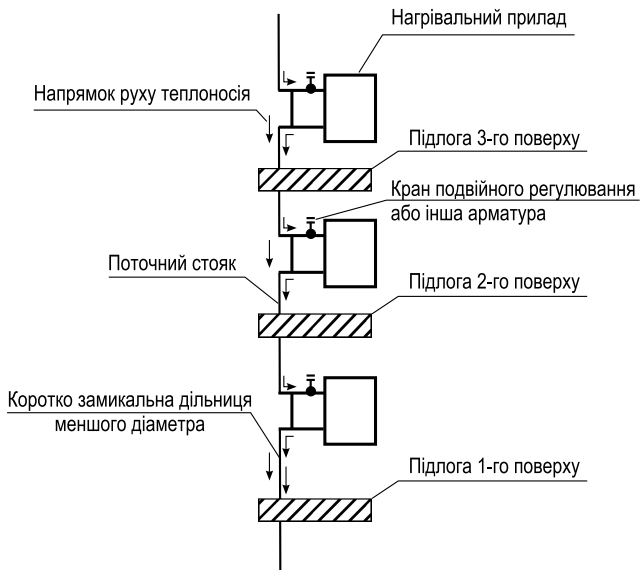


Рисунок 1.9 – Загальнобудинкова однотрубна вертикальна система зі зсунутими короткозамикальними ділянками та арматурою на вході в нагрівальний прилад

Відключати кожен нагрівальний прилад у таких системах теоретично можливо. Але при цьому значно змінюються розрахункові параметри теплоносія, що поступає в усі інші послідовно підключені прилади. Регулювання кожного нагрівального приладу у цих системах неможливе. Очевидно, що й установка приладу квартирного обліку тепла в таких однотрубних вертикальних системах опалення також неможлива.

Однотрубна вертикальна система опалення (схема «Г»), що зображена на рисунку 1.10, є повністю проточною, без будь-якої можливості регулювання кожного нагрівального приладу. Така система суперечить усім чинним нормам опалення житла і не повинна застосовуватися. Варто зазначити, що таких систем опалення як загальнобудинкових встановлено дуже мало.

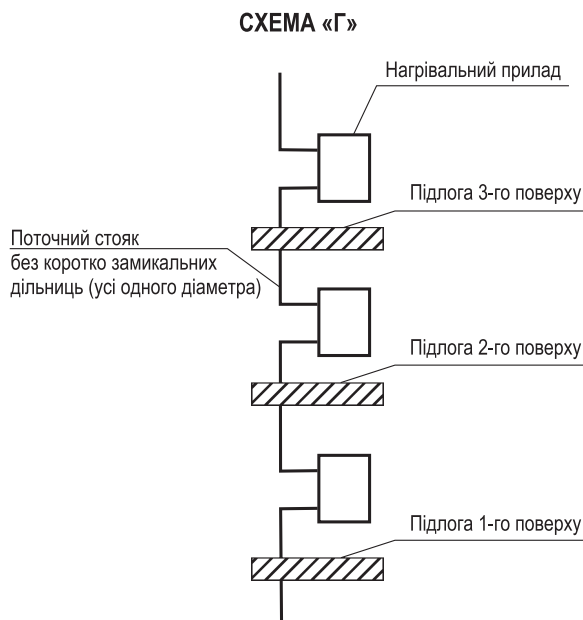


Рисунок 1.10 – Загальнобудинкова однотрубна вертикальна проточна система опалення (установка будь-якої арматури в ній конструктивно неможлива)

Але водночас такі повністю проточні стояки є в усіх вертикальних однотрубних системах для опалення ванних кімнат і частково сходових клітин.

З початку XXI століття нові багатоповерхові житлові будинки будуються з новими горизонтальними поквартирними системами опалення (схема «А»), що зображені на рисунку 1.11. У цих системах з'явилася технічна конструктивна можливість оснастити кожну квартиру своїм лічильником тепла.

Мешканці таких будинків, які сьогодні становлять приблизно 15 % від усього багатоповерхового житлового фонду, здійснюють оплату за тепло

відповідно до показників власного квартирної лічильника. У подібних системах кожен нагрівальний прилад, підключений паралельно, оснащений регулювальним клапаном з термостатичною голівкою, переважно виробництва «Danfoss».

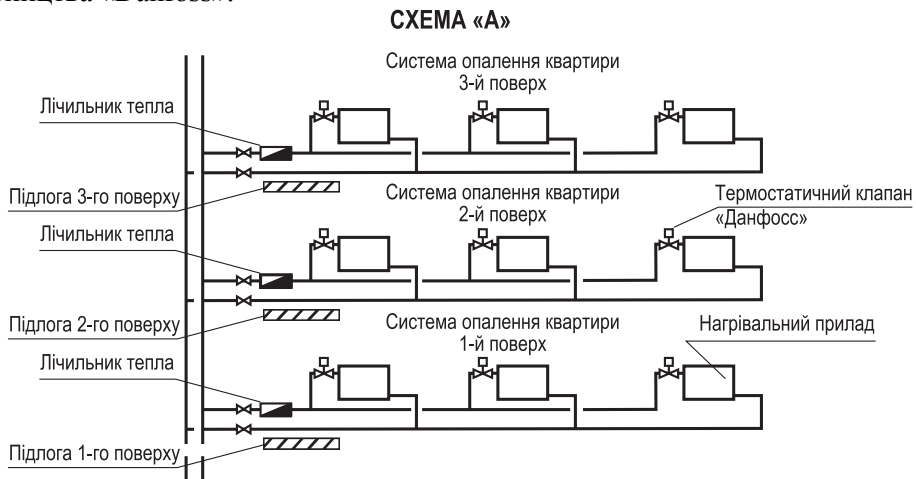


Рисунок 1.11 – Квартирна двотрубна горизонтальна система опалення з терморегулювальними кранами та термостатичними клапанами «Danfoss» біля нагрівального приладу

Накопичений двадцятирічний досвід експлуатації таких систем свідчить про їхню високу енергоефективність. Спеціальна вартість тепла у квартирах нових будинків не менше ніж на тридцять відсотків нижча, ніж в аналогічних квартирах будинків, збудованих у XX столітті [47].

Жителі 85 % житлових будинків України продовжують оплачувати спожите тепло шляхом ділення загальної кількості тепла, отриманого всім будинком за показниками загальнобудинкового лічильника тепла, на загальну кількість квадратних метрів будинку та множення на кількість квадратних метрів у квартирі. Звісно, це неповний метод обліку тепла, що ніяк не сприяє його економічному витрачання.

Тому, у жителів виникає цілком законне бажання обладнати системи опалення старих будинків сучасними горизонтальними двотрубними квартирними системами (схема «А»), що зображена вище на рисунку 1.11.

Усі розглянуті вище схеми внутрішньобудинкових систем опалення мають одну основну спільну рису – наявність існуючого нормально працюючого джерела тепла (місцева, групова котельня, ТЕЦ). Від цього єдиного для всієї наявної загальнобудинкової системи опалення джерела тепла здійснюється і подача тепла до кожної квартири. Збереження існуючого нормально працюючого джерела тепла є основою правильного техніко-економічного, екологічного, пожежо- та вибухозахищеного рішення.

Переваги та недоліки всіх систем опалення (А–Г) розглядаються тільки в межах внутрішньобудинкової системи опалення.

Жодна з пропозицій щодо вдосконалення систем теплопостачання ніколи навіть теоретично не передбачала заміни єдиного джерела тепла на велику кількість квартирних котельень, оскільки добре усвідомлюються всі недоліки такого підходу.

Розглядаючи об'єктивно далі питання нинішнього стану теплопостачання багатоповерхових старих будинків, збудованих у ХХ столітті, варто показати схеми вже існуючих у ряді міст та населених пунктів України технічних рішень, що корінним чином відрізняються від наведених вище.

Ці рішення знайшли своє втілення у відмові від наявного нормально діючого централізованого джерела тепла шляхом заміни його на безліч індивідуальних джерел тепла – настиінних газових котлів у кожній квартирі.

Більшість таких проєктів зазвичай були реалізовані в кварталах або мікрорайонах, забудованих 2–5-поверховими будинками. У результаті подібних рішень були фактично ліквідовані діючі котельні та теплові мережі, що від них прокладалися, або ж значно зменшено навантаження на теплоелектроцентралі. У деяких населених пунктах це призвело до повної ліквідації підприємств теплопостачання або їхніх окремих структурних підрозділів.

Варто особливо наголосити на наслідках впровадження індивідуальних газових котлів у кожній квартирі, адже ніхто не забезпечив належної організації кваліфікованого щоденного обслуговування цих вибухо- та пожежонебезпечних джерел тепла [3]. Котли в квартирах повністю передані на обслуговування власникам квартир. Зрозуміло, що мешканці цих квартир – люди різних спеціальностей, і більшість з них не мають жодного відношення, підготовки та досвіду в обслуговуванні котлів.

Якщо заглибитися в першопричини цієї ситуації, то суть проблеми полягає у небажанні власників теплових мереж, якими є місцеві органи влади, вкладати кошти в їх повну реконструкцію шляхом заміни аварійних трубопроводів на сучасну попередньо ізольовану систему. Таку реконструкцію всіх старих теплових мереж провели ще в ХХ столітті всі європейські країни, зберігаючи і розвиваючи тим самим свої системи централізованого теплопостачання. У першу чергу це країни Скандинавії: Данія, Швеція, Норвегія, Фінляндія, а потім Франція, Німеччина, а також вся Східна Європа.

У жодній європейській країні для покращення теплопостачання не вдавались до встановлення котельні в кожній окремій квартирі. В Україні ж спробували піти шляхом, відмінним від загальноприйнятої світової практики. Така «модернізація» виявилася значно дорожчою як на етапі впровадження, так і в процесі експлуатації. З точки зору екологічної безпеки та ризику вибухів чи пожеж, подібне рішення не витримує жодної критики.

Слід також відверто визнати, що в значній мірі рішення на місцях щодо відмови від централізованих джерел тепла і заміни їх на «квартирні» продиктовані бізнес-інтересами фірм виробників котлів та пов'язаних з ними структур.

Сформулюємо вимоги споживача (жителя) до постачальників тепла, які ґрунтуються на вимогах діючих норм і правил.

Перше – можливість регулювати своє теплоспоживання самостійно, незалежно від теплопостачальної організації та сусідів.

Друге – мати чіткий комерційний облік тепла, спожитого тільки його квартирою, з урахуванням оплати тепла приміщень загального користування.

У наведеній вище схемі «А» (рис. 1.11) обидві вимоги жителя виконані.

Розглянемо внутрішньобудинкову поквартирну систему опалення, яка змонтована і діє вже протягом кількох років у багатоповерхових (до 5 поверхів) житлових будинках України.

Ця система виконана в кожній квартирі після відключення всього будинку від централізованого джерела тепла та його заміни на індивідуальний квартирний котел. На рисунку 1.12 зображена саме така система (схема «Д»).

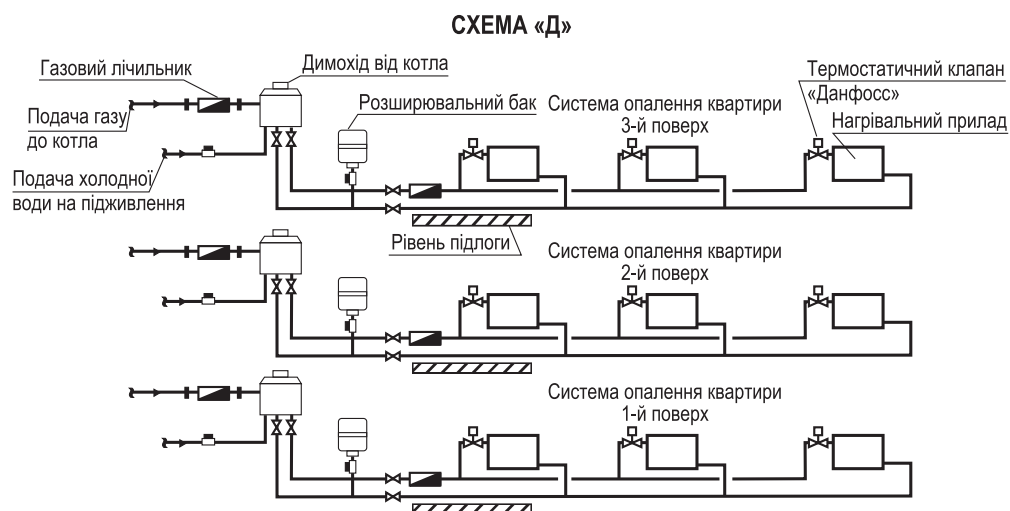


Рисунок 1.12 – Перебудована система опалення 4-поверхового житлового будинку шляхом ліквідації централізованого джерела тепла та заміни його індивідуальним

Якщо порівняти між собою рисунки 1.11 та 1.12, тобто схему «А» і схему «Д», то дуже чітко видно, що в частині самої квартирної системи опалення схема «Д» нічим не відрізняється від схеми «А». Головна відмінність полягає в тому, що схема «А» передбачає збереження подачі тепла від існуючого централізованого джерела, тоді як схема «Д» ліквідує це джерело і замінює його індивідуальним.

На рисунку 1.12 наочно продемонстровано, що для впровадження схеми «Д» необхідно, крім того, що передбачено в схемі «А», встановити в кожній квартирі:

- газовий водонагрівач;
- розширювальний бак;
- систему відведення димових газів;
- подачу газу по додатковим трубам;
- подачу води для підживлення;
- систему вентиляції.

Крім того, необхідно прокласти нові або реконструювати існуючі вентиляційні канали.

Ще однією різновидністю квартирних систем опалення, які з'явилися в Україні в останні десятиліття, є квартирна система опалення в будинках, які спочатку були обладнані газовими колонками для гарячого водопостачання. В таких квартирах деякі власники замінюють газову колонку (одноконтурний котел) на двоконтурний котел і підключають до нього нову квартирну систему опалення, фактично облаштовуючи у себе схему «Д».

Зазвичай у всіх випадках реконструкції за схемою «Д» стара існуюча одно- або двотрубна нерегульована загальнобудинкова система опалення повністю демонтується, а замість неї в кожній квартирі монтується нова горизонтальна двотрубна регульована система опалення, яка повністю повторює раніше наведену на рисунку 1.11 схему «А» – систему поквартирного опалення.

Також варто зазначити, що в деяких старих будинках при реконструкції загальнобудинкових систем опалення поквартирні, мешканці зберегли свої існуючі нагрівальні прилади – чавунні радіатори або сталеві конвектори, підключивши їх до нової горизонтальної розводки. При цьому старі стояки опалення та розводки були повністю демонтовані.

В Україні, як у сільській місцевості, так і в багатьох містах і населених пунктах, серед малоповерхової забудови значну частину становлять приватні будинки, що забезпечуються теплом різними способами. Більшість має свої індивідуальні джерела тепла, які працюють на різних видах палива: газ, вугілля, дрова, пелети, брикети та інше.

Електричні системи опалення знаходять усе більше поширення в усьому світі, в тому числі й в Україні. Варто зазначити, що будь-яка електрична система опалення легко регулюється шляхом зміни обсягу електроенергії, яка надходить до неї.

Прилади управління шляхом зміни електричної потужності, що споживається системою опалення, в залежності від бажання самого абонента, доволі прості й давно застосовуються в практиці електропостачання. Регулювання електричного опалення значно простіше, ніж регулювання систем опалення з рідким теплоносієм.

Простота увімкнення, вимкнення та регулювання електричних систем опалення дає їм явні переваги перед іншими системами опалення квартир.

Електричне опалення квартири може бути миттєво вимкнене без необхідності зливу і підпитки систем опалення з рідким теплоносієм, тобто виключається замерзання системи при її додатковій зупинці в умовах низьких температур.

В Україні реально застосовується кілька різних способів електроопалення:

- електричний котел водяної системи опалення;
- коврові покриття підлоги або стін;
- стаціонарні електричні конвектори;
- стаціонарні повітряні обігрівачі;
- переносні електричні конвектори і повітряні обігрівачі;
- теплові насоси, як типу «повітря–повітря», так і з іншими комбінаціями робочих середовищ.

Очевидно, що для можливості масового впровадження електричного опалення необхідна достатня кількість конкурентоспроможної електроенергії. Крім того, масове впровадження електроопалення вимагає повної або часткової заміни існуючої внутрішньобудинкової електромережі, внутрішньоквартальних мереж і трансформаторів.

Завдяки розвитку технологій прямого перетворення сонячної енергії в електроенергію та відносній простоті її передачі, можна впевнено говорити про перспективність електроопалення як основи майбутнього теплозабезпечення.

Повітряне опалення – найдавніша з відомих систем опалення. Історики датують його появу другим століттям до нашої ери. Сьогодні централізоване повітряне опалення та різноманітні місцеві установки (кондиціонери, повітряні обігрівачі, теплові насоси) мають найбільше поширення в об'єктах промисловості, соціального побуту, а також у житловій сфері.

Одним з видів повітряного опалення є каміни, які знаходять все більш широке поширення в індивідуальному котеджному будівництві.

Підігрів в повітряних системах опалення здійснюється калориферами, які працюють як на теплоносіях (пар, вода), так і на електричній енергії.

З розширенням сфери застосування електроопалення у всьому світі зростає й частка повітряного опалення на базі прямого підігріву повітря електричною енергією. Це дозволяє значно спростити конструкцію системи та забезпечити швидку адаптацію до змін температури в приміщенні.

2 РЕГУЛЮВАННЯ ВИРОБНИЦТВА І СПОЖИВАННЯ ТЕПЛА

Основне завдання систем теплозабезпечення – забезпечення споживачів необхідною кількістю тепла для створення комфортних умов [1]. Комфортні умови необхідно забезпечити не лише будинку або будівлі в цілому, а й кожному окремому приміщенню: житловій кімнаті, офісу, палаті в лікарні та іншим.

У централізованих системах теплопостачання однією з найважливіших задач є також транспортування тепла через теплові мережі з мінімальними втратами від джерела теплопостачання до споживача. Для виконання цієї задачі параметри теплоносія (температура, витрата теплоносія) повинні відповідати необхідній кількості споживаної теплової енергії (комфортним умовам), що залежить від температури зовнішнього повітря [2].

Для забезпечення необхідної кількості теплової енергії, залежно від температури зовнішнього повітря, здійснюється регулювання систем теплопостачання та опалення.

Існують такі основні загальноприйняті види регулювання систем теплопостачання (рис. 2.1):

- централізоване регулювання: здійснюється на джерелі тепла – котельні або ТЕЦ за переважним типом навантаження, характерним для всього району теплопостачання від цього джерела;
- групове регулювання: здійснюється на теплорозподільчих станціях (ТРС) за переважним типом навантаження визначеної групи абонентів (житловий квартал або мікрорайон, заводський майданчик). Як правило, групові теплові пункти споруджують для централізованого приготування гарячої води для всього комплексу будівель. Після використання теплоносія, що надійшов від джерела тепла на теплорозподільчих станціях (ТРС), регулювання здійснюється за переважним опалювальним навантаженням;
- місцеве регулювання: здійснюється на індивідуальних теплових пунктах (ІТП) кожної будівлі за середнім параметром температури для всіх приміщень цієї будівлі;
- індивідуальне регулювання: здійснюється безпосередньо на кожному опалювальному приладі кожного приміщення самим споживачем за його бажанням.

У таблиці 2.1 наведено основні характеристики вищезгаданих видів регулювання.

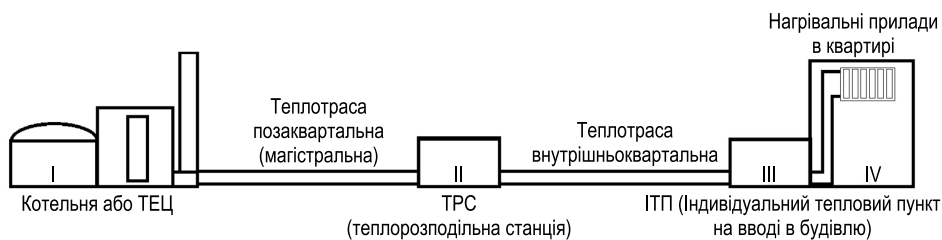


Рисунок 2.1 – Розташування точок регулювання системи централізованого теплопостачання

Таблиця 2.1 – Основні види регулювання

Параметри	Вид регулювання			
	Центральне	Групове	Місцеве	Індивідуальне
Позначення на рисунку	I	II	III	IV
Місце регулювання	Джерело тепла: котельня або ТЕЦ	Центральні теплові пункти або теплорозподільчі станції	Індивідуальні теплові пункти або абонентські вводи	Опалювальний прилад конкретного приміщення
Зона регулювання	Район споживання	Мікрорайон або квартал	Всі приміщення будівлі в цілому	Конкретне приміщення
Задатчик параметрів регулювання	Усереднена температура мікрорайону регулювання	Усереднена температура мікрорайону	Усереднена температура будівлі	Конкретна температура приміщення
Спосіб регулювання	Якісне	Кількісно-якісне	Якісне	Кількісно-якісне
Виконавчий механізм	Регулятор температури та насоси	Регулятор температури та насоси	Регулятор температури та насоси	Регулятор температури типу «Danfoss»
Відповідальний за виконання регулювання	Персонал джерела тепла	Персонал центрального теплового пункту	Персонал індивідуального теплового пункту	Споживач тепла (житель)

Примітка. У таблиці наведено дані за умови оснащення всіх об'єктів регулювання необхідною арматурою та насосами. При цьому всі внутрішньобудинкові системи повинні бути двотрубними регульованими.

Вказані вище та закладені в ДБН види регулювання корелюються з принципами регулювання, які давно прийняті та строго дотримуються в європейських країнах.

Прийнявши в Україні ще на початку розвитку теплопостачання метод центрального якісного регулювання, необхідно було обов'язково врахувати два принципи застосування цього методу, які повинні були дотримуватися всі абоненти, підключені до теплової мережі:

- перший – наявність у кожного споживача свого регулятора теплового потоку (регулятора температури). Ці регулятори забезпечують отримувані від джерела тепла усереднені параметри теплоносія до параметрів, необхідних даному абоненту в цілому. Для забудови другої половини XX століття дуже рідко проектувалися та встановлювалися такі регулятори. Практично, якщо вони й були, то ніколи не діяли;
- другий – наявність обов'язково двотрубною системи опалення та у кожного нагрівального приладу регулювального крана. Таким чином, регулювання теплопостачання буде здійснюватися в кожному приміщенні самим споживачем. Але таких кранів також не було або вони не діяли.

Ніколи класична схема внутрішньобудинкової системи опалення не повинна була бути однотрубною. Вона повинна була бути тільки двотрубною з паралельним підключенням кожного нагрівального приладу до вертикальних стояків – подавальному та зворотному.

Тільки обладнання в будь-якому багатоквартирному будинку двотрубною системою опалення з регулювальними кранами біля кожного нагрівального приладу створює реальну технічну можливість впровадження методу кількісно-якісного регулювання.

Тільки цей метод може забезпечити використання повного потенціалу системи теплопостачання без «перегріву» або «недогріву» споживача.

Якщо розглядати технічну можливість регулювання виробництва, транспортування та споживання тепла нинішніми діючими системами централізованого теплопостачання, то можна відзначити наступні основні моменти:

- 1) по джерелах тепла. Усі джерела тепла, котельні та тим більше ТЕЦ мають достатню кількість регулювальної арматури та насосів для переходу з існуючого повсюдно тільки якісного регулювання на кількісно – якісне. При відсутності такого обладнання його достатньо просто реалізувати насосами з регульованою швидкістю обертання або регуляторами продуктивності інших типів;
- 2) по центральним тепловим пунктам. Усі ЦТП або ТРС оснащені достатньою кількістю регулювальної арматури або мають під-

мішуючі насоси, які дозволяють здійснювати кількісно-якісне регулювання після скидання навантаження гарячого водопостачання;

- 3) по індивідуальним тепловим пунктам. У існуючих індивідуальних теплових пунктах більшості існуючих будівель, обладнаних елеваторними вузлами, жодної можливості кількісного регулювання немає. Без заміни елеватора підмішуючими насосами з регулятором перехід на кількісно – якісне регулювання неможливий.

Усі реальні можливості регулювання на більшості ІТП житлових та громадських будівель України – це дві засувки на ввіді в будівлю.

На рисунку 2.2 подано фото звичайного ІТП з елеватором. З фото наочно видно, що жодного регулювального пристрою на елеваторному вузлі немає. Все регулювання зводиться до зміни діаметра сопла під час налагоджувальних робіт.

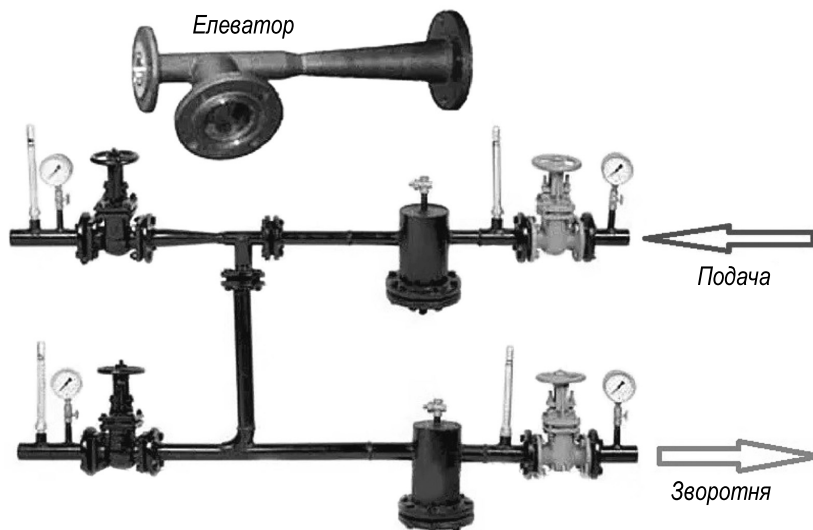


Рисунок 2.2 – Елеваторний вузол із соплом

[URL: <https://heatingmastak.com.ua/central-heating/princip-roboti-i-shema-elevatornogo-vuzla-opalennya-osoblivosti-ekspluataciyi.html>]

Говорячи про регулювання витрат теплоносія, потрібно нагадати про той факт, що первинне налаштування теплових мереж з метою розподілу розрахункової кількості теплоносія між абонентами – це складне організаційно-технічне завдання. Розв’язання цієї задачі, на перший погляд, дуже просте – потрібно встановити в кожному елеваторі сопло необхідного розрахункового діаметра або шайбу розрахункового діаметра в без елеваторних низькотемпературних системах. Завдання просте, але для її вирішення потрібно одномоментне (протягом одного–двох днів) виконання

робіт одночасно на максимально можливій кількості абонентських вводів (ІТП), тобто необхідне значне одномоментне збільшення кількості наладжувального персоналу та слюсарів як теплопостачальних, так і житлово-експлуатаційних організацій.

При цьому повинні проводитися кілька «пусків-зупинок» систем опалення будівель та теплових мереж для їх випробувань. Потрібно чесно визнати, що далеко не всі й не завжди теплопостачальні та житлово-експлуатаційні організації виконували такі комплексні роботи, хоча їх виконання необхідне щорічно у зв'язку з коригуванням підключеного навантаження.

Як ми вже зазначали, необхідна заміна елеваторних вузлів на підмішуючі насоси позбавляє від необхідності щорічного проведення таких робіт.

Також слід нагадати, що всі наявні внутрішньобудинкові системи будівель ХХ століття, а це лєвова частка будівель України, не мають жодної регульовальної та наладжувальної арматури для розрахункового розподілу тепла по стояках та нагрівальним приладам.

Тому жодні наші дії з вдосконалення систем регулювання на джерелах тепла, теплових мережах, теплорозподільчих станціях (ТРС) та абонентських вводах (ІТП) без заміни наявних загальнобудинкових вертикальних систем опалення на двотрубні горизонтальні поквартирні регульовані з лічильниками, жодного ефекту при переході з якісного способу регулювання на кількісно-якісне не дадуть.

Порівнюючи системи вітчизняного та закордонного теплопостачання минулого століття, слід особливо підкреслити їх головну відмінність: ніде і ніколи за кордоном у країнах з розвинутим централізованим теплопостачанням масово не впроваджувалися внутрішньобудинкові системи опалення без запірно-регульовальної арматури біля нагрівальних приладів.

У нас же переважна більшість житлових і громадських будівель другої половини ХХ століття було спроектовано та збудовано виключно з однотрубними вертикальними системами опалення.

Метою такого рішення, яке виключало регулювання, була єдина – економія металу.

Економії дійсно досягли, але при цьому прирекли споживачів тепла та теплопостачальні організації на неможливість створення комфортних умов теплозабезпечення.

Більше ніж півстоліття практика експлуатації підтвердила правоту противників однотрубних вертикальних систем, які стверджували про неможливість нормального функціонування в них запірно-регульовальних приладів.

Фактично однотрубна вертикальна система опалення є єдиним нагрівальним приладом, який обігріває всю будівлю, в якому неможливе регулювання кожного складового елемента. Можливе регулювання лише

всієї системи опалення в цілому, за умови установки регулятора теплового потоку на вузлі управління системою опалення. Але це лише регулювання всієї внутрішньобудинкової системи опалення в цілому по усередненому параметру, а не кожного нагрівального приладу в ній.

Річні втрати тепла, які виникають у системах теплопостачання через наявність однотрубною системи опалення замість необхідної двотрубною в цілому по Україні, призводять до перевитрати близько 25 % всього кількості палива, що йде на потреби опалення.

Керуючись тими ж принципами бездумної економії, у всіх системах теплопостачання колишнього Радянського Союзу проєктували та встановлювали гідравлічні, а не електричні насоси змішування – елеватори.

Результат на обличчя – економія капітальних витрат була досягнута. Однак відсутність регулювання призвела до непоправних економічних втрат, які не ліквідовані й до сьогодні.

Слід відзначити, що у світовій практиці елеватори не знайшли такого поширення, як у нас. Тому необхідно передбачити реконструкцію наявних вузлів управління системою опалення у споживачів, що пов'язана з заміною елеваторних вузлів на насоси змішування (при залежній схемі підключення системи опалення до теплових мереж) та встановленням регуляторів перепаду тиску або клапанів балансування (не залежно від схеми підключення системи опалення до теплових мереж).

Виходячи з вище викладеного, слід розуміти, що широко розрекламовані індивідуальні теплові пункти (ІТП) з теплообмінними апаратами систем опалення або зі змішувальними насосами замість елеваторних вузлів з установкою регуляторів теплового потоку вирішують лише частину питання раціонального економного відпуску та споживання тепла, оскільки сам мешканець не може вплинути на кількість тепла, що споживається у нього в квартирі.

Скільки б ми не реконструювали ІТП, встановлюючи на них найсучасніші регулятори, споживач все одно отримує не ту кількість тепла, яку йому потрібно, а ту кількість, яку продовжує постачати йому теплозабезпечувальна організація відповідно до єдиної температури, закладеної в графіку центрального регулювання. Ще раз слід підкреслити: тільки перехід на двотрубні системи опалення з паралельним підключенням кожного нагрівального приладу до подавального та зворотного стояків створює реальну можливість споживання кожним абонентом (квартирою) тепла за своїм бажанням.

Без реконструкції внутрішньобудинкових вертикальних однотрубних систем опалення проблема регулювання кожного нагрівального приладу, а отже, і проблема теплоспоживання кожної квартири (приміщення будь-якого призначення) залишається невирішеною.

Окрім того, одним із суттєвих недоліків однотрубних вертикальних систем опалення є відсутність можливості обліку тепла в кожній квартирі.

При цьому слід підкреслити, що через неможливість обліку споживаного тепла в квартирі багато власників квартир займаються регулюванням своїх систем опалення відкриттям вікон або самостійним збільшенням кількості нагрівальних приладів, тим самим порушуючи роботу всієї системи опалення.

Принципово відрізняються від будівель XX століття нові житлові та громадські будівлі XXI століття. Ці будівлі відповідно до нових нормативів України проєктуються з двотрубними горизонтальними системами опалення (рис. 2.3) [12, 51]. У містах та населених пунктах України зростає частка сучасної забудови, але вона ще мала порівняно з обсягом забудови XX століття.

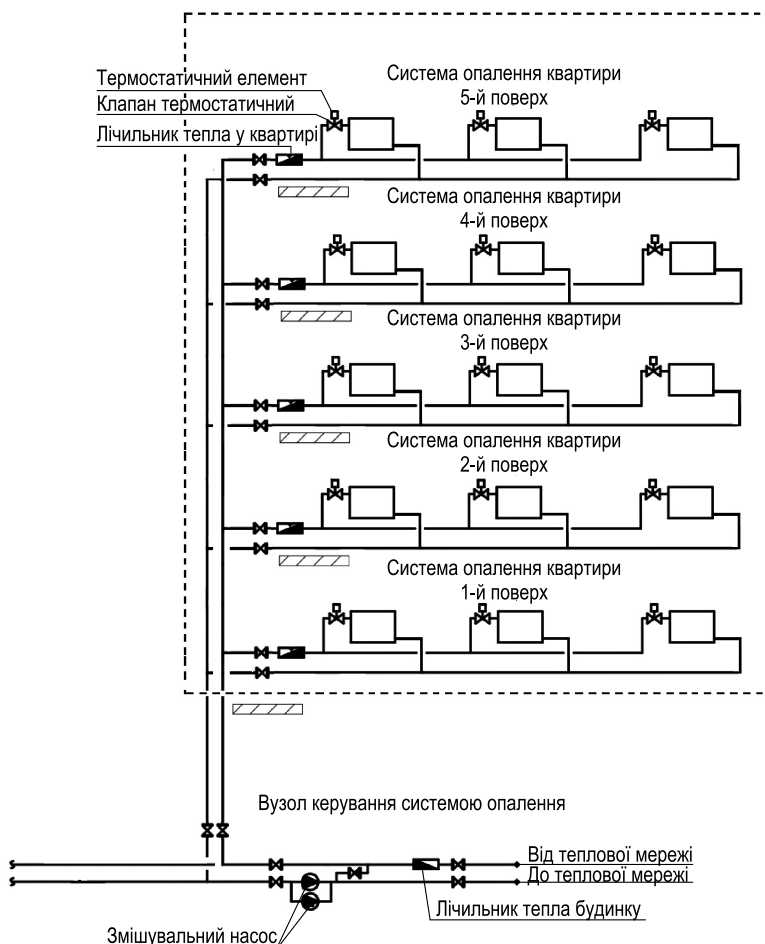


Рисунок 2.3 – Двотрубна, горизонтальна система опалення

У цих житлових будинках, школах, дитячих садках, лікарнях ми вже маємо двотрубні системи опалення. Від старих однотрубних, окрім можливості регулювання кількості та якості споживаного тепла кожним мешканцем або іншим споживачем, вони відрізняються можливістю обліку тепла в кожній квартирі.

Це досягається завдяки влаштуванню горизонтальних систем опалення з термостатичними елементами на кожному нагрівальному приладі та лічильниками тепла в кожній квартирі або офісі.

У цих системах опалення кожен споживач за своїм бажанням має можливість встановити необхідну йому комфортну температуру в приміщенні, а також має можливість економити кількість споживаної теплової енергії.

Відмова від однотрубною вертикальної системи опалення та її заміна на двотрубну горизонтальну реально вирішує життєво важливу проблему – встановлення теплових лічильників у кожній квартирі чи офісі. Завдяки наявності власного лічильника власник квартири чітко бачить, скільки коштують його комфортні умови й відповідно діє в напрямку економії своїх коштів. Водночас своїми діями кожен житель бере участь у державній програмі економії енергоресурсів.

Обладнання таких систем змішувальним насосом з регулятором теплового потоку, замість нерегульованого елеваторного вузла, створює можливість застосовувати енергоефективне «кількісно-якісне» регулювання замість «якісного», яке використовується повсюдно.

Призначення ІТП насамперед – це зміна параметрів теплоносія з високої температури (150–70 °С) на низьку (95–70 °С). Метою такого зниження температури є дотримання на поверхні радіатора температури не більше 100 градусів згідно з ДБН. Якщо в мережах підтримується температура не більше 105 °С, то на поверхні радіаторів у квартирах і без будь-яких змішувальних пристроїв в ІТП температура буде не більше 100 °С. Тоді жодних змішувальних насосів і регульовальних клапанів в ІТП не потрібно встановлювати. При цьому так званий індивідуальний тепловий пункт перетворюється на звичайний абонентський вхід, що використовувався ще з 30-х років ХХ століття. Фактично весь так званий ІТП при параметрах до 105–70 °С буде представляти чотири засувки, тепловий лічильник, грязьовики, термометри та манометри.

Підігрів гарячої води не є обов'язковою функцією абонентського входу або ІТП, оскільки гаряча вода готується в бойлерній установці, яка може знаходитися як в ІТП, так і в іншому приміщенні будівлі або в ЦТП (ТРС).

Безумовно, можливість регулювання теплоспоживання кожною квартирою та навіть кімнатою – це дуже позитивний фактор для зниження витрат на опалення кожним мешканцем. Регулюючи теплоспоживання своїх приміщень, кожен мешканець впливає на всю систему теплозабезпечення,

змінюючи її гідравліку, отже, впливає на розподіл тепла між абонентами в цілому. Водночас регулюючи тепловіддачу своєї квартири, кожен абонент опосередковано впливає на теплоспоживання інших абонентів, які також повинні здійснювати відповідне регулювання для створення власних комфортних умов.

Таким чином, у системах теплозабезпечення, де всі споживачі мають термостатичні елементи (терморегулятори), ми створюємо можливість «кількісного» регулювання нарівні з загальноприйнятим «якісним».

Зміна кількості теплоносія, який циркулює в системі централізованого теплопостачання, відстежується контрольними регулювальними приладами на джерелі тепла. Вони автоматично подають команди на регулятори витрати та мережеві насоси.

Таким чином, ми отримуємо систему централізованого теплопостачання з «кількісно-якісним» регулюванням замість загальноприйнятої системи лише з «якісним» регулюванням.

Відпуск тепла «кількісно-якісним» способом – це значно більш прогресивне та економічне рішення.

Найважливішим фактором, який отримується при переході з «якісного» на «кількісне» регулювання, є також відсутність необхідності штучно «перегрівати» систему опалення в діапазоні температур зовнішнього повітря від точки «зрізу» температурного графіка до $+8^{\circ}\text{C}$ через потребу гарячого водопостачання.

Порівняння питомої кількості споживаного тепла в житлових багато-квартирних будинках забудови XX століття, обладнаних однетрубними вертикальними системами опалення, і XXI століття з двотрубними горизонтальними системами опалення свідчить про явні переваги нової забудови. Витрати тепла на опалення одного квадратного метра нових будинків майже у два рази менші, ніж у таких же за площею та об'ємом старих будинків. Зрозуміло, що витрати споживачів тепла та сума оплати за нього в цих будинках менші.

Принципові зміни централізованого теплопостачання при реконструкції внутрішньобудинкових систем опалення з установкою лічильників у кожній квартирі дають:

- можливість регулювання теплоспоживання самим споживачем;
- облік тепла та оплату споживачем лише за фактичну кількість спожитого тепла;
- можливість створення комфортних умов для кожного споживача;
- підвищення надійності завдяки можливості автономного відключення кожної квартири замість будь-якої кількості квартир по стояку системи опалення або всього будинку при проведенні ремонтних робіт.

Комбіноване (місцеве плюс індивідуальне) регулювання подачі тепла від джерела до споживача є більш ефективним способом порівняно з лише центральним регулюванням, яке застосовується в Україні.

Як вже зазначалося, регулювання відпуску тепла в системах теплопостачання на території України прийнято – якісне. Відпуск тепла від джерела теплопостачання здійснюється за температурним графіком шляхом зміни температури теплоносія на джерелі теплопостачання відносно температури зовнішнього повітря.

Це регулювання також залежить від:

- наявності системи централізованого гарячого водопостачання;
- протяжності та розгалуженості системи теплопостачання;
- виду споживачів і відповідно їх теплових навантажень;
- теплових характеристик будинку (будівлі), з урахуванням їх «інерційності»;
- розташування будинку за сторонами світу та рози вітрів.

Температурні графіки поділяються на:

- опалювальний графік (при теплових навантаженнях систем опалення та вентиляції);
- опалювально-побутовий графік (при теплових навантаженнях систем опалення, вентиляції та гарячого водопостачання);
- підвищений графік (який будується на основі опалювально-побутового температурного графіка).

Згідно з кількістю тепла, яке надається споживачу (будинку, будівлі тощо) від джерела теплопостачання, визначається за формулою [1, 22, 51]:

$$Q = G \cdot (\tau_1 - \tau_2) \cdot c, \quad (2.1)$$

де Q – кількість тепла, кДж; G – витрати теплоносія, т/год; τ_1 – температура теплоносія в подавальному трубопроводі системи теплопостачання, °C; τ_2 – температура теплоносія в зворотному трубопроводі системи теплопостачання, °C; c – теплоємність теплоносія, кДж/(кг · °C).

З іншого боку, кількість тепла, яке передається від теплоносія до повітря опалюваних, вентильованих приміщень, можна визначити за виразом:

$$Q = K \cdot F \cdot \Delta t \cdot \tau, \quad (2.2)$$

де K – коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м² · °C); F – площа поверхні теплообміну, м²; Δt – температурний напір в підігрівнику місцевої системи, °C; τ – час роботи підігрівнику, с.

Середня потужність тепло віддачі визначається за формулою:

$$Q = K \cdot F \cdot L, \quad (2.3)$$

де L – середня потужність тепловіддачі, кДж.

β – коефіцієнт тривалості роботи:

$$\beta = \frac{\tau}{\tau_3}, \quad (2.4)$$

де τ_3 – загальний період експлуатації опалення, вентиляції з урахуванням періодів відключення, с.

Виходячи з формул 2.1–2.4, кількість тепла залежить від температури теплоносія, витрат теплоносія та періоду експлуатації систем опалення та вентиляції. Відповідно, змінюючи кількість теплоносія (кількісне регулювання), температуру теплоносія (якісне регулювання), або одночасно витрату та температуру теплоносія (якісно-кількісне регулювання), або зміну коефіцієнта тривалості роботи (регулювання пропусками), ми можемо змінювати кількість теплової енергії, яка подається споживачу.

Вибір температурного графіка визначається відносною часткою навантаження на гаряче водопостачання $Q_{h \max}$ від навантаження на опалення $Q_{0 \max}$:

$$\chi_{\max} = \frac{Q_{h \max}}{Q_{0 \max}}. \quad (2.5)$$

Тип графіка, що приймається для центрального регулювання на джерелі тепла, залежить від $\chi_{\max}$. При будь-яких значеннях $\chi_{\max}$ спочатку будується суто опалювальний графік, оскільки він є базовим для побудови всіх інших графіків.

У випадку $\chi_{\max}$ приймається суто опалювальний температурний графік (рис. 2.4).

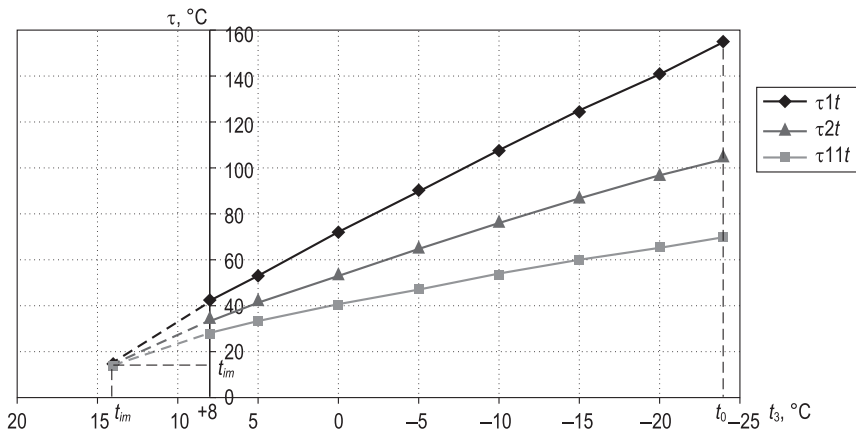


Рис. 2.4 – Опалювальний температурний графік ($\chi_{\max} = 0$)

Якщо до водяної теплової мережі Т1, Т2, крім систем опалення та вентиляції, підключені також і системи гарячого водопостачання, то за умов $\chi_{\max} < 0,2$ і

$\chi_{\max} > 1,0$ застосовується опалювально-побутовий температурний графік і одноступенева паралельна схема підключення підігрівачів гарячої води.

Опалювально-побутовий графік відрізняється від суто опалювального графіка тим, що мінімальна температура в подавальній магістралі теплової мережі обмежується знизу вимогами щодо забезпечення мінімальної розрахункової температури гарячої води у водорозбірній арматурі споживача ($t_{hu} \geq 65^\circ\text{C}$). З урахуванням втрат температури під час транспортування та розподілу гарячої води 5°C мінімальна температура теплоносія в подавальній магістралі теплової мережі для закритої системи тепlopостачання приймається $\tau_{1\min} = 65^\circ\text{C}$ (зазвичай приймається 70°C).

Для забезпечення підтримки такої температури теплоносія при температурах зовнішнього повітря, яким відповідають нижчі температури $\tau_1 t$ відповідно до чисто опалювального графіка, змінюють спосіб регулювання відпуску тепла з якісного на кількісне.

У випадку $\chi_{\max} = 0,2 \div 1,0$ ($\chi_{\max} = 0,1 \div 0,5$) в закритих системах застосовуються двоступенева змішана схема та підвищений температурний графік, який будується на базі опалювально-побутового графіка (рис. 2.5).

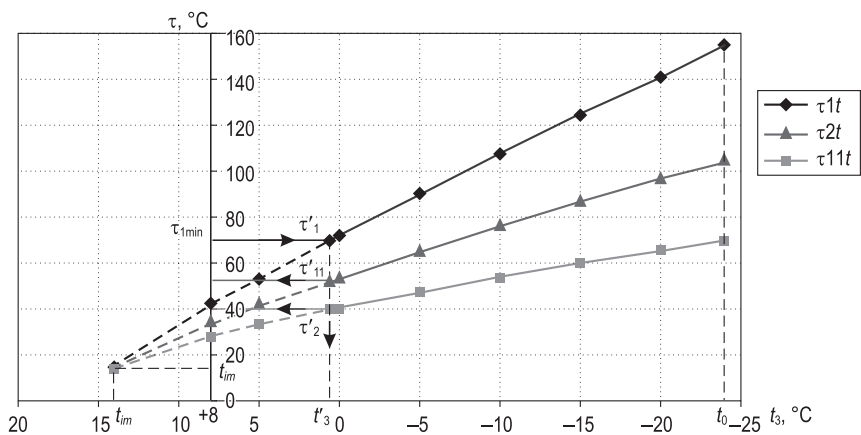


Рисунок 2.5 – Опалювально-побутовий температурний графік
($\chi_{\max} < 0,2$ і $\chi_{\max} > 1,0$)

При цьому графіку в системі тепlopостачання підтримується постійна витрата теплоносія, рівна розрахунковій витраті на опалення G_0 , а витрати тепла на гаряче водопостачання покриваються за рахунок підвищення температури в подавальній магістралі та зниження в зворотній. У цьому випадку коливання теплового навантаження на гаряче водопостачання викликають зміни в кількості тепла, що подається на опалення, які згладжуються завдяки теплоакумулювальній здатності будівель. Баланс тепла забезпечується завдяки побудові підвищеного графіка по «балансовому» навантаженню ГВ.

Приклад підвищеного графіка показано на рисунку 2.6.

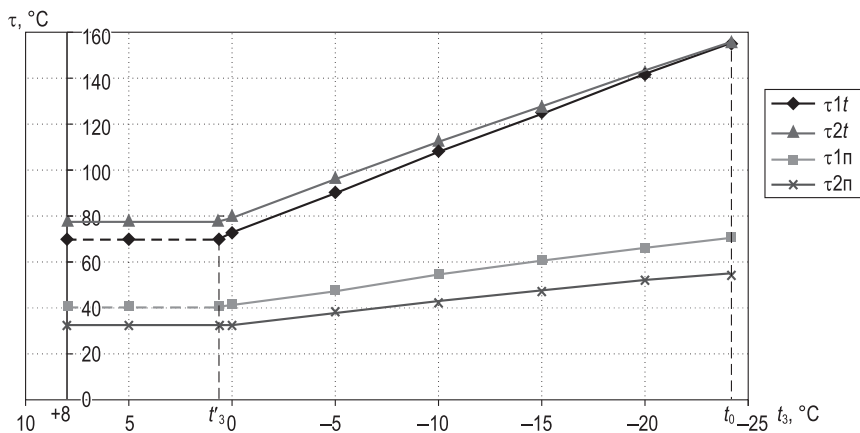


Рисунок 2.6 – Підвищений температурний графік ($0,2 < \chi_{\max} < 1,0$)

Вибір температурного графіка, його побудова для великого джерела тепlopостачання (ТЕЦ або районна котельня) є складним інженерним завданням. Ще складніше дотримуватися цього температурного графіка, тому що метеорологічні параметри, особливо в останні роки, змінюються дуже швидко і не завжди передбачувані.

Чим більша система централізованого тепlopостачання за протяжністю, кількістю та видами споживачів, чим більш змінна погода, тим складніше правильно розрахувати та задати температурний графік якісного регулювання.

При використанні опалювально-побутового або підвищеного температурного графіка (рис. 2.5, рис. 2.6) у точці «перелому» температурного графіка відбувається завищення температури теплоносія в подавальному трубопроводі, що призводить до подальшого перегріву системи опалення.

Розглянемо район міста, де розташовані житлові будинки, школи, дитячі садки, лікувальні установи, магазини, адміністративні будівлі та інші об'єкти. Зрозуміло, що кожному з однорідних об'єктів цієї групи відповідають свої параметри та характер теплоспоживання.

Житлові будинки вимагають цілодобової достатньо стабільної загальної температури. Водночас кожна кімната в кожній квартирі житлового будинку вимагає своєї температури.

У дитячих садках, школах нормативна температура повітря в приміщеннях потрібна лише в період перебування дітей.

У лікарнях приміщення різного призначення повинні мати різні температури.

У міській системі тепlopостачання, окрім переважного навантаження житлових мікрорайонів, є ще навантаження адміністративних будівель, театрів,

кінотеатрів, клубів, навчальних закладів, науково-дослідних інститутів та інших об'єктів. Окрім цього, ще існує теплове навантаження на промислові підприємства.

Природно, що температурний графік будується, орієнтуючись на основного споживача – житлові будинки. Відповідно, теплозабезпечувальні організації при централізованому відпуску тепла орієнтуються на основного споживача – житлові будинки, які побудовані в другій половині XX століття.

Таким чином, ми свідомо задаємо усереднену температуру теплоносія всім іншим споживачам.

Усі джерела тепла в Україні незалежно від їх конструкції, потужності та місцеположення практично здійснюють лише якісне регулювання відпуску тепла споживачу. Регулювання на них здійснюються автоматично або вручну шляхом дотримання «розрахункового температурного графіка».

Звісно, при такому усередненні температури, кожне приміщення, хай то буде кімната в житловому будинку, палата чи операційна в лікарні, або групові кімнати та спальні в дитячому садку, чи навчальні класи в школах, отримують кількість тепла за «усередненим параметром», а не те, що саме їм потрібно на цей час.

Однак на сьогодні не більше п'ятнадцяти відсотків споживачів тепла оснащені сучасними внутрішньобудинковими двотрубними горизонтальними системами опалення з терморегуляторами на кожному опалювальному приладі та лічильником тепла в кожній квартирі.

Інші споживачі (більше 85 відсотків), які були побудовані в другій половині XX століття в період масового житлового будівництва, оснащені нерегульованими вертикальними однотрубними системами без терморегуляторів на кожному нагрівальному приладі.

Як показала більш ніж півстолітня практика експлуатації цих систем опалення, їх конструкція фактично робить неможливим для споживача виконувати будь-яке регулювання споживання тепла [48, 52, 53].

До того ж їх реальний стан робить практично неможливим навіть повне відключення одного конкретного опалювального приладу або стояка без суттєвого впливу на всю систему опалення.

Результатом такого співвідношення нерегульованих і регульованих внутрішньобудинкових систем опалення є неможливість здійснювати на наявних джерелах тепла будь-яке регулювання, окрім якісного за «усередненим параметром температури» всього району тепlopостачання.

В будівлях, побудованих у другій половині XX століття та обладнаних вертикальними однотрубними системами опалення, можливе лише якісне регулювання ще й тому, що будь-яка зміна кількості теплоносія в трубах стояків з опалювальними приладами неминуче призводить до вертикального розрегулювання всієї системи.

Тому навіть у зовсім нових індивідуальних теплових пунктах, якими зараз оснащуються старі будівлі, ми все одно створюємо можливість лише якісного регулювання споживання тепла шляхом задання певної «усередненої температури» для цього об'єкта.

Іншими словами, оснащуючи старі будівлі новими індивідуальними тепловими пунктами, ми абсолютно не вирішуємо проблеми комфорту кожного споживача (мешканця), оскільки лише коригуємо «усереднену температуру» всього району чи мікрорайону на «усереднену температуру» цього будинку.

Виходячи з того, що будівлі забудови другої половини ХХ століття не мають регуляторів температури та запірно-регулювальної арматури на опалювальних приладах, при централізованому якісному регулюванні ми отримаємо перевитрату тепла в діапазоні температур зовнішнього повітря від точки «відрізу» температурного графіка до $+8^{\circ}\text{C}$ і недогрів або перегрів окремих приміщень при інших температурах зовнішнього повітря.

Однак, навіть у тих випадках, коли джерела тепла намагаються максимально чітко дотримуватись температурного графіка в залежності від зміни погодних умов та інших параметрів, вони все одно витримують певну умовну «усереднену температуру».

Для максимального зниження споживання теплової енергії повинно бути комбіноване регулювання, яке включає в себе місцеве регулювання на індивідуальному тепловому пункті та індивідуальне (приладове) регулювання, завдяки встановленню терморегуляторів на кожному нагрівальному приладі [50, 51].

Для вирішення завдання регулювання ми повинні мати реальну технічну можливість змінювати кількість тепла, яке надходить у кожне приміщення через нагрівальні прилади, тобто збільшувати або зменшувати тепловіддачу опалювального приладу.

Сучасна система тепlopостачання повинна мати відповідне технічне оснащення (насоси, арматури, клапани, датчики тощо) в усіх своїх складових: джерело теплової енергії, теплові мережі, обладнання теплових пунктів, внутрішньобудинкові трубопроводи та нагрівальні прилади.

Відсутність можливості реального регулювання будь-якого елемента з цієї ланки призведе до перевитрат пального та дискомфорту у споживачів.

Переважає більшість внутрішньобудинкових систем опалення житлових і громадських будівель України не має індивідуального регулювання споживання тепла кожною квартирою та приміщенням, оскільки в переважній частині всієї забудови ми маємо нерегульовані однотрубні вертикальні системи опалення, які треба розглядати як «єдиний нагрівальний прилад» для всього будинку.

Регулювання такого «єдиного нагрівального приладу» можливе тільки в цілому, тобто всіх стояків та нагрівальних приладів, підключених до них.

Кожен нагрівальний прилад, розташований у конкретному приміщенні (кімнаті) всередині цього «єдиного нагрівального приладу», не може бути відрегульований.

Сам споживач, тобто людина, для якої створюються комфортні умови для роботи і відпочинку, ніяк не може вплинути на споживання теплової енергії у своїй квартирі, офісі тощо.

Вище сказане наочно демонструє рисунок 2.7.

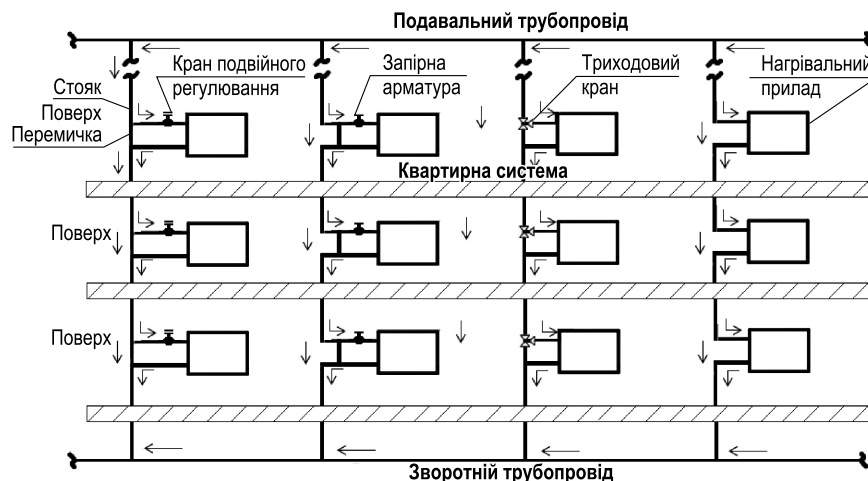


Рисунок 2.7 – Типова загальнобудинкова однотрубна вертикальна система опалення з різними конструкціями стояків

Для повної об’єктивної оцінки діючих внутрішньобудинкових систем опалення в Україні слід зазначити, що не більше 5 % усіх існуючих систем – це вертикальні двотрубні системи з кранами подвійного регулювання біля нагрівального приладу (рис. 2.8).

Конструкція цих систем теоретично дозволяє кожному споживачу регулювати своє теплопостачання.

Але практично ці системи вже давно відпрацювали два та більше нормативних терміни експлуатації. Регульовальна арматура в них уже давно вийшла з ладу, а самі системи потребують повної заміни.

Крім того, організація в них поквартирного комерційного обліку тепла неможлива, оскільки в кожній квартирі знаходиться кілька стояків, пов’язаних з іншими поверхами. А відсутність приладу квартирного обліку теплової енергії позбавляє сенсу регулювання споживання тепла. Бездіяльна регульовальна арматура передчасно виходить з ладу. Таким чином, запускається ланцюг подій, що негативно впливає на якість експлуатації систем.

Як видно з вищезазначеного, спочатку недосконала технічна конструкція і реальний стан внутрішньобудинкових систем опалення в переважній

більшості багатоповерхових будинків України суперечать сучасним вимогам і не дають можливості енергоефективного використання тепла.

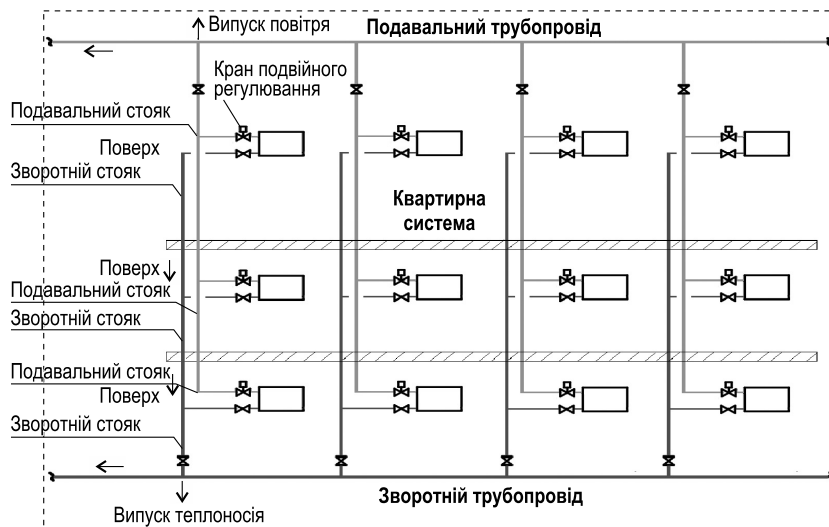


Рисунок 2.8 – Двотрубна вертикальна система опалення

У сучасних будівлях, побудованих у ХХІ столітті, які оснащені горизонтальними поквартирними системами опалення з лічильниками та терморегуляторами на кожному опалювальному приладі, реально здійснюється кількісно-якісне регулювання, яке виконує сам споживач (мешканець) для створення комфортних умов, необхідних саме йому, незалежно від потреб інших споживачів. При цьому, створюючи комфортні умови для себе за власним вибором, кожен споживач не заважає іншим створювати потрібні їм комфортні умови.

Таким чином, конструкція сучасних систем опалення житлових і громадських будівель забезпечує індивідуальне споживання тепла в кожному приміщенні.

Наявність індивідуальних лічильників у кожній квартирі житлового будинку та загальнобудинкового на вводі в будинок стовідсотково забезпечує економічність усієї системи теплопостачання, оскільки кожен споживач зацікавлений у тому, щоб взяти мінімальну кількість тепла для свого комфорту, а також виключити перегрів окремих приміщень загального користування.

Наявність реальної технічної можливості регулювання вироблення, транспортування і, головне, споживання тепла дає реальне зниження витрат палива на джерелах і відповідно зменшення грошових витрат споживачів на своє опалення.

Порівняння забудови XX та XXI століть показує, що більше половини зниження питомого споживання тепла сучасними багатоповерховими житловими будинками досягається за рахунок впровадження поквартирних систем опалення з лічильниками тепла в кожній квартирі.

Основною причиною значних втрат теплової енергії споживачами та перевитрати палива на джерелах тепла є недосконалість конструкцій нерегульованих внутрішньобудинкових вертикальних систем опалення в житлових будинках забудови другої половини XX століття.

Реконструкція однотрубних вертикальних нерегульованих систем опалення в двотрубні горизонтальні регульовані системи опалення здійснюється для того, щоб кожен конкретний споживач міг вплинути на споживання теплової енергії в своїх приміщеннях. У такому випадку можливе приладове регулювання за допомогою терморегуляторів на опалювальних приладах. А в разі встановлення ще й квартирного теплового лічильника, споживач чітко бачить, скільки тепла він спожив, скільки за це він має заплатити і відповідно відрегулювати своє теплопостачання.

Потрібна заміна всіх однотрубних вертикальних нерегульованих систем опалення багатоповерхових будівель на горизонтальні двотрубні регульовані. Без такої заміни подальша енергоефективна експлуатація та розвиток теплопостачання неможливі.

Залежність конструкції системи теплопостачання від прийнятих температурних режимів

Системи теплопостачання, які використовують воду як теплоносію, можуть мати різні температурні параметри: від (95–70 °C) до (180–70 °C).

Зазвичай для зовнішніх мереж приймаються параметри 150–70 °C, для внутрішньобудинкових систем опалення 95–70 °C.

Розглядаючи можливість застосування температурних параметрів у мережах теплопостачання, слід пам'ятати основи теплотехніки:

1. Кількість теплоносія визначається прийнятою розрахунковою різницею температур. Чим більша різниця температур, тим менше теплоносія потрібно перекачувати та готувати в системі для передачі одного й того ж кількості тепла:

$$G = \frac{Q}{(t_{\text{под}} - t_{\text{зв}})} \cdot c, \quad (2.6)$$

де G – кількість теплоносія; Q – кількість тепла; $t_{\text{под}}$ – температура подавального трубопроводу; $t_{\text{зв}}$ – температура зворотного трубопроводу; c – теплоємність теплоносія.

2. У внутрішньобудинкових системах повинні бути параметри 95–70 °С, оскільки саме для цих параметрів були спроектовані та побудовані практично всі опалювальні житлові будинки, комунальні, адміністративні та інші будівлі в Україні. Порушення параметрів 95–70 °С призводить до внутрішнього розрегулювання систем опалення.

3. Чим вищі прийняті температури в подавальній магістралі, тим більше значення має тиск у системі теплопостачання, і тим більша ймовірність аварій.

4. Чим нижча прийнята температура в подавальній магістралі, тим більшу кількість теплоносія потрібно перекачати для передачі тієї ж самої кількості тепла.

Наприклад, для параметра 150–70 °С кількість теплоносія на 1 Гкал/год становить:

$$G = \frac{1\,000\,000}{(150 - 70)} \cdot 1\,000 = 12,5 \text{ т/год},$$

для параметра 95–70 °С:

$$G = \frac{1\,000\,000}{(95 - 70)} \cdot 1\,000 = 40,0 \text{ т/год}.$$

Співвідношення 40,0 т/год і 12,5 т/год призводить до збільшення кількості теплоносія, яку необхідно перекачати для передачі того ж самого кількості тепла більш ніж у три рази. Відповідно в дев'ять разів зросте кількість електроенергії, яка буде необхідна для перекачування цього теплоносія через ті ж самі труби без зміни їх діаметра.

Збільшення кількості електроенергії можна зменшити, якщо збільшити діаметри трубопроводів на один–два типорозміри.

Зазначений вище негативний результат зниження температури з 150 градусів на 95 градусів повністю компенсується можливістю значного спрощення та підвищення надійності всієї системи теплопостачання за рахунок відмови від установки підмішуючих насосів або елеваторів на кожному абонентському вводі (ІТП).

Як відомо, установка підмішуючих насосів або елеваторів в ІТП необхідна для зниження температури теплоносія зовнішніх мереж з графіка 150–70 °С до необхідного графіка внутрішньобудинкових систем опалення 95–70 °С. Таким чином, ми отримуємо систему теплопостачання, в якій зовнішні та внутрішньобудинкові системи працюють за графіком 95–70 °С (рис. 2.9).

Зрозуміло, що якщо в зовнішніх теплових мережах, що йдуть від самого джерела тепла або від теплорозподільчих станцій (ТРС або ЦТП), будуть витримуватись ті ж самі температури, що й у внутрішньобудинкових, то на

абонентських вводах (ІТП) жодних змішувальних пристроїв, обладнаних відповідною автоматикою, не буде потрібно.

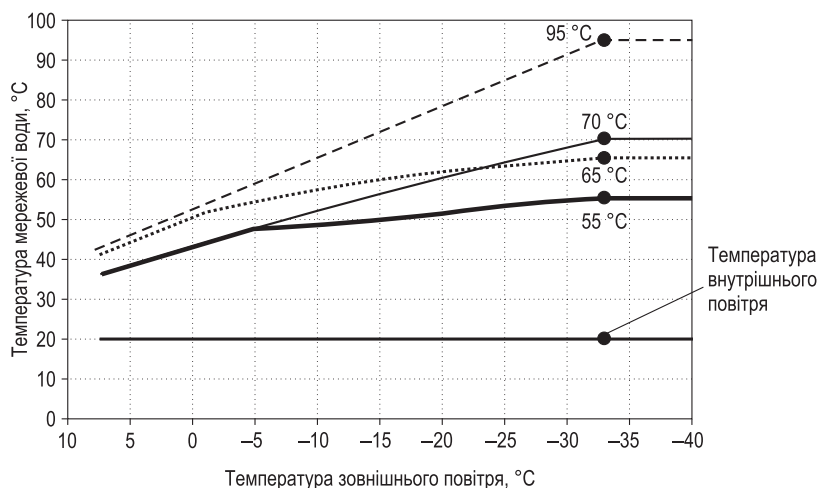


Рисунок 2.9 – Порівняння температурного графіка 95–70 °C з пониженим графіком 65–55 °C

Звісно, при такому рішенні, тобто відмові від насосів підмішування на ІТП, значно спрощується як будівництво чи реконструкція, так і експлуатація системи теплопостачання в цілому.

Зважаючи на реалії сьогодення, коли протягом багатьох років більшість джерел тепла не дотримуються вимог до температурного графіка при значних негативних температурах зовнішнього повітря, а також на масовий відмова від централізованого гарячого водопостачання, пропозиція про перехід з більш високого температурного графіка на низький набуває реального практичного значення. Це пропозиція є надзвичайно актуальною, однак вимагає обов'язкового техніко-економічного аналізу в кожному конкретному випадку.

Говорячи про перспективність переходу з графіка 150–70 °C на графік 95–70 °C, слід не забувати, що значна частина систем теплопостачання в більшості відносно малих міст та населених пунктів спочатку працюють за графіком 95–70 °C, оскільки їх джерела тепла – котельні, оснащені котлами низького тиску з параметрами підігріву не вище 100 °C і тиском 0,7 МПа.

Звісно, що при таких параметрах немає необхідності, і ніхто не будував жодних ІТП з підмішуючими насосами або з елеватором. Усі внутрішньо-будинкові системи опалення підключені безпосередньо, і в ІТП є лише засувки, фільтри та лічильник. Іноді є регулювальний клапан.

Такі системи теплопостачання успішно працюють в Україні вже більше півстоліття.

Рішення про перехід з більш високого температурного графіка на низький залежить від ряду факторів, найважливішими з яких є:

1. Технічний стан джерела тепла.
2. Розрахункові та фактичні теплові навантаження всіх споживачів (абонентів) і їх перспективи.
3. Фактичні дані про дотримання температурних графіків джерелами тепла за останні 5 років.
4. Фактичні дані про вироблення та втрати тепла системою теплопостачання окремо для потреб опалення та гарячого водопостачання.
5. Технічний стан теплових мереж.
6. Необхідність заміни всіх каналних теплових мереж з підвісною ізоляцією на сучасні безканалні з попередньо ізольованими трубами.
7. Принципове рішення про перспективи централізованого чи децентралізованого гарячого водопостачання в розглядуваній системі теплопостачання.
8. Стан теплорозподільчих станцій (ТРС або ЦТП) і необхідність їх реконструкції.
9. Стан внутрішньобудинкових систем опалення та необхідність їх реконструкції.
10. Оснащеність ІТП підмішувочими насосами або елеваторними вузлами.
11. Необхідність заміни всіх елеваторних вузлів.
12. Оснащеність системи теплопостачання приладами обліку тепла.
13. Значне зниження втрат тепла в теплових мережах за рахунок зниження різниці температур у подавальному трубопроводі та навколишньому середовищі. В теплових мережах старої прокладки (без застосування попередньо ізольованих труб) така економія часто в кілька разів перевищує збільшення витрат на транспортування.

Як правило, аналіз усіх вище згаданих факторів для діючих систем теплопостачання міст та населених пунктів України дає негативні відповіді на ці питання.

Висновки з проведеного аналізу фактичного стану більшості систем теплопостачання України свідчать про необхідність:

- повної заміни всіх внутрішньобудинкових систем опалення з вертикальних однокотлових загальнобудинкових нерегульованих без лічильників на горизонтальні двокотлові квартирні регульовані з лічильниками;
- технічний стан теплових мереж аварійний, тому необхідно провести повну заміну всіх теплових мереж на попередньо ізольовані;
- системи централізованого гарячого водопостачання виконані з чорних сталевих труб без будь-якого покриття та потребують повної заміни як зовнішніх мереж, так і внутрішньобудинкових систем. У

більшій частині міст та населених пунктів України системи централізованого гарячого водопостачання давно не працюють. Значна частина споживачів, включаючи населення, лікувальні заклади, школи та дитячі установи, самостійно перейшли на індивідуальне гаряче водопостачання з електричним підігрівом;

- джерела тепла не дотримуються класичного нормативного проектного температурного графіка. У деяких випадках джерела тепла працюють за власними графіками. При цьому, природно, для збереження теплового балансу вони вимушені збільшувати кількість циркулюючого теплоносія;
- переважна більшість джерел тепла вже давно працює з значним нормативним фоном експлуатації та потребує капітальних ремонтів і реконструкцій;
- більшість ТЕЦ, особливо ті, які змінили власників, зменшили або взагалі відмовилися від виробництва тепла;
- обладнання більшості теплових розподільних станцій (ТРС і ЦТП) відпрацювало свій нормативний термін;
- циркуляція гарячої води, навіть в діючих системах ЦГВ, спочатку не працює і відсутня.

Підсумовуючи навіть такий короткий узагальнюючий аналіз, можна сміливо стверджувати, що переведення систем теплопостачання з підвищеного режиму 150–70 °С на режим 95–70 °С, яке буде проведено після повної реновації та модернізації відповідно до грамотно розроблених «Перспективних схем розвитку систем теплопостачання» і відповідних робочих проектів, може дати значний економічний ефект як по початкових капітальних вкладеннях, так і, особливо, по експлуатаційних показниках.

3 ОБЛІК ТА ВАРТІСТЬ ТЕПЛА

Наявність квартирний лічильник тепла – обов’язкова принципова умова нормальної роботи всієї системи теплопостачання [15].

Саме на таких принципах в Україні, як і в усьому цивілізованому світі, побудовані системи електропостачання, водопостачання та газопостачання. В цих системах споживач давно веде облік і розрахунки за допомогою лічильників, самостійно регулюючи своє споживання.

І лише опалення – найдорожча складова з житлово-комунальних послуг, поки що залишається поза сферою впливу споживача, не маючи реальної технічної можливості регулювати своє теплопостачання.

Життя показало, що наявність загальнобудинкового лічильника тепла ніяк не вирішує питання економії тепла кожним конкретним споживачем.

Для реального вирішення питання економії тепла самим споживачем, і, як наслідок, всією системою теплопостачання, обов’язково потрібний комерційний лічильник тепла в кожній квартирі, офісі, лікувальному блоці тощо.

Ще раз наголошую – потрібний комерційний лічильник тепла, а не якийсь відсотковий прилад-розподільувач.

Тільки тоді, коли кожен власник квартири буде бачити своє спожите кількість тепла за своїм комерційним лічильником і множити покази лічильника на вартість гікалорії тепла, отримуючи суму до оплати в гривнях, можна бути впевненим у створенні реально працюючої системи обліку та економії. Тільки в цьому випадку сам споживач – абонент буде регулювати своє споживання і таким чином – виробництво тепла на джерелі.

Звісно, що споживач тепла – власник квартири сам буде фінансувати установку свого квартирний лічильник тепла так само, як він фінансує установку лічильників холодної та гарячої води, а також інших лічильників.

Як вже неодноразово наголошувалося, основною причиною відсутності квартирних лічильників тепла в багатоквартирних житлових будинках України, як і всього колишнього Радянського Союзу, була загальнобудинкова одноклубна вертикальна нерегульована система опалення, якою обладнані всі ці будинки. Відмова від такої завідомо дефектної системи є неминучою. Свідчення тому – стабільна багаторічна робота систем опалення за кордоном у країнах Європи та Америки. Там практично немає загальнобудинкових одноклубних вертикальних нерегульованих систем опалення.

Усі системи опалення поквартирні або загальнобудинкові є регульованими двотрубними двох типів:

- перший тип: поквартирні регульовані системи опалення – горизонтальні двотрубні з регуляторами температури на кожному опалювальному приладі з комерційним лічильником у кожній квартирі та загальнобудинковим комерційним лічильником на вводі в будівлю;
- другий тип: загальнобудинкові регульовані системи опалення – вертикальні двотрубні з регуляторами температури на кожному опалювальному приладі та загальнобудинковим комерційним лічильником на вводі в будівлю.

При цьому розрахунки за спожите тепло між власниками квартир в таких житлових будинках, як з загальнобудинковою двотрубною вертикальною регульованою системою опалення, ведуться спеціально найнятою фірмою, яка займається обліком тепла і його розподілом відповідно до давно й чітко розроблених нормативів, що враховують ті чи інші особливості як самих опалювальних будівель, так і їх окремих складових – квартир, що отримують тепло.

У деяких країнах (Німеччина, Данія та інші) для правильного обліку та розподілу тепла на кожному опалювальному приладі дійсно встановлюють прилади-розподільники для подальшого розрахунку між квартирами.

Варто наголосити, що всі повні розрахунки проводять тільки спеціалізовані фірми – обліковці тепла. Представники цих фірм один раз на місяць у той самий час обов'язково відвідують власника квартири для зняття показань лічильника з кожного радіатора квартири.

Власник квартири обов'язково повинний бути вдома в умовлений час і забезпечити доступ інспектора в квартиру. Порушення такого порядку карається законом.

Для прикладу, в місті Мюнхен (Німеччина) фірма, що займається обліком і розподілом тепла, має близько тисячі співробітників, що працюють з населенням і системами централізованого теплопостачання.

Усі розрахунки, які проводяться між мешканцями та фірмами-обліковцями тепла, базуються на низці законів, нормативів та інструкцій:

- закон федеральний реєстр Німеччини «Про теплопостачання...»;
- закон землі «Баварія» «Про теплопостачання...»;
- закон положення міста Мюнхен «Про теплопостачання...».

У законах та положеннях чітко вказано, як ведеться облік, за якими формулами та з якими коефіцієнтами проводиться перерахунок показань лічильників у відповідні одиниці тепла.

При цьому нормативними документами для перерахунку теплових одиниць у кілокалорії передбачені коефіцієнти, що враховують:

- поверховість (перший, середній, верхній поверх);
- розташування в плані (середня, кутова);

- сторони світу, тобто можливість отримання тепла ззовні;
- чітке вказівка на принцип і визначення кількості загальнобудинкового тепла, що відноситься на кожную квартиру.

Така складна та багатодіяльна система зумовлена історичною наявністю в місті великої кількості багатоповерхових будинків, обладнаних загальнобудинковими двотрубними вертикальними, а не горизонтальними системами опалення.

Усі нові будинки будуються тільки з горизонтальними системами опалення та комерційними лічильниками тепла в кожній квартирі, що не вимагає такої складної організації системи обліку та розподілу тепла, як при вертикальній системі.

В Україні в XXI столітті будуються будинки тільки відповідно до українських ДБН, тобто з горизонтальними двотрубними регульованими системами опалення з комерційними лічильниками тепла в кожній квартирі.

Саме з цієї причини в Україні не потрібна жодна «Мюнхенська» чи подібна система обліку або розподілу тепла.

Варто наголосити, що «Мюнхенську» (німецьку) систему обліку тепла можна застосовувати лише при німецькому менталітеті населення, але зовсім не при українському.

Були спроби в кінці 2000-х років впровадити «Мюнхенську» систему обліку в Україні. Дії наших споживачів тепла – недопущення інспекторів у квартири, поломки лічильників тепла, мокра ганчірка на лічильнику тепла – все це ніяк не сприяло впровадженню. Також як раніше, так і зараз відсутні будь-які нормативні засади для впровадження такої системи.

Комерційний лічильник тепла, що встановлюється в кожній квартирі, в принципі може бути ліцензійним будь-якої конструкції виробництва вітчизняної або закордонної фірми.

Зазвичай при видачі вихідних даних теплозабезпечувальна організація (тепломережа) рекомендує тип приладу або фірму-виробника. Такі рекомендації зазвичай ґрунтуються на фактичних даних параметрів теплоносія, технічних характеристиках фірм-виробників і реальному досвіді експлуатації цих приладів. Під час вибору приладів не варто орієнтуватися виключно на вартість їхніх показників. Значно важливіші його гідравлічні характеристики (втрати тиску) в реальний гарантований термін експлуатації.

Бажано, щоб у всіх квартирах були прилади обліку одного типу. Це значно полегшує вирішення питань технічного обслуговування, зняття показань, гарантійних ремонтів та контрольних перевірок. При виборі приладів обліку тепла слід керуватися загальними рекомендаціями, заснованими на їх принципах роботи та конструкції, які наведені в таблиці 3.1.

Дані, вказані в таблиці, ґрунтуються на аналізі приладів обліку тепла, проведеному за даними Світового банку.

Таблиця 3.1 – Фактори, що впливають на вибір приладів обліку тепла

Фактори, які впливають на вимірювання витрати	Вид перетворення							
	Вихровий індукційний	Вихровий акустичний	Тахометричний крильчастий	Тахометричний турбінний	Індукційний	Ультразвуковий кореляційний	Ультразвуковий двонаправлений	Перепад тиску
Хімічний склад	+	+	–	–	+	–	–	–
Питома провідність	+	+	–	–	+	–	–	–
Несоосність витратоміра до труб	+	+	+	+	+	–	–	+
Зварювальні струми	+	+	–	–	+	–	–	–
Феромагнітний осад	+	–	+	+	+	–	–	–
Кальцинований осад	+	–	+	+	+	–	–	+
Погане заземлення	+	+	–	–	+	–	–	+
Температура навколишнього повітря	+	–	–	–	+	–	–	+
Електромагнітні наводки	+	+	–	–	+	+	–	+
Механічні включення	+	–	+	+	–	–	–	–
Гідравлічний опір	+	+	+	+	–	–	–	–
Знос рухомих частин	–	–	+	+	–	–	–	–

Кілька слів про обов’язкові перевірки приладів обліку тепла, які зазвичай встановлюються в Україні Правилами експлуатації систем тепlopостачання. При цьому терміни перевірки приладів, встановлювані цими Правилами експлуатації, часто зовсім не відповідають гарантійним термінам перевірки, зазначеними фірмами-виробниками приладів. Вимоги українських перевірок значно частіші, ніж гарантують виробники.

Як показує багаторічна практика реальної експлуатації приладів обліку тепла відомих зарубіжних фірм-виробників («Kamstrup», «Danfoss» та ін.), періодична перевірка фактично не потрібна. Достатньо мати систему вибіркової контрольної перевірки окремих приладів. У деяких країнах з високим рівнем розвитку експлуатації систем тепlopостачання (наприклад, Данія) перевірка приладів проводиться за принципом – «хто сумнівається, той замовляє і сплачує за перевірку».

На мою думку, це дуже правильний принцип. Такі системи, як облік тепла, так і будь-який облік енергоносіїв, що здійснюється безпосередньо в

квартирній системі, постійно щоденно ретельно контролюються як самим споживачем, так і постачальником.

Будь-яке відхилення від встановлених місяцями і роками цифр показань приладу та, відповідно, суми оплати є вагомим стимулом для необхідності перевірки приладу.

Як сторона, що продає тепло (тепломережа), так і сторона, що купує (власник квартири), дуже швидко реагують на свої втрати і, відповідно, замовляють перевірку.

Діюча система обов'язкових загальних перевірок всіх приладів обліку є надзвичайно трудомісткою, організаційно складною, незручною для споживача і часто створює базу для «корупційної» складової.

Таке переконавання ґрунтується як на багаторічному досвіді реальної експлуатаційної діяльності, так і на очевидному факті: з усіх численних фірм України понад 100 мають ліцензію (право) на перевірку приладів обліку тепла. Лише кілька фірм (менше 10) мають справжні перевірочні установки, що відповідають світовим стандартам.

Правильне, непідвладне упередженням і максимально об'єктивне вирішення питання обліку та оплати тепла можливе лише при наявності та контролі комерційних приладів обліку (тепломірів) на всій ланці виробництва, транспортування, розподілу та споживання тепла.

Перший рівень – лічильник тепла має бути на виході з джерела тепла (котельні чи ТЕЦ) (рис. 3.1).



Рисунок 3.1 – Теплофікаційна камера на виході з джерела тепла з наземним павільйоном для установки приладів обліку тепла

Другий рівень – на кінці магістральної теплотраси та переході в розподільні мережі. Це може бути теплорозподільча станція (ТРС) (рис. 3.2), центральний тепловий пункт (ЦТП) або теплофікаційна камера з наземним павільйоном.

Усі рівні обліку тепла є рівнозначними, тому бажано використовувати на них однакові типи приладів.



Рисунок 3.2 – Фото вузла обліку тепла на теплорозподільчій станції
[URL: [https://termoprom.com.ua/uk/poslugi/servis/servis-uzlov-ucheta-tepla.](https://termoprom.com.ua/uk/poslugi/servis/servis-uzlov-ucheta-tepla)]

Третій рівень – на вводі в будівлю в індивідуальному тепловому пункті (ІТП) (рис. 3.3).

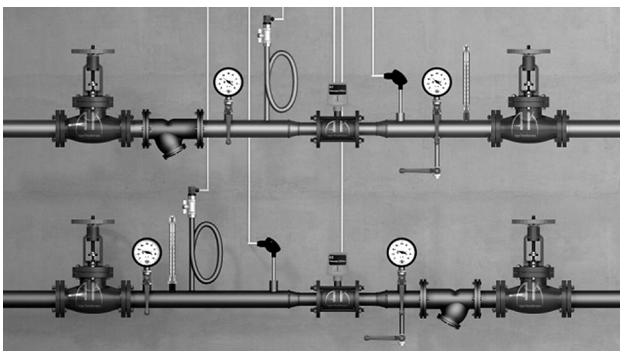


Рисунок 3.3 – Загальнобудинковий лічильник тепла

Четвертий рівень – у кожній квартирі житлового будинку (рис. 3.4), офісі, навчальному закладі, лікувальному закладі тощо, тобто всюди, де є свій особовий абонентський рахунок.

При наявності багаторівневої системи обліку тепла з можливістю постійного взаємного контролю дійсно створюється відкрита демократична система, в якій всі зацікавлені в економії тепла, зменшенні непродуктивних втрат.

Наявність багаторівневої системи обліку тепла дозволяє чітко бачити, де відбуваються непродуктивні втрати тепла, кому належать ті чи інші

складові всієї системи теплопостачання. У такій системі цілком зрозуміло, хто за що відповідає, і хто, за що і чому має платити.

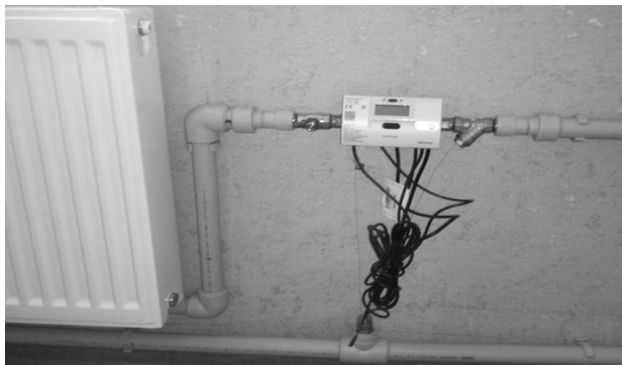


Рисунок 3.4 – Квартирний лічильник тепла

Ціни на тепло, його транспортування та розподіл, обґрунтовані на глибокому статистичному аналізі показників комерційних приладів обліку, будуть дійсно об'єктивними і не викликать заперечень у споживачів.

Справедливі обґрунтовані ціни на тепло – це запорука успішної систематичної роботи споживачів, спрямованої на економію енергоресурсів.

З точки зору аналізу і контролю, формування ціни на тепло, що виробляється котельнею, завдання доволі просте.

Усі основні складові, що визначають вартість тепла, очевидні:

- паливо;
- електроенергія;
- вода;
- шлако- та золоутилізація;
- очищення продуктів згоряння;
- транспорт усіх продуктів процесу спалювання палива;
- трудовозатрати обслуговуючого персоналу;
- витрати на охорону праці;
- амортизаційні відрахування обладнання і споруд;
- нормативні (науково обґрунтовані) втрати;
- нормований прибуток;
- інноваційна діяльність. Для того, щоб інноваційна складова використовувалася, потрібно, щоб вся її сума, отримана в процесі виробництва, концентрувалася на окремих банківських рахунках теплопостачальних організацій без права використання на будь-які інші витрати (паливо, зарплата, податки, штрафи тощо). Має бути тільки одна стаття витрат – інновації в системі теплопостачання.

Цей прикладний перелік основних складових формує ціну тепла, виробленого котельнею. Можливі ще додаткові складові в залежності від виду палива і способів спалювання. Формування ціни тепла, що виробляється на ТЕЦ, має своє принципове відмінність. Як відомо, тепло на теплоелектроцентралях виробляється методом когенерації, тобто тепло є вторинним продуктом виробництва електричної енергії. Таким чином, паливо, що спалюється в енергетичному котлі ТЕЦ, витрачається як на виробництво електроенергії, так і на виробництво тепла. При такому виробництві тепла на базі виробництва електроенергії практично неможливо чітко визначити, які витрати потрібно віднести на виробництво електроенергії, а які на виробництво тепла. Тому давно вже потрібно вирішувати на державному рівні питання ціноутворення на тепло, яке постачається ТЕЦ.

Так, як це відбувається сьогодні, далі бути не повинно. Собівартість виробництва тепла на ТЕЦ, згідно з законами фізики і термодинаміки, повинна бути значно (не менше 30 %) нижче, ніж виробництво тепла на котельні.

Сьогодні спостерігається зворотна картина, коли тепло від ТЕЦ часто коштує стільки ж, скільки тепло від котельні. Який тоді сенс місту купувати тепло від ТЕЦ, витрачаючи ще додаткові кошти на його транспортування? Деякі ТЕЦ вже стали приватними, і ціноутворення від них ще більше ускладнилося. Це питання є державним, і його не можна вирішувати, виходячи з інтересів окремих компаній або осіб. Занадто дорого такі «подорожчання» обходяться більшості населення.

Досвід найпередовіших країн свідчить про тенденцію до збереження та розвитку централізованого теплопостачання від ТЕЦ (Данія, Швеція, Фінляндія, Франція, США, Канада та інші). У всіх цих країнах вигода, що отримується від комбінованого виробництва тепла на базі електричної енергії, повністю або великою частиною відноситься до вартості тепла. Таким чином, максимально стимулюється розвиток централізованого теплопостачання.

Розгляд шляхів зниження втрат тепла по всіх складових почнемо з «найслабшої ланки» – житлового будинку.

На мою думку, роботу зі зниження втрат тепла в житлових багатоквартирних будинках слід будувати за такими напрямками:

- впровадження широкого практичного застосування аналогово-диференціального підходу до розрахунку тарифів на опалення житлових будинків замість застосування середньостатистичного методу;
- здійснення зовнішнього утеплення самим мешканцем шляхом заміни «столярки» та утеплення стін, перекриттів, підлог;
- впровадження в практику розрахунків «тарифних коефіцієнтів», які враховують зниження суми оплати тепла кожною квартирою залежно від ступеня її утеплення;

- облаштування в кожній квартирі індивідуальної системи опалення з лічильником, що живиться теплом від існуючого джерела.

При цьому найважливішим моментом моєї пропозиції є можливість облаштування власної системи квартирного опалення, незалежної від інших мешканців.

Практика розрахунку тарифу, єдиного для всього міста або населеного пункту, що отримує тепло від конкретної теплопостачальної організації, склалася ще в середині минулого століття і застосовується до сьогодні, тоді як вартість тепла зросла в рази порівняно з минулим століттям. Основою діючої сьогодні методики розрахунку вартості одного квадратного метра опалювальної площі є визначення середньоарифметичної величини для конкретного населеного пункту або конкретної теплопостачальної організації. Ця середньоарифметична величина визначається шляхом ділення сумарної кількості тепла, віднесеного тепломережею на потреби опалення всіх підключених житлових будинків, на сумарну опалювальну площу цих будинків. При цьому не враховуються ні їх конструкція (цегляні, панельні, піноблочні, поверховість будівель), ні схема системи опалення, ні наявність та конструкція горищ і підвалів, ні співвідношення житлової та корисної площі, ні інші архітектурно-будівельні та кліматологічні фактори, що впливають на тепловтрати будівель.

Такий «усереднений» підхід призводить до того, що мешканці більш «тепліх» будинків платять за мешканців більш «холодних» будинків. Поняття «тепліх» і «холодних» будинків визначаються величинами термічних опорів огорожувальних конструкцій і, відповідно, величиною тепловтрат та опалювальними об'ємами, які різняться для різних типів будівель і залежать від усіх вищезгаданих факторів.

Співвідношення фактичного тарифу для кожного будинку за усередненим тарифом наочно показано на рисунку 3.5 і в таблицях 3.2, 3.3. Усі цифри взяті на основі аналізу забудови другої половини XX століття в місті Харкові.

Як наочно видно з вище сказаного, усереднений показник вартості опалення одного квадратного метра буде найбільш справедливим для того населеного пункту, де забудова здійснена будинками одного типу або однієї серії, кажучи будівельною мовою. Наприклад, у м. Харкові найбільша кількість п'ятиповерхових будинків серії 1–464 та 9–12-поверхових серії Н–57, виробництва Домобудівного комбінату № 1. В меншій мірі м. Харків забудований 5–9-поверховими будинками серії 1–468 виробництва Домобудівного комбінату № 2, ще менше цегляними будинками 38 серії, а також відносно мало 16-поверхових панельних житлових будинків виробництва Домобудівного комбінату № 1.

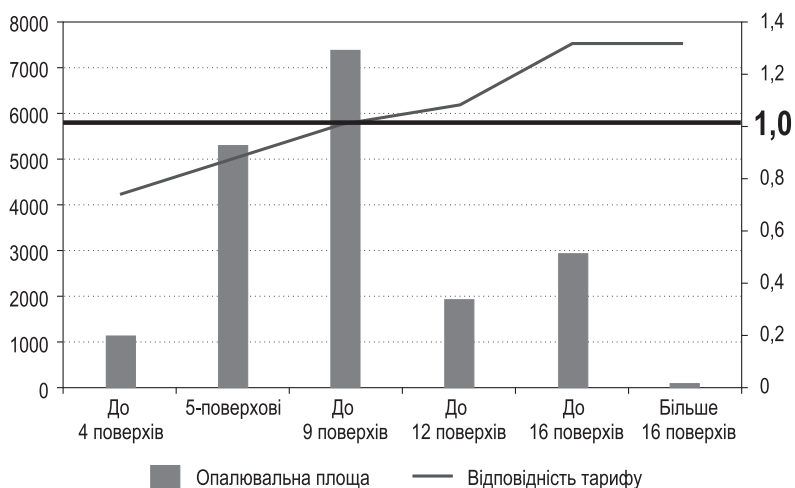


Рисунок 3.5 – Диференціація тарифу за поверховістю будинків забудови 1950–2000-х років

Таблиця 3.2 – Відповідність «середньому» тарифу існуючої поверховості будинків забудови 1950–2000 років

Поверховість	Кількість	Площа, тис. м²	Відповідність тарифу
П'ятиповерхові	1 850	5 311,7	0,89
До дев'яти поверхів	1 423	7 377,0	1,01
До дванадцяти поверхів	287	1 983,8	1,09
До шістнадцяти поверхів	496	2 971,3	1,32
Більше шістнадцяти поверхів	4	71,9	1,33

Таблиця 3.3 – Диференціація тарифу забудови 1950–2000 років за матеріалами стін будівель, %

Поверховість	Панелі	Цегла
Шістнадцятиповерхові	130	–
Дванадцятиповерхові	110	100
Дев'ятиповерхові	100	90
П'ятиповерхові	100	90

Примітка. Аналіз таблиці та рисунку 3.7 чітко пояснює парадокс: мешканці 16-поверхових будинків покращеного планування та деяких інших, що вирізняються з загальної маси, будинків відмовляються від встановлення приладів обліку тепла. Є випадки, коли вже встановлені прилади мешканці виводять з ладу або демонтують під різними приводами.

Безумовно, сьогодні в XXI столітті слід мати лічильники у всіх споживачів тепла. Однак до тих пір, поки вони не будуть встановлені, необхідно відмовитися від принципу «загального усереднення» та перейти на «аналогово-диференційований» метод розрахунку тарифів на опалення житлових будинків.

На першому етапі формування справедливого тарифу його слід диференціювати хоча б за основною характеристикою житлових будинків – поверховістю. Надалі тарифи повинні вдосконалюватися, враховуючи не тільки поверховість, але й конструкцію будівель, матеріали огорожувальних стін, планування тощо. Враховуючи значну кількість лічильників тепла, що діють на різних типах будинків уже багато років, в основу тарифу варто покласти аналоговий метод. Метод полягає в тому, що витрати тепла на опалення відповідної групи будівель визначаються не розрахунковим шляхом (з урахуванням проєктних навантажень, кліматичних норм і статистики), а визначенням сумарних втрат тепла будівель цієї групи на основі усереднення показань усіх діючих лічильників тепла, встановлених на будинках цієї групи. Такий тариф виходить найбільш правильним і справедливим.

У разі такого підходу ніхто не заважатиме мешканцям встановлювати лічильники тепла на свої будинки. Приладний облік тепла на сьогоднішній день – це єдиний спосіб зацікавити мешканців багатоквартирних житлових будинків зайнятися зовнішнім утепленням своїх квартир, а отже, знижувати свої витрати на теплопостачання та витрати держави на паливно-енергетичні ресурси.

В роботі пропонується запровадження аналогово-диференційованого методу [49, 55] розрахунку тарифів на опалення житлових будинків на той час, поки в усіх будинках не будуть встановлені лічильники тепла.

Пропонований метод розрахунку тарифів базується на визначенні нормативного споживання теплової енергії на 1 м² для кожного типу будівель, оскільки вся житлова забудова в Україні велася за типовими проєктами. На першому етапі формування справедливого тарифу його варто диференціювати хоча б за основною характеристикою житлових будинків – поверховістю. Надалі тарифи мають вдосконалюватися, враховуючи не тільки поверховість, але й конструкцію будівель, матеріали огорожувальних стін, планування тощо.

Тарифи розраховуються на базі уточнених приєднаних навантажень, обчислених в результаті аналізу відпуску тепла в однотипних будинках з приладами обліку.

Надалі визначаються і затверджуються поправочні коефіцієнти, і при нарахуваннях (в будинках без лічильників тепла) застосовуються до затвердженого тарифу залежно від типу будівлі.

На рисунку 3.6 наочно показано порядок застосування аналогово-диференційованого методу розрахунку тарифів.

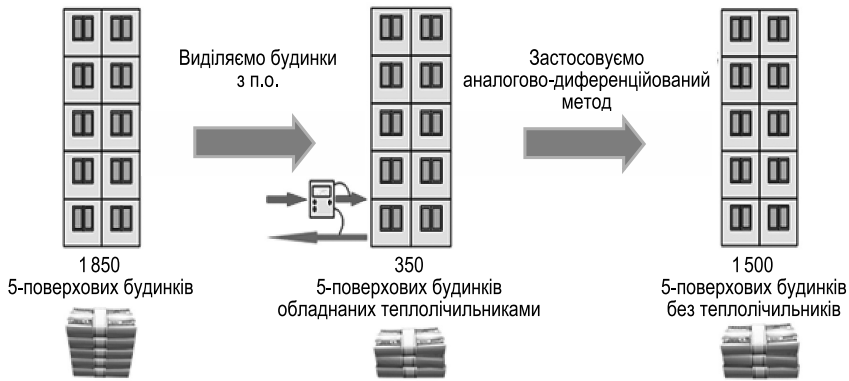


Рисунок 3.6 – Аналогово-диференційований метод розрахунку тарифів

Усе сказане вище щодо застосування аналогово-диференційованого методу розрахунку тарифів та подальшого впровадження нами коефіцієнтів, що враховують окреме утеплення будівель, обґрунтоване виконаними математичними розрахунками.

Математичні обґрунтування запропонованого рішення були виконані на кафедрі теплогазопостачання, вентиляції та використання теплових вторинних енергоресурсів Харківського національного університету будівництва та архітектури (нині – кафедра теплогазопостачання і вентиляції Харківського національного університету міського господарства ім. О. М. Бекетова) у 2015 році [49].

Добре відомо, що практично всі багатоповерхові будівлі другої половини двадцятого століття потребують реновації, особливо в частині підвищення їх енергоефективності. Споживання тепла цими житловими будівлями в 2–3 рази перевищує показники аналогів за кордоном і нових вітчизняних.

Очевидно, що споживач тепла, відповідно, платить у 2–3 рази більше за тепло тільки тому, що будинок, в якому він живе, не утеплений.

Як утеплювати житлові будинки, які матеріали і конструкції застосовувати, ряд інших питань, що виникають в процесі реновації, добре вивчені. Відповіді на ці питання чітко сформульовані в наукових нормативних виданнях та практичних інструкціях.

Немає відповіді лише на одне головне питання: хто і як буде оплачувати роботи з утеплення будівель? У найближчому майбутньому держава не зможе забезпечити достатнє фінансування термомодернізації житлового фонду.

Отже, більшу частину коштів має знайти власник квартири. Місцевий або державний бюджет зможе, ймовірно, тільки профінансувати утеплення місць загального користування, а також забезпечити пільгове кредитування власників квартир. Уже існує приклад такого рішення – «теплі кредити».

Чи можна вважати вирішеним питання створення стимулів для економії тепла кожним мешканцем шляхом встановлення загальнобудинкового лічильника тепла? На практиці виявляється, що ні. У більшості міст України лічильники тепла встановлені в переважній більшості житлових будинків, а темпи їх установки вселяють упевненість, що в найближчі роки загальнобудинкові лічильники будуть в усіх будівлях. Однак мешканці не поспішають покращувати тепловий захист будинків, обладнаних тепло лічильниками. Така ж ситуація і з будинками без лічильників тепла.

Дійсно, дивлячись практично на будь-який будинок, незалежно від наявності і відсутності в ньому загальнобудинкового лічильника тепла, ми бачимо небагато утеплених квартир.

Встановлення приладу обліку тепла в кожній квартирі ще більш проблематичне, оскільки вимагає перепроєктування всієї системи опалення будівлі: з вертикальної на поквартирну горизонтальну розводку. Рішення цього питання організаційно, технічно і економічно є ще більш складним, ніж зовнішнє утеплення будівель.

Очевидно, що без залучення коштів самих власників квартир для багатоповерхових житлових будівель неможливо вирішити проблему радикального підвищення їх енергоефективності. Як же вийти зі створеного замкнутого кола? Як зацікавити власників квартир вкладати кошти на утеплення вже сьогодні, а не чекати «світлого майбутнього» завтра?

Очевидно, що держава і місцеві ради також зацікавлені в утепленні кожної квартири, оскільки зниження споживання тепла кожною квартирою призведе до зменшення вироблення тепла на джерелах і, відповідно, до зменшення витрат палива. Потрібний стимул або система стимулів у цій архіважливій роботі державного значення.

Поставимо питання: що і коли виграє власник квартири, якщо він сьогодні за свій рахунок здійснює утеплення? Відповідь: сьогодні нічого з фінансового плану, незважаючи на те, що показники за витратами тепла загальнобудинковим лічильником обов'язково знизяться.

У багатьох випадках ефективність енергозбереження залежить від чинної нормативної бази. На сьогоднішній день вона така, що які б заходи з утеплення не здійснював власник квартири в багатоповерховому будинку, економічно він не отримає жодного результату, оскільки розрахунок за тепло йде за загальнобудинковим лічильником тепла, а в разі його відсутності – за тарифами. Багато мешканців змінюють вікна в своїх квартирах, утеплюють стіни ззовні, але на величину оплати послуги теплопостачання це ніяк не впливає. Вони платять стільки ж, скільки їх неутеплені сусіди, хоча своїми діями з утеплення вони зекономили в масштабах всього будинку певну кількість тепла.

Пропонується ввести для таких власників квартир понижувальні коефіцієнти на оплату тепла. При такому рішенні власники квартир будуть

зацікавлені покращувати тепловий захист квартир, будинків. Наприклад, у Східній Європі – колишній НДР, Польщі, Чехії застосовували аналогічні підходи, коли почали утеплювати житлові будинки.

Складається ситуація, коли дії з теплоізоляції одного або кількох власників квартир призводять до зменшення показників загальнобудинкового лічильника тепла, тобто всі власники квартир, незалежно від того, витратили кошти вони чи ні на теплоізоляцію своїх квартир, будуть платити за тепло хоча б на малу частку, але менше. Виходить, що все зменшення витрат тепла, досягнуте за рахунок кількох утеплених квартир, фактично ділиться порівну між усіма квартирами будинку, незалежно від їх участі в термомодернізації будинку. Для того, щоб у кожного власника квартири був інтерес до термомодернізації, потрібно мати спеціальну математично обґрунтовану методику розподілу тепла всередині будинку.

Розрахунок теплоспоживання кожної квартири з урахуванням тарифних коефіцієнтів економії тепла завдяки повному або частковому утепленню квартир може стати стимулом для комплексної теплоізоляції будинків, а не тільки окремих квартир, забезпечуючи суттєву економію енергоресурсів в цілому і зокрема.

Далі в таблиці 3.4 та на рисунку 3.7 наведені розраховані коефіцієнти утеплення, що підраховані згідно з запропонованою математичною методикою, та порядок їх застосування.

Таблиця 3.4 – Розраховані коефіцієнти утеплення

Виконані заходи з утеплення	Понижувальний коефіцієнт	Зниження теплоспоживання, %
Заміна склопакетів	0,1	10
Заміна балконних дверей	0,2	20
Зовнішнє утеплення стін базальтовою ватою товщиною 10 см з подальшим штукатуренням стін	0,3	30
Повне утеплення стін, вікон, балконів	0,4	40

Розглянемо наші пропозиції щодо організації системи обліку тепла в трьох випадках:

- перший випадок – при наявності загальнобудинкового лічильника тепла та утеплення лише частини квартир будинку;
- другий випадок – при наявності загальнобудинкового лічильника тепла та лічильників тепла в кожній квартирі будинку;
- третій випадок – при наявності загальнобудинкового лічильника тепла та наявності квартирних лічильників лише в частині квартир.

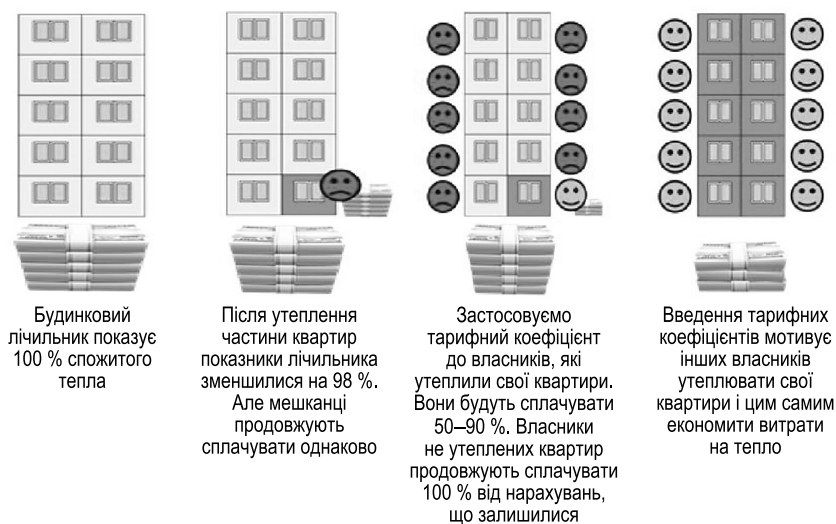


Рисунок 3.7 – Порядок застосування тарифних коефіцієнтів для тих, хто виконав роботи з утеплення

Розглянемо прикладний запропонований порядок ведення розрахунків.

Перший випадок:

1. Знімаються показання загальнобудинкового лічильника тепла.
2. Визначаємо кількість тепла, яке припадає на опалення місць загального користування, виходячи з існуючих проектних і статистичних даних в розмірі 15–20 % від загального споживання тепла.
3. Керуючись таблицею 3.4, визначаємо тарифні коефіцієнти зниження теплоспоживання кожної утепленої квартири.
4. Визначаємо сумарний середній коефіцієнт утеплення для всіх утеплених квартир, шляхом сумування відповідно квартирних коефіцієнтів на кількість теплоізольованих квартир, утеплених тим чи іншим способом.
5. Визначаємо відсоткове співвідношення кількості утеплених і неутеплених квартир будинку.
6. Визначаємо кількість тепла, яке припадає на всі теплоізольовані квартири.
7. Визначаємо кількість тепла, яке припадає на всі не теплоізольовані квартири.
8. Визначаємо питомий витрат тепла на 1 м^2 всіх теплоізольованих квартир будинку.
9. Визначаємо витрату тепла кожною теплоізольованою квартирою шляхом множення питомого витрату тепла на 1 м^2 на площу квартири.
10. Визначаємо питомий витрат тепла на 1 м^2 всіх неутеплених квартир будинку.

11. Визначаємо витрату тепла кожною не теплоізованою квартирою будинку.

Другий випадок:

1. Знімаються показання загальнобудинкового лічильника тепла.
2. Знімаються показання всіх квартирних лічильників тепла.
3. Визначається сума показань всіх квартирних лічильників тепла.
4. Визначається кількість тепла, що припадає на опалення місць загального користування, шляхом віднімання суми показань всіх квартирних лічильників тепла від показань загальнобудинкового лічильника тепла.

5. Визначається кількість тепла, що припадає на кожную квартиру з загального витрату тепла на опалення місць загального користування, шляхом ділення раніше визначеної загальної суми (п. 4) на загальну площу будинку.

Отримана цифра виставляється від імені власника будинку (або обслуговуючої компанії) кожному власнику квартири.

Залежно від прийнятої договірної схеми взаєморозуміння у ланцюгу «постачальник тепла – власник будинку – власник квартири» абонент (власник квартири) здійснює сумарну оплату «постачальнику» – тепло-транспортній мережі або окремо постачальнику і власнику будинку.

Слід звернути увагу на можливі принципи розподілу загально-будинкових витрат тепла.

Можна застосовувати два можливих принципи: перший запропонований нами вище, тобто порівню на всі квартири. Другий – диференційовано на кожную квартиру в залежності від її площі або кількості прописаних у ній мешканців.

Вважаю, що другий принцип є неправильним і необґрунтованим, оскільки кількість мешканців, прописаних у квартирі, часто не відповідає фактичній кількості проживаючих. Площа квартири ніяк не може характеризувати частоту відкриття і закриття квартирних та вуличних дверей протягом доби. Саме кількість відкриттів дверей значною мірою визначає основні теплові втрати в місцях загального користування, вестибюлях, сходових клітках, ліфтових шахтах.

Третій випадок:

1. Знімаються показання загальнобудинкового лічильника тепла.
2. Знімаються показання наявних квартирних лічильників тепла.
3. Визначається сума показань наявних квартирних лічильників тепла.
4. Визначається кількість тепла, що припадає на опалення місць загального користування, у відсотковому відношенні до показань загальнобудинкового лічильника тепла (аналогічно з п. 2 першого випадку).

5. Визначається кількість тепла, що припадає на кожную квартиру з загального витрату тепла на опалення місць загального користування.

6. Визначається кількість тепла, що припадає на всі квартири, які не мають квартирних лічильників тепла.

7. Визначається питома витрата тепла на 1 м² квартир без лічильників.
8. Визначається витрата тепла на кожну квартиру без лічильника (аналогічно з п. 10 першого випадку).

9. Визначається витрата тепла для кожної квартири з урахуванням витрат на опалення місць загального користування.

Розгляд питань обліку тепла та шляхів його економії та залучення економічних розрахунків неможливо без оцінки впливу субсидування населення на оплату за спожите тепло.

Прийнята в Україні система субсидій абсолютно не сприяє впровадженню економічних стимулів для кожного жителя, спрямованих на зменшення його споживання тепла. Розмір субсидії кожному жителю абсолютно не залежить від кількості спожитого ними тепла, оскільки у жителя немає приладу обліку тепла, і він не знає, скільки його спожив.

За кордоном, наприклад, у Німеччині, субсидії на тепло надаються відповідно до показань приладу обліку тепла. У кожного споживача є ліміт кількості споживаного тепла, в межах якого може бути призначена та виплачена субсидія. Все, що вище ліміту – не субсидується.

Такий підхід до субсидування природно змушує жителя економити споживане тепло. У нас в Україні поки що нічого подібного немає ані в теорії, ані на практиці. Як би ти не споживав тепло, це не залежить від тебе, оскільки технічної можливості економити його немає.

Вартість гарячої води, вказана в квитанціях на її оплату, складається з двох складових:

- вартість кількості води, що пройшла через лічильник гарячої води або виведена за діючою нормою;
- вартість кількості тепла, що віднесене на підігрів цієї кількості води, що пройшла через лічильник гарячої води або віднесена до нормативу витрат.

В принципі, кількість витраченого тепла на підігрів певного обсягу води визначається з достатньою для розрахунку тепла точністю за елементарною формулою:

$$Q = V \cdot (t_{\text{гв}} - t_{\text{хв}}), \text{ ккал/год}, \quad (3.1)$$

де Q – кількість тепла, ккал/год; V – об'єм гарячої води, м³/год; $t_{\text{гв}}$ – температура гарячої води на вході в квартиру, °С; $t_{\text{хв}}$ – температура холодної води на вході в бойлерну установку, розташовану в ЦТП або ІТП, °С.

Далі кількість тепла Q множиться на вартість однієї гігакалорії тепла і отримується вартість підігріву гарячої води на квартиру.

Сьогодні ринок пропонує безліч різних модифікацій спеціальних гарячоводних лічильників, які визначають не тільки обсяг води, що проходить через них, але й кількість тепла, витраченого на підігрів цієї води.

Вартість таких лічильників вища, ніж звичайних гарячоводних лічильників, і поки їх надійність в експлуатації значно нижча, ніж у теплових лічильників систем опалення, тому рішення про установку в квартирі звичайного гарячоводного лічильника обсягу води чи ще й гарячоводного тепломіра – це справа самого мешканця.

Завершуючи тему обліку та оплати гарячої води, варто наголосити ще на одному важливому елементі – частці загальнобудинкових витрат гарячої води, яку власник багатоквартирного будинку розподіляє між усіма квартирами. Як правило, це відносно невелика сума, яка складається з витрат гарячої води на миття місць загального користування, а також з наявності витоків і втрат тепла в загальнобудинковій системі гарячого водопостачання в трубопроводах, що йдуть від загальнобудинкового лічильника гарячої води до квартирних лічильників.

Варто ще раз наголосити, що за відсутності індивідуального лічильника гарячої води в кожній квартирі система розрахунків за споживання стає необґрунтованою. Розрахунок проводиться за «міфічним» нормативом, який не має жодного обґрунтування, і за такою ж «міфічною» кількістю мешканців.

При таких, дозволю собі сказати, розрахунках, кожен мешканець платить не за фактично спожиту гарячу воду, а за свою офіційну прописку (реєстрацію) в квартирі. Часом існує звична ситуація, коли в однокімнатній квартирі живе дві особи, а прописані п'ять. Відповідно, при відсутності лічильника за гарячу воду за нормами платять за п'ять осіб, тобто за трьох, яких взагалі немає в квартирі. Водночас у трикімнатній квартирі прописано вісім осіб, а фактично проживає двоє. Відповідно, плата йде по нормативу тільки за двох, хоча воду споживають вісім осіб, тобто шість осіб споживають гарячу воду безкоштовно.

Таке «нормативне споживання та оплата» є неприпустимими і вимагають якнайшвидшого ліквідування шляхом повсюдної установки гарячоводних лічильників.

Тільки за наявності гарячоводних квартирних лічильників питання обліку обсягів та вартості спожитої гарячої води мешканцями кожної квартири вирішується дуже просто шляхом щомісячного зняття показань лічильників, помножених на вартість 1 м^3 .

4 СУЧАСНІ СИСТЕМИ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ ДЛЯ БАГАТОПОВЕРХОВИХ БУДІВЕЛЬ

Основним завданням будь-якої системи теплопостачання є створення комфортних умов у кожному приміщенні житлового, цивільного чи промислового об'єкта, які бажає мати конкретний споживач тепла протягом усього опалювального періоду [5, 7]. При цьому виробництво теплової енергії, її транспортування і споживання повинні здійснюватися з мінімальними втратами.

Регулювання виробництва та споживання тепла – ще одна основоположна умова енергоефективного теплопостачання. Регулювання виробництва тепла повинно базуватися на його реальному споживанні. Саме споживач тепла повинен задавати алгоритм виробництва тепла і його транспортування. Для регулювання споживання тепла абонент-споживач повинен мати відповідну арматуру у своїй внутрішньобудинковій і внутрішньоквартирній системі опалення. Однак цієї регулювальної арматури в системах опалення будівель ХХ століття практично не було. Отже, споживач не міг ніяк впливати на своє теплопостачання і, як наслідок, на виробництво тепла.

Недооцінка ролі внутрішньобудинкових систем опалення в єдиній ланцюгу теплопостачання призвела до того, що в більшості багатоквартирних житлових будинків ХХ століття взагалі відсутня можливість будь-якого впливу абонента на своє споживання тепла. Результатом такої недооцінки стали втрати до 30 % тепла, яке було вироблене на джерелі і доставлене до споживача.

Масове впровадження на всій території колишнього Радянського Союзу загальнобудинкових одноклубних вертикальних систем опалення замість класичних двоклубних, орієнтуючись лише на економію капітальних витрат без урахування експлуатаційних наслідків, завдало величезної шкоди всій системі теплопостачання України.

На сьогодні такими практично нерегульованими системами оснащено понад 80 % багатоповерхових житлових будинків України. До тих пір, поки ці системи не будуть замінені відповідними двоклубними горизонтальними системами внутрішньобудинкового опалення, щомісяця від 10 % до 30 % загального споживання палива для опалення буде викидатися в атмосферу.

Оцінюючи, наскільки основне завдання теплопостачання було вирішено в ХХ столітті, варто визнати, що в частині теплопостачання житлових будинків виконати його не вдалося. Завдання було виконано лише частково, оскільки необхідне кількість теплової енергії було забезпечено для об'єктів в

цілому, тобто для житлового будинку, лікарні, школи або промислового підприємства. При цьому раціональне кількість теплової енергії для споживача в кожному приміщенні не було забезпечено через фактичну відсутність технічних засобів.

Не вистачало надійних запірних кульових кранів, регулювальних і балансувальних клапанів, пластинчастих теплообмінників, лічильників теплової енергії, не було безшумних насосів для забезпечення необхідної циркуляції в системах опалення, термостатичних клапанів з термостатичними головками на кожному нагрівальному приладі, неметалевих труб і багато іншого. Усе це обладнання та матеріали вже понад півстоліття застосовуються в Європі та США.

На межі XX та XXI століття теплопостачання отримало від вітчизняних та іноземних постачальників всю вищезгадану номенклатуру раніше наявного та ново розробленого обладнання. Тому зараз є можливість проєктувати, будувати та експлуатувати ті системи, які дають найкращі техніко-економічні показники, а не гнатися за економією металу.

Було проведено дослідження наявних та перспективних систем опалення з наданням практичних рекомендацій щодо їх використання, з урахуванням реальних техніко-економічних умов отримання тепла чи електроенергії від існуючих джерел.

Пріоритетом у виборі внутрішньобудинкових систем опалення є технічна можливість раціонального, індивідуального споживання тепла протягом року кожною квартирою, а не колективне – на рівні будинку.

Вибір запропонованих восьми систем опалення ґрунтується на накопленому світовому та вітчизняному досвіді, реальних можливостях їх масової комплектації та монтажу. При розгляді техніко-економічних показників аналізувався весь комплекс факторів, що забезпечують створення та працездатність кожної системи, з урахуванням виробництва, транспортування та споживання теплової енергії, експлуатаційної надійності та можливості перетворення джерел за видами палива. Особливий акцент при виборі систем зроблено на максимальне використання тепла, яке виробляється існуючими джерелами.

Для можливості коректного порівняння розглянуті внутрішньобудинкові системи в єдиному комплексі системи теплопостачання конкретного мікрорайону, що включає в себе конкретну житлову забудову. Методика оцінки техніко-економічних показників розглянутих варіантів базується на класичному принципі мінімізації приведених витрат, які враховують всі реально необхідні капітальні вкладення та експлуатаційні витрати протягом періоду окупності проєкту. При цьому важливу роль у виборі оптимального варіанту відіграють також можливості отримання тепла або електроенергії від існуючих джерел без їх реконструкції. У більшості

міст України ми зазвичай маємо надлишок тепла на джерелі та значний дефіцит на джерелах електроенергії.

Тому перевага надається варіантам із централізованими джерелами теплової енергії, тобто ТЕЦ, районними та квартальними котельними.

Варто, однак, підкреслити той факт, що в більшості промислово розвинутих країн все більший акцент робиться на системи теплозабезпечення, що базуються на прямому використанні електроенергії – калорифери, підігрівальні підлоги, нагрівальні огорожувальні конструкції, електричні бойлери тощо.

Розроблені нами рекомендації й окремі пілотні проєкти вже реалізовані в деяких містах України. Їх ефективність підтверджена стабільними техніко-економічними показниками, отриманими в ході реальної експлуатації протягом кількох опалувальних періодів. Приготування гарячої води в усіх варіантах, крім першого та сьомого, передбачено нами як індивідуальне з ємнісними електричними водонагрівачами в кожній квартирі. В першому та сьомому варіантах гаряче водопостачання передбачено від централізованого джерела тепла.

Такий підхід до вибору джерела гарячого водопостачання з нашого боку є чисто умовним. У конкретних проєктах він повинен базуватися на реальних умовах, наявності централізованих джерел гарячого водопостачання та стані трубопроводів.

Аналіз світової практики та стану вітчизняної системи гарячого водопостачання свідчить про переваги приготування гарячої води в квартирних ємнісних електропідігрівачах.

Розглядаючи різні можливі варіанти внутрішньобудинкових квартирних систем опалення, які можна рекомендувати для подальшого масового застосування, були вибрані житлові будинки різної поверховості: тринадцятиповерхові, шестиповерхові та дев'ятиповерхові.

Поверховість забудови вибрана виходячи з граничної можливості нормального функціонування системи за статичним тиском теплоносія, не більше 6 атмосфер, оскільки вся арматура, нагрівальні прилади та трубопроводи зазвичай виготовляються з такими нормативними показниками.

При забудові житловими будинками великої висоти варто проєктувати зоновані за висотою внутрішньобудинкові системи опалення. Будинки поділяється на самостійні системи опалення, в кожній з яких статичний тиск не повинен перевищувати 6 атмосфер.

Для можливості коректного порівняння різних варіантів ми розглядаємо їх в умовах одного конкретного мікрорайону з однаковими вихідними даними для всіх варіантів [36].

Прийняті вихідні дані наведені в таблицях 4.1 та 4.2. Очевидно, що вказані нами в розрахунках і таблицях показники вартості були б неможливі без попереднього вибору обладнання та матеріалів проєктів.

Таблиця 4.1 – Показники житлової забудови мікрорайону

Поверховість будівлі	Кількість будівель	Сумарна площа, тис. м ²	Сумарне навантаження на опалення	Сумарне максимальне розрахункове навантаження на гаряче водопостачання	Сумарне навантаження на теплопостачання житлового фонду
19 поверхів	4	38,79	6,5 Гкал/год	5,45 Гкал/год	11,95 Гкал/год
16 поверхів	9	34,71			
13 поверхів	7	52,07			
Разом					

Таблиця 4.2 – Вихідні дані для проєктування

Ч. ч.	Кліматологічні дані в районі об'єкта будівництва	Параметри теплоносія та гідравлічний режим в точці підключення до зовнішніх теплових мереж згідно з даними КП «Харківські теплові мережі»
1	Розрахункова температура для опалення	Температурний графік
2	Тривалість опалювального сезону	Подавальний трубопровід
3	Середня температура зовнішнього повітря (згідно з КТМ України 204-94)	Зворотній трубопровід
4	Температура повітря в житлових приміщеннях	Лінія статичного тиску
5		Відмітка землі

Тому на всіх рисунках, схемах і таблицях присутні конкретні назви марок, найменувань або фірм-виготовлювачів.

Вони прийняті виходячи з розрахункових вимог теплової або електричної потужності. Безумовно, вирішальне значення мали також багаторічний досвід експлуатації цього обладнання та відгуки самих споживачів тепла.

При рівних параметрах було свідомо обрано обладнання українських виробників, вважаючи це пріоритетом.

В проєкті прийняті такі основні види обладнання:

1. Радіатори (нагрівальні прилади) – KORADO.
2. Насоси циркуляційні «Grundfos» або «WILO».
3. Електродний котел «Точприлад» (м. Харків або м. Дніпро).
4. Електричний ємнісний нагрівач «Ariston» (80 л).
5. Терморегулятори радіаторні «Danfoss».
6. Пластинчатий теплообмінник «Анкор-Теплоенерго» (м. Харків).

7. Лічильник тепла ультразвукового принципу «Kamstrup» або аналогічний.

Усе вищезазначене обладнання жодним чином не слід розцінювати як рекламу інформацію.

При цьому розглядаються різні варіанти джерел енергопостачання. Вихідними даними для проведення конкретних техніко-економічних розрахунків слугують кліматичні особливості міста Харкова та чинні характеристики місцевих енергосистем.

Слід ще раз наголосити, що наведені вище вихідні дані були обрані нами довільно. Ті, хто бажає перевірити наші висновки, можуть використовувати інші вхідні параметри. Водночас можна обґрунтовано стверджувати, що суттєвий вплив на зміну результатів можливий лише за умов значного коливання цін на паливо, а отже – і на відповідне тепло, що виробляється, незалежно від того, чи йдеться про електричні, чи теплові джерела.

У таблиці 4.3 наведені розрахункові капітальні вкладення (в умовних одиницях) по восьми запропонованих нами варіантах проєкту. Розрахунки були зроблені під час проєктування та забудови розглянутого в якості прикладу мікрорайону.

Таблиця 4.3 – Розрахункові капітальні вкладення, ум. од.

Вид робіт	Варіант 1	Варіант 2	Варіант 3	Варіант 4	Варіант 5	Варіант 6	Варіант 7	Варіант 8
Будівництво загально-будинкового ІТП або котельної	475	70	805	0	0	65	395	65
Будівництво внутрішньо-будинкових систем опалення, в тому числі квартирних	4 560	5 920	4 560	3 710	3 350	5 905	5 795	6 960
Будівництво систем ГВП	305	270	270	270	270	270	270	270
Встановлення загально-будинкового обліку теплової енергії	50	50	0	0	0	50	50	50
Монтаж внутрішньо-будинкових систем електропостачання для потреб опалення	15	0	240	1 745	670	270	435	410
Прокладання зовнішніх теплових мереж	430	325	295	295	295	460	550	460
Всього	5 835	6 636	6 170	6 020	4 585	7 020	4 495	8 215

Всі цифри, наведені в таблиці 4.3 – це кошторисні дані, взяті з проєкту забудови мікрорайону, скориговані в більшу або меншу сторону в результаті виконання всього обсягу проєктних робіт з урахуванням зміни цін на матеріали та розміру оплати труб.

Всі цифри в таблиці 4.3 прийняті за даними актів приймально-здавальних актів і документів про введення в експлуатацію.

Отримані згідно з діючими методиками розрахунків техніко-економічних показників систем енергопостачання та енергоспоживання результати зведені в таблицю 4.4.

Як видно з таблиці 4.4, найкращим варіантом тепlopостачання за результатами техніко-економічних розрахунків приведених витрат в умовних одиницях є «п'ятий» варіант.

Опалення приміщення методом електричного «теплої підлоги» з приготуванням гарячої води в ємкісному електричному бойлері.

На другому місці знаходиться «четвертий» варіант опалення приміщення квартирною самостійною системою опалення з джерелом тепла (електричний котел) та приготуванням гарячої води в ємкісному електричному бойлері.

На третьому місці знаходиться «перший» варіант – опалення приміщення поквартирною залежною водяною системою опалення і подачею гарячої води від централізованого джерела.

На четвертому місці знаходиться «третій» варіант – опалення приміщення від загальнобудинкового електричного котла в ємкісному електричному бойлері.

На п'ятому місці знаходиться «другий» варіант – опалення приміщення водяною незалежною системою через пластинчастий підігрівач від централізованого джерела. Приготування гарячої води відбувається в ємкісному електричному бойлері.

На шостому місці знаходиться «шостий» варіант – опалення приміщення від незалежної водяної системи опалення з можливістю використання двох джерел тепла – централізованого з підключенням через пластинчастий теплообмінник і квартирною електричного котла. Приготування гарячої води відбувається в ємкісному електричному бойлері.

На сьомому місці знаходиться «сьомий» варіант – опалення приміщення здійснюється від двох джерел – централізованої залежної водяної системи опалення і «електричним полом». Подача гарячої води від централізованого джерела.

На восьмому місці знаходиться «восьмий» варіант – опалення приміщення від двох джерел – водяна незалежна система через пластинчастий підігрівач від централізованого джерела і система «тепла підлога». Подача гарячої води від ємкісного електричного бойлера.

Таблиця 4.4 – Порівняння техніко-економічних показників

Показник	Варіант 1	Варіант 2	Варіант 3	Варіант 4	Варіант 5	Варіант 6	Варіант 7	Варіант 8
Загальне навантаження, Гкал/год	11,95	11,95	11,95	11,95	11,95	11,95	11,95	11,95
Навантаження на ГВП, Гкал/год	5,45	5,45	5,45	5,45	5,45	5,45	5,45	5,45
Навантаження на опалення, Гкал/год	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5
Споживання теплової енергії за рік, Гкал	14 301,4	14 301,4	14 301,4	14 301,4	14 301,4	14 301,4	14 301,4	14 301,4
Споживання електричними приладами, мВт·год	0	0	17 286,2	16 621,4	16 621,4	4 986,4	4 986,4	4 986,4
Споживання джерелами ЦСТ, Гкал	14 873,45	14 873,45	0	0	0	10 411,41	10 411,41	10 411,41
Споживання насосами, мВт·год	39,6	0,8	39,6	0,8	0,0	0,8	27,7	0,8
Тариф на теплову енергію, ум. од./Гкал	25	25	25	25	25	25	25	25
Тариф на електроенергію, ум. од./кВт·год	1,479	1,479	0,592	0,456	0,456	1,479	1,479	1,479
Вартість річного споживання теплової енергії, ум. од.	370	370	0	0	0	260	260	260
Вартість річного споживання електроенергії, ум. од.	227	46,5	397	295	295	285	287	285
Загальні поточні витрати, ум. од.	375	370	397	295	295	545	546	546

Закінчення таблиці 4.4

Показник	Варіант 1	Варіант 2	Варіант 3	Варіант 4	Варіант 5	Варіант 6	Варіант 7	Варіант 8
Максимальні годинні навантаження, Гкал	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5
Потужність джерел тепла (ЦСТ), Гкал/год	11,95	11,95	0	0	0	4,55	4,55	4,55
Потужність електричних джерел тепла	0	0	12,6	8,2	10,2	3,7	3,0	3,0
Плановий річний відпуск тепла, Гкал	14 301,4	14 301,4	14 301,4	14 301,4	14 301,4	14 301,4	14 301,4	14 301,4
Капітальні вкладення, ум. од.	5 795	6 636	6 175	6 026	5 370	7 215	7 490	8 210
Поточні витрати на тепло, електроенергію, ум. од.	372	370	397	295	295	545	547	547
Собівартість 1 Гкал тепла, що відпускається системою тепlopостачання, ум. од./Гкал	0,6719	0,6679	0,7167	0,5300	0,5300	0,9832	0,9860	0,9832
Приведені витрати, ум. од.	1 820	2 030	1 940	1 800	1 635	2 350	2 420	2 560
Приведені витрати на 1 Гкал тепла, що відпускається системою тепlopостачання, ум. од./Гкал	130	142	135	125	115	165	170	182
Приведені витрати на 1 м ² площі квартир, ум. од./м ²	42,5	48,75	43,1	42,0	37,2	53,2	55,6	60,5

Слід також звернути увагу на те, що в усіх проєктах і реальному виконанні робіт присутні наступні технічні рішення:

1. Квартирні вузли обліку тепла встановлюються на сходових клітках або загальних холах, коридорах в спеціальних нішах і закритих на ключ шафах.

2. Внутрішньоквартирні пластикові трубопроводи до кожного нагрівального приладу прокладаються від однієї «гребінки-розподільвача» радіально в конструкції приміщення (рис. 4.1).

3. Все внутрішньоквартирне обладнання (котли, бойлери, розширювальні баки, пластинчасті теплообмінники) встановлюються в спеціальних нішах – шафах, як правило, у санвузлах.

4. Нагрівальні прилади зазвичай потрібно встановлювати під вікнами.

5. Все сказане вище носить рекомендаційний характер, обґрунтовуючи вибір нами обладнання та матеріалів.



Рисунок 4.1 – Фрагмент розгалуження гілок горизонтальної двотрубної системи опалення і підключення до нагрівального приладу

Подана схема (рис. 4.2) є класичним варіантом сучасного теплопостачання багатоповерхових житлових будівель. За цією схемою обладнується наразі більшість новобудов багатоповерхових житлових будівель.

Саме така схема забезпечує рівномірну подачу теплоносія в кожную квартиру та кожен нагрівальний прилад. Тому всі споживачі тепла в кожному приміщенні, де встановлений нагрівальний прилад, оснащений терморегулятором, перебувають в абсолютно однакових умовах теплопостачання незалежно від поверху, розміру квартири чи її розташування. Кожен конкретний споживач тепла має реальну технічну можливість за допомогою ручного налаштування своїх терморегуляторів збільшити чи

зменшити подачу теплоносія у свої нагрівальні прилади, тим самим забезпечуючи собі бажаний температурний режим у кожному приміщенні.

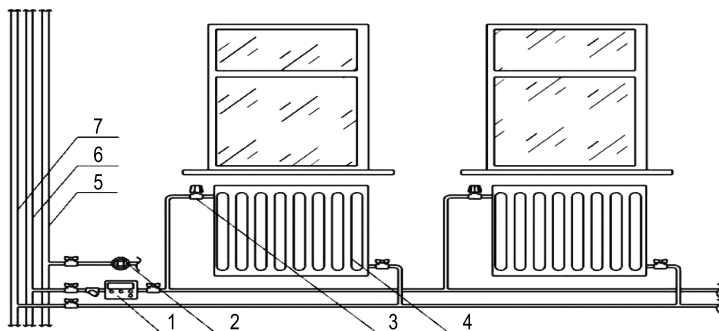


Рисунок 4.2 – Поквартирні залежні системи опалення («перший» варіант):

- 1 – лічильник тепла «Kamstrup»; 2 – лічильник гарячого водопостачання; 3 – терморегулятор «Danfoss»; 4 – радіатор «KORADO»

Наявність комерційного теплового лічильника на трубопроводі вводу в кожную квартиру забезпечує сто відсотковий облік всієї кількості теплової енергії, яку отримує власник на опалення своєї квартири в даний момент, день, тиждень, місяць, квартал або рік [42, 46].

Така двотрубна поквартирна система опалення дозволяє мати мінімально складний за конструкцією і ціною індивідуальний тепловий пункт, оскільки основне регулювання теплопостачання відбувається в квартирах споживачів.

В самому ІТП все регулювання зводиться до підтримки необхідної середньої температури теплоносія на виході з ІТП і фактичної сумарної кількості теплоносія, що утворюється на виході з ІТП в результаті індивідуального регулювання кількості теплоносія кожним споживачем у кожному нагрівальному приладі своїм терморегулятором.

Цей варіант має всі переваги «першого» варіанту, хоча й дорожчий.

Крім того, він має ряд додаткових принципових переваг, до яких відносяться:

1. Повне розділення теплоносія на «зовнішній» (теплоносій циркулює в теплових мережах) і «внутрішній» (теплоносій циркулює в системі опалення кожної квартири).

2. Пластинчастий теплообмінник створює можливість подавати теплоту в свою квартирну систему від альтернативного джерела тепла – електричного котла. Завдяки наявності свого другого джерела тепла, власник квартири може почати і закінчити опалювальний сезон на свій розсуд.

3. Зменшення обсягів підживлення хімічно очищеною, дегазованою водою, оскільки самостійно відносно невеликі системи опалення можуть бути один раз заповнені хімічно очищеною водою.

4. Зменшення загального споживання електроенергії через значне зниження напору циркуляційних насосів на централізованому джерелі тепла.

Варто зазначити, що вартість такої системи опалення (рис. 4.3) є вищою за вартість основного обраного варіанта (рис. 4.2).

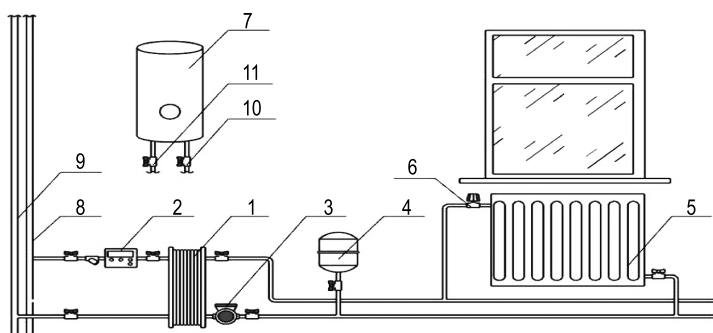


Рисунок 4.3 – Поквартирні незалежні системи опалення («другий» варіант):

- 1 – пластинчастий теплообмінник «Анкор-Теплоенерго»;
- 2 – лічильник тепла «Kamstrup»; 3 – циркуляційний насос «Grundfos»;
- 4 – розширювальний бак «Reflex»;
- 5 – радіатор «KORADO»; 6 – терморегулятор «Danfoss»;
- 7 – електричний водонагрівач «Ariston» (80 л); 8, 9 – головні стояки; 10 – гаряча вода; 11 – холодна вода

Принциповою відмінністю варіанту зображеного на рисунку 4.4 є загальнобудинковий електричний котел як основне джерело централізованого теплопостачання всього будинку.

В іншому ця схема має всі переваги, які має «перший» варіант. Вартість цього варіанта близька до вартості першого варіанта (рис. 4.2).

Принципова відмінність від всіх попередніх варіантів – наявність власного електричного котла у кожного власника квартири (рис. 4.5).

Цей варіант є абсолютно автономним, залежить повністю лише від наявності електричної енергії.

Цей варіант також є одним з бюджетних.

Кожен об'єкт-власник квартири може регулювати своє споживання, практично не впливаючи на інші квартири.

Опалення квартири здійснюється системою «тепла підлога» або «теплі стіни» (рис. 4.6).

Цей варіант має всі переваги попередніх варіантів (рис. 4.2, рис. 4.5).

- 1 – теплоаккумуляторна ємність;
- 2 – електродний котел «Точприлад»;
- 3 – циркуляційний насос «WILO» (забезпечує циркуляцію в контурі котлів);
- 4 – циркуляційний насос «WILO» (забезпечує циркуляцію в контурі житлового будинку);
- 5 – регулювальний триходовий клапан (регулювання температури в подавальному трубопроводі системи опалення на місці);
- 6 – електричний водонагрівач «Ariston» (80 л)

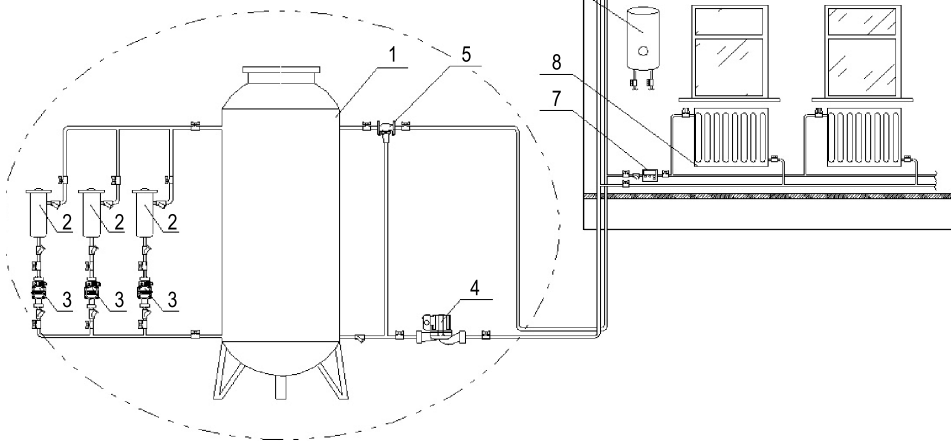


Рисунок 4.4 – Загальнобудинкова електрична котельня («третій» варіант)

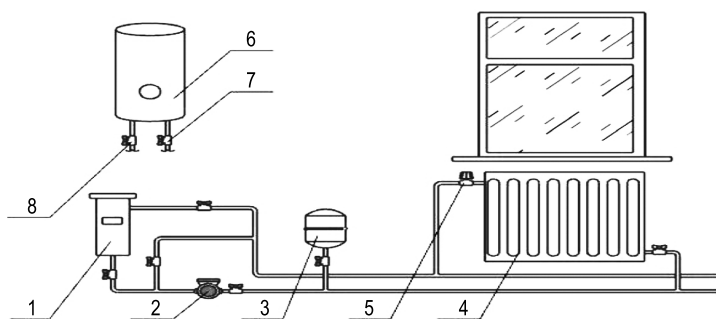


Рисунок 4.5 – Квартирні електричні котли («четвертий» варіант):

- 1 – електродний котел «Точприлад»; 2 – циркуляційний насос «Grundfos»; 3 – розширювальний бак «Reflex»; 4 – радіатор «KORADO»; 5 – терморегулятор «Danfoss»; 6 – електричний водонагрівач «Ariston» (80 л); 7 – гаряча вода; 8 – холодна вода

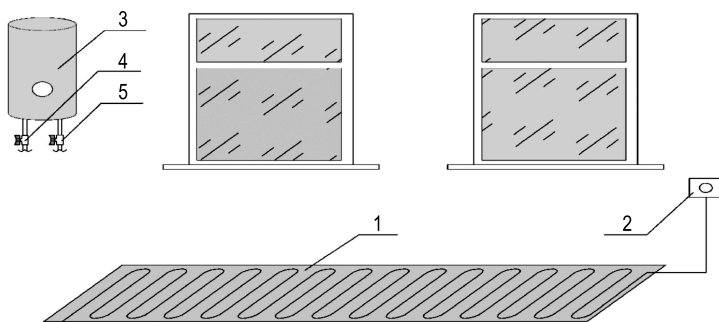


Рисунок 4.6 – «Тепла підлога» («п'ятий» варіант):
 1 – нагрівальний мат на текстильній основі Domotek;
 2 – програмований термостат «Domotek»; 3 – електричний водонагрівач «Ariston» (80 л); 4 – холодна вода; 5 – гаряча вода

При цьому цей варіант не має водяної системи опалення.

Таким чином, повністю виключається можливість виток теплоносія та необхідність підживлення.

Як видно з таблиці 4.1, цей варіант є найнижчим за ціною серед порівнюваних варіантів.

У варіанті, зображеному на рисунку 4.7 поєднуються всі переваги «другого» та «четвертого» варіантів. Власник квартири має зокрема можливість на свій розсуд включати те чи інше джерело теплової енергії протягом року.

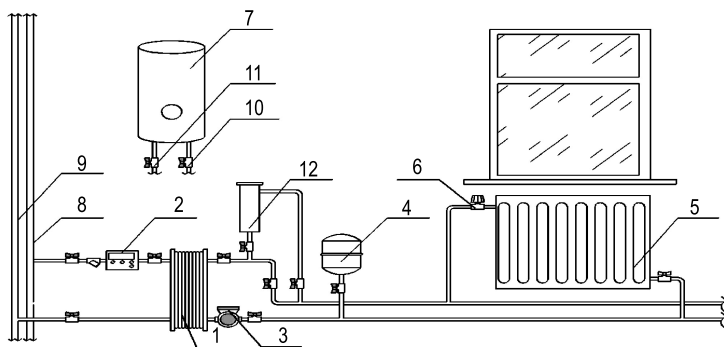


Рисунок 4.7 – Комбіноване опалення з електричним котлом («шостий» варіант):

- 1 – пластинчастий теплообмінник «Анкор-Теплоенерго»;
- 2 – лічильник тепла «Kamstrup»; 3 – циркуляційний насос «Grundfos»; 4 – розширювальний бак «Reflex»;
- 5 – радіатор «KORADO»; 6 – терморегулятор «Danfoss»;
- 7 – електричний водонагрівач «Ariston» (80 л);
- 8, 9 – головні стояки; 10 – гаряча вода; 11 – холодна вода;
- 12 – електричний котел «Точприлад»

За своїми ціновими показниками цей варіант відноситься до дорогих.

Поєднання «першого» та «п'ятого» варіантів, тобто звичайної водяної системи опалення та «теплої підлоги» зображено на рисунку 4.8.

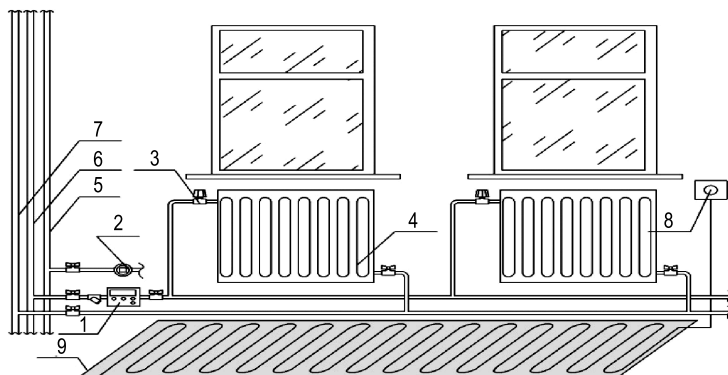


Рисунок 4.8 – Центральне комбіноване опалення з «теплою підлогою» («сьомий» варіант):

- 1 – лічильник тепла Kamstrup; 2 – лічильник гарячої води;
- 3 – терморегулятор «Danfoss»; 4 – радіатор «KORADO»;
- 5, 6, 7 – головні стояки; 8 – програмований термостат «Domotek»;
- 9 – нагрівальний мат на текстильній основі Domotek.

Варіант має всі переваги «першого» варіанта:

1. Простота конструкції.
2. Можливість регулювання тепловіддачі кожного нагрівального приладу водяної системи опалення.
3. Наявність власного комерційного обліку споживання тепла.
4. Централізоване отримання гарячої води без електробойлера у своїй квартирі.

Найважливішою перевагою цього варіанту є можливість опалювати свою квартиру на свій розсуд від другого джерела тепла – системи «тепла підлога».

Проте цей варіант є одним з найдорожчих.

Варіант, що зображений на рисунку 4.9 є поєднанням «другого» та «п'ятого» варіантів, тобто незалежної водяної системи централізованого опалення та системи «тепла підлога».

Цей варіант також має всі переваги «сьомого» варіанту.

Однак цей варіант є найдорожчим серед розглянутих нами.

Розглядаючи можливі реальні способи реконструкції внутрішньо-будинкових систем опалення при наявності централізованого джерела, не можна не відзначити ті будівлі, які, опалюючись від централізованої системи, гарячу воду отримують від квартирних газових одноконтурних нагрівачів (газових колонок).

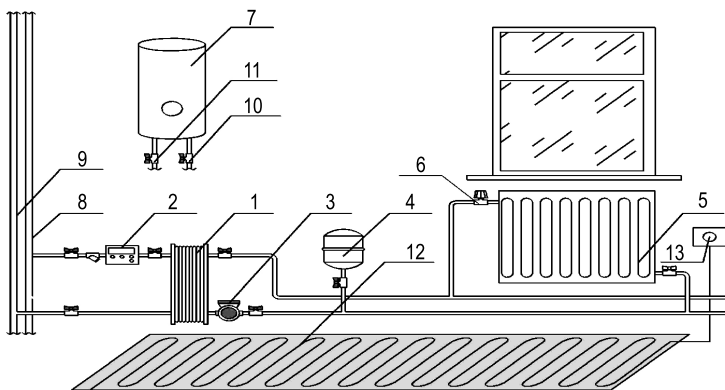


Рисунок 4.9 – Центральне комбіноване опалення з теплообмінником і теплою підлогою («восьмий» варіант): 1 – пластичний теплообмінник «Анкор-Теплоенерго»; 2 – прилад обліку тепла «Kamstrup»; 3 – циркуляційний насос «Grundfos»; 4 – розширювальний бак «Reflex»; 5 – радіатор «KORADO»; 6 – терморегулятор «Danfoss»; 7 – електричний водонагрівач «Ariston» (80 л); 8, 9 – головні стояки; 10 – гаряча вода; 11 – холодна вода; 12 – нагрівальний мат на текстильній основі «Domotek»; 13 – програмований термостат «Domotek»

Також багато багатоповерхових житлових будинків, здебільшого 4–6-поверхових або ще вище, будувались у 40–60 роках минулого століття.

Наявність газового джерела тепла, що працює на газі (газової колонки), вела до необхідності створення спеціальних каналів для видалення продуктів горіння, а також вентиляційних каналів.

Варто зазначити, що з позиції споживача газова колонка є надзвичайно зручним побутовим приладом. Однак з точки зору протипожежної, вибухонебезпечної та газоотруйної ситуації газова колонка далеко не найкраще рішення.

Протягом багатьох років експлуатації було чимало випадків отруєнь чадним газом, вибухів і пожеж, викликаних як неякісним облаштуванням димових і вентиляційних каналів при будівництві, так і неналежним використанням з боку мешканців.

Стан систем централізованого опалення, що викликає занепокоєння, став одним із основних чинників, які спонукали мешканців окремих квартир у багатоповерхових житлових будинках до відмови від централізованого тепlopостачання та переходу на децентралізовані квартирні системи з квартирним котлом на газовому паливі.

Квартирний котел на газовому паливі – це двоконтурний газовий котел, який монтується замість діючого в кожній квартирі одноконтурного газового котла (газової колонки).

При цьому зазвичай наявних димових каналів і вентиляційної системи виявляється достатньо для заміни одноконтурного котла на двоконтурний.

Було запропоновано та реалізовано в реальності установку комбінованої квартирної системи опалення від двох джерел: централізованої існуючої загальнобудинкової, підключення до якої здійснюється за незалежною схемою через пластинчастий теплообмінник, і децентралізованої з квартирним двоконтурним газовим котлом. Запропонована схема зображена на рисунку 4.10.

Фактично це та сама схема, що подана на рисунку 4.7 під назвою «шостий варіант», тільки в якості другого джерела тепла в ній використовується не електричний котел, а двоконтурний газовий нагрівач.

Знову підкреслюю, що проєктування і будівництво «газових схем» у нових житлових будинках не рекомендується через їхній негативний вплив на довкілля та високий рівень пожежної небезпеки.

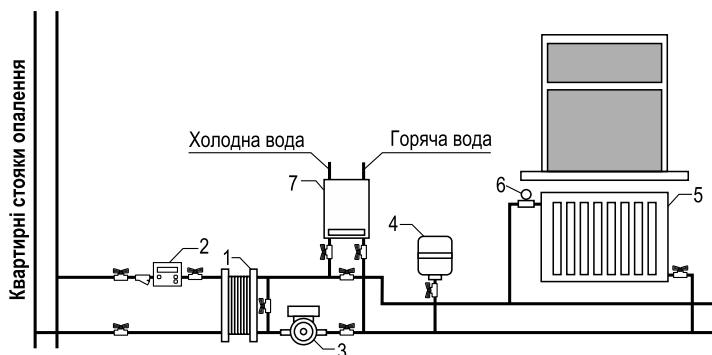


Рисунок 4.10 – Центральне комбіноване опалення з газовим котлом («шостий» варіант):

- 1 – пластинчастий теплообмінник «Анкор-Теплоенерго»;
- 2 – лічильник тепла «Kamstrup»; 3 – циркуляційний насос «Grundfos»;
- 4 – розширювальний бак «Reflex»; 5 – радіатор «KORADO»;
- 6 – терморегулятор «Danfoss»; 7 – газовий двоконтурний котел

Але, враховуючи реальність, вважаю, що в конкретних випадках реконструкції існуючих житлових багатоповерхових будинків, оснащених газовими колонками, таке рішення є доцільним та техніко-економічно виправданим, оскільки воно створює більш комфортні умови проживання та економить паливо та енергетичні ресурси.

Розглядаючи сучасні системи опалення квартир багатоповерхових будівель, слід особливо виділити технічні рішення для опалення ванних кімнат і санвузлів.

Зазвичай, опалення таких приміщень здійснюється окремими електричними повітрянагрівниками. Повітрянагрівники встановлюються на стіні санвузла на висоті близько двох метрів. Під повітрянагрівниками може бути розміщена вішалка для рушникосушників. Повітрянагрівник включається за потребою самим мешканцем.

5 РЕКОНСТРУКЦІЯ СИСТЕМ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ В БАГАТОПОВЕРХОВИХ БУДІВЛЯХ

Системи теплопостачання є одними з найскладніших інженерних систем інфраструктури будь-якого міста чи населеного пункту. Значна частина тепла, а отже й витрачених в Україні паливно-енергетичних ресурсів, йде на опалення житлових будинків. Більше 50 % всіх витрат у житлово-комунальній сфері в квитанціях власника квартири – це вартість опалення.

Відомо, що з трьох складових будь-якої системи теплопостачання: «джерело – теплотранспортна мережа – споживач тепла» у найгіршому стані перебувають системи опалення житлових будинків, особливо багатоповерхових.

Жахливий стан споживачів тепла практично нівелює всі досягнення у вдосконаленні джерел тепла і призводить до колосального перевитрату коштів.

Практика централізованого регулювання теплової енергії в Україні за середнім параметром пріоритетного споживача спричиняє перевитрати тепла до 30 % від загального обсягу, що використовується для опалення житлових будинків. Перехід на інші більш економічні способи регулювання подачі та обліку тепла також неможливий через конструкцію існуючих внутрішньо-будинкових систем опалення. Відсутність квартирних приладів обліку тепла виключає можливості економії паливно-енергетичних ресурсів на рівні рядового споживача.

Існуючі конструкції однотрубних вертикальних загальнобудинкових систем опалення, якими обладнані практично всі багатоповерхові житлові будинки України, побудовані в другій половині минулого століття, не дають жодної реальної можливості регулювання подачі тепла кожному власнику квартири. Квартирний облік тепла в цих будинках також неможливий через конструкцію загальнобудинкових систем опалення.

Без заміни в усіх старих житлових будинках однотрубних вертикальних систем опалення на двотрубні горизонтальні поквартирні системи подальше вдосконалення існуючих систем теплопостачання міст і населених пунктів України неможливе. Проблема реконструкції старих систем опалення житлових будинків із збереженням діючих джерел тепла є однією з найважливіших державних проблем житлово-комунального господарства та енергопостачання. Ціна питання та багатогранність його вирішення вимагають прийняття та планового виконання Державної програми України, що враховує аналогічний європейський досвід.

Розглянемо можливість застосування принципово різних підходів до вирішення питання реконструкції існуючих непридатних до нормальної

експлуатації загальнобудинкових однотрубних вертикальних систем опалення.

Принципово різні напрямки їх реконструкції можуть бути наступними:

- реконструкція з установкою в кожній квартирі чи офісі самостійної системи опалення зі своїм лічильником тепла. При цьому важливою принциповою відмінністю такого рішення є збереження діючого джерела тепла – котелень будь-якої потужності або ТЕЦ;
 - така ж сама реконструкція, як і в попередньому варіанті, але з установкою в кожній квартирі або офісі своєї мінікотельної на газовому паливі. Зрозуміло, що при такому рішенні потрібна повна реконструкція існуючої або установка нової системи газопостачання будівлі та часткова реконструкція внутрішньоквартальних газових мереж. При такому рішенні існуюче справно працююче джерело тепла втрачає свою теплову навантаження або зовсім ліквідується;
 - електроопалення кожної квартири шляхом установки в них нагрівальних огорожувальних конструкцій або установки електричних калориферів, кондиціонерів чи теплових насосів. Зрозуміло, що при такому рішенні все теплове навантаження йде з справно працюючих джерел тепла і передається на систему електропостачання. Таке рішення потребує відповідної реконструкції системи електропостачання всієї будівлі, а також часткової реконструкції підвідних електричних мереж.
- Далі більш детально розглянемо кожен з можливих варіантів.

Реконструкція систем опалення із збереженням діючих джерел тепла

Розроблена та запропонована методика та практика її реального впровадження свідчить, що реконструкція можлива протягом всього року, навіть під час опалювального сезону. Проведення монтажних робіт можливо без тривалих зупинок всієї загальнобудинкової системи опалення. При цьому роботи можуть проводитись вибірково в будь-якій кількості квартир, а «старі» та «нові» системи опалення можуть функціонувати паралельно.

Методика виконання робіт по реконструкції систем опалення може і повинна бути використана в процесі післявоєнного відновлення зруйнованої інфраструктури житлових багатоповерхових будинків.

В Україні з початку XXI століття нові багатоповерхові житлові будинки будують з горизонтальними поквартирними системами опалення (рис. 5.1). У цих системах з'явилася конструктивна можливість регулювати споживання тепла за бажанням мешканців, а таких будинків зараз приблизно 15 % від загальної кількості багатоповерхових. Крім того, кожен з них оснащений

індивідуальним лічильником тепла. Мешканці цих житлових фондів ведуть всі свої розрахунки за власним квартирним лічильником. У цих системах кожен обігрівач, підключений паралельно, має свій регулювальний клапан з термостатичною головкою «Danfoss», що дозволяє повністю або частково включати або вимикати їх незалежно один від одного [53].

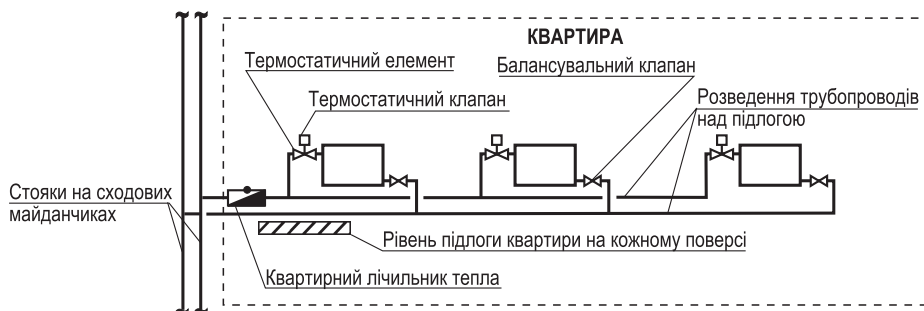


Рисунок 5.1 – Квартирна двотрубна горизонтальна система опалення з термостатичними і балансувальними клапанами «Danfoss» біля обігрівача

Накопичений двадцятирічний досвід експлуатації таких систем свідчить про їхню високу енергоефективність. Споживча вартість тепла в квартирах нових будинків на 30 % нижча, ніж у аналогічних квартирах старих будинків, зведених у другій половині XX століття.

Саме тому в мешканців старих будинків виникає абсолютно законне бажання переобладнати свої загальнобудинкові вертикальні системи опалення на сучасні горизонтальні двотрубні квартирні системи.

Зрозуміло, що споживач тепла не цікавиться конструкціями систем опалення, їхніми особливостями, режимами роботи джерел тепла і теплових мереж, оснащенням теплових пунктів тощо. Споживач хоче отримати якісну кількість тепла в своїй квартирі та платити тільки за себе, а не за сусіда.

Як обладнати нову квартирну систему опалення, що для цього потрібно, чи можна організувати роботи в заселених квартирах протягом всього року, включаючи опалювальний період, яка реальна вартість цих робіт, чи потрібно переобладнати всі квартири будинку одночасно, чи можна виконати роботи поетапно. Ці та багато інших питань потребують відповіді.

Спробую надати на них відповіді, виходячи з накопленого досвіду реконструкції загальнобудинкових систем опалення, що діють повсюдно, та заміни їх на поквартирні.

Основною базою відповідей на поставлені питання є реально виконаний в 2018 році пілотний проєкт реконструкції загальнобудинкової однотрубною вертикальної системи опалення багатоповерхового житлового будинку в

місті Чугуєві Харківської області. Системи опалення цього будинку після часткової реконструкції ряду квартир функціонують уже сім опалювальних сезонів, що дає всі підстави робити відповідні висновки.

Реальним підсумком запропонованого проєкту від всього, що виконувалося раніше в Україні, є переобладнання системи опалення більшої частини квартир багатоповерхового житлового будинку з однотрубною вертикальною загальнобудинковою на двотрубну горизонтальну поквартирну без зміни централізованого джерела тепла.

Для багатоповерхових житлових будинків України джерелами тепла є котельні або теплоелектроцентралі (ТЕЦ), які працюють на різних видах палива (газ, вугілля, біопаливо). Тепло від всіх джерел тепла подається або безпосередньо на житловий будинок, або зовнішніми тепловими мережами на групу житлових будинків.

Кожен житловий будинок, зведений у ХХ столітті, має свою внутрішньо-будинкову систему опалення, як правило, вертикальну однотрубну нерегульовану без приладів обліку тепла в кожній квартирі. Більшість багатоповерхових будинків в Україні вже обладнані загальнобудинковими приладами обліку тепла.

В роботі розглядаються два варіанти реконструкції таких однотрубних вертикальних загальнобудинкових систем опалення в двотрубні горизонтальні поквартирні.

Варіант № 1. Збереження існуючої «залежної» схеми підключення нової внутрішньобудинкової реконструйованої поквартирної системи опалення до теплових мереж або безпосередньо до котельні (рис. 5.2, а).

При такій залежній схемі всі параметри теплоносія (тиск, температура, якість) теплових мереж, скориговані в індивідуальному тепловому пункті, зберігаються і в внутрішньобудинковій системі опалення.

Будь-яке порушення параметрів у зовнішніх теплових мережах, викликане будь-якими позаштатними ситуаціями (витік теплоносія, прориви трубопроводів, різкі підвищення тиску, зміни якості підживлювальної води тощо), миттєво передається на внутрішньобудинкову систему. Це означає, що кожен обігрівач у будь-якій квартирі негайно реагує на позаштатну ситуацію.

Наприклад, стався розрив труб у зовнішній мережі, і відбувається витік теплоносія. Автоматично зникає теплоносій з внутрішньобудинкової системи. Або стався гідравлічний удар, і автоматично підвищується тиск у внутрішньобудинковій системі опалення, що призводить до розриву радіаторів (обігрівачів).

При залежній схемі підключення власник квартири не може забезпечити собі повну гідравлічну незалежність від зовнішньої теплової мережі. Відсутність гідравлічної незалежності не дає жодної можливості підключати

в своїй квартирі за власним бажанням індивідуальне джерело тепла (електричний котел, сонячну установку, тепловий насос або газовий котел).

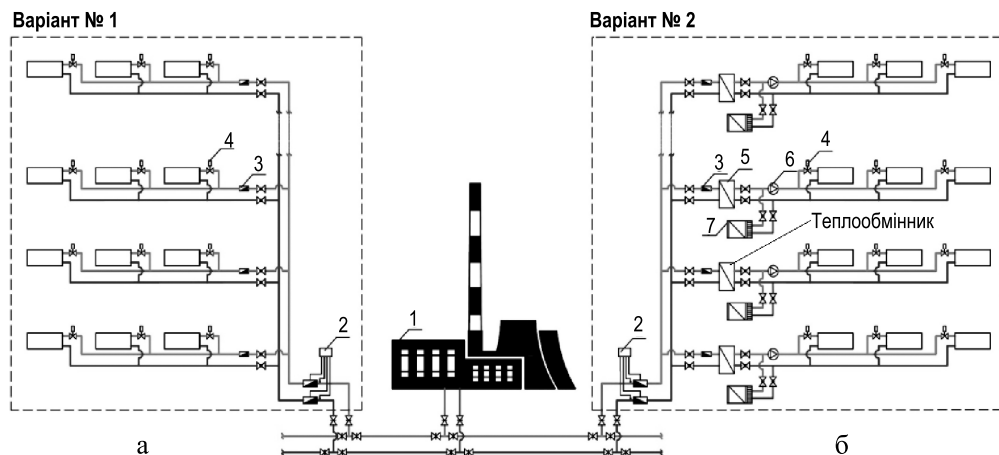


Рисунок 5.2 – Варіанти реконструкції вертикальної однострункової системи опалення багатоповерхового житлового будинку

Примітка. В одному й тому самому будинку в різних квартирах на різних поверхах можуть бути змонтовані й одночасно працювати системи опалення конструкції варіантів № 1 та № 2.

Варіант № 2. Підключення кожної нової горизонтальної квартирної системи опалення до загальнобудинкових трубопроводів через пластинчастий теплообмінник. Таке підключення створює можливість незалежної роботи зовнішніх теплових мереж і кожної внутрішньоквартирної системи опалення (рис. 5.2, б).

Незалежна схема підключення кожної квартирної системи опалення через свій пластинчастий теплообмінник дає можливість власнику квартири встановити ще одне джерело тепла – електричний котел. Цей електричний котел підключається до внутрішньобудинкової водяної системи опалення паралельно з теплопостачанням. Таким чином, у своїй квартирі власник має можливість за власним бажанням обігрівати свою квартиру або від існуючого джерела тепла (котельні, ТЕЦ), або від свого електричного котла.

Таким чином створюється можливість за власним бажанням починати та закінчувати опалювальний сезон, обирати, яке джерело тепла є дешевшим. Наявність незалежної схеми захищає внутрішньобудинкову квартирну систему опалення від зовнішніх мереж. Незалежна схема створює ще ряд переваг в питаннях повсякденної експлуатації. Безумовно, незалежна схема дорожча за капітальні вкладення, ніж залежна.

Нижче представлений детальний план проведення робіт з реконструкції загальнобудинкової системи опалення в поквартирну:

- а) організаційна робота з мешканцями;
- б) обстеження та вимірювання об'єкта реконструкції;
- в) проєктні рішення, в тому числі рішення про збереження або ліквідацію ІТП в кожному під'їзді або секції;
- г) матеріали для реконструкції;
- д) підготовчі та відновлювальні будівельні роботи (пробивка отворів, штроб, влаштування каналів, ніш у стінах та інші за необхідності відповідні відновлювальні будівельні роботи), підготовка підвалів або технічних поверхів;
- е) демонтаж наявних опалювальних приладів і заміна їх на нові;
- ж) демонтаж розводок опалювальних приладів;
- з) монтаж нових підлогових квартирних трубопроводів;
- и) монтаж нових підводок до опалювальних приладів з установкою регулювальної та балансувальної арматури;
- к) монтаж квартирних вузлів обліку тепла;
- л) монтаж двох вертикальних стояків системи опалення в під'їзді (секції) та розводка до квартир з влаштуванням відмикальної арматури або заглушок;
- м) монтаж горизонтальної розводки трубопроводів опалення від ІТП до вертикальних стояків у кожному під'їзді;
- н) роботи з реконструкції ІТП відповідно до діючої методики;
- п) гідравлічні випробування нової системи опалення;
- р) налаштування нової системи опалення з одночасною балансуванням «нової» та старої системи опалення, що продовжує діяти;
- с) здача роботи кожному власнику квартири від представника від власника будинку та теплопостачальної організації;
- т) складання та підписання відповідного договору на виконання всіх робіт і приймання квартирної системи опалення та обліку тепла власником кожної квартири;
- у) перезаклучення договору на подачу і приладовий облік тепла між постачальником (теплопостачальна організація) та споживачем (власником квартири) з урахуванням частки загальнобудинкового споживання тепла (вестибюлі, сходові клітки та інші місця загального користування), які щомісяця додаються до показань квартирної лічильника на кожен квартиру;
- ф) демонтаж існуючих вертикальних стояків опалення в квартирах за бажанням власників квартир.

Основні роботи з збору вихідних даних, вимірювань існуючої загальнобудинкової системи опалення, проєктування, монтажу та налаштування нових індивідуальних поквартирних систем опалення проводилися в період з жовтня по грудень фахівцями Міжгалузевої регіональної корпорації

«Теплоенергія» (МРК «Теплоенергія») та фахівцями КП «Чугуївтепло», яке безпосередньо здійснює теплопостачання та технічне обслуговування будинку. У розробці проєкту на всіх його стадіях брала участь колишня кафедра теплогазопостачання, вентиляції та використання теплових вторинних енергоресурсів Харківського національного університету будівництва та архітектури (нині – кафедра теплогазопостачання і вентиляції Харківського національного університету міського господарства ім. О. М. Бекетова).

Фінансування пілотного проєкту було здійснено Чугуївською міською радою, працівники якої, очолювані мером, провели значну організаційну роботу з членами ОСББ багатоквартирного будинку, що реконструюється.

Підтримка пілотного проєкту місцевою владою є прикладом ефективної взаємодії державних та громадських структур у вирішенні питань підвищення енергоефективності системи теплопостачання.

Прийнявши таке рішення, місцева влада показала на практиці, як потрібно вирішувати важливі державні питання, спрямовані на благо не тільки держави, а й суспільства в цілому, а також кожного громадянина зокрема. Реалізація проєкту дійсно призвела до значного зниження витрат на газ для виробництва тепла, а також значно зменшила витрати звичайних громадян на його споживання при покращенні комфорту проживання.

Слід зазначити, що участь держави або місцевих рад у фінансуванні робіт – це акт чесного визнання того очевидного факту, що в процесі приватизації в дев'яностих роках минулого століття власники квартир отримали в власність старі, давно відпрацьовані системи опалення, які не підлягали регулюванню. Усі кошти на капітальний ремонт, у вигляді амортизаційних відрахувань, були сплачені самими мешканцями. Необхідно пам'ятати, що закон і положення про приватизацію квартир передбачали повний ремонт усіх інженерних систем до передачі їх у власність новим власникам за рахунок держави.

Також не варто забувати про екологічний бік питання. Лише централізовані джерела тепла дозволяють нам здійснювати якісне очищення димових газів та переводити котли на альтернативні види палива.

Проведена в деяких регіонах України індивідуалізація систем опалення шляхом встановлення автономних квартирних котлів на газовому паливі призвела до погіршення екології та повністю виключила можливість переведення систем теплопостачання на альтернативні види палива.

Результат такої «реконструкції» – зруйновані системи централізованого теплопостачання в ряді населених пунктів України.

Зрозуміло, що при влаштуванні індивідуального поквартирного газового опалення в кожній квартирі до витрат, зазначених у таблиці 5.1, необхідно додати встановлення газового котла, влаштування димоходів і вентиляції, прокладання внутрішніх газопроводів до котлів. Крім того, потрібні ще значні

витрати на реконструкцію трубопроводів зовнішнього газопостачання, оскільки навантаження на них значно збільшується за рахунок витрат газу для потреб опалення кожної квартири. Існуючі внутрішні та зовнішні газопроводи розраховані лише на подачу газу для потреб приготування їжі.

Об'єктивний економічний аналіз таких, раніше виконаних проєктів, показує, що вартість робіт з установлення газового котла та додаткові витрати на газопостачання, віднесені на одну квартиру, в рази перевищують витрати нашого проєкту. Варто нагадати, що будь-яка установка газового котла в квартирі – це створення вибухонебезпечної ситуації та значне погіршення екологічних показників квартир, власники яких з тих чи інших причин не бажають одночасно переобладнувати свої системи опалення.

Варто акцентувати увагу на тому, що за запропонованим проєктом усі роботи проводилися за бажанням власників квартир протягом усього року, в тому числі й взимку без виселення мешканців і зупинки діючої системи опалення. Після виконання робіт і налагодження поквартирних нових систем, жителі цих квартир самостійно регулюють споживання свого тепла. Оплату за теплову енергію вони здійснюють згідно з показаннями своїх квартирних лічильників.

Власники квартир, які відмовилися від проведення реконструкції в їхніх квартирах, до сих пір забезпечуються теплом від збереженої без змін старої діючої однокотлової вертикальної системи опалення і розраховуються за отримане тепло за старою системою, тобто за тарифами теплопостачальної організації.

У житловому будинку стара вертикальна нерегульована система опалення буде діяти до того часу, поки не буде проведена реконструкція останньої квартири.

В пілотному проєкті всі монтажні роботи були проведені в період з жовтня по грудень Харківською Міжгалузевою регіональною корпорацією «Теплоенергія» і Товариством з обмеженою відповідальністю «Дивайс» за участю фахівців теплопостачальної організації, яка безпосередньо здійснює теплопостачання будинку.

Вітчизняна та світова практика свідчать, що будь-які реконструкції внутрішньобудинкової системи опалення неможливо якісно провести без теплопостачальної організації – тепломережі, яка подає тепло в будинок, і тієї ж тепломережі або експлуатаційної організації, яка дійсно, а не по документах, реально обслуговує внутрішньобудинкову систему опалення.

Участь цих організацій повинна бути присутня на всіх етапах проєктування, монтажу та налаштування систем.

Налагоджена і апробована методика запропонованого переобладнання систем опалення також може бути застосована в житлових будинках, що мають часткові або повні руйнування.

Таблиця 5.1 – Витрати на влаштування індивідуального поквартирного опалення в багатоповерховому житловому будинку

Квартири	Кількість квартир (шт.)	Витрати на переобладнання систем опалення з урахуванням загальнобудинкових витрат, що відносяться на одну квартиру (тис. грн)													
		Прокладання нових труб у квартирі	Заміна опалювальних приладів	Установка квартирного вузла обліку	Установка запірної арматури	Установка термостатичного елемента «Danfoss»	Будівельні роботи з ремонту квартири	Витрати на прокладання трубопроводів по підвалу	Витрати на підключення до ІТП	Витрати на розподільні трубопроводи	Будівельні роботи з ремонту під'їздів та підвалу	Демонтаж старих радіаторів та труб	Витрати на теплоізоляцію стояків старої системи	Сумарні витрати на квартиру	Сумарні витрати на всі квартири
Однокімнатні	8	4,2	2,2	8,6	0,26	2,48	0,40	0,30	0,63	4,00	0,30	0,10	0,45	23,92	191,36
Двокімнатні	8	6,8	3,3	8,6	0,4	3,72	0,50	0,30	0,63	1,10	0,30	0,15	0,45	26,25	210,00
Трикімнатні	12	7,5	4,4	8,6	0,52	4,96	0,60	0,30	0,63	2,30	0,30	0,20	0,45	30,76	369,12
Чотирикімнатні	4	7,8	5,5	8,6	0,65	6,20	0,70	0,30	0,63	2,60	0,30	0,25	0,45	33,98	135,92
Всього на будинок	32														933,40

Що представляє собою нова система і як вона поєднується з існуючою системою опалення, зображено нижче на рисунку 5.3.

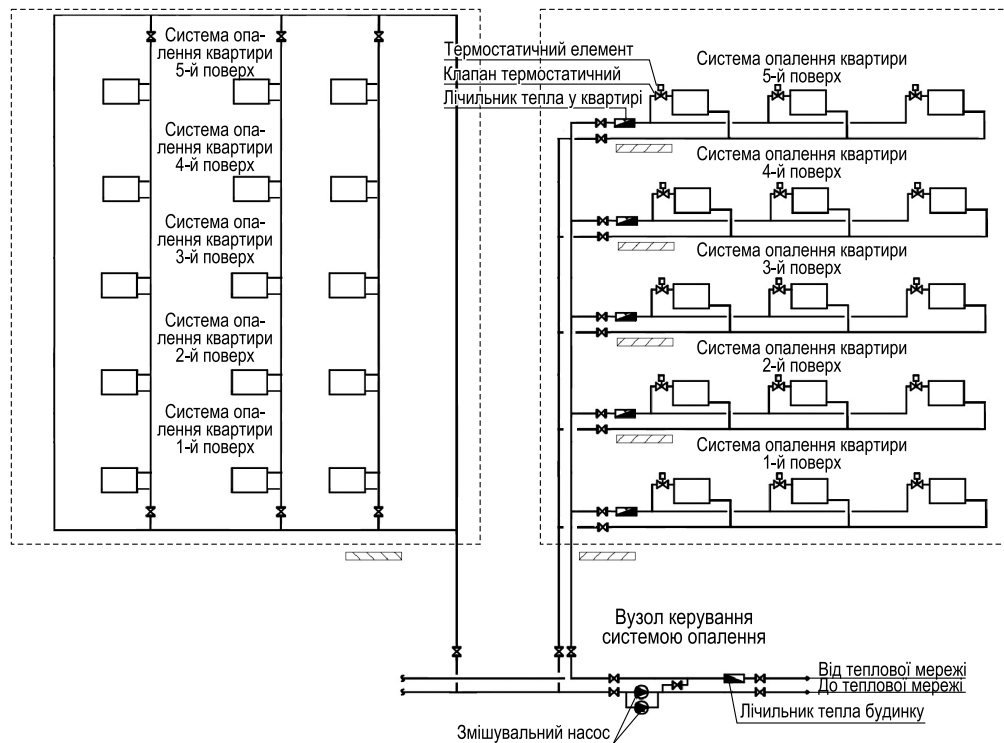


Рисунок 5.3 – Принципова схема системи опалення житлового будинку після часткової реконструкції

Примітка. Квартири з новою системою опалення будуть розташовуватися в будь-якому порядку на будь-якому поверсі. Розташування реконструйованих квартир на поверсі та по вертикалі може бути будь-яким, оскільки подача тепла в нові квартирні системи здійснюється від нових подавальних стояків, розташованих на сходових клітках, і не залежить від старої системи. При цьому стара загальнобудинкова система опалення зберігається до реконструкції останньої квартири.

Як видно з рисунка 5.3, проведена реконструкція за запропонованою та реалізованою методикою передбачає можливість спільного існування двох внутрішньобудинкових систем опалення:

1. Існуюча однотрубна вертикальна нерегульована загальнобудинкова без лічильників тепла в кожній квартирі.
2. Нова двотрубна горизонтальна регульована поквартирна з лічильниками тепла в кожній квартирі.

Таке рішення дозволяє впровадити нову систему опалення поступово, за бажанням власника в кожній квартирі.

На відміну від інших наявних проєктів з модернізації внутрішньобудинкових систем опалення, в реалізованому проєкті не передбачено жодних «процентних квот» щодо кількості квартир, з яких необхідно розпочинати процес переобладнання. У проєкті відсутня необхідність вирішення проблеми примусового переобладнання систем опалення.

Війна показала, що навіть відносно незначні руйнування загальнобудинкової вертикальної однотрубною системи опалення в одній квартирі вимагають негайного тривалого відключення всього будинку зі зливом теплоносія. Це означає, що сотні людей залишаються на тривалий час без тепла.

Проєкти реконструкції загальнобудинкової частини системи опалення та кожної квартири були виконані Міжгалузевою регіональною корпорацією «Теплоенергія» заздалегідь за замовленням власника будинку, погоджені з теплопостачальною організацією та роздані всім власникам квартир.

Проєкти квартирних систем опалення зводилися всього до восьми типів. Кількість таких типових проєктів визначається числом кімнат у квартирах та їх розташуванням в кутових або середніх під'їздах. Відносно невелика кількість проєктів пояснюється тим, що практично всі будинки в Україні будувалися за так званими «типовими проєктами». Наприклад, у Харкові здебільшого це проєкти серії 464, 468, 38, II–57.

Варто підкреслити, що саме через відсутність нових вертикальних стояків і необхідність пробивання міжповерхових перекриттів, запропонований проєкт корінним чином відрізняється від проєктів інших авторів, які пропонують реконструювати існуючу вертикальну однотрубну систему в таку ж вертикальну двотрубну, тобто додати ще одну вертикальну трубу поруч з існуючим стояком.

Роботи з монтажу конкретно нашої системи опалення проводились в такій послідовності. На першому етапі була змонтована нова розводка трубопроводів від індивідуального теплового пункту (елеваторного вузла) до кожної квартири житлового будинку.

Розводка системи передбачає горизонтальне прокладання подавальних і зворотних трубопроводів у підвальному приміщенні будівлі. Можлива їх прокладка також через горище, технічний поверх або технічне підпілля. Ці трубопроводи ретельно теплоізолюються. Горизонтальні трубопроводи підводяться до вертикальних подавальних та зворотних стояків, які прокладаються в кожній сходовій клітці по всій її висоті. Стояки також ретельно теплоізолюються (рис. 5.4–5.6).

У стояки на кожному поверсі вварюються колектори зі штуцерами-відводами та кульовим краном з заглушкою. Кількість штуцерів-відводів відповідає кількості всіх квартир у під'їзді.

В індивідуальному тепловому пункті горизонтальні трубопроводи нової системи врізаються з установкою кульових кранів після елеватора в діючу

систему опалення. Таке технічне рішення дозволило забезпечити можливість цілорічної експлуатації, включаючи опалювальний період підключення кожної квартири будинку за заявкою власника без зупинки діючих систем опалення.



Рисунок 5.4 – Фрагмент прокладки трубопроводів системи опалення на сходових клітках



Рисунок 5.5 – Фрагмент прокладки горизонтальних трубопроводів системи опалення в сходових клітках



Рисунок 5.6 – Фрагмент розводки горизонтальних трубопроводів системи опалення по квартирі

Витрати на переобладнання системи опалення всього будинку, віднесені на одну середню квартиру площею 50 м², з урахуванням всього нового обладнання та матеріалів, становлять 29 тис. 800 гривень, що відповідає приблизно тисячі євро за цінами грудня 2017 року.

Аналіз складових цієї підсумкової середньої ціни для однієї квартири дає такі показники, наведені в таблиці 5.2.

Таблиця 5.2 – Вартість виконаних робіт

Види робіт	Вартість, грн / євро		Можливе джерело фінансування
	За видами робіт	Всього за пропонуванням джерелом фінансування	
Проектні роботи	700 грн	11 600 грн (360 євро)	Колишній власник будинку до приватизації, організація або ЖЕК, місцеві ради
Прокладка нових стояків на сходових клітках	600 грн		
Прокладка нових розподільних труб по підвалу або горищу	500 грн		
Прокладка нових розподільних труб безпосередньо по квартирі	7 500 грн		
Демонтаж, промивка та монтаж існуючих радіаторів до нової системи	2 300 грн		
Встановлення нових терморегуляторів і балансувальних клапанів на нових підводках до радіаторів	5 000 грн	18 200 грн (565 євро)	Сам власник квартири
Встановлення квартирних лічильників тепла	8 000 грн		
Підключення до наявного елеваторного ІТП	400 грн		
Будівельні роботи із пробивання необхідних отворів	1 600 грн		
Ремонт приміщень у частині порушення обробки	3 200 грн		

Як видно з таблиці 5.2, середня вартість робіт безпосередньо по заміні старої, давно відпрацьованої, що вичерпала свій нормативний термін і непридатної до подальшої експлуатації системи опалення на нову становить 11 тис. 600 гривень (360 євро). Ця цифра більш ніж корелює з середньостатистичними витратами на плановий капітальний ремонт будь-якої системи опалення, який потрібно було виконувати організаціям – власникам цих будинків минулого століття до так званої «приватизації» квартир нинішніми власниками.

Якщо порівняти наведені в таблиці цифри витрат на влаштування індивідуальної квартирної системи опалення, то за нашим проєктом вони є такими ж, як і витрати на влаштування квартирної системи в проєктах автономного опалення з індивідуальними газовими котлами.

Розрахунки та практика показали, що реконструкція діючого індивідуального теплового пункту, обладнаного елеваторним вузлом, не є необхідною. Елеваторний вузол продовжує успішно працювати, нормально

забезпечуючи стару загальнобудинкову вертикальну та нові горизонтальні поквартирні системи опалення.

Запропоноване рішення про подачу тепла від діючого ІТП з елеватором без його реконструкції базується не тільки на реальному стані цього об'єкта, але й є цілком обґрунтованим з наукової точки зору, адже заміна загальнобудинкової однотрубною вертикальної системи опалення на індивідуальні двотрубні поквартирні, паралельно з'єднані між собою, значно зменшує загальні втрати напору системи опалення. Тому втрати напору повністю перекриваються наявним ІТП з елеваторним вузлом. При цьому слід звернути увагу на вибір типу квартирних лічильників тепла. Лічильники повинні бути ультразвуковими, оскільки вони дають найменші втрати напору порівняно з іншими типами.

На другому етапі кожен власник квартири за своїм бажанням мав змогу замовити монтажній організації виконання робіт по влаштуванню своєї системи опалення з установкою лічильника тепла, термостатів і обігрівачів.

У нашому конкретному випадку всі мешканці будинку замовляли виконання робіт у своїх квартирах в тій же організації, яка виконувала перший етап робіт – Харківська Міжгалузева регіональна корпорація «Теплоенергія» та Товариство з обмеженою відповідальністю «Дивайс».

У кожній квартирі була обладнана нова самостійна система опалення з лічильником тепла, який встановлювався в місці, зручному для обслуговування (рис. 5.7).



Рисунок 5.7 – Фрагмент установки квартирної лічильника тепла

Для зручності обслуговування постачальником тепла правильніше встановлювати квартирні лічильники тепла в захищених нішах або шафах на сходових клітках. Однак така планувальна можливість є далеко не в усіх існуючих житлових будинках. У нашому випадку її не було.

Нова квартирна система складається з двох горизонтальних трубопроводів діаметром 20–25 мм, прокладених над підлогою в кімнатах, і підводок до обігрівачів діаметром 15 мм (рис. 5.8).



Рисунок 5.8 – Фрагмент нового обігрівача та регулятора температури «Danfoss»

Горизонтальні трубопроводи квартири були підключені до відповідних штуцерів з кранами, раніше встановленими на сходових клітках.

Існуючі нагрівальні прилади відключались від вертикальних стояків старої системи і після промивки та очищення приєднувались до заново прокладених квартирних трубопроводів. За бажанням власника житла замість наявних обігрівачів встановлювались більш сучасні. Заміна обігрівачів проводилась за його рахунок. Перед кожним обігрівачем був встановлений терморегулятор, що дозволяє жителю самостійно вибирати та регулювати тепловий режим в будь-якій кімнаті своєї квартири.

Заміна старих нагрівальних приладів (зазвичай це чавунні радіатори) не є обов'язковою, оскільки їх розрахункова поверхня нагріву в старих системах достатня для роботи в новій системі. Однак така заміна є дуже бажаною, оскільки нові нагрівальні прилади мають кращі гігієнічні та естетичні показники, мають меншу ємність і, як наслідок, знижують загальний витрат енергії на циркуляцію теплоносія.

Оскільки проєкт був пілотним, то протягом перших років експлуатації було проведено цілий ряд досліджень, спрямованих на удосконалення та визначення показників його економічної та енергетичної ефективності.

Дослідження показали, що витрати тепла на опалення квартири пропорційні її опалювальній площі.

Для власників квартир, які здійснили заходи з заміни вікон та балконних дверей (зменшення теплових втрат на 10–15 %), але не провели заходи з утеплення, витрати тепла на місяць приймаються за формулою:

$$Q_n = 0,72 \cdot q \cdot F, \quad (5.1)$$

де q – тепловий потік, що витрачається на опалення 1 м^2 неутепленої квартири і приведений до єдиного значення температурного напору, Вт/м^2 ; F – опалювальна площа неутепленої квартири, м^2 .

Якщо власник квартири здійснив заходи з повного утеплення квартири та заміни вікон і балконних дверей, то витрати тепла на її обігрів зменшаться до величини:

$$Q_y = k \cdot Q_n, \quad (5.2)$$

де k – понижувальний коефіцієнт (економія тепла), $k = 0,5$.

В квартирах, де були здійснені вищеописані заходи, споживання тепла кожною квартирою знизилося на 25–30 % за опалювальний період. В грошовому еквіваленті економія склала близько 5 тис. грн за вартістю теплової енергії станом на опалювальний сезон 2017/2018 років.

Реальна практика підтвердила розрахунки.

Найбільший ефект від економії коштів власники квартир, обладнаних квартирними горизонтальними системами опалення та лічильниками тепла, отримали в жовтні, листопаді, березні та квітні, тобто в ті місяці, коли відбувалися різкі коливання зовнішньої температури. В усі інші місяці опалювального періоду економія досягалася за рахунок можливості зниження температури в приміщеннях під час відсутності господарів, а також за рахунок створення комфортних умов у кожній кімнаті залежно від її потреб.

Найважливішим аспектом нашого проєкту індивідуалізації загально-будинкової системи опалення та її перетворення в поквартирну є збереження діючого джерела тепла – квартальної котельної, тепло від якої через зовнішні теплові мережі подається в наше будівлю.

У містах та селах України всі багатоповерхові будівлі отримують тепло від ТЕЦ, районних, квартальних або місцевих домових котелень. Багато джерел тепла в Україні недовантажені через скорочення останнім часом промислової та господарської теплової навантаженості. Більшість джерел тепла ще не відпрацювали свій технічний ресурс і є доволі економічними. Їхній стан на відміну від внутрішньобудинкових систем опалення та теплових мереж не потребує термінової реконструкції. Тому з економічної точки зору збереження діючих джерел є важливою та актуальною задачею.

Далі розглянемо варіант реконструкції існуючих внутрішньобудинкових нерегульованих однокотлових систем опалення на такі ж поквартирні індивідуальні системи опалення, як у попередньому варіанті, але з облаштуванням мінікотелень на газовому паливі в кожній квартирі.

У цьому випадку, реконструйована будівля повністю відключається від одного нормально діючого джерела тепла (котельні або ТЕЦ) і обладнується безліччю міні котелень для кожної квартири.

В тих населених пунктах, де таке переобладнання здійснюється в масовому порядку, існуюче джерело тепла безпідставно практично ліквідується разом з тепловими мережами від нього.

Природно, що влаштування численних міні котелень у будівлі вимагає повної реконструкції системи внутрішньобудинкового та часткової реконструкції внутрішньоквартального газопостачання.

Зрозуміло, що при влаштуванні міні котелень у кожній квартирі ми значно погіршуємо екологію, оскільки викиди продуктів горіння замість однієї точки на висоті однієї димової труби котельні розповсюджуються в безліч точок навколо всього реконструйованого та прилеглих до нього будинків.

Слід наголосити, що широко розрекламована виробниками «екологічна безпека» двоконтурних газових котлів, м'яко кажучи, не повністю підтвердилася практикою їх цілодобової експлуатації в умовах України протягом останніх двадцяти років.

На сьогоднішній день цілий ряд населених пунктів та відносно невеликих міст України повністю ліквідували свої централізовані системи теплопостачання, облаштувавши замість них міні котельні в кожній квартирі кожного багатоповерхового будинку.

У більшості міст України така практика теж має місце, але вона явно вибіркова, безсистемна і становить не більше 1–5 % від всієї житлової забудови.

У Європі практика влаштування квартирних міні котелень широко поширена в малоповерховій забудові. У багатоповерховій забудові така практика присутня доволі обмежено і суворо регламентується законодавством.

Особливо варто підкреслити, що з точки зору влаштування самої внутрішньобудинкової системи опалення індивідуальної для кожної квартири варіанти збереження одного діючого джерела тепла або заміни його на численні в кожній квартирі нічим не відрізняються один від одного.

Усі їхні відмінності лише в заміні одного джерела тепла на безліч.

Зрозуміло, що при влаштуванні індивідуального газового опалення в кожній квартирі до витрат, зазначених у таблиці 5.3, необхідно додати вартість установки газового котла, облаштування димових труб і вентиляції, прокладку внутрішніх газопроводів до котлів. Крім того, потрібні ще витрати на реконструкцію трубопроводів зовнішнього газопостачання, оскільки навантаження на них значно збільшується. Існуючі внутрішньобудинкові та внутрішньоквартальні газопроводи розраховані тільки на подачу газу для потреб приготування їжі.

Навіть якщо забрати значні складові, то вартість індивідуального газового опалення все одно буде не менш ніж в два рази дорожчою, ніж індивідуальне опалення з збереженням діючого джерела тепла за нашим проектом.

Об'єктивний економічний аналіз таких раніше виконаних проєктів показує, що вартість установки газового котла та додаткові витрати на

газопостачання, віднесені на одну квартиру, значно перевищують вказані витрати на поквартирні системи або капітальний ремонт, зображені в таблицях 5.1 та 5.2.

Розглядаючи питання реконструкції існуючих систем опалення багатоповерхових будинків, необхідно пам'ятати, що ці системи давно відпрацювали свій нормативний термін без будь-якого капітального ремонту, хоча об'єктивно вони вже давно потребують повної заміни.

Проведений аналіз і порівняльні розрахунки трьох варіантів переобладнання або капітального ремонту житлового багатоповерхового будинку:

- варіант планового капітального ремонту;
- варіант нової поквартирної системи опалення із збереженням діючого джерела тепла;
- варіант нової поквартирної системи опалення з установкою мінікотельні на газовому паливі в кожній квартирі.

Отримані результати аналізу базуються на реальних проєктах і документації щодо їх виконання та наведені в таблиці 5.3.

З погляду на виконання робіт у вже заселених квартирах, влаштування електроопалення є найбільш швидким і доволі простим, особливо при ліквідації наслідків, руйнувань внаслідок воєнних дій.

Насамперед варто підкреслити, що загальним для можливості масового впровадження електричного опалення є фактична наявність та конкурентоспроможність за ціною електроенергії.

Крім того, масове впровадження електроопалення вимагатиме повної або часткової заміни існуючої внутрішньобудинкової електромережі.

Необхідно також частково реконструювати зовнішні внутрішньоквартальні та міжквартальні мережі і трансформатори. Однак, як вже було показано в попередніх розділах книги, навіть за необхідності такої реконструкції варіант електроопалення є найбільш техніко-економічно вигідним.

В роботі розглядаються п'ять реально застосовуваних в різних країнах світу способів електроопалення:

- «теплі підлоги»;
- килимове покриття підлоги або стін;
- електроконвектори стаціонарні;
- електроконвектори та повітронагрівачі переносні;
- повітронагрівачі стаціонарні.

Далі розглянемо кожне з п'яти можливих рішень:

1. Система «Теплі підлоги» – це перевірена десятиліттями в різних країнах, в тому числі й в Україні, електрична система, яку повністю комплектують заводи-виробники в зручному для монтажу вигляді. Система «тепла підлога» є екологічною, технічно легко обслуговується. Головний

недолік застосування цієї системи в заселеній квартирі – необхідність повного звільнення реконструйованої кімнати від меблів і зовнішніх покриттів підлоги (паркет, лінолеум, плитка тощо), якщо вони є. Можливі реальні технічні рішення по укладанню «нагрівальної плівки» поверх існуючої підлоги з подальшим влаштуванням нового покриття підлоги.

2. Килимове покриття підлоги або стін не вимагає жодного руйнування конструкцій, оскільки воно просто укладається на існуючу підлогу у вигляді килима або клеїться на зовнішні стіни. Система «тепла підлога» має зручні регулятори температури, які налаштовуються за бажанням самим мешканцем-користувачем.

3. Стационарні електроконвектори – це сучасні радіатори з регуляторами температури, які, як і звичайні нагрівальні прилади опалення, зазвичай встановлюють під вікнами. Можливі й інші місця установки. Промисловість пропонує значну кількість різних електроконвекторів.

4. Переносні електроконвектори та повітрянагрівачі – стандартні електроприлади, що живляться від внутрішньобудинкової електричної мережі шляхом підключення до звичайної розетки. Ці прилади випускаються різними виробниками на смак будь-якого споживача. Їх безумовна перевага – можливість перенесення в будь-яку точку квартири без будь-яких монтажних або оздоблювальних робіт.

5. Стационарні повітрянагрівачі – це добре відоме електрообладнання, яке серійно виробляється промисловістю різних країн. Особливо поширені стационарні електричні повітрянагрівачі, які використовуються для опалення ванних кімнат, вмикаючись періодично за бажанням мешканця під час його перебування в цьому приміщенні. Повітрянагрівачі дуже динамічні, тому протягом кількох хвилин створюють комфортні умови за бажанням споживача.

Завершуючи обговорення теми «Електричне квартирне опалення», варто підкреслити можливість його використання в сучасній Україні як для більшості відновлених руйнувань через війну систем опалення, так і для реальної резервної квартирної системи опалення.

Важливим аспектом застосування можливих систем є наявність живлення їх електроенергією. В умовах воєнного часу це також можливе за допомогою власних електрогенераторів і акумуляторів.

Варто окремо зазначити, що для відновлення опалення в ванних кімнатах більшості житлових будинків вже сьогодні потрібно прийняти рішення про встановлення в них настінних електричних повітрянагрівачів. У цих будинках ванні кімнати давно існують без опалення, оскільки стояки з рушникосушниками, які є у ванних, не працюють через повну поломку систем гарячого водопостачання, до яких підключені ці стояки.

Таблиця 5.3 – Приведені витрати на переобладнання системи опалення однієї квартири дванадцятиповерхового, тридцяти шести квартирною цегляного будинку

Найменування робіт або обладнання	Вартість на одну квартиру, дол. США		
	Центральне опалення		Нова по-квартирна горизонтальна система опалення з газовим котлом
	Плановий капітальний ремонт наявної системи опалення, віднесений на 1 квартиру	Нова по-квартирна горизонтальна система опалення зі збереженням джерела тепла	
Новий монтаж або капітальний ремонт квартирної системи опалення	190	225	225
Установка нових радіаторів	310	310	310
Установка відмикальної арматури на квартиру	–	20	–
Установка регулювальних клапанів «Danfoss»	135	135	135
Установка квартирною лічильника тепла «Kamstrup»	–	305	–
Установка газового двоконтурного котла	–	–	850
Влаштування додаткової вентиляції в зв'язку з газифікацією системи опалення	–	–	55
Монтаж внутрішньоквартирних газопроводів нового котла	–	–	135
Монтаж трубопроводів та обладнання теплової обв'язки та підживлення газового котла	–	–	100
Витрати на одну квартиру по реконструкції зовнішнього газопостачання	–	–	225
Витрати на одну квартиру по прокладці труб від ІТП до сходової клітки	–	35	–
Капітальний ремонт розвідних труб опалення на одну квартиру	75	–	–
Разом на одну квартиру	710	1 030	2 035
Екологічні наслідки	Відсутні	Відсутні	

6 ІНДИВІДУАЛЬНІ ТЕПЛОВІ ПУНКТИ

Індивідуальні теплові пункти (ІТП) на вводі необхідно встановлювати в кожному будинку незалежно від схеми підключення до теплових мереж, конструкції внутрішньобудинкових систем опалення та наявності тепло-розподільчої станції (ТРС).

Індивідуальні теплові пункти, або як раніше називали, абонентські вводи, є невід'ємною частиною будь-якого будинку, підключеного до теплових мереж [28].

Вбудовані ІТП розташовують у окремому приміщенні, зазвичай біля зовнішніх стін будівлі.

ІТП не допускається розташовувати суміжно, під або над приміщеннями житлових квартир, спалень і кімнат для ігор, дитячих дошкільних установ, спалень шкіл-інтернатів, готелів, санаторіїв, будинків відпочинку, пансіонатів, палат і операційних лікарень, приміщень з тривалим перебуванням хворих, кабінетів лікарів, залів розважальних закладів.

При розташуванні ІТП у житлових і громадських будинках необхідно виконувати перевірочні розрахунки теплопостачання з теплового пункту в суміжні з ним приміщення. У випадках перевищення в цих приміщеннях допустимої температури повітря, слід вжити заходів щодо додаткової теплоізоляції огорожувальних конструкцій суміжних приміщень.

В ІТП, вбудованих у житлові будинки, варто встановлювати насоси тільки з допустимим (низьким) рівнем шуму.

Бойлерні для приготування гарячої води є самостійними установками і можуть розташовуватись як в приміщенні ІТП, так і окремо в інших приміщеннях.

Невід'ємною, важливою частиною індивідуального теплового пункту є загальнобудинковий комерційний вузол обліку.

ІТП призначений для виконання наступних функцій:

1. Забезпечення розрахункової витрати теплоносія, що надходить з зовнішньої теплової мережі.
2. Забезпечення розрахункової витрати теплоносія, що надходить у внутрішньобудинкову систему опалення.
3. Забезпечення розрахункових температур у подавальному та зворотному трубопроводах.
4. Підтримка розрахункового режиму роботи внутрішньобудинкової системи при відхиленнях режимів роботи зовнішніх теплових мереж.

5. Забезпечення можливості ручного і (або) автоматичного регулювання параметрів.

6. Відключення внутрішньобудинкових систем від зовнішніх теплових мереж в аварійних ситуаціях або для проведення ремонтних робіт.

7. Забезпечення вимірювання та зняття показань усіх вимірювальних приладів.

Існуючі та проєктовані системи опалення України здебільшого працюють за температурним графіком 68/70 °С з обмеженням діапазону тиску. Такий режим обумовлений, передусім, вимогами безпеки, а також необхідністю запобігання закипанню теплоносія у разі аварійного зниження тиску або витоків. Тиск у внутрішньобудинкових системах обмежується також залежно від характеристик застосовуваних опалювальних приладів і трубопроводів.

Більшість внутрішньобудинкових систем опалення житлових і громадських будівель України, побудованих у другій половині ХХ століття, обладнані однокотловими, вертикальними системами опалення. Як було вже зазначено в попередніх розділах, ці системи опалення, за своєю конструкцією, практично виключають можливість регулювання та обліку тепла кожним споживачем. Єдині можливі прилади регулювання в таких системах з ІТП – це засувка на подавальному або зворотному трубопроводах або клапан-регулятор, що отримує імпульс за температурою або витратою. У будь-якому випадку таке регулювання може забезпечити підтримання середнього параметра температури або витрати для всієї системи в цілому, а не для кожного споживача та в кожному приміщенні його перебування.

Більш ніж півстолітній досвід проєктування, наладки, наукових досліджень і повсякденної експлуатації свідчить про нерегульованість однокотлових, вертикальних систем опалення і, відповідно, необхідність їх заміни на двокотлові, горизонтальні з лічильниками тепла і регулювання у кожного споживача.

Діючі в Україні будівельні норми [4, 5, 18–21] та практика проєктування, будівництва та експлуатації, вже в ХХІ столітті, житлових і громадських будівель, обладнаних двокотловими, горизонтальними системами замість однокотлових, вертикальних, свідчать про безумовну необхідність такої заміни. Отже, лише після реконструкції загальнобудинкових систем опалення існуючих будівель є сенс займатися реконструкцією ІТП. Будь-яка реконструкція ІТП з оснащенням їх надсучасною автоматикою контролю та регулювання не має сенсу без реконструкції систем опалення і є необґрунтованим вкладенням значних коштів.

Теплові мережі в Україні працюють з параметрами, як 95/70 °С, тобто такими ж, як і параметри внутрішньобудинкових систем опалення, так і з параметрами 115/70 °С; 130/70 °С; 150/70 °С, які перевищують параметри внутрішньобудинкових систем. Тому при невідповідності параметрів роботи

теплових мереж і внутрішньобудинкових систем опалення, в ІТП передбачаються спеціальні пристрої, що забезпечують змінені параметри теплоносія.

Такими пристроями можуть бути:

1. Нерегульований елеваторний вузол.
2. Елеваторний вузол з ручним регулюванням.
3. Елеваторний вузол з електронним регулюванням.
4. Промивні насоси з регулюванням швидкості обертання.

Підключення внутрішньобудинкових систем опалення до зовнішніх теплових мереж може бути виконано за залежною (рис. 6.1) або за незалежною (рис. 6.2) схемами.

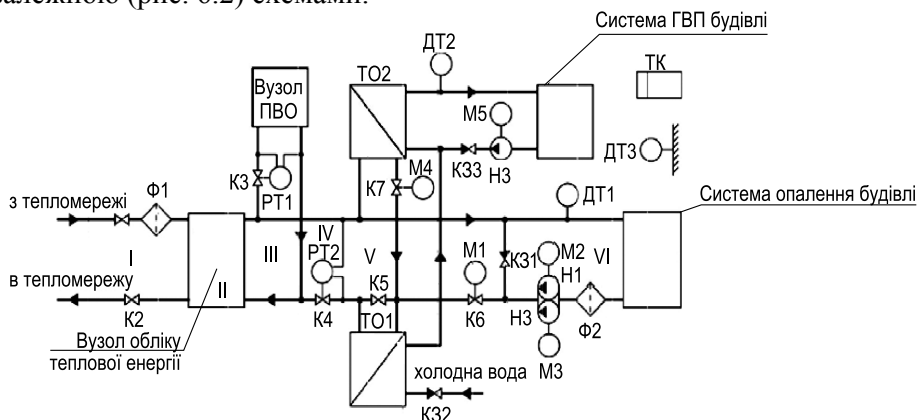


Рисунок 6.1 – Залежна схема підключення внутрішньобудинкової системи опалення:

Ф1, Ф2 – фільтри механічні; К1–К7 – засувки; Вузол ПВО – вузол підготовки води; РТ1, РТ2 – регулятори тиску; ДТ1–ДТ3 – датчики температури; КЗ1–КЗ3 – клапани зворотні; М1–М5 – регулятори частотні; ТО1, ТО2 – теплообмінники; Н1–Н3 – насоси; ТК – теплова камера

При залежній схемі підключення режими роботи внутрішньобудинкової системи будуть змінюватися (залежати) від режимів роботи зовнішніх мереж. Це стосується як теплових, так і гідравлічних режимів. При такому підключенні, збільшення статичного тиску в зовнішній мережі призводить до збільшення тиску у внутрішньобудинковій системі до аварійного.

При незалежній схемі підключення режими роботи внутрішньобудинкової системи опалення не залежать від змін режимів роботи зовнішніх теплових мереж. Внутрішньобудинкова система не піддається коливанням тиску в зовнішніх мережах і, у доволі широкому діапазоні, коливанням температури.

Залежно від режимів роботи теплових мереж застосовуються різні типи вузлів вводу (ІТП).

У системах теплопостачання, в яких температурні параметри підведених теплових мереж і внутрішньобудинкових систем опалення однакові,

установка пристроїв змішування (підмивні насоси, елеватори) не потрібна. У таких системах обладнуються найпростіші, безелеваторні абонентські вводи (ІТП).

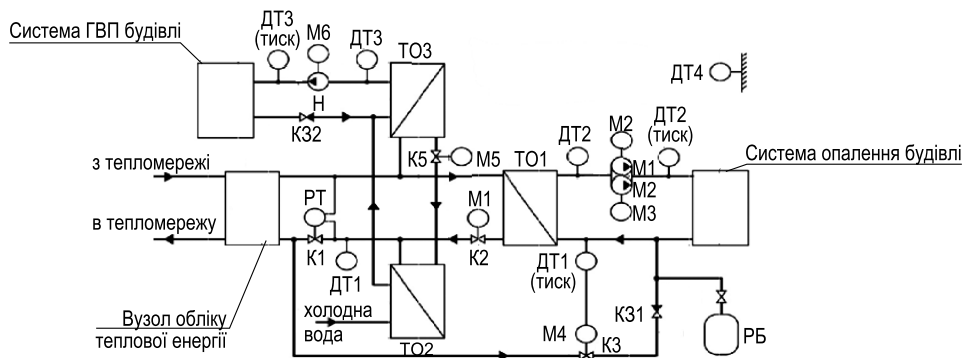


Рисунок 6.2 – Незалежна схема підключення внутрішньобудинкової системи опалення:

РТ – регулятор тиску; ДТ1–ДТ4 – датчики температури;
 К31, К32 – клапани зворотні; М1–М6 – регулятори частотні;
 ТО1–ТО3 – теплообмінники; Н – насос; К1–К5 – засувки;
 РБ – розширювальний бак; ДТ1(тиск) – ДТ3(тиск) – датчики тиску

На рисунку 6.3 подана теплова схема безелеваторного вводу, якими обладнані більшість будівель України, тепlopостачання яких здійснюється від джерел тепла з параметрами теплоносія до 100 °С або теплорозподільчих станцій з насосами підмивання, що забезпечують у розподільних мережах параметри 95/70 °С.

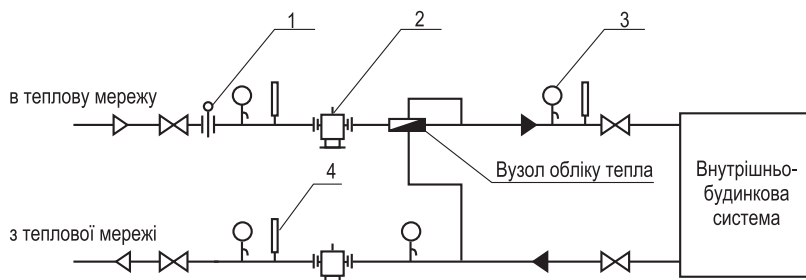


Рисунок 6.3 – Теплова схема безелеваторного абонентського вводу:

1 – регульована дросельна шайба; 2 – грязьовик; 3 – показовий манометр;
 4 – показовий термометр

На абонентських вводах будівель, зведених до 2000-х років, зазвичай встановлювали нерегульовану дросельну шайбу, тоді як регульовану шайбу, як правило, не використовували. Це суттєво ускладнювало налаштування мережі та погіршувало її якість.

Сьогодні в системах теплопостачання широко застосовуються нерегульовані дросельні шайби – сталеві пластини з отвором заданого діаметра, які встановлюються між двома фланцями.

Зовнішній вигляд нерегульованої дросельної шайби наведено на рисунку 6.4.

Хвостовик 1 слугує для контролю наявності шайби та її маркування. Діаметр отвору шайби визначається розрахунком і в процесі експлуатації не змінюється.

На рисунку 6.5 показана регульована дросельна шайба, яка повинна бути встановлена на кожному вузлі вводу (ІТП) після «корінної» (першої) ввідної засувки на подавальному трубопроводі.

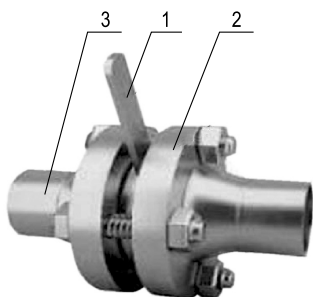


Рисунок 6.4 – Нерегульована дросельна шайба:
1 – хвостовик шайби;
2 – установочні фланці;
3 – трубопровід

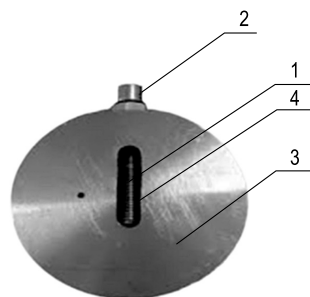


Рисунок 6.5 – Регульована дросельна шайба зі ручним регулюванням:
1 – регульовальний шток;
2 – сальникове ущільнення;
3 – корпус; 4 – дросельний отвір

Будь-яка дросельна шайба є регульовальним пристроєм, призначеним для забезпечення стабільного гідравлічного режиму в системах опалення житлових будинків та громадських будівель і споруд. Без застосування дросельних шайб теплопостачання великої кількості об'єктів стає неможливим, оскільки стандартні діаметри труб, які випускає промисловість, не дозволяють у повній мірі забезпечити необхідні розрахункові режими в мережі теплопостачання. Без шайб найбільш близькі до джерела тепла об'єкти споживатимуть надлишкову кількість теплової енергії, тоді як найбільш віддалені її недоотримують.

Установка дросельних шайб вирішує не тільки проблеми гідравліки зовнішньої мережі, але й внутрішньобудинкової системи.

Найвіддаленіші опалювальні стояки отримують достатню кількість теплоносія й ефективно прогріваються. Водночас стояки, розташовані ближче до теплового вводу, не перегріваються, що забезпечує комфортну температуру повітря в приміщеннях.

Завдяки установці дросельних шайб температура в подавальному та зворотному трубопроводах наближається до розрахункового температурного графіка. Для споживачів перегрітої води та пари створюються гарантовані умови підтримання необхідного тиску при зміні теплових режимів роботи мережі. Для систем опалення створюються умови, при яких підтримується необхідний тиск у трубопроводах в будь-якій точці розгалуженої мережі, що забезпечує виконання умов, при яких не відбувається кипіння теплоносія або утворення вакууму.

Принцип роботи регульованої шайби полягає в наступному: при обертанні регульовального штока 1 (рис. 6.5), останній переміщується уздовж щілинного отвору, змінюючи тим самим його прохідний переріз. Обертання штока може здійснюватися як вручну, так і за допомогою виконавчого механізму автоматичного регулятора. Наявність регульованих дросельних шайб значно зменшує трудомісткість та час налагоджувальних робіт і значно підвищує їхню якість. У системах тепlopостачання, що працюють в режимах перегрітої води, застосовуються пристрої змішування, які забезпечують розрахунковий температурний режим внутрішньобудинкових систем опалення.

У XX столітті в Україні, як і в усьому колишньому Радянському Союзі, функцію підмішування теплоносія з зворотного (холодного) трубопроводу в подавальний виконували гідравлічні, безмоторні насоси (елеватори). Загально-міські системи опалення старих будівель XX століття досі працюють з гідроелеваторами.

Теплова схема вузла вводу з елеватором наведена на рисунку 6.6.

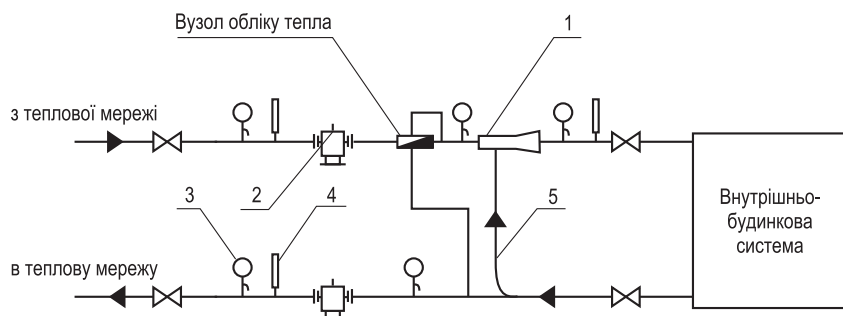


Рисунок 6.6 – Теплова схема вузла вводу з елеватором:

1 – елеватор; 2 – грязьовик; 3 – манометр; 4 – термометр;
5 – підмішуючий трубопровід

Ця схема підключення була розроблена і запропонована в 1931 році професором В. М. Чаплінім.

Нерегульовані елеваторні вузли

На рисунку 6.7 зображено фото звичайного нерегульованого вузла.

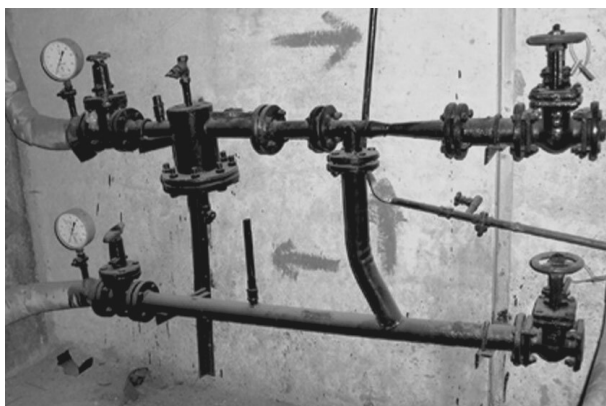


Рисунок 6.7 – Індивідуальний тепловий пункт з елеваторним вузлом

[URL: <https://aw-therm.com.ua/individualnij-teplovij-punkt-shemi-ta-rishennya/>]

Нерегульований елеваторний вузол оснащений водоструминним насосом-елеватором, який зображений на рисунку 6.8.

Принцип роботи елеватора ґрунтується на залежності тиску в стаціонарному потоці рідини від швидкості її руху, що визначається законом Бернуллі, згідно з яким, якщо вздовж лінії потоку тиск рідини підвищується, то швидкість течії зменшується і навпаки. Вода з подавального трубопроводу під надмірним тиском потрапляє в конусне сопло 1 завдяки конусному звуженню перерізу, швидкість потоку збільшується, і тиск у ньому знижується.

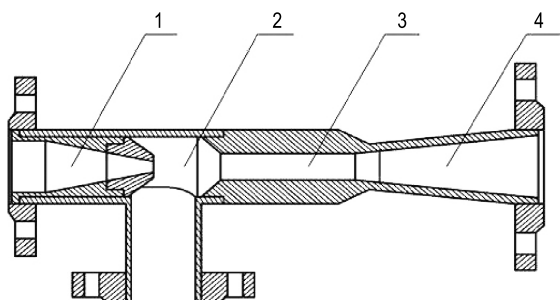


Рисунок 6.8 – Конструкція водоструминного елеватора:

1 – конусне сопло; 2 – камера всмоктування (конфузор); 3 – камера змішування; 4 – дифузор

У результаті тиск у камері всмоктування 2 виявляється нижчим за тиск у зворотному трубопроводі. Відбувається підсос води з зворотного трубопроводу в камеру всмоктування. Завдяки енергії потоку вода потрапляє в камеру змішування 3, де відбувається змішування гарячої води з подавального трубопроводу та охолодженої з зворотного трубопроводу, тим

самим знижується температура води, що подається у внутрішньобудинкову систему, і забезпечується необхідна витрата у внутрішньобудинковому циркуляційному контурі. Дифузор 4 знижує гідравлічний опір на виході з камери змішування, забезпечуючи стабільну роботу елеватора.

Основною характеристикою елеватора є коефіцієнт змішування (інжекції) U – відношення кількості інжектованої води G_2 до кількості води, що поступає з теплової мережі G_1 :

$$U = \frac{G_1}{G_2}. \quad (6.1)$$

Розрахунковий коефіцієнт змішування визначається за формулою (6.1). При наладці теплових мереж коефіцієнт змішування у визначається виходячи з фактичних, виміряних температур:

$$y = \frac{(t_1 - t_2) \cdot (t_3' + t_2''' - 2t_B'')}{(t_1'' - t_2'') \cdot (t_3 + t_2 - 2t_B)}, \quad (6.2)$$

де t_1'', t_2'', t_3'' – фактичні, виміряні температури води, відповідно в подавальному трубопроводі, змішаній та зворотній, у градусах Цельсія; t_1, t_2, t_3 – температура води, відповідно, в подавальному трубопроводі, змішаній та зворотній за температурним графіком для фактичної температури зовнішнього повітря; t_B'', t_B – фактична та розрахункова температура повітря в приміщенні.

Елеваторний вузол виконує такі функції:

- знижує температуру води в подавальному трубопроводі внутрішньобудинкової системи за рахунок підмішування води з зворотного трубопроводу;
- забезпечує необхідну витрату теплоносія у внутрішньобудинковій системі опалення;
- знижує тиск в подавальному трубопроводі внутрішньобудинкової системи за рахунок дроселювання в конусі елеватора.

Налагодження нерегульованого елеваторного вузла проводиться вручну шляхом установки конусного сопла з розрахунковим діаметром отвору. Така робота є достатньо трудомістким і тривалим процесом. На час виконання таких робіт теплопостачання будівлі вимушено припиняється.

Нерегульований елеваторний вузол, як і будь-який механізм, має свої переваги та недоліки.

До переваг можна віднести:

- низька вартість – суттєво нижча порівняно з підмішуючими насосами, а також мінімальні експлуатаційні витрати;
- безшумна робота;
- висока надійність;
- не потребує висококваліфікованого персоналу для обслуговування;

- не потребує періодичного обслуговування;
- не споживає електроенергію.

Дев'яносторічний досвід експлуатації нерегульованих елеваторних вузлів показує, що в системах опалення з налаштованими мережами та нормативною якістю теплоносія вони в повній мірі забезпечують розрахункові параметри роботи внутрішньобудинкових систем опалення.

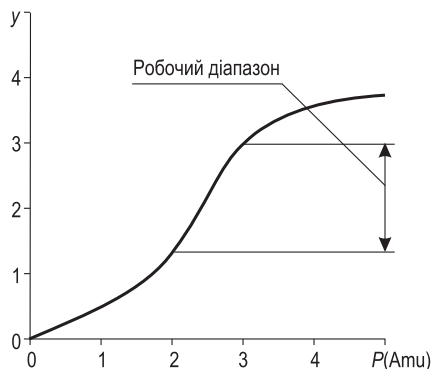


Рисунок 6.9 – Графік зміни коефіцієнта змішування елеватора (γ) залежно від тиску (P) теплоносія перед елеватором

Недоліками нерегульованих елеваторних вузлів є:

- вузький робочий діапазон зміни тиску теплоносія перед елеватором;
- нелінійна залежність зміни коефіцієнта змішування при зміні тиску перед елеватором (див. рис. 6.9);
- неможливість налаштування без розбирання елеватора;
- неможливість забезпечення автоматичного регулювання.

Графік зміни коефіцієнта змішування елеватора (γ) представлений на рисунку 6.9.

Регульовані елеваторні вузли

Недоліки нерегульованого елеваторного вузла повністю усунені в регульованих елеваторних вузлах, які зображені на рисунку 6.10.

Конструктивно такі вузли можуть бути з рейковою передачею обертання на дросельну голку або з гвинтовою передачею, моноблочні та з виносним блоком управління. Такі елеватори також мають можливість ручного регулювання. В деяких випадках застосовуються елеваторні вузли з ручним регулюванням, які є регульованими елеваторами без приладу-регулятора і виконавчого механізму. Переміщення дросельної голки в таких елеваторах здійснюється вручну з використанням спеціального інструмента.

Схема регульованого елеваторного вузла з рейковою передачею подана на рисунку 6.10.

У таких елеваторах блок електронного управління та виконавчий механізм розташовані в одному блоці, що значно спрощує їх монтаж, але ускладнює можливість застосування інших регуляторів.

Регулювання елеватора здійснюється наступним чином: при відхиленні температури води після змішування (подавальний трубопровід внутрішньо-

будинкової системи), датчик температури видає відповідне значення контрольованого параметра на пристрій порівняння блоку управління. У пристрої порівняння сигнал датчика температури порівнюється зі значенням номіналу задавального пристрою, в результаті чого формується сигнал розбіжності, який після посилення передається на виконавчий механізм і керує його роботою. Виконавчий механізм переміщує дросельну голку, змінюючи, тим самим, діаметр отвору конуса елеватора і, як результат, коефіцієнт змішування. Переміщення триває до тих пір, поки значення сигналу датчика і номіналу задавального пристрою не зрівняються і сигнал розбіжності не стане рівним нулю (зникне).

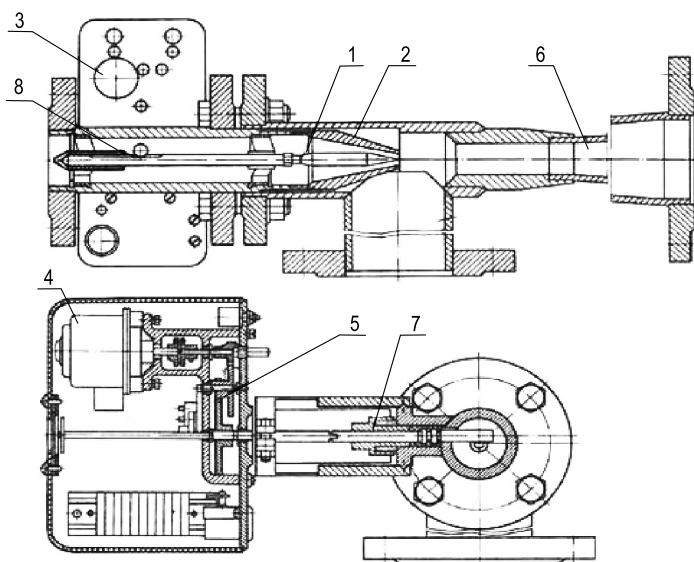


Рисунок 6.10 – Схема моноблочного регульованого елеваторного вузла з електронним регулятором і рейковою передачею:

- 1 – дросельовальна голка; 2 – конусне сопло;
3 – блок управління; 4 – виконавчий механізм; 5 – редуктор;
6 – дифузор; 7 – сальникове ущільнення; 8 – рейкова передача

Загальний вигляд регульованого елеватора з виносним блоком управління і гвинтовою передачею наведено на рисунку 6.11. Від моноблочного цей елеватор відрізняється лише конструктивно. Принципи роботи обох елеваторів однакові, а в багатьох випадках застосовуються одні й ті ж регулятори. Деякою перевагою елеватора з виносним блоком управління є можливість застосування практично будь-яких регуляторів відповідного призначення. Водночас монтаж таких елеваторів вимагає прокладки додаткових кабельних ліній та захисту від перешкод.

У свій час регульовані елеватори не знайшли широкого застосування через відсутність надійних, багатофункціональних і простих у обслуговуванні блоків управління. До нульових років практично єдиним регулятором, що застосовувався в системах теплопостачання, був Р25 різних модифікацій з можливістю контролювати або напругу, або струм. Логічні та математичні функції в таких регуляторах повністю відсутні. Вони відрізнялися низькою стабільністю роботи, складністю налаштування і високими вимогами до кваліфікації обслуговуючого персоналу.

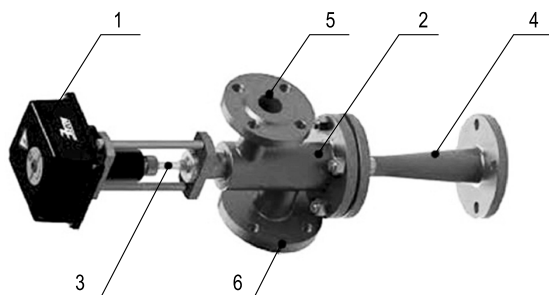


Рисунок 6.11 – Регульований елеватор із виносним блоком управління і гвинтовою передачею:

- 1 – виконавчий механізм;
- 2 – камера всмоктування;
- 3 – хвостовик дросельовальної голки;
- 4 – дифузор;
- 5 – підведення мережевої води;
- 6 – підведення підмішуючої води з зворотного трубопроводу

Зараз наявні регулятори на основі мікроконтролерів, а також наявність практично всього спектру цифрових датчиків дозволяють забезпечити стабільну роботу пристрою протягом усього періоду включення. Це досягається як представленням інформації про контрольовані параметри в цифровому вигляді, так і забезпеченням процесу регулювання програмно-апаратним способом.

Такі системи доволі дешеві, прості в монтажі та експлуатації, і дозволяють:

- виконувати практично будь-які алгоритми управління;
- здійснювати контроль великої кількості параметрів і їх представлення у вигляді таблиць або графіків;
- здійснювати збір і передачу даних через Інтернет, мобільний або радіозв'язок;
- здійснювати обмін даними з іншими регуляторами в мережі, передавати їм або отримувати від них команди і інструкції;
- здійснювати обмін даними, а також налаштування та регулювання дистанційно через проводові та бездротові канали зв'язку.

Застосування регульованих елеваторів дозволяє значно спростити процес налаштування теплових мереж, багаторазово зменшити витрати часу на виконання налагоджувальних робіт, значно підвищити їх якість, забезпечити стабільну та ефективну роботу як внутрішньобудинкових систем опалення, так і зовнішніх теплових мереж.

У випадках, коли неможливо забезпечити стабільні гідравлічні режими, слід застосовувати регульований елеваторний вузол з насосом на перемичці. Теплова схема такого вузла наведена на рисунку 6.12.

При такому підключенні гідравлічний режим роботи елеваторного вузла практично не залежить від гідравлічного режиму роботи зовнішньої мережі. Варто зазначити, що сьогодні для регулювання продуктивності насосів все частіше використовують частотні регулятори обертів, застосування яких значно знижує енергоспоживання насосної установки, підвищує її надійність і полегшує експлуатацію.

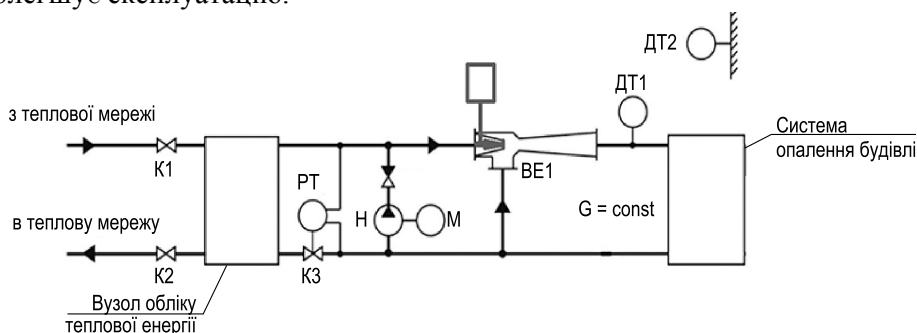


Рисунок 6.12 – Регульований елеваторний вузол з насосом на перемичці:

K1–K3 – засувки; РТ – регулятор тиску; Н – насос;

М – регулятор частоти обертів електродвигуна; БУ – блок управління;

ДТ1 – датчик температури; ДТ2 – датчик температури зовнішнього повітря;

BE1 – регульований елеватор

ІТП з підмішуючими насосами

Установка регульованих підмішуючих насосів в ІТП дає можливість здійснювати постійну подачу теплоносія розрахункових параметрів у внутрішньобудинкову систему опалення протягом всього опалювального періоду, навіть при тимчасових відхиленнях температурного або гідравлічного режимів у підвідних теплових мережах від джерела тепла до ІТП.

Регулювання підмішуючих насосів здійснюється зміною швидкості їх обертання. Саме таку схему підключення ІТП рекомендують діючі ДБН.

Розглядаючи цю схему, потрібно пам'ятати про необхідність постійної, щоденної, цілодобової роботи насосів, що споживають електроенергію. Загалом по всьому району тепlopостачання цей надлишок витрат електроенергії обертається на достатньо значну величину порівняно з витратами електроенергії при установці регульованих елеваторів.

В регульованих елеваторах електроенергія витрачається в незначних кількостях тільки під час їх налаштування.

На рисунку 6.13 показана схема ІТП з підмішуючими насосами.

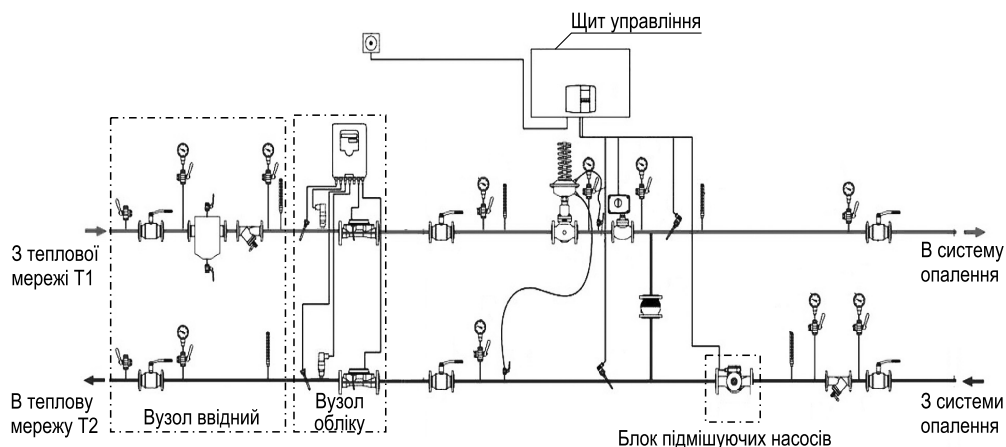


Рисунок 6.13 – Схема ІТП з підмішувачими насосами

ІТП з незалежною схемою підключення до теплових мереж

Незалежна схема підключення ІТП до теплових мереж джерела тепла є найбільш надійною з усіх точок зору.

Головною її перевагою є повна гідравлічна незалежність внутрішньобудинкової системи опалення від режимів підвідної теплової мережі джерела тепла.

Така незалежність повністю виключає будь-яку можливість поширення аварій, витоків, змін якості теплоносія та інших порушень в роботі джерела тепла і теплових мереж від нього на стабільність роботи внутрішньобудинкової системи опалення.

Незалежність зовнішньої та внутрішньої систем досягається за рахунок установки між ними пластинчатого теплообмінника. Тим самим створюються два незалежні контури, в кожному з яких підтримуються свої параметри. Сучасні ІТП з незалежною схемою зазвичай виготовляються підприємствами в блочному виконанні.

На рисунку 6.14 наведена схема блочного ІТП.

Загальний вигляд блочного ІТП показано на рисунку 6.15. Він виготовлений у заводських умовах у блочному виконанні, що значно скорочує час монтажу, мінімізує ймовірність помилок під час збирання та знижує вимоги до кваліфікації монтажного персоналу.

Розглядаючи доцільність використання ІТП з незалежною схемою, варто враховувати, що, за даними окремих підприємств, які вже впровадили такі системи, їхня вартість у рази перевищує вартість ІТП з нерегульованими елеваторами та в 3–5 разів – вартість ІТП з підмішувачими насосами.

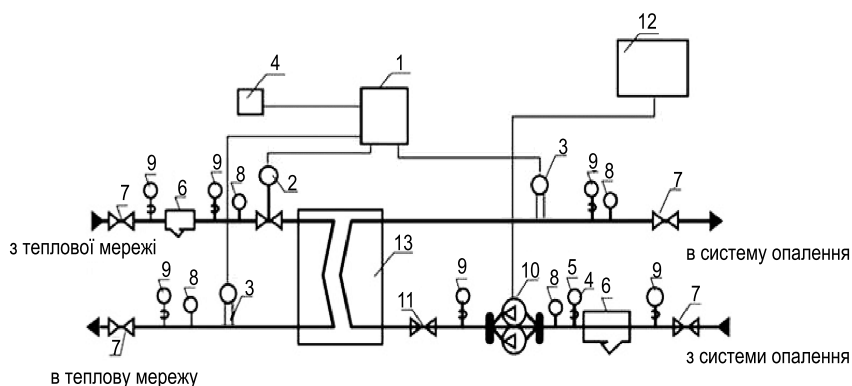


Рисунок 6.14 – Схема блочного ІТП:

1 – контролер; 2 – регулюючий клапан; 3 – датчик температури;
 4 – датчик температури зовнішнього повітря; 5 – реле тиску для захисту насосів від сухого ходу; 6 – фільтр; 7 – запірні арматури; 8 – термометри;
 10 – блок насосів; 11 – зворотний клапан; 12 – блок управління двигунами;
 13 – теплообмінник пластинчастий

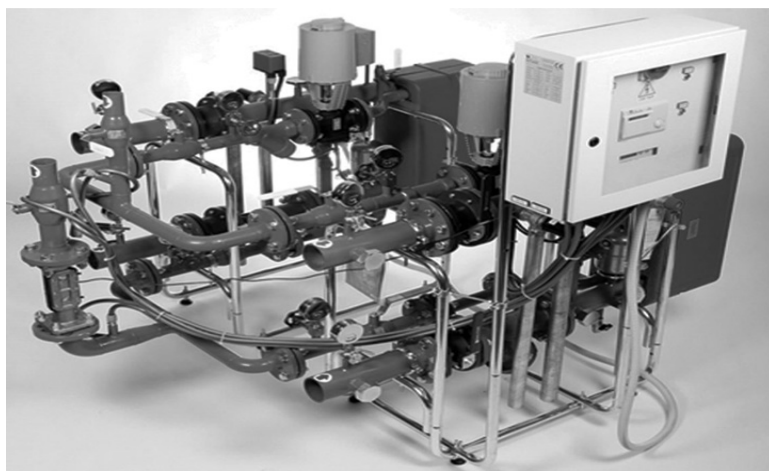


Рисунок 6.15 – Блочний ІТП (зовнішній вигляд)

[URL: <https://aw-therm.com.ua/individualnij-teplovij-punkt-shemi-ta-rishennya>.]

Україна, по своїм фінансовим можливостям, не може дозволити собі масове впровадження блочних ІТП на вводах усіх опалювальних будівель. Очевидно, що такі ІТП потрібно впроваджувати поступово, ґрунтуючись на техніко-економічних та інженерно-технічних розрахунках.

Перш за все, ІТП з незалежними схемами повинні встановлюватися в будівлях підвищеної поверховості, розташованих серед будівель звичайної 5–12-поверхової забудови. Такі ІТП необхідно обов'язково обладнувати там, де цього вимагає п'єзометричний графік даного району теплопостачання.

Нижче в таблиці 6.1 наведені порівняльні характеристики ІТП різної конструкції.

Таблиця 6.1 – Порівняльні характеристики ІТП різної конструкції

Технічні можливості	ІТП	Регульований елеватор з насосом на перемичці	Регульований елеватор	Нерегульований елеватор	Регульована шайба	Нерегульована шайба
Зниження температури теплоносія	+	+	+	+	–	–
Забезпечення розрахункової витрати у внутрішньобудинковій системі	+	+	+	+	–	–
Забезпечення розрахункової витрати з теплової мережі	+	+	+	+	+	+
Можливість автоматичного регулювання	+	+	+	–	+	–
Можливість оперативного ручного регулювання	+	+	+	–	+	–
Можливість повної автоматизації	+	+	+	–	–	–
Можливість незалежного підключення	+	+	+	+	–	–
Складність експлуатації відносно ІТП, %	100	50	40	20	5	1
Надійність відносно ІТП, %	100	130	130	150	180	500
Кошторисна вартість усереднена, тис. грн	850	110	88	18	8	4
Можливість роботи в умовах незабезпеченої гідравліки мереж	+	+	–	–	–	–

Після розгляду таблиці 6.1 варто ще раз звернути увагу на неминучість реконструкції внутрішньобудинкових однотрубних вертикальних систем опалення шляхом заміни їх на двотрубні, горизонтальні з квартирними приладами обліку споживання теплової енергії та відповідною можливістю регулювання тепlopостачання. Причому цю реконструкцію необхідно провести в 80 % будівель України до реконструкції ІТП. Реконструкція ІТП без одночасної модернізації внутрішньобудинкової системи є недоцільною.

За результатами вже досить масштабних реконструкцій ІТП у старих будівлях в Україні, встановлено, що вартість модернізації ІТП є співмірною з витратами на реконструкцію всієї внутрішньобудинкової системи опалення.

7 ТРАНСПОРТУВАННЯ ТЕПЛА. ТЕПЛОВІ МЕРЕЖІ

Сучасні теплові мережі – це базова основа існування будь-якої системи централізованого теплопостачання. Таке твердження беззаперечне, оскільки багаторічне постійне аварійне руйнування теплових мереж в Україні через їх катастрофічну корозію зводить нанівець саму ідею централізованої подачі тепла [1]. Усім у світі вже давно стало очевидно: при відсутності надійних безаварійних теплових мереж централізоване теплопостачання неможливе. Тому будь-які так звані техніко-економічні порівняння централізованих і децентралізованих систем теплопостачання, що показують переваги децентралізації, просто некоректні. Будь-якій об'єктивно мислячій людині очевидно, що порівнювати справну, нову децентралізовану систему з несправною, зношеною та протікаючою централізованою системою – некоректно. Адже жодна людина не порівнюватиме ефективність нового справного автомобіля зі старим, в якому вже давно вийшла з ладу вся трансмісія, що передає обертання двигуна на рух коліс.

Розглядаючи діючі нормативи проєктування, будівництва та експлуатації теплових мереж, слід підкреслити принципову різницю між трубопроводами, по яких постійно циркулює теплоносій з температурою 150 °С і тиском 16 атм, що транспортує тепло від джерела тепла до абонента (споживачів), і трубопроводами, по яких подається гаряча вода з температурою 60 °С і тиском до 6 атм з котельні до змішувальних кранів споживачів.

Принциповими відмінностями між ними є:

1. Трубопроводи працюють зі значною різницею температур, тисків та періодами експлуатації. Зрозуміло, що при такій різниці температури по-різному вирішуються питання компенсації та теплоізоляції.

2. Принципова різниця в корозії та причинах її виникнення. Трубопроводи з теплоносієм для потреб опалення та вентиляції, як правило, руйнуються через зовнішню корозію. Трубопроводи гарячого водопостачання на 90 % руйнуються через внутрішню корозію.

Статистика показує, що співвідношення між пошкодженнями в результаті корозії для трубопроводів теплопостачання на порядок менше, ніж для трубопроводів гарячого водопостачання.

3. Практично всі трубопроводи гарячого водопостачання в колишньому Радянському Союзі та в Україні будувалися з грубим порушенням діючих на той час нормативів, з звичайних чорних труб замість нормативних кольорових металів, покриттів чи пластмас. Звідси й незрівнянні витрати на ремонти цих трубопроводів.

Розглядаючи питання про стан теплових мереж в Україні, слід підкреслити головну відмінність наших діючих теплових мереж від аналогічних за термінами експлуатації теплових мереж європейських та американських країн. Теплові мережі працюють з аварійністю, що на один-два порядки перевищує закордонні [23, 26].

На рисунку 7.1 наочно показано нинішній стан магістральної теплової мережі діаметром 820 мм в існуючому непрохідному каналі. Це фото зроблено під час розкриття старої теплотраси для заміни її на нову безканальну попередньо ізольовану.



Рисунок 7.1 – Існуюча магістральна тепла мережа діаметром 820 мм перед заміною її на нову попередньо ізольовану

Причина такої різниці очевидна. Усі теплові мережі Європи та Америки, починаючи з середини XX століття, виконуються безканальними з попередньо ізольованих сталевих або пластикових труб. Така ж конструкція трубопроводів застосовується при прокладці в прохідних каналах, тунелях або дюкерних переходах.

Канальне прокладання теплових мереж в непрохідних каналах з підвісною, засипною або будь-якою іншою ізоляцією, крім попередньо ізольованих конструкцій, у Європі, США, Канаді заборонено. Усі існуючі старі конструкції в основному вже замінені на попередньо ізольовані.

Тож давно настав час внести до чинних нормативів вимогу про обов'язкове використання нових попередньо ізольованих трубопроводів та

оперативну заміну старих канальних мереж на сучасні. Навіть у нині діючих в Україні державних будівельних нормах це положення до сих пір чітко не прописано.

Конструкція попередньо ізольованих сталевих труб наведена на рисунках 7.2 та 7.3 [56].

У конструкції теплової ізоляції для надземної прокладки застосовується захисний шар у вигляді труби з оцинкованої сталі або алюмінію, тоді як для підземної прокладки використовується поліетиленовий шар. Зовнішній шар з металевої оболонки захищає теплоізоляцію від дощу, снігу, попадання сонячних променів, які можуть призвести до руйнування теплоізоляційного шару.

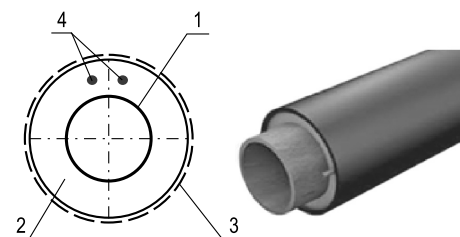


Рисунок 7.2 – Попередньо ізольований трубопровід для підземної прокладки:

- 1 – сталевий трубопровід;
- 2 – пінополіуретанова ізоляція;
- 3 – поліетиленовий захисний шар;
- 4 – проводи аварійної сигналізації

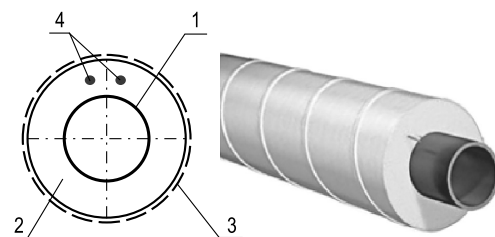


Рисунок 7.3 – Попередньо ізольований трубопровід для надземної прокладки:

- 1 – сталевий трубопровід;
- 2 – пінополіуретанова ізоляція;
- 3 – металевий захисний шар із труби, виконаної з оцинкованої сталі або алюмінію;
- 4 – проводи аварійної сигналізації

Згідно з ДБН В.2.5–39:2008 «Інженерне обладнання будинків і споруд. Зовнішні мережі та споруди. Теплові мережі», визначення категорії трубопроводів, арматури, деталей трубопроводів та іншого обладнання теплових мереж, а також розрахунок міцності та навантажень на опори трубопроводів повинен виконуватись виходячи з максимальних параметрів теплової мережі (тиск, температура). Робочий тиск має прийматися по подавальному трубопроводу, але не менше 1,0 МПа для трубопроводів з діаметром до 500 мм та тепловою потужністю 1 000 МВт, і не менше 1,6 МПа для трубопроводів з діаметром більше 500 мм. Робоча температура також приймається по подавальному трубопроводу.

На сьогоднішній день вітчизняна промисловість виготовляє для потреб теплопостачання попередньо ізольовані сталеві та пластикові труби діаметром від 25 до 1 200 мм.

Нижче на рисунках 7.4–7.11 показані вироби з попередньо ізольованих труб, що виробляються в Україні.



Рисунок 7.4 – Труби
для підземної прокладки



Рисунок 7.5 – Труби
для надземної прокладки

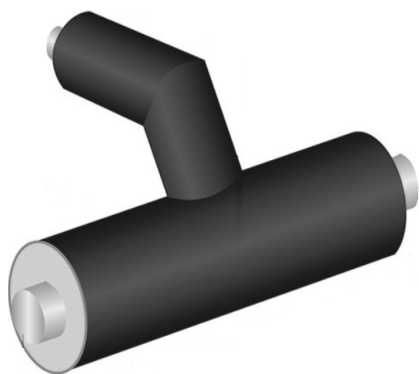


Рисунок 7.6 – Попередньо ізольовані трійники
[URL: <https://oniksltd.com/ua/p248806703-nepodvizhnaya-opora-predizolirovannaya.html>.]

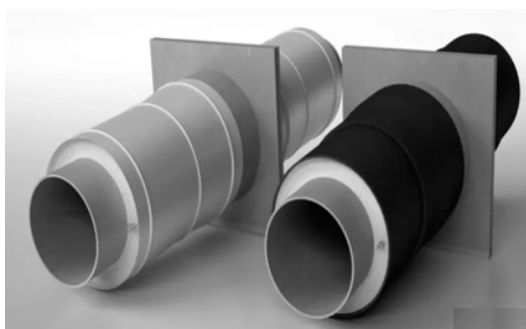


Рисунок 7.7 – Попередньо ізольовані нерухомі опори трубопроводів
[URL: <https://oniksltd.com/ua/p248806703-nepodvizhnaya-opora-predizolirovannaya.html>.]

Основними українськими виробниками попередньо ізольованих труб для діючих теплових мереж з температурою до 150 °С і тиском до 1,6 МПа

вже більше двадцяти років є компанії міста Львова (корпорація «ЕНЕРГОРЕСУРС-ІНВЕСТ»), міста Києва (ТОВ «Перший трубний завод»), міста Харкова (фірма «Онікс» ЛТД у формі ТОВ), міста Дніпра (БК «САНТЕХМОНТАЖ») та інших міст.

Вибір типу конструкції – це справа проєктувальника та замовника. Варто наголосити про важливість правильного вибору конструкцій труб, ґрунтуючись не лише на рекламі фірм-виготовлювачів, але й на досвіді експлуатації, логістиці та інших об’єктивних факторах.



Рисунок 7.8 – Попередньо ізольовані фасонні вироби для підземної та наземної прокладки
[URL: <https://oniksltd.com/ua/p248806703-nepodvizhnaya-opora-predizolirovannaya.html>.]



Рисунок 7.9 – Попередньо ізольовані відводи для наземної прокладки
[URL: <https://oniksltd.com/ua/p248798962-otvody-izolirovannye-spiro.html>.]



Рисунок 7.10 – Попередньо ізольована запірна арматура для підземної прокладки
[URL: <https://energoresurs-teplo.com.ua/ua/teploizolirovanietrubi.html>.]

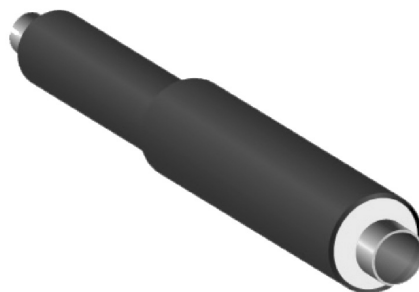


Рисунок 7.11 – Попередньо ізольований перехід для підземної прокладки
[URL: <https://energoresurs-teplo.com.ua/ua/teploizolirovanietrubi.html>.]

Однією з ключових переваг попередньо ізольованих конструкцій є наявність контрольних провідників. Вони забезпечують постійний моніторинг стану підземних і надземних трубопроводів, що можливо лише за умови наявності в кожній диспетчерській тепломережі спеціальних електрифікованих мнемосхем. Ці мнемосхеми точно відображають конфігурацію обслуговуваних теплотрас. У разі пориву теплотраси або намокання теплоізоляції на мнемосхемі загоряється «точка пориву» (аварії).

Дуже важливим для надійної роботи всієї попередньо ізольованої системи теплопроводів є непорушне правило: всі фасонні частини та арматура новопрокладеної або капітально відремонтованої теплотраси повинні бути теплогідроізольовані (попередньо ізольовані), як і основна труба.

Прокладка теплових мереж здійснюється двома основними способами: відкритим (надземним) і закритим (підземним).

До переваг відкритого способу прокладки теплових мереж відносяться:

- менші витрати на спорудження та експлуатацію;
- своєчасне виявлення аварій і витоків;
- прискорення та спрощення виконання ремонтних і профілактичних робіт.

До переваг закритого способу прокладки теплових мереж відносяться:

- повна відповідність архітектурним вимогам;
- вирішення проблем перетину з іншими надземними комунікаціями.

Надземну прокладку теплових мереж можна здійснювати таким чином:

- на низьких опорах (столиках);
- на високих опорах (стійках);
- на естакадах;
- на стінах будівель.

Теплові мережі, незалежно від способу прокладки, не повинні проходити через території кладовищ, смітників, скотомогильників, місць поховання радіоактивних відходів, сільськогосподарських полів зрошення, полів фільтрації та інших ділянок, що становлять загрозу хімічного, біологічного і радіоактивного забруднення теплоносія; не повинні проходити через території дитячих ігрових та спортивних майданчиків, пішохідних доріжок, садово-паркової зони лікувальних установ.

Підземна прокладка попередньо ізольованих теплових мереж

Підземна прокладка попередньо ізольованих труб здійснюється безпосередньо в ґрунт на нормовану глибину. Труби укладаються на піщану подушку.

Окремі деталі трубопроводів з'єднуються між собою за допомогою зварювання, шов між деталями та трубопроводами заливається робочою масою та покривається відповідним зовнішнім покриттям.

Для зручності виконання робіт фірми-виготовлювачі постачають спеціальні з'єднувальні пакети.

На рисунках 7.12–7.16 показана прокладка трубопроводів.



Рисунок 7.12 – Фото нової попередньо ізольованої теплотраси в процесі монтажу



Рисунок 7.13 – Стикування відводу і прямого ділянки труби



Рисунок 7.14 – Попередньо ізольовані нерухомі
опори для підземної прокладки



Рисунок 7.15 – Зварювання з'єднань трубопроводів теплотраси



Рисунок 7.16 – Муфтування з'єднань трубопроводів теплотраси

Існуюча прокладка в непрохідних каналах на сьогодні є найпоширенішим способом в діючих теплових мережах. Непрохідні канали виконувалися з збірних залізобетонних виробів, що по конструктивних рішеннях діляться на три типи: КЛ, КЛп, КЛс. Ще більш старі канали виконані з цегляними стінками та перекриттям з залізобетонних плит.

При прокладанні нових попередньо ізольованих труб в існуючих непрохідних каналах необхідно засипати канал піском до рівня труб і на цю піщану основу укладати трубопроводи.

Як правило, канали не варто закривати плитами чи лотками для забезпечення можливості доступу до трубопроводів при виконанні ремонтних робіт. Укладені на пісок трубопроводи слід далі засипати піском не менше ніж на 150 мм над ними, а потім засипка траншеї здійснюється ґрунтом.

Закривати старі канали плитами після укладання в них нових попередньо ізольованих труб потрібно лише на ділянках, вказаних проєктом.

Дозволяється перетин тепловою мережею житлових і громадських будівель транзитними водяними тепловими мережами з діаметром трубопроводів до 300 мм включно за умови прокладання мереж в технічних підвалах, повністю ізольованих від житлових приміщень, і тунелях (висотою не менше 1,8 м) з обладнанням дренажного колодязя в нижній точці на виході з будівлі.

У вигляді винятку допускається перетин транзитними водяними тепловими мережами діаметром 400–600 мм, $P_y \leq 1,6$ МПа житлових і громадських будівель, якщо прокладання здійснюється в прохідних монолітних залізобетонних каналах з посиленою гідроізоляцією або в прохідних тунелях для забезпечення доступу для обслуговування та ремонту. Кінці каналу повинні виходити за межі будівлі не менше ніж на 5 м.

У зоні опалювальних пішохідних переходів, зокрема сумісних з входами в метрополітен, прокладку теплових мереж слід здійснювати в монолітному прохідному залізобетонному каналі, що виходить на 5 м за габарити переходів.

Перетин транзитними тепловими мережами будівель і споруд дитячих дошкільних, шкільних та лікувально-профілактичних установ не допускається. Прокладка теплових мереж по території зазначених установ дозволяється тільки підземна в монолітних залізобетонних каналах з посиленою гідроізоляцією. При цьому обладнання вентиляційних шахт, люків і виходів з каналів на території установи не допускається, запірну арматуру слід встановлювати за межами вказаної території.

Підземну прокладку теплової мережі допускається приймати спільно з іншими інженерними мережами:

1. У каналах: з водопроводом, трубопроводами стисненого повітря тиском до 1,6 МПа, мазутопроводами, контрольними кабелями, призначеними для обслуговування теплових мереж.

2. У тунелях: з водопроводами діаметром до 500 мм, кабелями зв'язку, силовими кабелями напругою до 10 кВт, трубопроводами стисненого повітря тиском не більше 1,6 МПа, трубопроводами напірної каналізації. Прокладка трубопроводів теплових мереж в каналах і тунелях з іншими інженерними мережами, окрім зазначених, не допускається.

Прокладку трубопроводів теплових мереж слід здійснювати в одному ряду або над іншими трубопроводами інженерних мереж.

У місцях перетину при підземній прокладці теплових мереж з газопроводами не допускається проходження газопроводів через будівельні конструкції камер, непрохідних каналів і тунелів.

Найважливішим питанням прокладки підземних теплових мереж є перетин їх з іншими інженерними комунікаціями.

Конструктивний спосіб вирішення перетину теплової мережі з наземними або підземними спорудами визначається особливостями місцевих умов. Якщо допускається тимчасова перерва в роботі будівництва на період облаштування перетину, то можна вести прокладку відкритим способом. В іншому випадку перетин закритим способом може здійснюватися в футлярі, щитковій проходці або в дюкері.

Діаметри сталевих або залізобетонних футлярів приймаються на 100–200 мм більше діаметрів труб з теплоізоляцією. Прокладка в футлярі в залежності від діаметра труб здійснюється методами проколу (якщо діаметр футляра не перевищує 450–500 мм) або продавлювання (якщо діаметр футляра становить від 800 до 1400 мм).

Довжину футлярів в місцях перетину, як правило, приймають на 3 м більше розміру споруди, що перетинається, в кожную сторону, включаючи споруди земляного полотна залізничних і автомобільних доріг.

При прокладці теплових мереж у футлярах слід виконувати антикорозійну захисту труб теплових мереж і футлярів. В місцях перетину електрифікованих залізничних шляхів і трамвайних шляхів слід виконувати електрохімічний захист.

При наявності футляра мінімальна глибина прокладки трубопроводу приймається до верху футляра, а не до теплоізоляції.

При перетині автомобільних доріг, трамвайних шляхів при безканальній прокладці теплових мереж необхідно передбачати футляри.

Допускається безканальна (безфутлярна) прокладка попередньо ізольованих трубопроводів вздовж і поперек проїжджої частини міських вулиць різного призначення за умови обов'язкового влаштування системи аварійної сигналізації і виконання розрахунків на міцність з урахуванням дії постійних і тимчасових навантажень.

В місцях перетину газопроводів слід влаштовувати футляри на трубопроводах водопроводу, каналізації, дощової каналізації та газопроводу

довжиною 3 м з обох сторін від краю будівельної конструкції каналу. На футлярах варто виконувати захисне покриття від корозії.

В місцях перетину теплових мереж при їх підземній прокладці в каналах або тунелях з газопроводами на теплових мережах на відстані не більше 15 м з обох сторін від газопроводу слід встановлювати обладнання для відбору проби на витік газу.

Надземна прокладка попередньо ізольованих теплових мереж

Як було сказано раніше, в містах та інших населених пунктах зазвичай виконують підземну прокладку теплових мереж (безканальну з попередньо ізольованих трубних секцій, в каналах, в тунелях спільно або окремо з іншими інженерними мережами). При обґрунтуванні допускається надземна прокладка теплових мереж.

В основному надземна прокладка (рис. 7.17–7.20) використовується за межами населених пунктів, на території, не підлягаючій забудові або на території промислових підприємств. Надземна прокладка теплових мереж по насипу автомобільних доріг загального користування I, II і III категорій не допускається.



Рисунок 7.17 – Попередньо ізольовані труби

Для надземної прокладки використовують залізобетонні або металеві конструкції і щогли. Пролітні конструкції для естакад використовують металеві. Будівельні конструкції можуть бути одноярусними, двоярусними і багатоярусними. Прокладка на окремо розташованих опорах (на високих і низьких) і щоглах використовується при невеликій кількості труб від 2 до 4.

Існують типові конструкції окремо розташованих низьких і високих опор з залізобетонних конструкцій. Вони виконуються у вигляді Т-подібної опори

або рами у вигляді П-подібної опори. Для зменшення кількості опор трубопроводи великого діаметра використовують як тримальну конструкцію для прокладки або підвішують на них трубопроводи малого діаметра. При прокладці трубопроводів на низьких опорах відстань між низом теплоізоляційної конструкції і поверхнею землі не повинно бути менше 0,35 м, якщо ширина всіх труб до 1,5 м, і не менше 0,5 м, якщо ширина труб більше 5 м.

Прокладка на естакадах є найдорожчим варіантом з надземних способів прокладки. Тому її доцільно використовувати при прокладці великої кількості трубопроводів (не менше 5), а також, якщо регулярно необхідно здійснювати над ними нагляд.



Рисунок 7.18 – Попередньо ізольовані П-подібні компенсатори для надземної прокладки
[URL: <https://metallukraine.com.ua/ua/p1430390690-trubapredizolirovannaya-spiro.html>.]



Рисунок 7.19 – Надземна прокладка теплотраси над проїздами в промзоні. Праворуч показаний вузол підключення абонента.

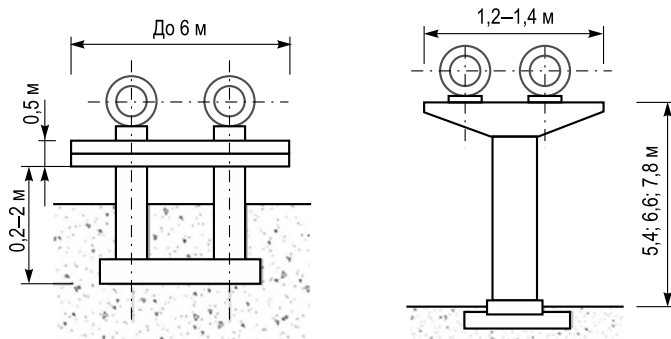


Рисунок 7.20 – Надземна прокладка теплотраси на високих стандартних Т-подібних залізобетонних опорах

Один з найбільш поширених способів надземної прокладки – це прокладка теплових мереж на кронштейнах по стінах будівель. Але це в основному застосовується на територіях промислових підприємств. При значних навантаженнях від прокладки трубопроводів на кронштейнах слід виконувати розрахунок загальної стійкості будівельних конструкцій.

Опори трубопроводів теплових мереж

Залежно від призначення всі опорні конструкції теплових мереж поділяються на дві категорії – рухомі і нерухомі.

Рухомі опори

Рухомі опори призначені для поглинання вертикальних навантажень, що виникають від ваги трубопроводу, теплоносія і запірної арматури, а також для забезпечення вільного горизонтального переміщення.

Вони можуть бути:

- ковзаючими (рис. 7.21);
- котковими (рис. 7.22);
- роликowymi (рис. 7.23);
- шариковими (рис. 7.24);
- підвісними (з пружиною або без неї) (рис. 7.25, 7.26).

Ковзаючі опори підходять для будь-яких напрямків переміщення трубопроводів і всіх діаметрів труб. Вони мають просту конструкцію, надійні та дешеві. Їхнім недоліком є великий опір переміщенню трубопроводу через силу тертя.

При підземній прокладці попередньо ізольованих трубопроводів, рухома опора, показана на рисунку 7.21, може застосовуватись лише як виняток у місцях, спеціально вказаних у проєкті.

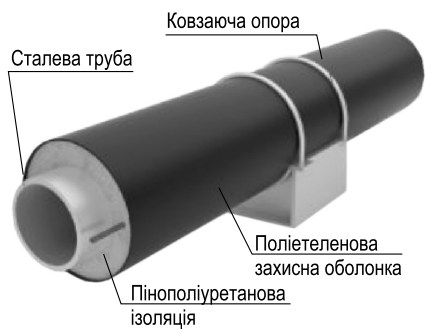


Рисунок 7.21 – Ковзаюча рухома опора

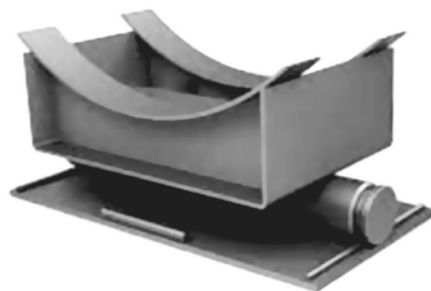


Рисунок 7.22 – Коткова рухома опора



Рисунок 7.23 – Роликова рухома опора



Рисунок 7.24 – Шарикова рухома опора



Рисунок 7.25 – Підвісна з пружиною рухома опора



Рисунок 7.26 – Підвісна без пружини рухома опора

Загальне використання рухомих опор для попередньо ізолюваної підземної прокладки труб при заміні існуючої тепломережі в каналах суперечить самому принципу роботи попередньо ізолюваної труби в ґрунті.

Згідно з рекомендаціями, при реконструкції існуючих підземних каналних тепломереж і заміні їх на безканалну попередньо ізолювану прокладку, канал має бути повністю засипаний піском, і труба повинна повністю розташовуватись у піску, а не «провисати» між рухомими опорами.

Коткові та роликові опори застосовуються для опори труб з умовним діаметром не менше 175 мм при наявності осьового переміщення і при прокладці в тунелях, колекторах, на кронштейнах та окремо розташованих опорах і естакадах. Реакція коткової опори менша за реакцію ковзаючої опори, оскільки тертя кочення менше тертя ковзання.

Перевагою є низький рівень опору переміщенню трубопроводу. Недоліком коткових опор є можливість заклинювання при відсутності обслуговування і поперечних переміщень труб. Недоліком роликових опор є можливість руйнування цапфи.

Шарикові опори застосовуються для труб з умовним діаметром не менше 175 мм при їх поперечному переміщенні (під кутом до осі траси) і прокладці в тунелях, колекторах, на кронштейнах та окремо розташованих опорах. Їх перевагою є можливість застосування при будь-яких переміщеннях трубопроводів. Недоліком шарикових опор є те, що вони коштують дорожче за вище згадані.

Підвісні пружинні опори застосовують для труб з умовним діаметром не менше 150 мм при їх вертикальному переміщенні. Підвісні жорсткі опори застосовуються при надземній прокладці трубопроводів з гнучкими компенсаторами та на ділянках самокомпенсації при умовних діаметрах трубопроводів від 25 мм до 600 мм. Перевагою таких опор є мінімальний рівень опору при малих переміщеннях трубопроводів. Недоліком є необхідність вертикального габариту для розміщення опори і її кріплення.

Нерухомі опори

Нерухомі опори призначені для закріплення на місцевості окремих точок трубопроводів і розподілу тепломережі на ділянки, незалежні по температурним деформаціям і зусиллям (рис. 7.27).

Нерухома опора сприймає як горизонтальні зусилля від термічних і внутрішніх напружень, а також реакції компенсаторів на ділянці між нею і сусідніми нерухомими опорами, так і вертикальні зусилля від ваги трубопроводу разом із теплоносієм та запірною арматурою на ділянці між нею і рухомими опорами.



Рисунок 7.27 – Бетонування нерухомої опори

Залежно від конфігурації тепломережі нерухомі опори можуть бути розвантаженими (рис. 7.28, 7.29) і навантаженими (рис. 7.30). Розвантаженими називають опори з рівними зусиллями з обох боків.



Рисунок 7.28 – Розвантажена опора

Навантажена опора, відповідно, випробовує нерівні зусилля з обох боків. Під час проєктування тепломереж необхідно намагатися максимально розвантажити нерухомі опори.

Залежно від способу з'єднання труби з тримальною конструкцією нерухомої опори, вони поділяються на лобові, бокові, щитові, хомутові та бугельні. Лобові опори рекомендується застосовувати в камерах, прохідних і напівпрохідних каналах при зовнішніх діаметрах труб понад 108 мм. Щитові опори використовуються в камерах, непрохідних каналах та при безканалній прокладці зовнішніх діаметрів труб більше 108 мм.



Рисунок 7.29 – Тримальні конструкції нерухомих розвантажених опор у ґрунті



Рисунок 7.30 – Устрій навантаженої посиленої нерухокої опори на діаметрі 820 мм:

1 – теплова камера; 2 – нерухома опора; 3 – якір нерухокої опори

Хомутові опори застосовуються, як правило, для закріплення труб на балках, кронштейнах (в разі прокладки трубопроводів по стінах будівель) при зовнішніх діаметрах труб від 32 мм до 1 020 мм. Бугельні опори використовуються в тих самих випадках, що й хомутові опори, при зовнішніх діаметрах труб від 377 мм до 1 420 мм.

Усі зазначені конструкції нерухомих опор (рис. 7.31–7.33) розроблялися і застосовуються при прокладанні сталевих трубопроводів. Прокладка сучасних неметалевих попередньо ізольованих труб вимагає від проєктувальників творчого підходу із застосуванням накопленого зарубіжного та вітчизняного досвіду.

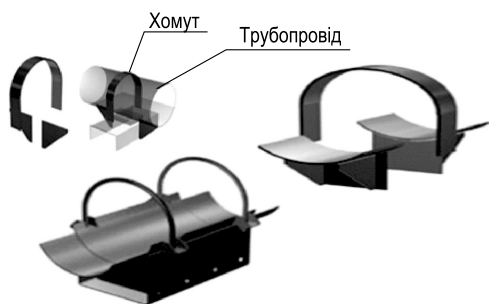


Рисунок 7.31 – Нерухомі хомутові опори

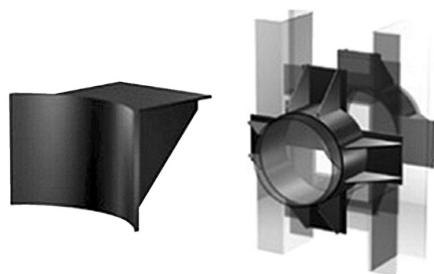


Рисунок 7.32 – Нерухомі лобові опори

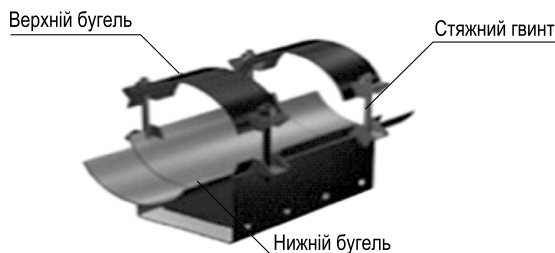


Рисунок 7.33 – Нерухома бугельна опора

Компенсація температурних подовжень теплових мереж

Як відомо, метал при підвищенні температури розширюється, тому всі сталеві трубопроводи теплових мереж змінюють свою довжину в міру зміни температури теплоносія. Ці температурні подовження призводять до виникнення великих зусиль на нерухомі опори. Для компенсації цих зусиль використовуються різні типи компенсаторів.

При прокладанні теплових мереж застосовуються природні та штучні Г-, П- та Z-подібні компенсатори температурних подовжень.

Прокладання трубопроводів з використанням Г-, П- та Z-подібних компенсаторів доцільно застосовувати переважно для трубопроводів малого діаметра.

Розглядаючи далі можливості застосування різних видів компенсаторів, варто насамперед пам'ятати, що всі нижче наведені конструкції розроблялися і продовжують застосовуватись для каналної прокладки сталевих трубопроводів.

Масове впровадження в практику зарубіжного та вітчизняного теплопостачання попередньо ізольованих сталевих і, тим більше, пластикових труб вимагає від проєктувальників творчого підходу з використанням усіх можливостей самокомпенсації, з урахуванням робочих температур теплоносіїв.

Сальниковий компенсатор

Сальниковий компенсатор (рис. 7.34) використовують при каналній прокладці теплових мереж і встановлюють у теплофікаційних камерах, що потребують обслуговування [56].

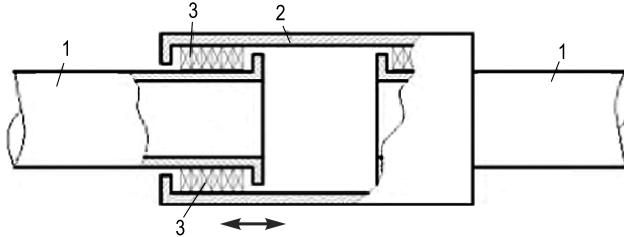


Рисунок 7.34 – Сальниковий компенсатор:
1 – трубопровід; 2 – стакан сальникового компенсатора;
3 – набивка компенсатора

Сильфонний компенсатор

Сильфонні компенсатори (рис. 7.35) використовуються при без-каналній прокладці [56].

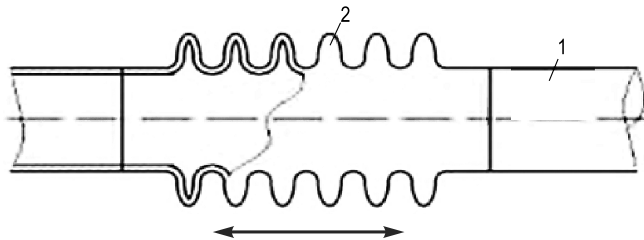


Рисунок 7.35 – Сильфонний компенсатор:
1 – трубопровід; 2 – металева гофра

Вузли приєднання теплофікаційні

При підземній прокладці вузол трубопроводів будують у вигляді теплової камери, розміри якої залежать від кількості і діаметрів трубопроводів, товщини теплоізоляції та відстаней до захисних оболонок і сусідніх теплоізованих елементів [1]. Теплові камери виготовляються з різних кладок або залізобетону, з перекриттями із залізобетону. Підлога камери бетонна з дренажним приймальником. Кількість люків в камері нормується, але їх має бути не менше двох.

Далі показано процес будівництва (7.36–7.39) та загальний вигляд (рис. 7.40, 7.41) теплофікаційних вузлів приєднання попередньо ізольованих трубопроводів.



Рисунок 7.36 – Фрагмент залізобетонної теплової камери перед засипкою ґрунтом



Рисунок 7.37 – Фрагмент підземної теплової камери в ґрунті

У випадку надземної прокладки на високих опорах, вузли трубопроводів розміщують на стаціонарних майданчиках обслуговування, які повинні бути огорожені і мати сходи з кутом нахилу більше 75 градусів або висотою більше 3 м. Щоб запобігти ковзанню персоналу, підлога майданчика і сходи можуть бути виконані з матеріалу, що запобігає ковзанню. У разі розташування майданчика на висоті 5 м і більше, сходи повинні мати проміжні майданчики.



Рисунок 7.38 – Фрагмент теплофікаційного вузла приєднання



Рисунок 7.39 – Фрагмент монтажу арматури при підземній безканалній прокладці



Рисунок 7.40 – Теплофікаційний вузол приєднання
при надземній прокладці



Рисунок 7.41 – Теплофікаційний вузол приєднання при надземній прокладці

Майданчик обслуговування, як правило, виконується прямокутної форми, опирається на колони, виконані зі сталевого профілю (двотавр, швелер). Розміри майданчика, так само як і теплової камери, визначаються в залежності від кількості трубопроводів, зовнішніх діаметрів теплоізоляційних конструкцій труб, діаметрів самих труб і товщини теплоізоляційних шарів, відстаней між трубопровідними конструкціями на просвіт, а також наявності, конструкції і розмірів запірної арматури.

У випадку надземної прокладки на високих опорах вузли трубопроводів облаштовуються на стаціонарних майданчиках обслуговування, якщо їх рівень розташування перевищує 2,5 м. Кожен з таких майданчиків повинен мати огороження по зовнішньому периметру для запобігання падінню з висоти обслуговуючого персоналу. Також огороження з обох сторін повинні мати сходи з кутом нахилу більше 75 градусів або висотою більше 3 м. Решіткова конструкція підлоги майданчика і сходи сходів зменшує ймовірність ковзання персоналу під час обледеніння. У разі розташування майданчика обслуговування на рівні 5 м і більше сходи виконують з проміжними майданчиками.

Площадку обслуговування зазвичай виконують прямокутної форми, спираючи її на колони, виконані з сталевого профілю (двотавр, швелер). Розмір площадки, як і теплової камери, визначається в залежності від кількості трубопроводів, зовнішніх діаметрів теплоізоляційних конструкцій труб, що складаються з діаметрів самих труб і товщини теплоізоляційних шарів, відстаней між трубопровідними конструкціями на просвіт, а також наявності, конструкції та розмірів запірної арматури.

Запірна арматура теплових мереж

Запірна арматура передбачається:

- на виході з джерела тепла, незалежно від параметрів теплоносія і діаметрів трубопроводів;
- на трубопроводах водяних теплових мереж діаметром 100 мм і більше, на відстані не більше 1 000 м один від одного, з влаштуванням перемичок між подавальними і зворотними трубопроводами для секціонування теплових мереж. При цьому діаметр перемички має бути не менше 0,3 діаметра трубопроводу теплових мереж, але не менше 50 мм, на перемичці встановлюється запірна арматура, до і після запірної арматури передбачаються контрольні спускні вентиля діаметром 25 мм. Дозволяється збільшення відстані між секційними вузлами для труб з діаметром 400–500 мм до 1 500 м, для труб з діаметром понад 600 мм до 3 000 м, а при надземній прокладці для труб з діаметром понад 900 мм до 5 000 м. На парових теплових мережах і на конденсатопроводах запірну арматуру для секціонування вузлів не обов'язково встановлювати;
- на вузлах відгалужень розподільчих трубопроводів, а також відгалуженнях до будівель;
- на вводах в теплові пункти.

Запірна арматура діаметром 500 мм і більше повинна бути з електроприводом. При підземній прокладці запірна арматура з електроприводом повинна розміщуватись у камерах з надземними павільйонами або в камерах, які мають природну вентиляцію, що забезпечує параметри повітря для роботи електроприводів обладнання. При надземній прокладці запірна арматура з електроприводами повинна розміщуватись у павільйонах або мати захист від доступу сторонніх осіб та потрапляння атмосферних опадів. Запірна арматура з діаметром більше 300 мм повинна бути з редуктором.

Для запірної арматури в водяних теплових мережах діаметром 500 мм і більше, та з тиском 1,6 МПа і більше або з діаметром 300 мм і більше, і з тиском понад 2,5 МПа, а також на паропроводах діаметром 200 мм і більше і тиском понад 1,6 МПа, необхідно передбачати байпаси (обвідні лінії) з встановленою на них запірною арматурою.

На виході з джерела теплопостачання, у теплових мережах, а також на вводах до теплових пунктів, як правило, необхідно встановлювати запірну арматуру зі сталі. За умов, коли температура теплоносія не перевищує 200 °С, допустимо застосовувати запірну арматуру з латуні або бронзи.

Для теплових мереж слід застосовувати фланцеву, зварну або муфтову арматуру. Для теплових мереж повинна використовуватись переважно арматура «кульового» типу.

Арматуру для секціонування вузлів при підземній прокладці варто передбачати в камерах або павільйонах, у місцях, доступних для обслуговування. Використовувати запірну арматуру як регулювальну заборонено.

Контрольно-вимірювальна арматура теплових мереж

Для встановлення контрольно-вимірювальних приладів використовують триходові крани. Встановлення кульових кранів або вентилів під манометри – заборонено. Конструкція триходового крана дозволяє спустити повітря з-під манометра, а також передбачає можливість встановлення контрольного манометра.

Пристрої дренажу та спуску повітря теплових мереж

У нижніх точках трубопроводів водяних теплових мереж та конденсатопроводів, а також секційних ділянках трубопроводів повинні бути передбачені пристрої для спуску води (дренажі). Розрахунок діаметра спускних пристроїв проводять з часу дренажу трубопроводу. Наприклад, для трубопроводів з діаметром до 300 мм час дренажу має складати не більше 2 годин; при діаметрах 350–500 мм час дренажу має складати не більше 4 годин; понад 600 мм час дренажу має складати не більше 5 годин.

Крім того, дренажі передбачаються на прямолінійних ділянках трубопроводів через кожні 400–500 м при попутному ухилі, і через кожні 200–300 м при зустрічному ухилі.

Спуск води проводять з кожного трубопроводу окремо, з розривом струменя в дренажні приямки, з подальшим спуском у відстійні колодязі. Далі з відстійних колодязів самотічно або насосами в дощову каналізацію.

При цьому температура води не повинна перевищувати 40 °С. Спуск води безпосередньо в камери теплових мереж або на поверхню землі – не допускається.

Верхні точки теплових мереж передбачають установку штуцерів з запірною арматурою для випуску повітря. В запірну арматуру встановлюють автоматичний повітровідвідник. Діаметр штуцера і запірної арматури вибирають виходячи з діаметра трубопроводу, наприклад: діаметр трубопроводу до 75 мм – повітровідвідник Ду 15 мм; 75–250 мм – 50 мм; 300–400 мм – 80 мм тощо.

8 П'ЕЗОМЕТРИЧНИЙ ГРАФІК. НАСОСНІ ТЕПЛОРозПОДІЛЬЧІ СТАНЦІЇ (ТРС). БОЙЛЕРНІ ГАРЯЧОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ

Насосні станції на теплотрасах – це зазвичай окремо розташовані споруди, призначені для перекачування теплоносія.

Насосні станції зазвичай розташовуються на протяжних багато-кілометрових магістралях між джерелами тепла і вузловими теплофікаційними камерами або теплопередавальними станціями. Підвищувальні насоси можуть бути встановлені як на подавальних, так і на зворотних магістралях.

Іноді в літературних джерелах або в розмовах зустрічається вираз «понижувальні» насоси. Звичайно ж, у теплових мережах ніяких понижувальних тиску насосів фізично бути не може. Вираз «понижувальні» характеризує насоси, які встановлюються на зворотній магістралі і, підвищуючи тиск у ній, відносно рельєфу місцевості зменшують висоту стовпа рідини (тиск) у своїй зоні дії теплотраси.

Установлення підкачувальних (підтримують рівень статичного тиску) насосів уздовж траси теплової мережі підвищує загальний напір у системі, що сприяє кращій циркуляції теплоносія.

Крім того, такі насоси дають змогу збільшити пропускну здатність існуючої системи теплопостачання.

Для вирішення питання про необхідність установки насосних станцій, їхнє призначення та параметрів потрібно побудувати п'єзометричний графік.

На рисунку 8.1 наведено приклад п'єзометричного графіка. П'єзометричний графік теплової мережі або графік п'єзометричних напорів будується з метою узгодження тисків у різних точках системи з профілем місцевості та геометричними розмірами об'єктів теплопостачання. Зручність використання п'єзометричного графіка полягає в тому, що на ньому основні компоненти системи теплопостачання (споживачі, трубопроводи, джерело), рівень землі та тиск теплоносія в трубопроводах відображаються в одних і тих самих одиницях вимірювання – метрах, що дозволяє легше та точніше узгоджувати режими роботи системи з особливостями геометрії її складових.

По п'єзометричному графіку підбираються основні насоси систем: на джерелах тепла – мережеві (циркуляційні) і підкачувальні, на насосних станціях – різні підвищувальні.

Статичний режим встановлюється в системі при зупинці мережевих насосів. В статичному стані при відсутності руху теплоносія немає і його

втрат тиску. Установлений статичний напір однаковий для всіх точок системи. Ця однаковість є одним із проявів закону сполучених судин.

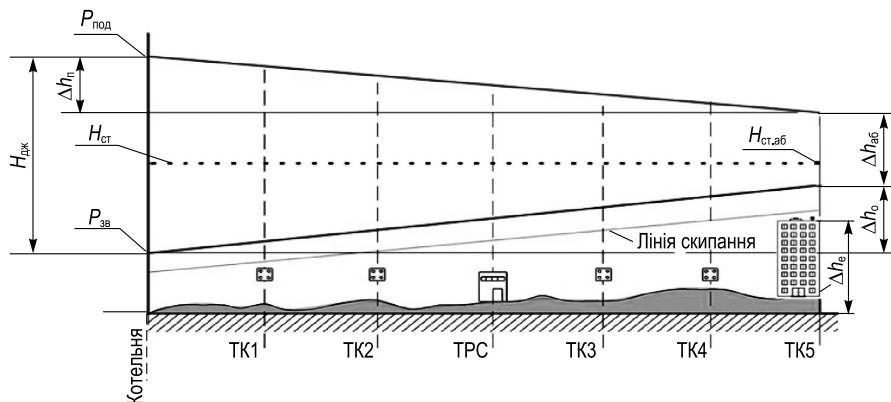


Рисунок 8.1 – Приклад п’єзометричного графіка:

$H_{дж}$ – наявний напір на джерелі; $\Delta h_{аб}$ – наявний напір на ввіді в будівлю;
 $H_{ст}$ – рівень статичного напору на джерелі; $H_{ст,аб}$ – рівень статичного напору у абонента; Δh_o – втрати напору обладнання і трубопроводів самого джерела;
 ТК1–ТК5 – теплофікаційна камера приєднання абонента; ТРС – теплорозподільча станція; Δh_p – втрати напору абонентом (наявний тиск) в абонента; $P_{под}$ – втрати напору в подавальній магістралі; $P_{зв}$ – втрати напору в зворотній магістралі;
 Δh_e – висота найвищої будівлі в найвищій точці

Примітка. Наявний напір на ввіді в будівлю зазвичай приймається від 12 до 15 м для старих внутрішньобудинкових систем опалення з ІТП, оснащених елеватором. У разі оснащення ІТП сучасними підмішувальними насосами з автоматикою наявний напір може знижуватися до 5 м.

В динамічному режимі через рух теплоносія його тиск постійно втрачається в напрямку руху. Найбільший тиск (напір) буде на виході з мережевого насоса, а найменший – на вході в нього.

Окрім двох основних режимів за допомогою п’єзометричного графіка можуть також аналізуватися динамічні режими з різними значеннями витрат теплоносія та статичні режими з різними рівнями статичних напорів у різні періоди року (зимовий, літній, перехідний).

Оскільки в статичному режимі через відсутність руху теплоносія втрати тиску відсутні і напір в усіх точках системи однаковий, лінії статичного напору будуються одразу для обох магістралей – подавальної та зворотної.

Лінію статичного напору або постійний статичний рівень розташовують таким чином, щоб не порушувати два основних обмеження для статичного режиму:

- статичний напір не повинен бути меншим, ніж мінімальний напір, який приймається з умови забезпечення відсутності вакууму в будь-якій

точці системи, що гарантується розташуванням лінії напору вище будь-якої точки системи теплопостачання або підключених до неї споживачів;

- статичний напір не повинен перевищувати межу міцності будь-якого елемента системи, включаючи підключених абонентів.

При побудові графіка дотримання обмежувальних умов зручно відстежувати за допомогою обмежувальних ліній мінімальних і максимальних напорів.

З урахуванням запасу в 5 м, лінія мінімального статичного напору будується шляхом з'єднання точок, вище верхніх точок абонентів (внутрішньо-будинкових систем опалення) на 5 м. Лінія максимального статичного напору будується шляхом з'єднання точок, вище нижніх точок абонентів (внутрішньо-будинкових систем) на 55 м, оскільки саме в нижніх точках теплоносій під дією власної ваги буде розвивати найбільший напір. Висота 55 м – це 60 м напору, який має витримувати будь-яке обладнання та арматура систем, мінус 5 м запасу.

Лінія фактичного статичного напору – це горизонтальна пряма лінія, яка повинна повністю розташовуватися між обома обмежувальними лініями.

В динамічному режимі напори в подавальній магістралі завжди більше, ніж на однойменних ділянках зворотної магістралі, тому лінія кожної з магістралей будується окремо і має свої обмеження.

Лінія мінімальних напорів зворотної магістралі будується з умови виключення можливості утворення вакууму та підсосу повітря, а також для запобігання кавітації на всмоктувальному патрубку мережевого насоса.

Усі ці негативні явища виключаються, якщо абсолютний тиск (напір) в будь-якій точці системи буде не нижче атмосферного. З урахуванням запасу в 5 м лінію мінімальних напорів зворотної магістралі будують на 5 м вище лінії осі трубопроводів теплової мережі. На ділянках, де застосовують підземний або надземний спосіб прокладки теплової мережі на низьких опорах, рівень осі трубопроводів відрізняється від рівня землі не більше, ніж на 1–2 м, і запас в 5 м покриває ці відхилення, тому на таких ділянках дозволяється будувати лінію мінімальних напорів зворотної магістралі на 5 м вище рівня землі.

При використанні надземної прокладки на високих опорах, на естакадах і по стінах будівель рівень розташування теплопроводів над землею може наближатися до 5 м і перевищувати цю висоту. Тому на таких ділянках надземної прокладки лінія мінімальних напорів зворотної магістралі будується на 5 м вище осі трубопроводів.

Лінія максимальних напорів подавальної магістралі будується при умові не перевищення межі міцності трубопроводів і обладнання самої системи теплопостачання. зазвичай система теплопостачання повинна бути укомплектована обладнанням, розрахованим на роботу при тиску 1,6 МПа або 160 м водяного стовпа.

Креслення лінії фактичних напорів виконується за результатами гідравлічного розрахунку (по значенням втрат напору) послідовно для зворотної і подавальної магістралі на окремих ділянках згідно принципу побудови гіпотенузи прямокутного трикутника по двом відомим катетам.

При залежному підключенні абонентів до теплових мереж і наявності чавунних опалювальних приладів максимальне значення складає 60 м.

При побудові п'єзометричного графіка необхідно враховувати «невскипність» теплоносія в подавальному трубопроводі, що залежить від температури теплоносія.

Скипання теплоносія може виникнути через невідповідність тиску, під яким знаходиться теплоносій, його температурі. Це особливо актуально при розгляді теплових схем із теплоносієм – водою, у яких температура подавальної магістралі перевищує 100 °С.

Дуже важливою є вимога, щоб усі насоси, що забезпечують циркуляцію теплоносія незалежно від їх розташування на джерелі тепла або на теплотрасі, працювали безперервно протягом всього опалювального сезону.

Зупинка будь-якої з цих насосних станцій призводить до припинення або ослаблення циркуляції теплоносія.

Припинення циркуляції теплоносія це фактично зупинка системи опалення, що неприпустимо в опалювальний період.

Необхідність безперервної роботи насосних станцій має бути забезпечена надійним двостороннім електроживленням від різних підстанцій і надійною системою автоматичного включення резерву.

Особливо важливим є наявність працездатної системи автоматичної захисту гідравлічного режиму абонентів у випадку раптової зупинки насосів на зворотній магістралі теплотраси.

Статистика свідчить, що переважна більшість аварій у системах теплопостачання, які призвели до масових розривів чавунних або сталевих штампованих опалювальних приладів, сталася через не спрацювання гідравлічної частини автоматики захисту, передбачених на насосних станціях. Іноді це відбувається також через неправильні дії персоналу в частині управління насосами. Реальна практика показує, що, як би не вдосконалювали конструкцію захисної автоматики і не підвищували кваліфікацію персоналу, аварії все одно іноді трапляються.

При наявності значної різниці геодезичних відміток землі виникає питання статичної лінії, пов'язане з поділом системи теплопостачання на статичні зони. Відповідно виникає одна статична зона з низькими геодезичними відмітками, друга – з високими.

Залежно від схеми підключення систем опалення до теплових мереж через абонентські вводи і типу встановлених опалювальних приладів, високий напір може бути неприпустимим.

Далі на рисунках 8.2 та 8.3 подано п'єзометричний графік та принципова схема системи тепlopостачання з насосами на зворотних магістралях.



Рисунок 8.2 – П'єзометричний графік при влаштуванні насосної на зворотній магістралі та дросельної на подавальній

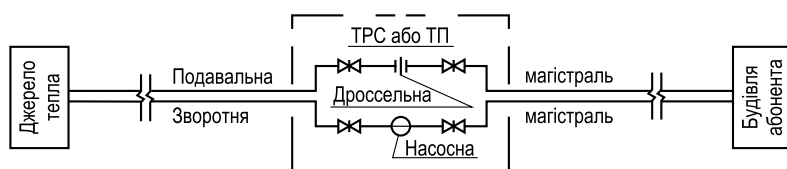


Рисунок 8.3 – Принципова схема насосної на зворотній магістралі

Для поділу мережі на дві статичні зони при зупинці насосів на подавальній лінії встановлений автомат розсічки, а на зворотній лінії – зворотний клапан. При зупинці насосів тиск у трубопроводах починає вирівнюватися, і тиск у зворотному трубопроводі на ділянці від насосної станції до кінцевого абонента збільшується. Цей ріст тиску передається через імпульсну трубку до регулятора, який керує клапаном розсічки. Клапан закривається, що гідравлічно роз'єднує подавальну лінію на дві зони. Перетікання води з верхньої зони в нижню запобігає зворотний клапан, встановлений на зворотній лінії.

В результаті в статичному режимі мережа буде поділена на дві зони з самостійними рівнями. Підтримка статичного рівня верхньої зони забезпечується живильним пристроєм джерела тепла, а статичного рівня нижньої зони – двоімпульсним дросельним клапаном. Основним імпульсом для клапана є тиск у зворотній лінії, а розв'язуючим – тиск у лінії подачі нижньої зони. Щоб при відключенні мережевих насосів рівні статичних

тисків встановилися відповідно до прийнятих двох зон, в місці їх з'єднання встановлюється роздільний пристрій, який захищає теплову мережу від підвищеного тиску. Цей пристрій автоматично розсікає мережу на дві гідравлічно незалежні зони: верхню та нижню, при зупинці мережевого насоса. В кожній з цих зон підтримуються свої необхідні параметри за тиском незалежно від іншої зони.

Сьогодні існують широкі можливості підключення окремих абонентів або цілих мікрорайонів за незалежною схемою через пластинчасті теплообмінники. При такому рішенні відпадає необхідність у зонуванні районів теплопостачання.

Для влаштування незалежної схеми замість підкачувальної насосної на зворотній магістралі трасу розривають на дві самостійні гідравлічні зони, з'єднані між собою через пластинчастий теплообмінник. В кожній зоні має бути своя мережна насосна станція, що забезпечує циркуляцію теплоносія. У такому разі також необхідно мати на кожній тепловій підстанції підживлювальний вузол, який за необхідності буде включати підкачувальний насос. Варто підкреслити, що тільки влаштування теплової підстанції з незалежною схемою замість насосної на зворотній магістралі дає стовідсоткову надійність системи теплопостачання. Детальний опис теплових підстанцій з незалежними схемами наведено в розділі 9 «Пластинчасті теплообмінники. Незалежні схеми в системах теплопостачання. Теплові підстанції (ТП)».

Далі на рисунках 8.4 та 8.5 показано п'єзометричний графік та принципову схему насосної установки з блоком насосів на подавальній магістралі.

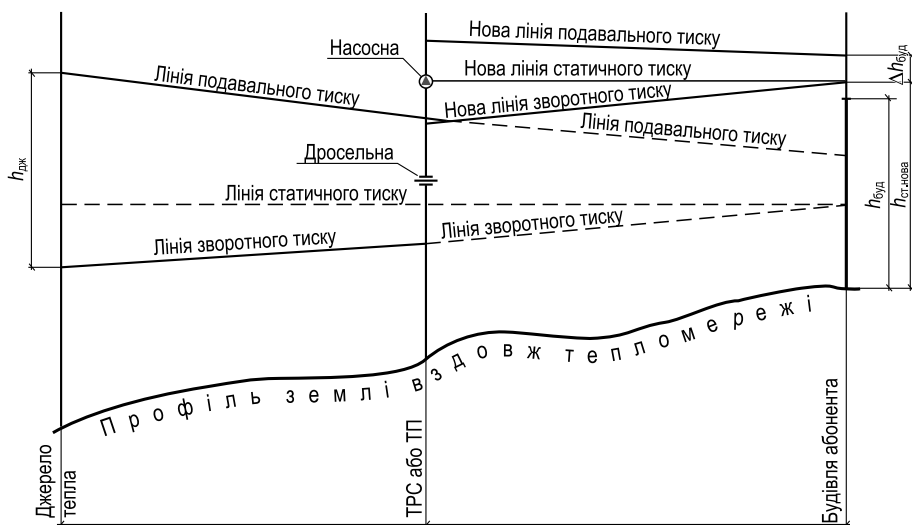


Рисунок 8.4 – П'єзометричний графік при влаштуванні насосної на подавальній магістралі та дросельної на зворотній

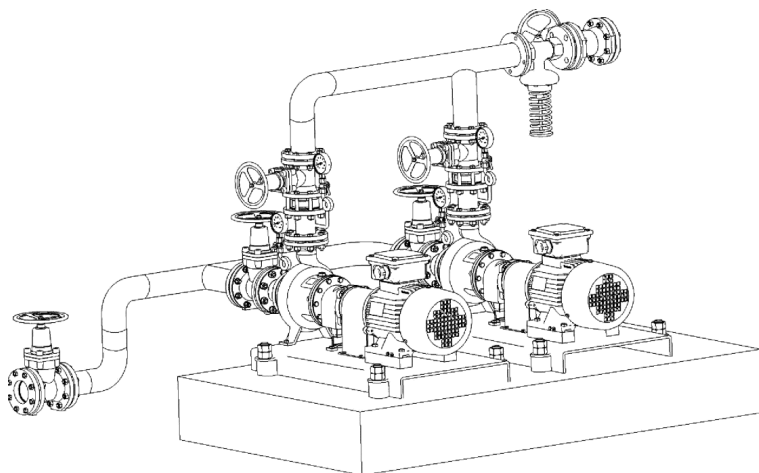


Рисунок 8.5 – Принципова схема насосної установки з блоком насосів на подавальній магістралі

Підкачувальні (живильні) насосні

Підкачувальні насосні необхідні для підтримки статичного тиску і заповнення джерел тепла теплових мереж і внутрішньобудинкових систем теплоносієм. Теплоносій, як правило, є хімічно очищеною деаерованою водою.

Підкачувальні насосні є необхідною частиною джерела тепла і встановлюються на ТЕЦ і котельнях. У разі необхідності підкачувальні насосні встановлюються на теплових підстанціях (ТП), теплорозподільчих підстанціях (ТРП) і індивідуальних теплових пунктах (ІТП).

Підкачувальні насосні на джерелах тепла беруть теплоносій для підживлення після його обробки в установках хімводоочистки і деаерації.

Підкачувальні насосні на ТРС і ІТП можуть брати теплоносій для підживлення другої зони з зворотного трубопроводу першої (попередньої) зони.

Використання звичайної водопровідної води для підживлення можливе лише в аварійних ситуаціях або при промивці та випробуваннях системи тепlopостачання.

Підмішуючі насосні

Підмішуючі насосні в системах тепlopостачання необхідні для зміни температурних параметрів теплоносія. Такі насосні можуть бути різної потужності і розташовуватися як в окремо розташованій будівлі теплопередавальній станції (ТПС) для обслуговування цілого району, так і в

кожному ІТП для обслуговування одного будинку. У разі необхідності зміни температурних параметрів теплоносія пристрій підмішування насосної в ІТП є обов'язковим для всіх нових будівель. Саме тому в старих будинках повинна проводитися поетапна заміна елеватора на підмішуючі насоси. Принцип дії підмішуючих насосних полягає в подачі теплоносія з низькою температурою з зворотної магістралі в подавальну, де рухається теплоносій з більш високою температурою. При цьому температура теплоносія в подавальному трубопроводі знижується до необхідної за температурним графіком. Використання підмішуючих насосів дозволяє також збільшити циркуляційний напір в системі опалення. Принципова схема підмішуючої насосної показана на рисунку 8.6.

Отримана суміш теплоносіїв з нижчою температурою, ніж в магістральних теплотрасах, надходить далі після ТПС у внутрішньоквартальні теплотраси і далі в кілька внутрішньобудинкових систем опалення або після ІТП у внутрішньобудинкову систему опалення.

Зрозуміло, що при зниженні температури теплоносія зменшується і, таким чином, збільшується кількість теплоносія, необхідна для передачі рівнозначної кількості тепла відповідно до залежності.

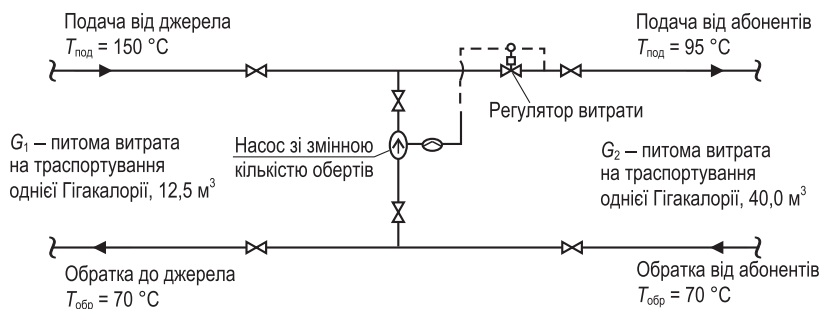


Рисунок 8.6 – Принципова схема підмішуючої насосної

Наприклад, при найбільш прийнятих в тепlopостачанні параметрах систем тепlopостачання з джерелом тепла T . Ці величини наведені нижче.

Подача від ТЕЦ:

$$T_{\text{под}} - 150\text{ }^{\circ}\text{C}; T_{\text{зв}} - 70\text{ }^{\circ}\text{C}; \varphi_1 = 12,5\text{ м}^3/\text{Гкал}.$$

Подача у внутрішньобудинкову систему після насосної:

$$T_{\text{под}} - 95\text{ }^{\circ}\text{C}; T_{\text{зв}} - 70\text{ }^{\circ}\text{C}; \varphi_1 = 40,0\text{ м}^3/\text{Гкал}.$$

Теплорозподільчі станції (ТРС)

Основне призначення теплорозподільчих станцій – це розподіл і облік тепла між споживачами для опалення, вентиляції, гарячого водопостачання та технологічних потреб.

На теплорозподільчих станціях можуть відбуватися зміни параметрів теплоносія щодо температури та тиску. Зміна параметрів здійснюється за допомогою різних груп водонагрівачів, підмішуючих, підвищувальних або циркуляційних насосів.

На теплорозподільчих станціях мікрорайонів також розташовуються котельні централізованого гарячого водопостачання. В цих установках готується гаряча вода для всього мікрорайону. Далі гаряча вода від теплорозподільчої станції подається по окремих трубопроводах у внутрішньобудинкові системи гарячого водопостачання.

Як правило, на теплорозподільчих станціях мікрорайонів розташовуються підкачувальні водопровідні насосні станції для висотних будівель та протипожежні насосні станції.

З огляду на високу насиченість теплорозподільчих станцій складним технологічним обладнанням, а також системами автоматизації та електропостачання, вважаю некоректним називати їх центральними тепловими пунктами (ЦТП). Таке технологічне спорудження не можна називати просто «пунктом», навіть якщо воно є центральним. Його назва має відповідати функціональному та технічному змісту – теплорозподільча станція (ТРС).

Варто зазначити, що назва ТРС була спочатку прийнята в багатьох теплопостачальних організаціях України, колишніх країнах СНД та Східної Європи.

Назва «ЦТП» (центральный тепловой пункт) ніяк не визначає всієї повноти наповнюваності і змісту таких окремо розташованих, часто багатоповерхових будівель, насичених насосними, водонагрівальними установками (котельними), баками-акумуляторами, антикорозійними установками, приладами обліку теплоносія, підсистемами електропостачання, автоматизації та іншими.

Існуюче визначення ЦТП – це не більше, ніж відмінність теплового пункту централізованого приготування гарячої води для групи будівель на противагу ІТП – індивідуальному тепловому пункту для одного будинку.

У ТРС розміщується обладнання, арматура, прилади контролю, управління та автоматизації, за допомогою якої може здійснюватися:

1. Перетворення виду теплоносія або його параметрів.
2. Комбіноване теплозабезпечення з використанням теплової енергії від альтернативних джерел.

3. Регулювання витрати теплоносія та розподіл між системами споживання теплової енергії.

4. Регулювання температури теплоносія за погодними умовами.

5. Захист місцевих систем від аварійного підвищення параметрів теплоносія.

6. Заповнення та підживлення систем тепlopостачання.

7. Акумуляування теплової енергії.

8. Водопідготовка для систем гарячого водопостачання.

9. Забезпечення необхідних гідравлічних режимів теплових мереж.

Важливими обов'язковими інженерними вузлами всіх теплорозподільчих станцій (ТРС) повинні бути комерційні прилади обліку тепла та води.

При наявності в ТРС котельні для приготування гарячої води необхідно забезпечити комерційний облік тепла та води, що витрачаються на гаряче водопостачання.

Розрахункову температуру води в подавальних трубопроводах після ТРС, як правило, приймають:

- при підключенні систем опалення будівель по залежній схемі – рівною, як правило, розрахунковій температурі води в подавальному трубопроводі теплової мережі до ТРС;
- при підключенні систем опалення будівель по незалежній схемі – не нижче розрахункової, прийнятої в системі споживача.

Розрахунковий тиск води в подавальних трубопроводах при незалежній схемі приймають згідно з проектом розподільних мереж з урахуванням теплового навантаження споживачів та згідно з вимогами діючих нормативних документів на попередньо теплоізовані труби для розподільчих мереж.

Розрахунковий тиск води в зворотних трубопроводах при незалежній схемі приймають необхідним для підтримання мінімального статичного рівня.

При розрахунках поверхні нагріву водяних теплообмінників для систем гарячого водопостачання та опалення температуру води в подавальному трубопроводі теплової мережі слід приймати рівною температурі в точці перелому графіка температур води або мінімальній температурі води, якщо відсутній перелом графіка температур, а для систем опалення – також температурі води, що відповідає розрахунковій температурі зовнішнього повітря для проектування опалення. Як розрахункову слід приймати більшу з отриманих величин поверхні нагріву.

При установці баків-акумуляторів для систем гарячого водопостачання в теплових пунктах з вакуумною дегазацією слід передбачити захист внутрішніх поверхонь баків від корозії та води в них від повторної аерації. При відсутності вакуумної дегазації внутрішня поверхня баків повинна бути захищена від корозії.

На ввіді в ТРС на подавальному трубопроводі слід встановлювати грязьовик, а перед насосами, теплообмінниками, регулювальними клапанами, тепловими лічильниками та водяними лічильниками – сітчасті фільтри. При цьому не встановлюють послідовно на одному трубопроводі два фільтри, якщо відстань між ними не перевищує 10 м.

На зворотному трубопроводі ТРС перед регулювальними пристроями та приладами обліку витрат води і теплової енергії в закритих системах теплопостачання варто встановлювати грязьовик.

По обидва боки інерційно-сітчастого, сітчастого фільтра або грязьовиків слід встановлювати манометри.

Не допускається влаштування пускових перемичок між подавальним і зворотним трубопроводами теплової мережі. Не допускається влаштування обвідних трубопроводів для насосів (окрім підживлювальних), елеваторів, регулювальних клапанів, грязьовиків та приладів обліку теплових потоків і витрат води.

У найвищих точках трубопроводів теплових пунктів необхідно встановлювати повітровідводки.

Рекомендується застосовувати автоматичні повітровідвідники з вбудованими зворотними клапанами.

Клапани слід встановлювати над запірною арматурою.

Для ручних повітровідвідників варто застосовувати арматуру вентильного типу та кульові крани.

В нижніх точках трубопроводів слід влаштовувати штуцери з повнопрохідними запірними кранами для спуску води та конденсату.

У підлозі теплового пункту слід встановлювати трап, а при неможливості самопливного відведення води – обладнувати водозбірний колодязь розмірами не менше $0,5 \times 0,5 \times 0,8$ м. Колодязь слід перекривати решіткою, що знімається.

Допускається влаштування спуску води не в колодязь або трап теплового пункту, а в спеціальні ємності.

Для відкачки води з водозбірного колодязя в систему каналізації, водовідведення або супутнього дренажу слід застосовувати один дренажний насос.

Насос, призначений для відкачки води з водозбірного колодязя, не допускається використовувати для промивки систем теплопостачання.

З ТРС необхідно робити два виходи:

- при довжині приміщення 12 м і менше – один вихід назовні або в сходову клітку будівлі;
- при довжині приміщення більше 12 м – два виходи, один з яких повинен бути безпосередньо назовні, а другий – на сходову клітку будівлі;
- відкриття дверей та воріт з приміщення або будівлі слід передбачити від себе.

Приміщення ТРС повинно відповідати категорії Д з урахуванням тимчасового перебування обслуговуючого персоналу та засобів, що запобігають доступу сторонніх осіб.

У приміщеннях ТРС слід влаштовувати примусову витяжну вентиляцію, яка повинна бути розрахована на короткочасну дію та забезпечувати десятикратний обмін повітря з неорганізованим притоком свіжого повітря ззовні через вхідні двері.

В насосних і теплорозподільчих станціях обов'язково повинні бути передбачені підйомно-транспортні механізми (талі, тельфери, кран-балки) для можливого переміщення, монтажу та демонтажу важких вузлів і деталей обладнання.

Зазвичай на теплорозподільчих станціях мікрорайонів розташовуються підкачувальні водопровідні насосні для висотних будівель і протипожежні насосні станції.

На рисунках 8.7–8.9 подано фрагменти обладнання теплорозподільчих станцій.



Рисунок 8.7 – «Вхідна» рамка ТРС



Рисунок 8.8 – Насосні групи



Рисунок 8.9 – Підмішуючі насоси системи опалення

Бойлерні гарячого водопостачання

Під визначення або назву «Бойлерні» потрапляють водонагрівальні установки, які використовують для нагріву води пар, більш гарячу воду або електроенергію [6, 11].

У діючих бойлернях України сьогодні працюють два абсолютно різних за конструкцією типи водонагрівачів:

- швидкісні кожухотрубні котли, в яких один з теплоносіїв рухається по латунним трубкам діаметром 16 мм, а другий – по міжтрубному простору;
- пластинчасті котли, в яких обидва теплоносії рухаються по міжпластинчастому простору.

В Україні з кінця XX століття в новому будівництві практично застосовуються лише пластинчасті теплообмінники. У діючих системах активно відбувається процес заміни кожухотрубних теплообмінників на пластинчасті.

Теплообмінники гарячого водопостачання в системах централізованого теплопостачання встановлюються в ТРС або ІТП і підключаються до подавальних та зворотних трубопроводів за одноступеневими або двоступеневими схемами.

Одноступеневі схеми можуть бути паралельними або «попередньо ввімкненими» (рис. 8.10–8.12).

Двоступеневі схеми зазвичай бувають «змішаними» з можливістю переключення на «попередньо ввімкнену».

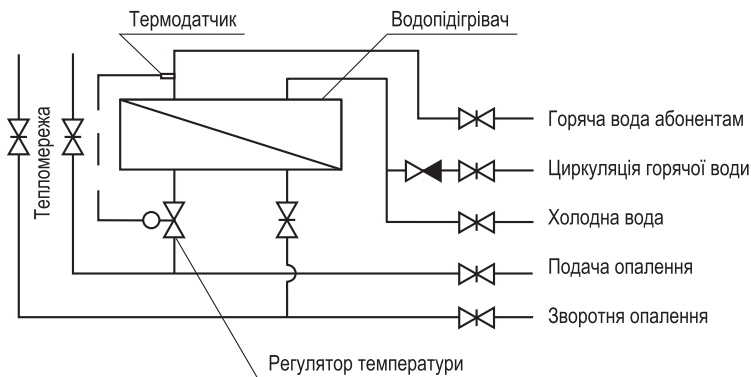


Рисунок 8.10 – Принципова паралельна схема включення водонагрівача гарячої води

Говорячи про установки централізованого гарячого водопостачання сьогодні, варто нагадати, що централізоване гаряче водопостачання в

сучасних мережах тепlopостачання техніко-економічно обґрунтоване лише при джерелі тепла ТЕЦ.

Для джерел тепла бойлерного типу будь-якої потужності обґрунтування доцільності влаштування централізованої системи гарячого водопостачання потребує всебічного техніко-економічного аналізу. Відповідні розрахунки та обґрунтування наведено в розділі 12 «Гаряче водопостачання».

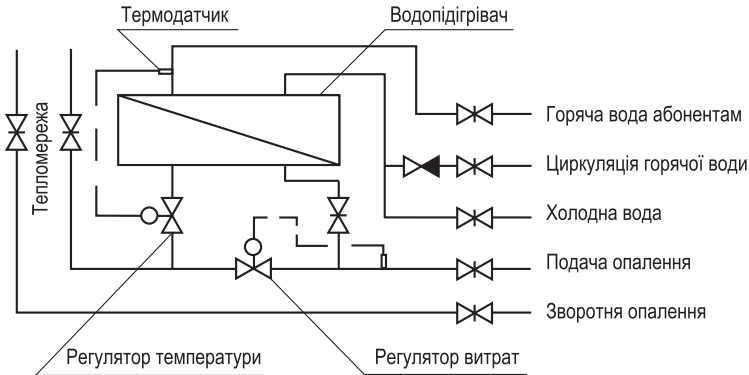


Рисунок 8.11 – Принципова попередньо ввімкнена схема включення водонагрівача гарячої води

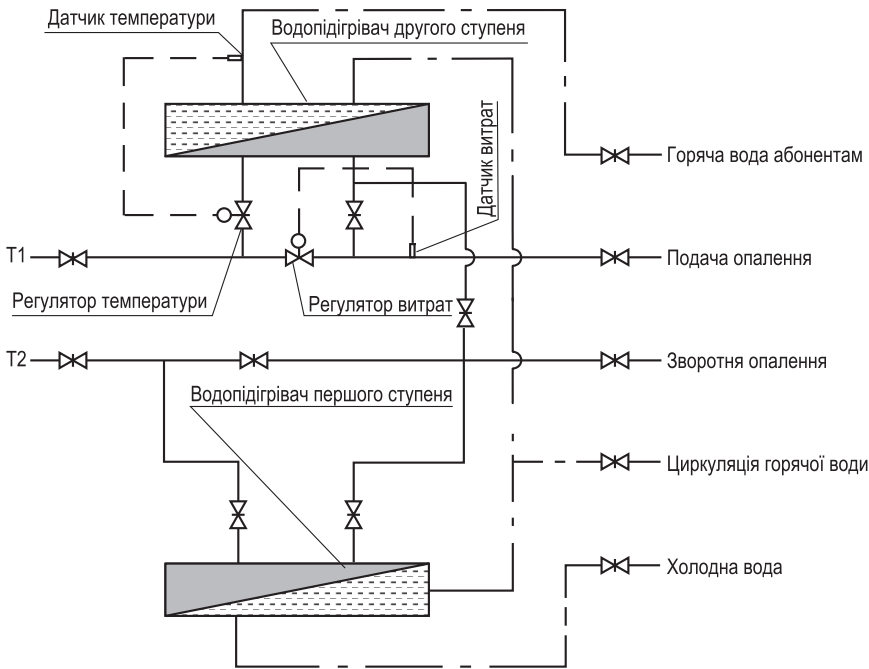


Рисунок 8.12 – Принципова двоступенева змішана схема включення водонагрівачів гарячого водопостачання

Нижче на рисунках 8.13–8.15 показані фото установок гарячого водопостачання діючих теплорозподільчих станцій.



Рисунок 8.13 – Пластинчасті теплообмінники системи гарячого водопостачання на ТРС з обв'язкою трубопроводами



Рисунок 8.14 – Пластинчасті теплообмінники системи гарячого водопостачання. Двоступенева схема



Рисунок 8.15 – Гарячоводні насоси на ТРС

9 ПЛАСТИНЧАСТІ ТЕПЛООБМІННИКИ. НЕЗАЛЕЖНІ СХЕМИ В СИСТЕМАХ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ. ТЕПЛОВІ ПІДСТАНЦІЇ (ТП)

Теплообмінники – це основні складові вузли для будь-якої системи теплопостачання [24, 25, 29].

Починаючи з XIX століття, коли були запатентовані перші кожухотрубні теплообмінники, вони були основним обладнанням систем теплопостачання. В середині XX століття були виготовлені, а потім масово почали застосовуватися в системах теплопостачання та в інших галузях пластинчасті теплообмінники.

Пластинчасті теплообмінники – це апарати, принципово відмінні від кожухотрубних. Першою компанією, яка організувала масове виробництво пластинчастих теплообмінників і успішно здійснює це до сьогодні, є шведська компанія «Альфа-Лаваль».

Закордонні, а потім і вітчизняні теплообмінники в Україні, як і в усіх країнах колишнього Радянського Союзу, спочатку знайшли своє застосування в хімічній та харчовій промисловості.

Україна є піонером у застосуванні пластинчастих теплообмінників для потреб теплопостачання, оскільки вони розроблялися Інститутом «УКРНІХІММАШ» і виготовлялися заводом «Павлоградхіммаш» (Дніпровська область) для потреб хімічної промисловості.

Перша в колишньому Радянському Союзі установка теплопостачання для централізованого гарячого водопостачання з вітчизняними розбірними пластинчастими теплообмінниками типу ТПР-03 була спроектована, змонтована і успішно введена в експлуатацію в січні 1982 року силами виробничого об'єднання «Харківтеплоенерго» на теплорозподільчій станції 524-го мікрорайону міста Харкова. Теплообмінники продовжують успішно працювати і в наш час.

Установка являла собою двоступеневу змішану схему для гарячого водопостачання мікрорайону. Пластинчасті теплообмінники типу ТПР-03 – це повністю розбірні конструкції. Усі пластини з'єднуються між собою стяжними болтами. Між пластинами встановлюються спеціальні ущільнювальні прокладки.

Вся конструкція базується на рамі та притискних плитах, виготовлених з товстолистової сталі. Така конструкція теплообмінника є класичною, розробленою його творцями.

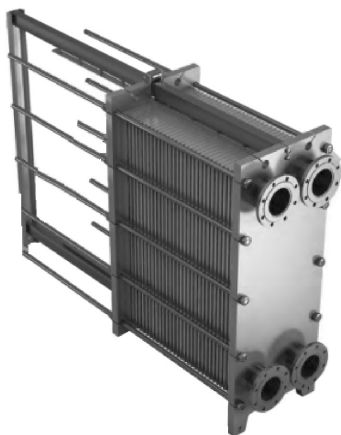
Розробкою вітчизняного хімічного машинобудування стали напіврозбірні теплообмінники типу ТПП-05. Напіврозбірні пластинчасті теплообмінники принципово відрізняються від розбірних тим, що по одному з потоків пластини зварені між собою попарно, по другому теплоносію ці пари з'єднуються на прокладках. Напіврозбірні пластинчасті теплообмінники принципово відрізняються від розбірних тим, що по одному з потоків пластини зварені між собою попарно, по другому ці пари з'єднуються на прокладках. Напіврозбірні теплообмінники вперше знайшли своє застосування в системах теплопостачання в «Харківтеплоенерго» в 1980-ті роки ХХ століття для створення перших незалежних схем теплопостачання цілого мікрорайону.

Дуже необхідною для всіх галузей промисловості та для теплопостачання конструкцією пластинчастих теплообмінників стали нерозбірні апарати, які виготовляються шляхом зварювання або пайки пластин між собою.

Зараз у світі багато компаній випускають різні розбірні теплообмінники та пластини для їх комплектації. В Україні їх також продовжує виготовляти «Павлоградхіммаш». Цілий ряд компаній України збирають розбірні теплообмінники з готових закордонних пластин.

На сьогодні в Україні основним розробником, виробником та постачальником різних типів зварних і розбірних вітчизняних теплообмінників є приватна науково-виробнича фірма «АНКОР-ТЕПЛОЕНЕРГО», яка була створена в «Харківтеплоенерго» і далі успішно розвивалась як самостійне підприємство.

На рисунку 9.1 представлений розбірний теплообмінник виробництва «АНКОР-ТЕПЛОЕНЕРГО». Як видно з характеристики апарата, його діапазон дуже великий. Для систем теплопостачання це весь необхідний набір для обладнання будь-яких котелень, теплових підстанцій, ТРС та ІТП, в тому числі і міні ІТП для кожної квартири.



- Максимальна температура: 190–200 °С
- Максимальний робочий тиск: 2,5 МПа
- Площа пластини: 0,016–2,1 м²
- Площа пакету: до 3000 м²
- Ду штуцерів: 32–500 мм
- Максимальна витрата: 3500 м³/год
- Більше 40 типорозмірів

Рисунок 9.1 – Розбірний пластинчастий теплообмінник



Рисунок 9.2 – Зварний теплообмінник

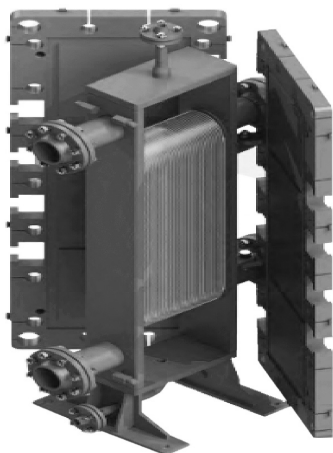
[URL: https://ankort.com/wp-content/uploads/2023/06/Ukr_catalog_Ancor_Teploenergo.pdf.]

На рисунку 9.2 подано зварний теплообмінник тієї ж компанії. Діапазон номенклатури цих апаратів також задовольняє всі потреби систем теплопостачання.

На рисунку 9.3 представлені зварні пластинчасті теплообмінники з розбірним корпусом. Ці теплообмінники розробила і випускає вище згадана приватна науково-виробнича фірма «АНКОР-ТЕПЛОЕНЕРГО». Їх перевагою є можливість очищення пакетів зварних пластин завдяки можливості вільного доступу до них. Діапазон номенклатури випущених підприємством теплообмінників повністю покриває потреби теплопостачання та інших галузей промисловості.

Широке застосування в системах гарячого водопостачання отримали пайові пластинчасті теплообмінники малих габаритів (рис. 9.4).

Такі теплообмінники можуть використовуватися для забезпечення гарячою водою окремих або груп квартир, адміністративних будівель, побутових приміщень та інших споживачів з відповідним тепловим навантаженням на ГВП.



- Робочі температури: $-200\text{ }^{\circ}\text{C}/+650\text{ }^{\circ}\text{C}$
- Максимальний робочий тиск: 10 МПа
- Площа пластини: $0,035\text{--}1,88\text{ м}^2$
- Площа теплообміну: до 1655 м^2
- Ду патрубків: 10–1000 мм
- Число пластин: до 1000 шт.
- Товщина пластин: 1,0–1,5 мм

Рисунок 9.3 – Зварний пластинчастий теплообмінник з розбірним корпусом

До переваг цих теплообмінників можна віднести:

- 1) невеликі габаритні розміри;

- 2) можливість установки в приміщеннях будь-якого призначення, в тому числі в нішах, шафах, елементах кухонної меблів;
- 3) доволі велика теплова потужність. Показаний на рисунку 9.4 теплообмінник забезпечує гарячою водою дитячий садок на 80 місць;
- 4) відсутність протікань в ущільненнях пластин;
- 5) висока корозійна стійкість;
- 6) можливість розборки і повторної збірки, що забезпечує можливість механічного очищення;
- 7) низька вартість;
- 8) відсутність необхідності в обслуговуванні в процесі експлуатації;
- 9) тривалий термін експлуатації;
- 10) широкий габаритний і потужний діапазони.

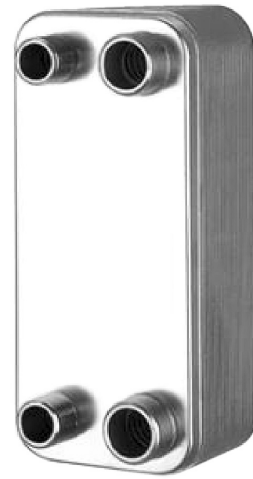


Рисунок 9.4 – Паяний пластинчастий теплообмінник малогабаритний, тепловою потужністю 20 кВт

[URL: <https://ankort.com/ua/category/category-news/>]

Негативних властивостей в процесі експлуатації не виявлено.

На рисунку 9.5 показано унікальні особливості зварних пластинчастих теплообмінників з розбірним корпусом.

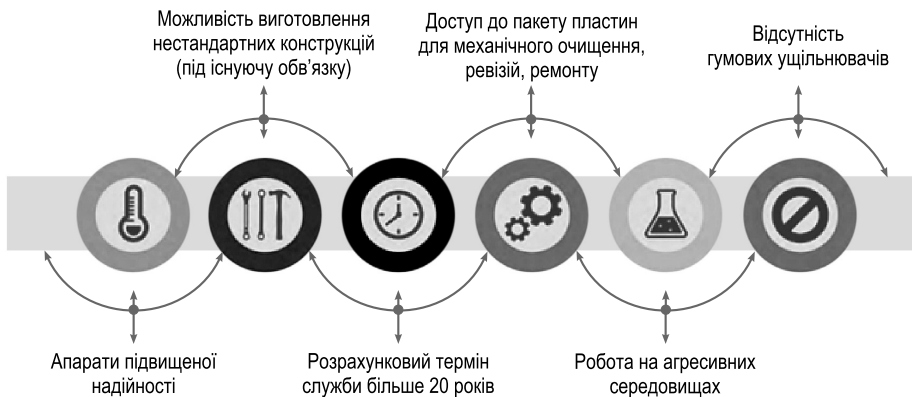


Рисунок 9.5 – Унікальні особливості зварних пластинчастих теплообмінників з розбірним корпусом

На рисунку 9.6 показана область застосування пластинчастих теплообмінників у різних галузях та системах.



Рисунок 9.6 – Сфера застосування пластинчастих теплообмінників

Рисунок 9.7 показує матеріальне виконання гумових ущільнювачів для розбірних теплообмінників. Ці матеріали застосовуються вже багато років і повністю забезпечують герметичність апаратів.

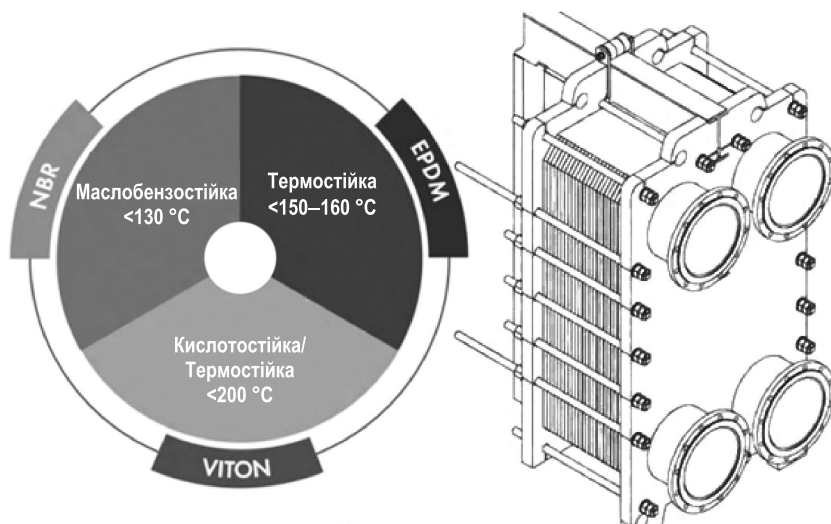


Рисунок 9.7 – Матеріальне виконання гумових ущільнювачів

На рисунку 9.8 показані пластини різних теплообмінників і вказані всі матеріали, з яких вони виготовляються приватною науково-виробничою фірмою «АНКОР-ТЕПЛОЕНЕРГО».

На рисунку 9.9 наочно показані всі значні переваги пластинчастих теплообмінників порівняно з кожухотрубними.

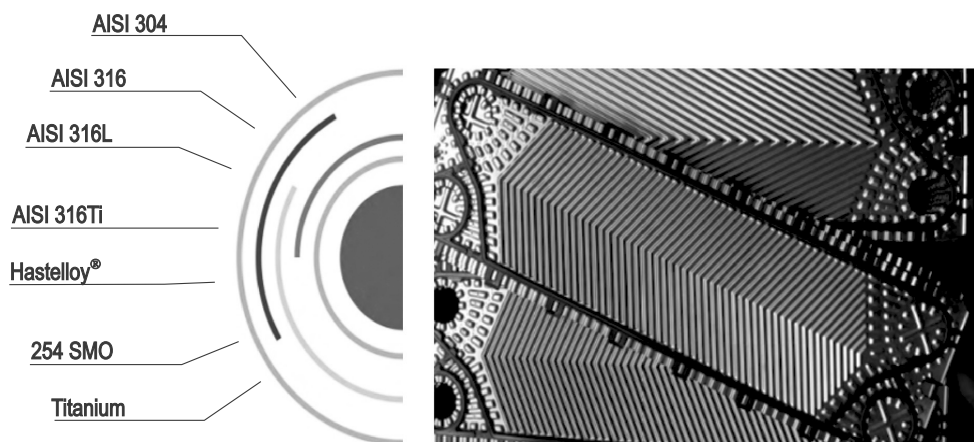


Рисунок 9.8 – Матеріальне виконання пластин

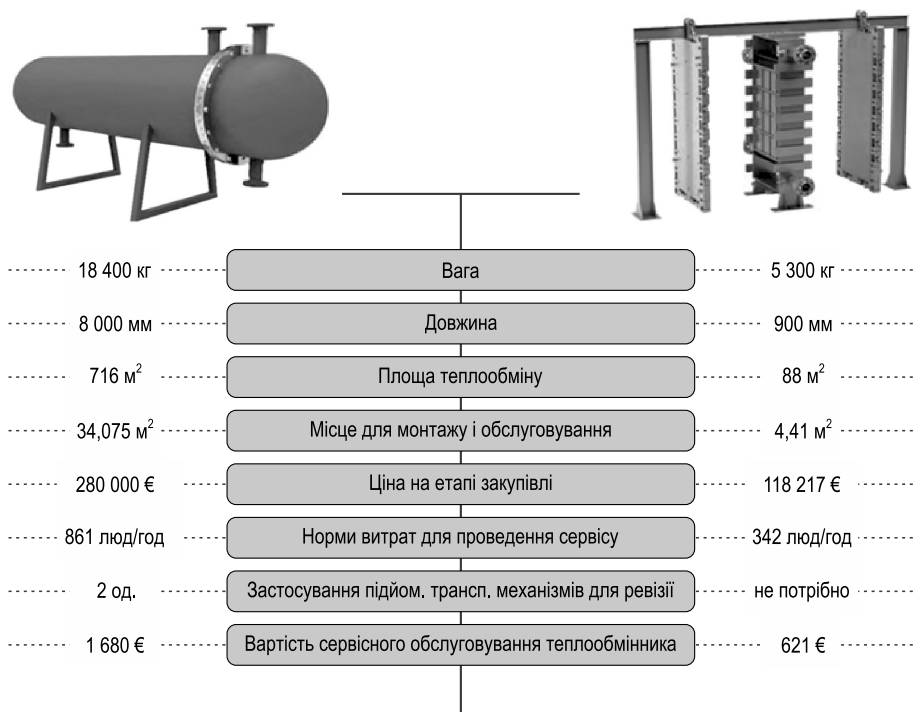


Рисунок 9.9 – Переваги застосування зварних пластинчастих теплообмінників з розбірним корпусом порівняно з трубчастим апаратом на реальному прикладі постачання

На рисунку 9.10 зображено економічні переваги зварних пластинчастих теплообмінників із розбірним корпусом.



Рисунок 9.10 – Економічні переваги зварних пластинчастих теплообмінників із розбірним корпусом

Незалежні схеми в системах тепlopостачання

Поява в вітчизняному тепlopостачанні міст перших пластинчастих теплообмінників на початку 80-х років XX століття відкрила реальні можливості для створення незалежних багатоступеневих схем.

Незалежні схеми підключення в системах тепlopостачання створюються шляхом поділу всієї системи на окремі самостійні гідравлічно розірвані між собою підсистеми. Ці підсистеми сполучаються між собою тільки шляхом теплопередачі через поверхні нагріву теплообмінних апаратів.

Через пластинчасті теплообмінники кожній підсистемі підтримуються свої параметри за тиском і температурою [13].

Створення таких підсистем дозволяє значно підвищити надійність кожної з них, оскільки їх гідравлічна незалежність створює можливість підтримувати в кожній системі необхідні лише її параметри за тиском або температурою (рис. 9.11).

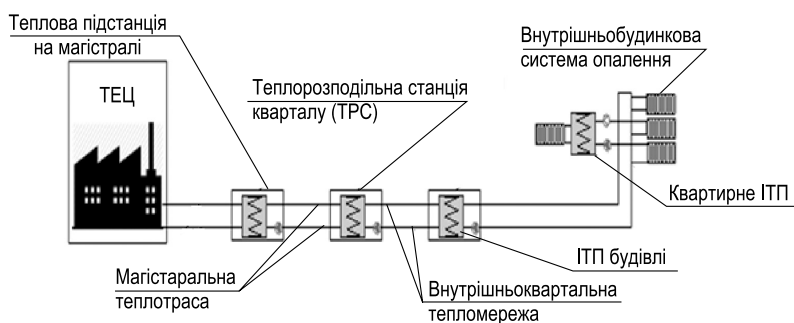


Рисунок 9.11 – Можливі незалежні підсистеми в системах тепlopостачання міста

На рисунку вказано, що першою по ходу теплоносія від джерела тепла може бути незалежна підсистема на магістральній теплотрасі.

Така підсистема необхідна для передачі теплоносія на великі відстані при далекому розташуванні ТЕЦ від міста або при значних перепадах геодезичних відміток землі.

Устрій теплових підстанцій з пластинчастими теплообмінниками і циркуляційними насосами замість підвищувальних насосних станцій суттєво підвищує надійність усієї системи тепlopостачання. Таке підвищення надійності зумовлене виключенням гідравлічного зв'язку між двома зонами тепlopостачання і, відповідно, неможливістю виникнення аварії через раптове підвищення тиску.

Будівлі на магістральних теплових мережах з пластинчастими теплообмінниками та циркуляційними насосами для кожної підсистеми називаються тепловими підстанціями (ТП).

Вимоги до влаштування теплових підстанцій аналогічні вимогам до влаштування окремо розташованих теплорозподільчих станцій (ТРС).

У теплових підстанціях можуть передаватися сотні мегават теплової енергії, а кількість циркулюючої води може перевищувати кілька тисяч кубічних метрів. При цьому варто зазначити, що сумарна витрата електроенергії на передачу тепла від джерела тепла до споживача тільки тепловими насосами на джерелі буде вищим, ніж при передачі тепла за допомогою теплових підстанцій.

Звісно, в кожній тепловій підстанції відбувається зміна температурних параметрів наступної підсистеми. Сам принцип передачі тепла в пластинчастих теплообмінниках і практика їх застосування свідчать про достатність температурного напору в межах 5 °С.

Таке становище пояснюється тим, що в кожній підсистемі теплової підстанції створюється лише циркуляційний напір, який значно менший за напір, що створюється на джерелі тепла. Ілюстрація розмірів теплової підстанції наведена на рисунку 9.12, де показаний теплообмінник, який встановлюється в незалежних схемах теплових підстанцій.

Незалежні схеми підключення повинні бути побудовані при передачі тепла від різних джерел з різними параметрами теплоносія в єдину міську теплову мережу.

Другою по ходу теплоносія підсистемою може бути незалежна підсистема внутрішньоквартальних теплових мереж і абонентів кварталу або району.

Така підсистема створюється шляхом включення в схему пластинчастих теплообмінників на теплорозподільчій станції (ТРС). У такому разі з'являється можливість централізовано, на базі ТРС, підготовлювати теплоносії із необхідними параметрами для всіх абонентів мікрорайону. Звісно, при такому рішенні повністю відпадає необхідність у влаштуванні вузлів змішування в ІТП кожного будівлі.

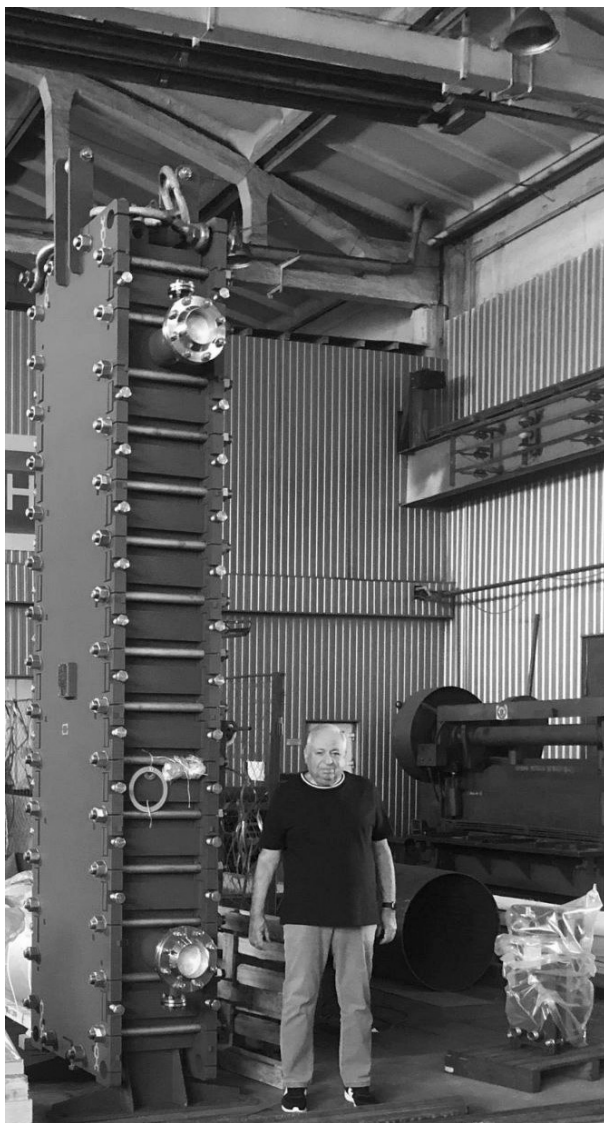


Рисунок 9.12 – Теплообмінник, що встановлюється
в незалежних схемах теплових підстанцій

Можливе також технічне рішення по влаштуванню в ТРС незалежної підсистеми тільки для частини абонентів мікрорайону – будівель підвищеної поверховості. Наприклад, весь мікрорайон забудовано 5–9-поверховими будівлями, але в ньому є кілька 16-поверхових будівель. Для цих 16-поверхових будівель робиться своя незалежна підсистема в ТРС.

Третьою за ходом теплоносія незалежною підсистемою може бути підключення самого абонента до теплових мереж. У разі створення

незалежної схеми підключення абонента здійснюється через теплообмінний апарат, в якому з одного боку подається первинний теплоносіє від джерела тепла з тиском до 16 атм і температурою до 150 °С, а з іншого боку – вторинний теплоносіє внутрішньобудинкової системи опалення з тиском до 6 атм і температурою до 95 °С.

Четвертою підсистемою можуть бути незалежні схеми підключення кожної квартири у внутрішньобудинковій системі опалення житлового будинку, кожного офісу в адміністративному будівлі чи кожного відділення в лікувальному закладі.

Говорячи про необхідність влаштування незалежних підсистем замість гідравлічно залежних підвищувальних насосних систем або про влаштування незалежних підсистем у ТРС для підключення групи абонентів, замість влаштування ІТП з підмішуючими насосами в кожному будівлі, обов'язково слід враховувати екологічні та експлуатаційні показники.

Техніко-економічний аналіз проектів і реально працюючих в Україні протягом десятків років незалежних схем теплопостачання свідчить про їх переваги в експлуатаційному відношенні, що забезпечує високу надійність при відносно невеликому збільшенні капітальних вкладень в окремих випадках.

Іншими словами, перевагу слід віддавати ступінчастим незалежним схемам. Про це свідчить і півстолітній досвід роботи однієї з найбільших систем теплопостачання в місті Копенгагені та інших містах Європи. Важливим напрямом, де необхідно приймати незалежні схеми підключення джерел тепла до діючих абонентів, є підключення резервної котельні.

Як правило, параметри роботи резервних котелень за температурою та тиском значно відрізняються від параметрів діючих централізованих систем теплопостачання мікрорайонів чи окремих абонентів. Включення резервної (аварійної) котельні можливе тільки при включенні основного (постійного) джерела тепла.

Тому, якщо резервну котельню не ізолювати гідравлічно, можна:

- по-перше, поставити її обладнання під підвищений тиск, що діє в мікрорайоні;
- по-друге, не зможемо забезпечити в існуючих теплових мережах і абонентських системах необхідні розрахункові температури.

Одним з найважливіших напрямків використання незалежних схем є з'єднання в єдину систему теплопостачання нових збудованих джерел тепла з параметрами підігрітої води (150–70 °С) та існуючими старими джерелами тепла. Такими джерелами тепла є окремо розташовані або вбудовані котельні з параметрами 95–70 °С. Це класичний приклад тепло модернізації міст шляхом подачі тепла від нових збудованих ТЕЦ або районних котелень з ліквідацією раніше діючих місцевих котелень.

У разі підключення існуючих котелень до нових теплових мереж за незалежною схемою ми повністю збережемо працездатність старих місцевих котелень, «консервуючи» їх замість ліквідації. Як показала практика, «консервація» джерел тепла – це значне підвищення надійності всієї системи теплопостачання в екстремальних умовах (бойові дії, аварійно-відновлювальні роботи тощо).

Застосування незалежних квартирних систем опалення також дозволяє підвищити надійність теплопостачання, оскільки у другому контурі опалення можуть бути постійно підключені електро- або газонагрівачі з автономним живленням електроенергією або газом від дизельних генераторів і газоблочних систем. У разі виходу з ладу основної системи теплопостачання в кожній квартирі включається своя автономна система опалення.

Далі більш детально розглянемо основні варіанти застосування пластинчатих теплообмінників у системах теплопостачання.

Варіант перший. Незалежні схеми для транспортування тепла на великі відстані та перепади висот рельєфу місцевості.

При багатокілометрових відстанях між джерелами тепла (ТЕЦ, промислові котельні, геліоустановки або атомні джерела) або при значних перепадах висот рельєфу по довжині теплотраси виникає необхідність у пристрої підвищувальних насосних станцій (див. розділ 8).

Такі гідравлічні системи з насосними станціями за своєю суттю є ненадійними, оскільки при раптовій зупинці насосів у нижніх зонах теплопостачання виникають критичні тиски, що руйнують нагрівальні прилади та арматуру внутрішньобудинкових систем опалення, а також викликають розриви трубопроводів.

Розроблені та застосовувані для захисту таких систем від критичного тиску різні конструкції клапанів іноді не спрацьовують. Результати таких відносно рідкісних випадків – колосальні аварії міських систем теплопостачання з численними збитками, що, звісно, є неприпустимим.

Надійним способом запобігання таких ситуацій є влаштування по всій протяжності траси замість підвищувальних насосів водопідігрівачів з пластинчастими теплообмінниками та своїми циркуляційними насосами для кожної зони. При такому рішенні в кожній зоні підтримується тиск, що не перевищує нормативного для всіх елементів системи (арматури, труб, обігрівачів). Таким чином, повністю виключається можливість створення аварійних ситуацій через виникнення критичних тисків.

При побудові п'єзометричних графіків система теплопостачання у разі значних перепадів висот місцевості повинна в кожному окремому випадку вирішуватися конкретно питанням про влаштування загальної незалежної схеми для всього району теплопотреби або всього кварталу чи окремої

будівлі. На рисунку 9.13 надано п'єзометричний графік незалежної схеми теплопостачання.

Влаштування незалежної багатоступеневої схеми теплопостачання для протяжних тепломагістралей – це більш дороге рішення за капітальними витратами, ніж загальноприйнята схема з влаштуванням тільки насосних станцій. Однак далеко не завжди й не в усіх випадках варто керуватися виключно фінансовими міркуваннями. Надійність та безаварійність – не менш важливі фактори.

Наприклад, у разі транспортування тепла від атомних джерел повинна обов'язково застосовуватися незалежна багатоконтурна схема, в якій контури гідралічно ніяк не зв'язані між собою.

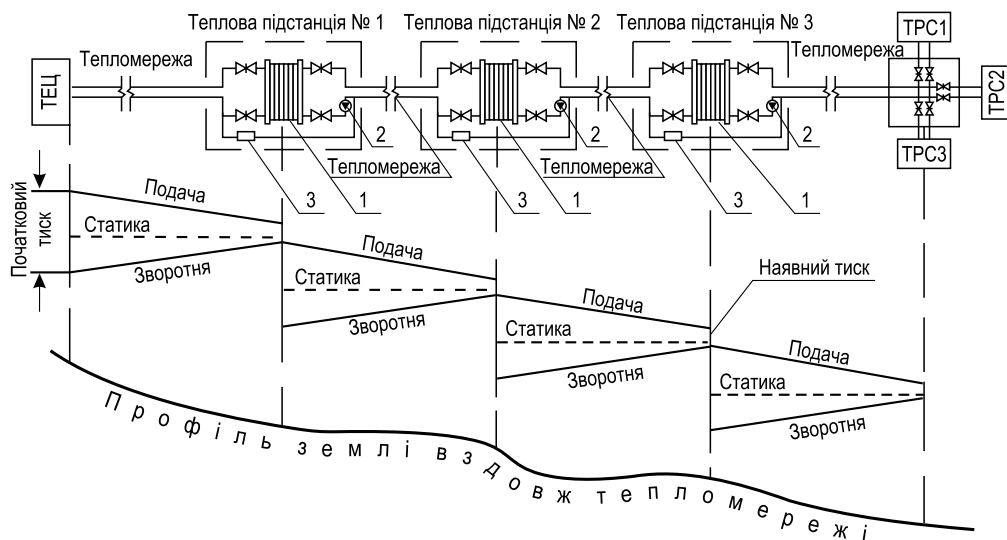


Рисунок 9.13 – П'єзометричний графік при влаштуванні теплових станцій:

- 1 – пластинчастий теплообмінник; 2 – мережевий циркуляційний насос;
- 3 – підживлювальний вузол; ТЕЦ – теплоелектроцентр

Розглядаючи влаштування незалежних схем теплопостачання з пластинчастими підігрівниками для передачі тепла на великі відстані замість звичайного рішення – влаштування підкачувальних насосних станцій, потрібно всебічно проаналізувати та техніко-економічно обґрунтувати прийняття рішень. Для можливості таких об'єктивних техніко-економічних рішень необхідно попередньо побудувати відповідний п'єзометричний графік з підкачувальними насосними станціями.

Якщо порівняти два п'єзометричних графіки однієї й тієї ж теплової магістралі (рис. 9.13, 9.14), то стає очевидно, що при використанні підкачувальних станцій на кожній ділянці магістралі необхідно створювати додатковий напір для «підйому» зворотного п'єзометра. При цьому для

забезпечення циркуляції по всій системі мережеві циркуляційні насоси ТЕЦ змушені постійно працювати на повну потужність.

При найкращій та надійній експлуатаційній системі насоси можуть раптово зупинитися, що може призвести до аварій. Головна перевага незалежних схем – це висока надійність.

У разі незалежної схеми працюють лише мережеві циркуляційні насоси з набагато меншими напорами, а мережеві насоси ТЕЦ працюють тільки на першій ділянці теплоелектроцентралі. При незалежній схемі виникнення аварії через різке підвищення тиску неможливе. У той же час влаштування незалежної схеми з тепловими підстанціями вимагає наявності різниці температур порядку 10°C між нагрівальною та нагріваючою водою. Схема з тепловими станціями працює з меншими тисками, але з деякими втратами тепла при ступеневому підігріві в пластинчатих теплообмінниках.

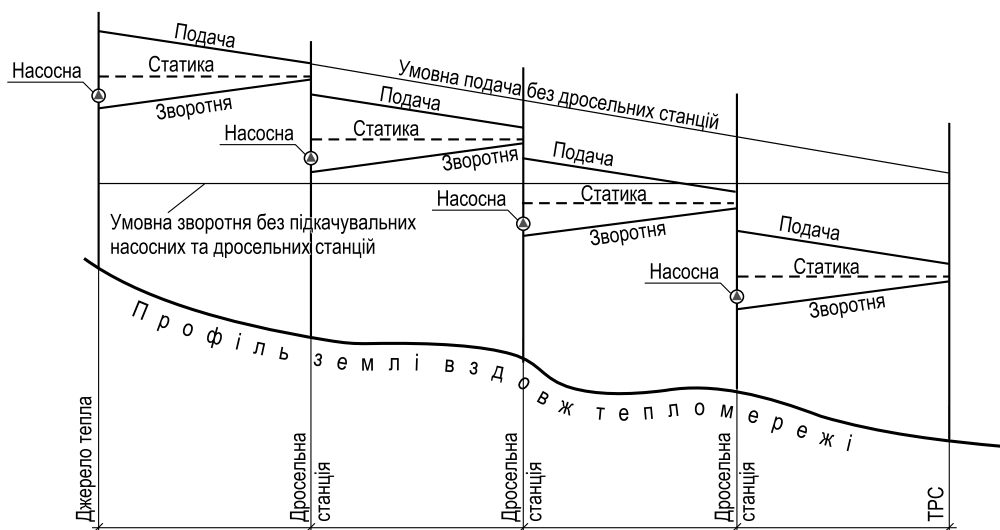


Рисунок 9.14 – П'єзометричний графік при влаштуванні підкачувальних насосних станцій

Варто ще раз підкреслити: остаточне рішення та технічне рішення повинно прийматися на основі техніко-економічних розрахунків.

Варіант другий. Спільна робота різних джерел тепла в єдину теплову мережу [31].

Сучасна міська агломерація з кожним днем споживає все більше енергії, зокрема і теплової.

У сучасному світі існує багато різноманітних джерел тепла, кожне з яких має власні робочі параметри – консистенцію теплоносія, тиск і температуру.

Як правило, кожне джерело тепла обслуговує власну теплову мережу, передаючи тепло споживачам-абонентам, для яких передбачені ті самі параметри теплоносія, що й у самого джерела.

Сьогоднішнє місто має різні джерела тепла, що працюють на різних видах палива.

До них належать:

1. Котельні на різних видах палива. Теплоносієм для цих котелень може бути вода з максимальною температурою від 80 °С до 150 °С і тиском від 1 атм до 16 атм або парами різних параметрів.

2. Теплоелектроцентралі (ТЕЦ).

3. Сміттєспалювальні заводи.

4. Вторинне тепло від промислових підприємств (металургія, хімічна промисловість).

5. Геліоустановки.

6. Геотермальні джерела.

Як об'єднати всі ці джерела в одну теплову мережу?

Теоретично рішення існує давно: з'єднати всі джерела через теплообмінні апарати, в яких по одній поверхні кожного теплообмінника циркулює відповідний нагрівальний теплоносій. По іншій поверхні кожного теплообмінника рухається загальний теплоносій єдиної системи теплопостачання міста, що забезпечує подачу тепла в усі абонентські теплоспоживаючі системи.

На рисунку 9.15 наочно показана принципова єдина схема теплопостачання міста від різних джерел теплопостачання.

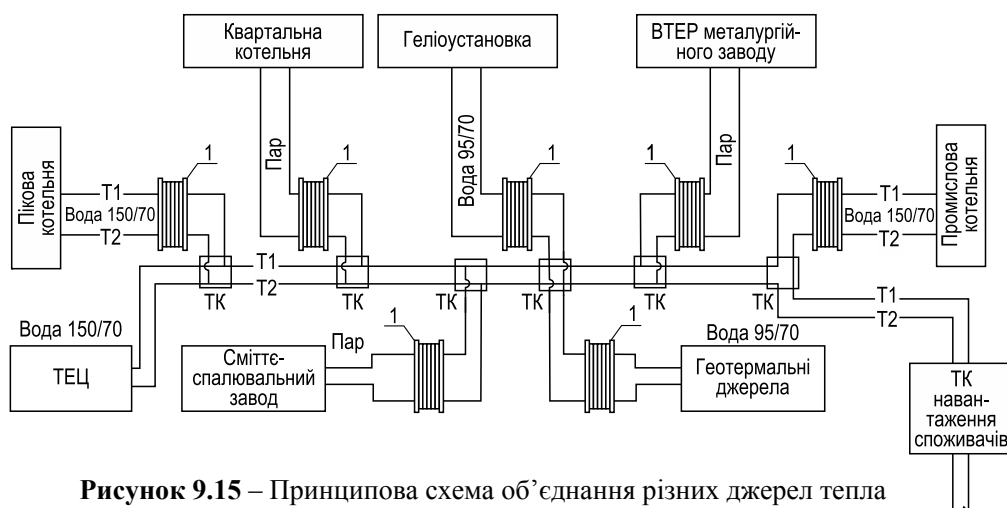


Рисунок 9.15 – Принципова схема об'єднання різних джерел тепла в єдину міську мережу:

1 – пластинчатий теплообмінник; Т1, Т2 – подавальний та зворотній трубопроводи; ТК – теплова камера

Інженерні споруди на магістральних теплових мережах, в яких встановлюються пластинчаті теплообмінники і циркуляційні насоси, називаються тепловими підстанціями.

Варіант третій. У третьому варіанті застосування незалежних схем тепlopостачання розглядаються різні конструкції внутрішньоквартирних систем опалення та їх підключення до теплових мереж.

На рисунку 9.16 зображена незалежна схема підключення загальнобудинкової поквартирної системи опалення.

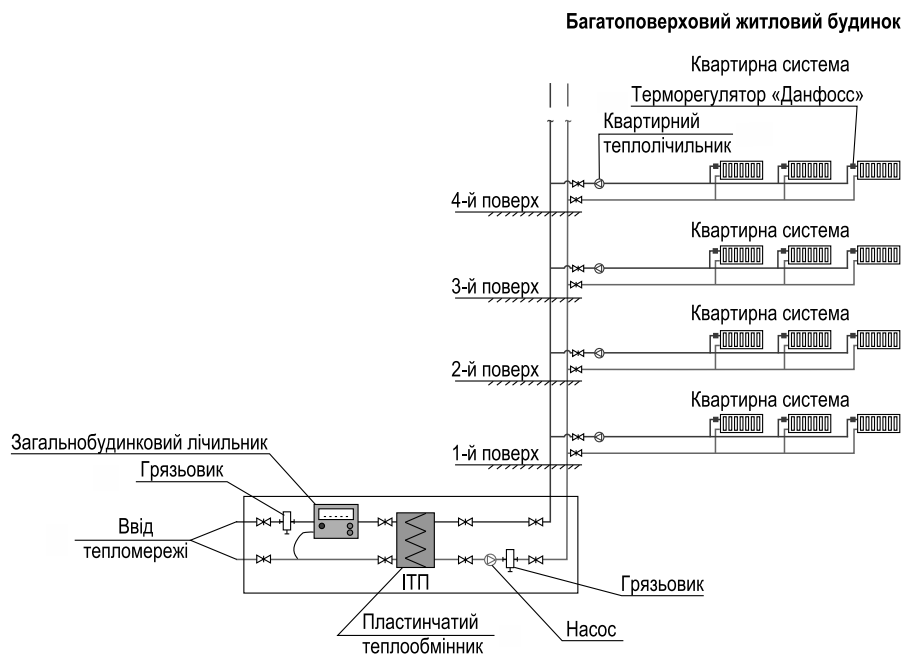


Рисунок 9.16 – Незалежна схема підключення загальнобудинкової поквартирної системи опалення

Варіант четвертий. Підключення кожної квартири або кожного офісу за незалежною схемою.

На рисунках 9.17 та 9.18 показані квартирні системи опалення. У таких схемах перегрітий теплоносій з параметрами $150\text{--}70\text{ }^{\circ}\text{C}$ може подаватися до самих квартир, де безпосередньо в теплообмінниках він перетворюється на потрібний для внутрішньобудинкових систем теплоносій з параметрами $95\text{--}70\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Нижче на рисунку 9.18 зображена більш детальна незалежна схема опалення квартири.

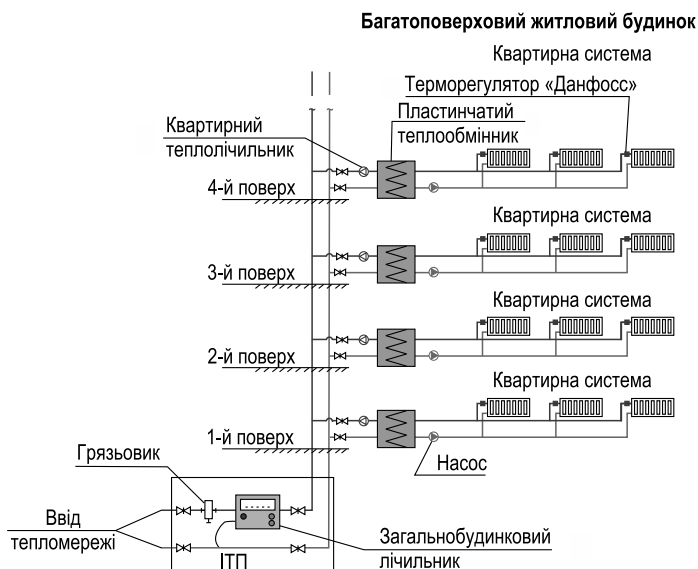


Рисунок 9.17 – Незалежна схема підключення квартирних систем опалення

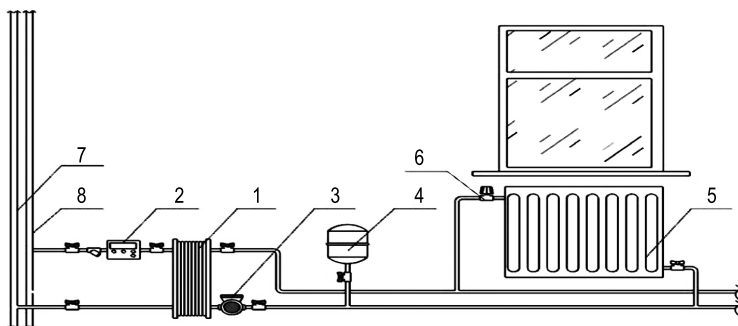


Рисунок 9.18 – Укрупнена схема опалення квартири:
 1 – пластиначатий теплообмінник «Анкор-Теплоенерго»;
 2 – лічильник тепла «Kamstrup»; 3 – циркуляційний насос «Grundfos»; 4 – розширювальний бак «Reflex»;
 5 – радіатор «KORADO»; 6 – терморегулятор «Danfoss»;
 7, 8 – головні стояки

Варіант п'ятий. Незалежна схема опалення висотного будинку.

На рисунку 9.19 зображена можливе підключення опалення висотного будинку практично будь-якої поверховості. Саме незалежні схеми ІТП для кожної зони по висоті роблять таку схему найбільш економічною та надійною.

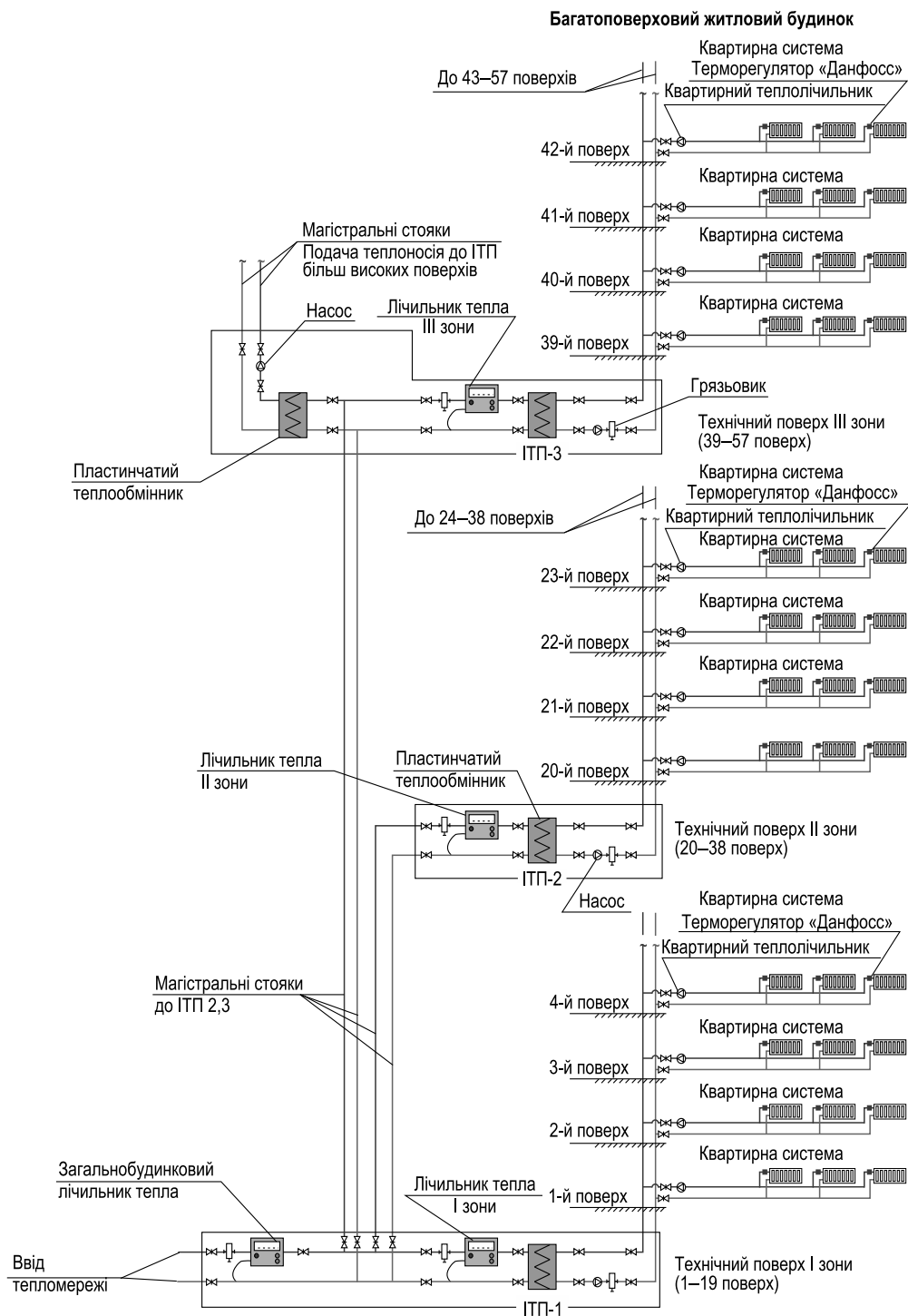


Рисунок 9.19 – Незалежна схема опалення висотного будинку

Варіант шостий. Незалежна схема для захисту внутрішньокотельного контуру (джерела тепла).

У всіх раніше побудованих в XX столітті системах теплопостачання параметри теплоносія (температура та тиск) у зовнішній тепловій мережі та самій котельні, як правило, однакові. Іншими словами, тиск, що створюється у зовнішній тепловій мережі, необхідний для подачі теплоносія в найвіддаленіші та найвищі точки системи, повністю діє на все обладнання котельної, а головне – котли, знижуючи їх надійність.

Важливим фактором надійності роботи котлів є також їх «закипання» та засмічення внаслідок значного зниження якості теплоносія через витоки та заповітрування всієї системи теплопостачання. Для виключення факторів розривів через підвищений тиск та «закипання» котлів пропонується і вже деякими компаніями здійснюється розподіл контурів самої котельні та зовнішньої теплової мережі.

Також потрібно підкреслити, що така схема дозволяє постачати котли якісною хімічно очищеною водою незалежно від якості решти частини системи.

На рисунку 9.20 показана схема захисту внутрішньокотельного комплексу.

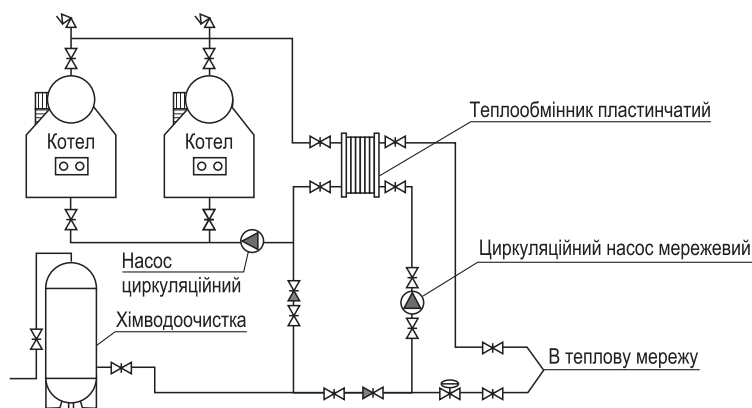


Рисунок 9.20 – Незалежна схема захисту внутрішньокотельного комплексу

Один з варіантів запропонованої незалежної схеми, зображеної на рисунку 9.20, полягає в збереженні («консервації») внутрішньобудинкових або групових котелень з низькими параметрами теплоносія, наприклад 95–70 °С, при теплофікації міст, селищ, районів або окремих будівель шляхом підключення їх до нових теплових мереж з високими параметрами, наприклад 150–70 °С. Зазвичай у процесі теплофікації старі діючі котельні, ще цілком працездатні, ліквідовуються, тобто розбираються.

Запропонована замість ліквідації «консервація» котелень за допомогою незалежних схем створює резервний (аварійний) запас теплових потужностей. Життя в екстремальній військовій ситуації наочно показало необхідність такого резервного запасу. Ще однією обов'язковою умовою застосування незалежної схеми є підключення резервних котелень до діючих централізованих систем теплопостачання мікрорайонів і кварталів. Як правило, такі резервні котельні встановлюються поруч з теплопередавальними станціями та підключаються до них до діючої системи теплопостачання.

10 ДЖЕРЕЛА ТЕПЛА І ВИДИ ПАЛИВА

Безсумнівно, основним невичерпним джерелом енергії є сонце. Сучасні геліоустановки достатньо швидко та просто перетворюють енергію сонця на теплову або електричну енергію.

Є змога використовувати різноманітні джерела енергії: електроенергію, зокрема вироблену на атомних станціях, вугілля, природний газ, рідке паливо (мазут, солярка, горючі відходи нафтопереробки), деревину та її відходи (стружка, тирса, гілки, листя), соломі, торф, а також різні види брикетів і пелетів з лушпиння, деревини, біомаси, насіння, соломи та інших рослинних решток.

Крім того, є такі чудові природні джерела теплоти, як геотермальні підземні гарячі води. Важливим джерелом є вторинне тепло, що утворюється при виробництві електроенергії на ТЕЦ, пар або тепло, як вторинні відходи промислового виробництва (сталеливарне виробництво, хімічна промисловість та інші галузі).

В Україні основні об'єкти теплопостачання були спроектовані і побудовані в часи, коли вартість енергетичних ресурсів була вкрай низькою, тому питанням енергоефективності не приділялося належної уваги. Зараз спостерігається постійне підвищення цін на природний газ і інші види палива. Сьогодні ситуація навколо так званої «альтернативної енергетики» стає все більш актуальною, оскільки використання альтернативних видів палива дозволяє зменшити залежність від імпорту енергетичних ресурсів і підвищити енергетичну безпеку.

Спробуємо розташувати всі розглянуті нами джерела тепла послідовно, враховуючи вартість виробленої ними енергії, логістику, експлуатаційні витрати і, по можливості, інші фактори.

Запропонована черговість розміщення джерел тепла не може бути догмою:

1. Електроенергія, вироблена на атомних станціях. Як правило, географічне розташування об'єкта в значній мірі впливає на вибір основного джерела тепла та виду палива. Найдешевшою є електроенергія, що виробляється атомною станцією. Розглядаючи питання використання вторинного тепла атомних електростанцій для потреб теплопостачання традиційним методом відбору тепла і його переходу по трубопроводах тепломережі, слід відзначити, що ряд країн, в тому числі і Україна, вже мають в цьому певний досвід.

Враховуючи «закритість» теми виробництва та використання «атомної енергії», неможливо здійснити об'єктивний техніко-економічний аналіз таких

рішень. Однак і без такого економічного аналізу можна стверджувати, що схеми відбору і транспортування тепла від атомних джерел традиційним способом по трубопроводах конструктивно складні і дорогі, а також мають підвищену радіаційну небезпеку. Усі ці схеми багатоступінчаті, незалежні з нерозбірними теплообмінниками, додатковими насосами та якісною автоматикою.

На мій погляд, набагато на кілька порядків безпечніше і дешевше передавати тепло від атомної станції у вигляді електроенергії, а потім нагрівати електроенергією відповідні системи електроопалення (конвектори, тепла підлога, повітропідігрівачі, кондиціонери та інші пристрої).

2. Геліоустановки – сонячна енергія, що перетворюється безпосередньо в електричну і теплову енергію. Наразі електричні сонячні панелі переважають над сонячними водонагрівачами з ряду причин. По-перше, це більш низька собівартість виробленої енергії, простота конструкції, монтажу, передачі і накопичення енергії. Далі необхідно врахувати можливість отримання електроенергії при використанні сонячних панелей в будь-яку пору року, при будь-якій температурі та при наявності низької освітленості. Водночас сонячні водонагрівачі не можуть працювати при відсутності прямого сонячного освітлення. Вони потребують забезпечення заходів, що запобігають замерзанню теплоносія, прокладки трубопроводів, установки насосного обладнання та інших технічних рішень.

3. Геотермальні установки – гаряча вода з підземних свердловин.

4. Вторинне тепло, отримане при виробництві електроенергії на теплоелектроцентралях (ТЕЦ).

5. Вторинне тепло, отримане при плавці металів, охолодженні агрегатів та інших промислових підприємств.

6. Котельні на газовому паливі.

7. Котельні на рідкому паливі.

8. Котельні на брикетах, пелетах.

9. Котельні на вугіллі та вугільному пилу.

10. Котельні на відходах сільськогосподарської продукції (лущення насіння, горіхи, солома).

11. Котельні на деревині.

12. Котельні на торфі та біомасі.

13. Піролізні котли.

14. Котельні з «киплячим» шаром.

15. Котельні на електроенергії.

16. Тепло від сміттєспалювальних заводів.

17. Безпосереднє опалення квартир газогенераторами.

18. Електронагрівачі різної конструкції.

19. Електроопалення системою «нагрівальні підлоги», «нагрівальні стелі», «нагрівальні стіни».

20. Опалення кондиціонерами (різновид теплових насосів).

Використання сонячної енергії теоретично можливе всюди, але пріоритет та реальний ефект на сьогодні досягається в містах і країнах, де багато сонячних днів. Чим менше сонячних днів, тим складніше система тепlopостачання. Тим більша повинна бути потужність дублюючих джерел і акумуляторів.

Важливими факторами використання сонячної енергії для підігріву води в багатоповерховому житловому будинку є можливість площі покриття (даху) для розміщення установок та вторинне тепло від ТЕЦ.

Геотермальні джерела географічно розповсюджені відносно рідко і малопотужні. Через це використання геотермальних вод безпосередньо в системах опалення можливе вкрай рідко. Більш доцільно встановлювати теплові насоси з використанням геотермальних вод як охолоджувальний агент.

Давно доведено наукою та підтверджено практикою найрозвиненіших країн світу, що використання тепла, виробленого централізованими джерелами (ТЕЦ), значно вигідніше і краще в усіх відношеннях, ніж децентралізація від місцевих котелень. У багатьох містах і країнах (Велика Британія, Польща, Китай) будівництво будь-яких котелень, особливо вугільних, за наявності системи централізованого тепlopостачання взагалі заборонено. Централізація не тільки допомагає знизити експлуатаційні витрати та покращити якість послуг для споживачів, але й значно скорочує викиди парникових газів та вплив на навколишнє середовище. Тільки великі централізовані джерела тепла, оснащені різними типами котлів, дозволяють мобільно переходити з одного виду палива на інший.

Вторинне тепло, отримане при плавлі металів, охолодженні агрегатів і інших технологічних процесах, є економічно вигідним. Україна має величезний досвід використання вторинного тепла на промислових об'єктах міст Запоріжжя, Маріуполя, Дніпра та інших.

Місцеві котельні можуть працювати як на традиційних видах палива, таких як газ, електроенергія, мазут, дизельне паливо, деревина, так і на нетрадиційних видах палива (тирса, стружка, гілки, листя, солома, торф, різного роду брикети та пелети з відходів деревини).

Одним з перспективних напрямків є переведення місцевих котелень на різні види палива альтернативної енергетики, тобто на паливо, яке є альтернативою відповідним традиційним видам палива і яке виробляється з нетрадиційних джерел і видів енергетичної сировини.

Сьогодні котельні на газовому паливі найбільш поширені як у житловому секторі, так і в промисловості. Вони найбільш динамічні, надійні і зручні в обслуговуванні. Питома теплота згоряння газу складає 8 000 ккал/м³. Основною перевагою газового обладнання є його екологічність, оскільки забезпечуються мінімальні викиди вуглекислого газу в атмосферу під час

роботи. Також є можливість спрощення автоматизації та покращення роботи котлів за допомогою додаткових приладів, наприклад, систем дистанційного керування. Однак варто враховувати, що обладнання, яке використовує газ як паливо, є вибухонебезпечним, тому потребує регулярного і якісного технічного обслуговування та відповідної кваліфікації обслуговуючого персоналу. Крім того, окрім безпосередньої експлуатації котельного обладнання, необхідно забезпечувати експлуатацію газового обладнання, газопроводів і газоходів.

Котельні на рідкому паливі (теплота згоряння дизельного пального – 10 300 ккал/л, мазуту – 9 700 ккал/л) також значно складніші в експлуатації і дорожчі, ніж на газовому паливі, оскільки вони потребують спеціальної системи подачі, розігріву та зберігання палива. Для розігріву палива потрібно спеціально мати інше джерело тепла з вищими параметрами (пар, електроенергія), ніж основні водогрійні котли систем теплопостачання.

Котельні на пелетах і брикетах за своїми теплофізичними експлуатаційними показниками наближені до газових, але вони також вимагають систематичного періодичного присутності кваліфікованого налагоджувального і обслуговуючого персоналу, оскільки достатньо складні по своєму пристрою і автоматизації. Теплота згоряння дерев'яної пелети складає 4 100 ккал/кг, пелет із соломи – 3 465 ккал/кг, з лушпиння соняшника – 4 320 ккал/кг. Також слід врахувати вартість виготовлення пелет. Вартість пелет, як і брикетів, постійно зростає, тому котельня на пелетах більш затратна порівняно з котельнею на газі, і при цьому вимагає додаткових витрат на транспортування та зберігання пелет.

У котельнях, що працюють на вугільному паливі, як вихідну сировину використовують кам'яне, деревне та буре вугілля, антрацит. Теплота згоряння палива складає 6 450 ккал/м³ для кам'яного вугілля, 6 510 ккал/м³ для деревного вугілля, 3 100 ккал/м³ для бурого вугілля та 6 700 ккал/м³ для антрациту. Однак котельні на вугільному паливі також значно складніші та дорожчі в обслуговуванні, ніж газові, оскільки потребують склади, систему підготовки, подачі палива та золовидалення.

Котельні на відходах сільськогосподарської продукції (теплота згоряння лушпиння соняшника складає 4 060 ккал/кг, лушпиння рису – 3 180 ккал/кг) також потребують спеціальних сховищ, систем транспортування та подачі палива. За своєю керованістю вони порівнянні з котельними на вугільному паливі.

Котельні на твердому паливі (теплота згоряння свіжої деревини – 1 940 ккал/кг, висушеної деревини – 3 400 ккал/кг, брикетів з торфу – 4 200 ккал/кг) також вимагають додаткових установок і відповідно обслуговуючого персоналу для прийому, зберігання і подачі палива, а також видалення шлаку та зол. Слід ще раз наголосити, що процес подачі твердого

палива та видалення шлаку й золи є надзвичайно трудомістким і забруднюючим. На жаль, при будь-якому ступені механізації та автоматизації без присутності обслуговуючого персоналу цей процес неможливий.

Використання котелень на біомасі (теплота згоряння кукурудзи – 3 500 ккал/кг, соломи – 3 750 ккал/кг) безумовно є доволі економічно обґрунтованим рішенням. Для отримання енергії найчастіше використовують тверду біомасу, а також отримані з неї рідкі газоподібні палива. Біомаса є екологічно чистим та відновлюваним паливом, використання якого не призводить до збільшення ефекту парникових газів. Однак використання цього виду котелень обмежене через відсутність необхідної кількості біомаси, використання якої, як і в будь-якій твердопаливній котельні, тягне за собою додаткові витрати на підготовку, транспортування та зберігання.

Дефіцит газового і рідкого палива та труднощі спалювання твердого палива створюють підвищений інтерес до котлів, обладнаних топками з псевдозрідженням або «киплячим» шаром.

Найперспективнішими для України є котельні, що працюють на твердому паливі за принципом киплячого шару. Спалювання в киплячому шарі – це технологія, яка дозволяє підвищити ефективність спалювання низькокаліберних або нетрадиційних видів палива, зокрема вугілля з високим вмістом золи, відходів вуглезагачення, сланців, антрацитів, шламів осадків стічних вод тощо. Ця технологія також відрізняється високою екологічністю, зокрема кількість викидів токсичних оксидів сірки в атмосферу може бути знижена більше ніж на 90 %.

Топки «киплячого шару» дозволяють використовувати нетрадиційні та низькосортні види палива (щепи, деревні відходи, торф, низькокалорійне вугілля, шлами тощо), а також створюють можливість спалювання різних видів палива в одному топковому пристрої. Спалювання палива в «киплячому шарі» забезпечує виконання жорстких екологічних норм щодо викидів CO_2 і NO_2 без необхідності будівництва додаткових установок для очищення сірки та азоту.

Необхідно відзначити історичний факт, що ще в 80-х роках ХХ століття «Укртеплокомуненерго», що входило до складу Міністерства ЖКГ України, впроваджувало котли з топками киплячого шару в різних містах України (Харків, Донецьк, Івано-Франківськ та ін.). Практичні результати роботи були досягнуті в «Харківтеплоенерго». Котельня в райцентрі Нова Водолага відпрацювала один опалювальний сезон. Однак через технологічні складнощі та дефіцит високолегованих сталей і спеціального обладнання розвиток цього перспективного напрямку було зупинено. Напевно, зараз саме час згадати і розвивати цей напрямок, оскільки в ряді країн світу котли з топками киплячого шару вже стали широко впроваджуватися.

Котельні з електрокотлами давно відомі і широко застосовуються як джерела тепла в малоповерховому будівництві та промисловості. Сучасні системи електроопалення («тепла підлога», конвектори тощо) значно більш ефективні з точки зору економії електроенергії та простоти експлуатації.

Використання тепла сміттєспалювальних заводів – відомий в світі напрямок, що розвивається. Вперше в Україні тепло від постійно діючого з 1982 року Харківського сміттєспалювального заводу подавалося промисловим споживачам в кінці XX століття.

Практика показала, що сміттєспалювальний завод як надійне джерело без дублювання не підходить. Для надійності теплопостачання при Харківському сміттєспалювальному заводі довелося будувати резервну котельню, а потім з'єднувати теплотраси з міською системою теплопостачання.

Безпосереднє опалення квартир газогенераторами стало доволі поширеним в Україні в період масової газифікації населених пунктів в середині XX століття. Друге життя цей напрямок отримав на початку XXI століття як альтернатива централізованому теплопостачанню. В ряді міст і населених пунктів України замість капітального ремонту теплових мереж і реконструкції внутрішньобудинкових систем опалення пішли на повну зупинку систем теплопостачання з демонтажем централізованих джерел тепла. Замість централізованого теплопостачання в кожній квартирі встановили газогенератори, тим самим значно погіршивши екологію та збільшивши ступінь пожежної та вибухонебезпечності для кожного жителя.

Все ширше поширюється електроопалення приміщень за допомогою системи «теплих огорожувальних конструкцій». У Скандинавії навіть будівлі стадіонів опалюються за цією системою. Основним розробником і виробником таких систем є Ізраїль. З точки зору простоти монтажу ці системи дуже підходять для швидкого і якісного відновлення зруйнованих війною систем теплопостачання України.

Безпосереднє електроопалення без використання теплоносія дуже мобільне, і головне, не потрібно зливати теплоносій у процесі експлуатації при пусках і зупинках системи.

Особливо слід зазначити про достатньо «модні тенденції», які передбачають використання дахових котелень, нібито як альтернативу звичайним котельним або системам теплопостачання. З технічної та екологічної точки зору автоматизована дахова котельня нічим не відрізняється від аналогічної окремо розташованої наземної пристроєної чи вбудованої котельні.

Дахова котельня за обслуговуванням та експлуатаційними витратами набагато складніша та дорожча, ніж наземна, оскільки потребує додаткових витрат на подачу води, палива, матеріалів, обладнання, доставки обслугову-

ючого персоналу на дах, тобто в будівлі обов'язково повинен бути технічний ліфт та додаткові насоси. Котельне обладнання дахових котелень має підвищені вимоги до якості води, що вимагає встановлення обладнання для водопідготовки, для експлуатації якого потрібний підготовлений персонал і постійний контроль якості. Як показує досвід експлуатації, ці вимоги часто не виконуються, що призводить до передчасного виходу з ладу котлових теплообмінників та їх дорогого ремонту.

Історія виникнення дахових котелень пов'язана з потребою будівництва нових висотних будівель у щільній міській забудові та густонаселених міських структурах, таких як у Японії та інших країнах. Тепер, як правило, там це електрокотельні. Влаштування дахових котелень на газі в Україні при наявності централізованого теплопостачання подібне до рішення «тягнути корову на горище замість того, щоб принести їй сіно з горища». Набагато простіше, дешевше і надійніше збільшити теплову потужність існуючих центральних джерел і перекласти теплові мережі на необхідний діаметр для можливості підключення нового об'єкта до них по незалежній схемі через ІТП з пластинчастим теплообмінником.

Результати порівняльного аналізу котелень на різних джерелах палива наведені в таблиці 10.1 [54].

Таблиця 10.1 максимально спрощена, щоб можна було наочно вказати на переваги та недоліки місцевих котелень на різних видах палива. У таблиці вказано лише «плюси» та «мінуси». Детальне та об'єктивне розшифрування та оцінка цих плюсів та мінусів – обов'язкове завдання для кожного наукового працівника, інженера, адміністратора або політика, що виступає за застосування того чи іншого виду палива.

Такий підхід є дуже важливим, адже за ним стоять живі люди, що страждають внаслідок неправильних, необґрунтованих техніко-економічними показниками рішень.

Рішення щодо застосування того чи іншого виду палива повинні базуватися на неупередженому техніко-економічному обґрунтуванні, що враховує всі фактори виробництва, зберігання, транспортування, підготовки до спалювання, сам процес спалювання, видалення продуктів згоряння та їх транспортування, а також інші фактори.

При цьому повинні об'єктивно оцінюватися фактори екології, умови охорони праці обслуговуючого персоналу, його чисельність та кваліфікація.

Обов'язково має бути врахована «динаміка» процесу переходу на альтернативні види палива. Під динамікою ми розуміємо реальні перспективи росту, виробництва палива та його ціни. Як один з наочних прикладів недооцінки «динаміки» – це значне (в рази) зростання цін на звичайну соломку, як тільки її почали масово застосовувати для виготовлення пелет.

Таблиця 10.1 – Аналіз котелень на різних джерелах палива

Котельні на різних видах палива	Готовність палива за місцем спалювання	Складність спалювання	Транспортування палива	Виготовлення палива на підприємстві-виробнику	Необхідність спалювання палива в котельні	Облаштування складу палива при котельні	Облаштування складу продуктів згоряння при котельні	Транспортування продуктів згоряння	Екологічний вплив на навколишнє середовище	Наявність кваліфікованого персоналу	Наявність спецперсоналу для ремонту пальникових пристроїв та автоматики
Котельні на газовому паливі	–	–	+	+	+	–	–	–	+	+	+
Котельні на ел. енергії	–	–	+	+	+	–	–	–	+	+	+
Котельні на вугільному пилу	–	+	+	+	+	+	+	+	–	+	+
Котельні на рідкому паливі	–	+	+	+	+	–	–	–	–	+	–
Котельні на відходах с/г виробництва	–	–	+	+	+	–	–	+	+	+	–
Котельні на твердому паливі	–	+	+	+	+	+	+	+	–	+	+
Котельні на пеллетах	–	–	+	+	+	+	–	–	+	+	–
Дахові котельні	–	+	–	–	+	–	–	–	+	+	–
Котельні на біомасі	–	–	+	+	+	+	–	–	+	+	–

Котельні на біомасі можна і потрібно застосовувати там, де є достатня кількість цієї біомаси, а не рекомендувати переведення на біомасу всюди, не враховуючи її добування, обробку, зберігання та транспортування.

В Україні вже є значна кількість негативних прикладів бездумної відмови від газу чи вугілля та переходу на альтернативне паливо.

Сумний підсумок такого бездумного переходу: котли для спалювання газу демонтовані, а нові котли для альтернативного палива не можуть

працювати через його відсутність. Все це відбувалося систематично в ряді регіонів ще задовго до війни.

Слід ще раз підкреслити, що вище зазначене стосується лише місцевих котелень, призначених для обслуговування одного об'єкта (житловий будинок, лікарня, адміністративна будівля).

При розгляді можливостей застосування альтернативних видів палива на централізованих джерелах тепла (ТЕЦ, районні та квартальні котельні) оцінка показників, наведена в таблиці, буде іншою, оскільки джерела централізованого теплопостачання мають зовсім інші показники в питаннях екології, логістики тощо.

Спалювання сміття як джерело тепла

Одним із сучасних світових трендів розвитку систем теплопостачання є використання вторинного тепла від сміттєспалювальних заводів для потреб теплопостачання.

Йдеться про використання вторинного тепла, що утворюється під час спалювання побутового сміття в спеціальних сміттєспалювальних, а не в звичайних водогрійних або парових котлах, як уявляють собі це деякі «проповідники» використання сміття як палива.

Світова практика має вже столітній досвід теплопостачання з використанням тепла від сміттєспалювальних заводів.

Говорячи про теплопостачання з використанням тепла сміттєспалювальних заводів, варто підкреслити фундаментальну ідею їх створення та функціонування. Сміттєспалювальні заводи були створені і призначені в першу чергу для спалювання побутового сміття, тобто вони вирішують екологічну проблему. Одночасно вони можуть бути використані як вторинні джерела тепла, а також як сировинна база для виробництва різних матеріалів.

Згідно з визначенням класиків створення сміттєспалювання, воно визначається формулою «Екологія + Енергетика + Економіка» («Е + Е + Е»).

Тому, коли сміттєспалювальний завод розглядається як джерело енергії, варто завжди пам'ятати про його первісне призначення – екологію.

Дійсно, побутове сміття на перший погляд дуже дешеве паливо. Однак це лише на перший погляд. Якщо проаналізувати процеси утворення, збору, сортування, транспортування та зберігання сміття, а також сам процес його спалювання, захоронення та очищення продуктів горіння (рис. 10.1), то виробництво тепла на базі цього «дешевого» побутового сміття виявиться не таким вже й дешевим. При цьому виробництво тепла на базі побутового сміття є дуже неприємним процесом з санітарної точки зору для обслуговуючого персоналу на всьому логістичному ланцюгу.

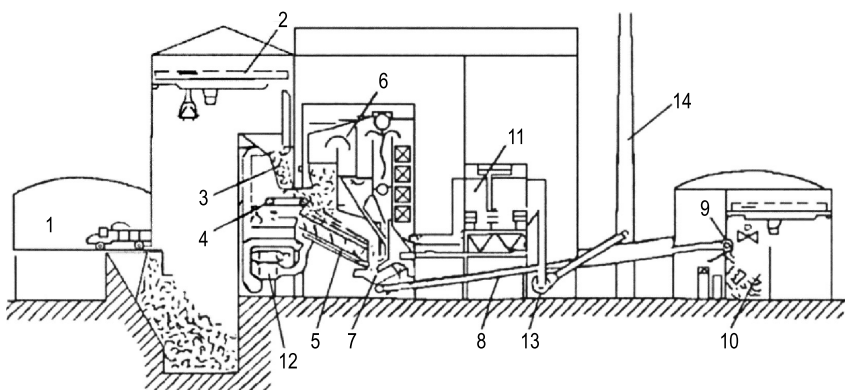


Рисунок 10.1 – Технологічна схема сміттєспалювального заводу:

- 1 – приймальне відділення з бункером для прийому ТБО;
- 2 – мостовий кран з грейфером; 3 – приймальний бункер котлоагрегату;
- 4 – підживлювач топки; 5 – колосникова решітка сміттєспалювального агрегату з топковим обладнанням; 6 – котел-утилізатор пари;
- 7 – тушильна ванна зі скребковим обладнанням для видалення шлаків;
- 8 – жужільний конвеєр; 9 – електромагнітний сепаратор для вилучення чорних металів; 10 – заводська система тимчасового складування та видалення шлаків; 11 – система фільтрів і циклонів для очищення газів;
- 12 – тягопродувальне обладнання з вентиляторами для подачі повітря;
- 13 – димососи; 14 – димар

Ефективність спалювання побутового сміття в першу чергу оцінюється його морфологічним складом, тобто різними компонентами, з яких складається сміттьєве паливо, а саме що ми спалюємо:

- пори року (літо – вологість);
- наявність і ступінь сортування;
- логістика збору, зберігання і доставки;
- конструкції самих сміттєспалювальних котлів та їх допоміжного обладнання;
- складність обслуговування сміттєспалювальних заводів;
- постійність поставок горючого сміття;
- споживання тепла на ньому;
- екологічні наслідки спалювання.

Якщо оцінювати всі вказані вище витрати, то сміття як паливо і вироблене тепло буде мати вже цілком реальну вартість, порівняну з іншими технологіями отримання тепла.

Отримувати тепло систематично, без якихось перебоїв, можна лише від сучасного добре налагодженого заводу.

Малі сміттєспалювальні заводи або тим більше якісь «мобільні» сміттєспалювальні установки не зможуть замінити постійне джерело тепла, що працює на несортованому реальному смітті.

При цьому слід зазначити той відомий у всіх країнах, які давно спалюють сміття, і підтверджений у нас в Україні досвід двадцятирічної роботи Харківського заводу (його зупинили в 2002 році) та нині працюючого Київського заводу, фактор обов'язкового включення в схему теплопостачання сміттєспалювальних заводів своїх пікових котлів або включення самого сміттєспалювального заводу в загальну мережу теплопостачання від традиційних джерел – ТЕЦ або районної котельні.

Ще один маловивчений фактор. Сміття не спалюється просто так за принципом «підпалив і нехай горить собі далі».

Стабільне спалювання сміття для потреб тепла вимагає обов'язкового стабільного наявності в котлі ще одного виду палива – газу або мазуту. Це паливо необхідне як для початку процесу горіння, так і протягом всього процесу для його стабілізації та достатньої екологічної ефективності.

Отже, не все так просто. Перш ніж спалювати сміття або хотіти замінити чи доповнити традиційну схему теплопостачання від ТЕЦ або котельної, потрібно враховувати всі нюанси та витрати.

Сучасний сміттєспалювальний котел – це надскладна інженерна споруда висотою, як 16-поверховий житловий будинок (рис. 10.2). Для його обслуговування потрібний спеціальний ліфт. Котли мають різні схеми подачі палива, але всі вони значно складніші за конструкцією, ніж схема подачі будь-якого іншого твердого, а тим більше рідкого чи газоподібного палива.

«Серцем» будь-якої котельні на будь-якому паливі є котел. Історія розвитку котлобудування свідчить про створення у всьому світі цілої низки типів котлів різної кон-

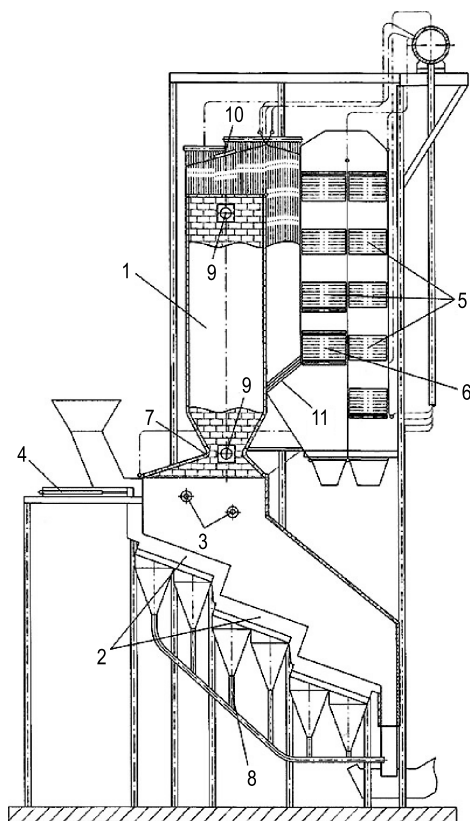


Рисунок 10.2 – Сміттєспалювальний котел:

- 1 – камера догорання; 2 – похило-перештовхувальна решітка; 3 – газові пальники; 4 – подавач; 5 – економайзер;
- 6 – пароперегрівач; 7 – сопла вторинного повітря; 8 – система видалення провалу;
- 9 – люк; 10 – вибуховий клапан;
- 11 – фестон

струкції та теплової потужності. Продовжують успішно розроблятися, виготовлятися та експлуатуватися котли виробництва відомих фірм Німеччини, Великобританії, США, Бельгії та ряду фірм інших країн, в тому числі колишнього Радянського Союзу та України.

Питання розробки та вивчення різних типів котлів не є темою цього розділу, оскільки це дуже широка тематика, яка знаходить своє різнобічне висвітлення як у спеціальній літературі про котлобудування, так і в проспектах фірм-виробників.

Я констатую лише фактичні дані надійності та довговічності різних котлів, які працюють у системах тепlopостачання України та колишнього Радянського Союзу. Загальна оцінка більшості сталевих і чавунних жаротрубних та водотрубних котлів вітчизняного та тим більше іноземного виробництва – це значний, у кілька разів перевищуючий їх гарантійний, фактичний термін експлуатації.

Зокрема, найбільш широко поширені і досі працюючі в невеликих місцевих та квартальних котельнях сталеві водотрубні котли типу НР-18 «Надточія» та чавунні типу «Універсал», «Енергія», «Полум'я» та інші подібні, знаходяться в експлуатації більше півстоліття.

Добре зарекомендували себе в реальній експлуатації водогрійні водотрубні котли вітчизняного виробництва 80–90-х років ХХ століття. Ці котли виготовлялись як вітчизняними заводами, так і рядом найбільших тепlopостачальних організацій («Харківтеплоенерго», «Донецьктеплоенерго» та інші). Також показали високі експлуатаційні показники котли конструкції та виробництва «Луганськтеплоготеленерго».

Чудово показали себе вітчизняні котли різних марок на газовому паливі, оснащені пальниками та автоматикою імпортного виробництва («Ріела» – Італія, КБНГ-2,5 (3,15) та жаротрубні котли типу ВК-21, «Ніка»).

Водотрубні котли більшості великих районних котельень та пікових котельень ТЕЦ типу ПТВ, КВГ, КВГМ, потужністю понад 50 Гкал кожен, встановлені ще в 60–70-х роках минулого століття, і постійно працюють як основні джерела тепла в практично всіх обласних центрах для тепlopостачання житлово-комунального сектора, а також на цілу низку найбільших промислових підприємств України.

Водогрійні та парові водотрубні котли марки ТВГ, КВГМ, ДКВР, ДЕ, «Шухова – Берліні» на газовому паливі, встановлені практично у всіх квартальних або мікрорайонних котельнях середньої потужності (10–30 Гкал), успішно працюють в Україні по сьогоднішній день.

Ще краще зарекомендували себе в частині надійності та тривалості терміну експлуатації водогрійні жаротрубні котли типу «Ланкашарі», «Корновалійська» на твердому паливі. Ці котли в основному працюють на промислових підприємствах, а також на об'єктах спеціального призначення.

Є численні приклади експлуатації на сьогодні цілих котелень або окремих котельних агрегатів, отриманих народним господарством за репараціями з Німеччини після закінчення Другої світової війни. Дати виготовлення цих котлів – 30–40-ті роки XX століття.

Експлуатація котлоагрегатів протягом півстоліття і більше – звичайне явище в світовій практиці теплопостачання найбільш передових європейських країн та Америки.

Наприклад, в Бостоні (США) одна з районних парових котелень, що працює на рідкому паливі, розташована в центрі міста під землею. Конструкція котельні така, що підземна ємність для зберігання мазуту знаходиться над котельним залом. Таким чином, забезпечується незамерзання палива та самопливне його подавання в топки котлів. Водопідігрівальні установки котельні оснащені пароводотрубними бойлерами типу «Лаздан». До цього слід додати й те, що, явно суперечачи нашим українським нормативам, зовнішні теплові мережі, що живляться від котельні, – парові. Відповідно, житлові будинки, що живляться від них, обладнані паровими системами опалення.

Таку ж картину парових внутрішньобудинкових систем опалення зі вбудованими будинковими (місцевими) паровими котлами, що працюють на рідкому паливі, можна спостерігати й сьогодні в ряді житлових багатоповерхових будинків Нью-Йорка (США), побудованих ще в першій половині XX століття. Всім вищезгаданим системам теплопостачання сьогодні вже більше 80 років.

Я свідомо роблю акцент на аналізі довговічності джерел тепла у світі, зокрема в Україні та підготував короткий, але, на мою думку, переконливий огляд тривалості експлуатації окремих котлів і цілих котелень.

Звісно, одним із вирішальних умов, що забезпечують довговічну роботу котельного обладнання, є повсякденна грамотна робота експлуатаційного персоналу підприємств теплових мереж України, системи «Укртеплоенерго», Міністерства енергетики, а також енергетичних цехів промислових підприємств. Звичайно, без грамотної експлуатації (дотримання режимів горіння, теплових та гідравлічних режимів, якісного підживлення, випробувань, планових ремонтів) була б неможливою така реальна робота котельного обладнання. Але й не меншу роль, а можливо й більшу, в питаннях довговічності, мають якість виробів, отриманих експлуатаційниками в свої руки від фірм-виробників ще на початку або середині XX століття.

Підводячи підсумки вищезазначеному, хотілося б акцентувати увагу ще на одному тезисі. Ніхто і ніде в цивілізованому світі не поспішає замінювати старе обладнання котелень на нове тільки тому, що нове обладнання «більш сучасне», має вищий ККД, і тим більше, керуючись якимись миттєвими «політичними» мотивами. Усюди переважає принцип: заміна обладнання,

реконструкція котелень, зміна виду палива, централізація або децентралізація повинні бути техніко-економічно обґрунтовані, повинні приносити реальний, відчутний економічний, соціальний, екологічний або інший ефект, виражений у конкретних результатах для виробників і споживачів тепла. Народну мудрість «Перш ніж ламати старе, потрібно добре подумати і порадитися, що нам дає нове» ніхто і ніколи не скасовував.

Про це завжди слід пам'ятати при розробці перспективних планів, схем розвитку та інших проектів і документів.

Оцінюючи експлуатаційні показники сучасних котлів, у більшості імпортованих і деяких вітчизняних котлів, звертає на себе увагу їх конструктивна схема, заснована на принципі жаротрубних котлів. Загалом жаротрубні котли показали себе більш експлуатаційно придатними і менш вимогливими до якості підживлювальної води.

Як правило, поставлені масово в Україну імпортовані котли різних потужностей розраховані на робочий тиск менше, ніж аналогічні вітчизняні котли.

Тому більшість котелень за кордоном проектується і будуються з двома незалежними циркуляційними контурами:

Перший – контур самої котельні, що включає в себе котли, циркуляційні насоси першого контуру, хімічну очистку підживлювальної води та підживлювальні насоси;

Другий – контур зовнішніх теплових мереж і абонентів, підключених до них, що включає в себе циркуляційні насоси другого контуру котельні, всі підземні, наземні та внутрішньобудинкові трубопроводи, теплові пункти всіх рівнів та внутрішньобудинкові системи опалення. Другий контур також має підживлювальні насоси.

Перший і другий контури гідравлічно незалежні один від одного і з'єднуються між собою через бойлерну групу, що складається з пластинчастих теплообмінників розбірного або напіврозбірного типу. Така схема була подана раніше в розділі 9.

Таке розподілення на два незалежних контури дозволяє підтримувати в кожному контурі свій гідравлічний режим.

Таким чином, ми як би захищаємо наші нові котли від підвищеного тиску в усій іншій системі теплопостачання, що залежить від рельєфу місцевості, поверховості забудови та цілої низки інших можливих ситуацій, що виникають у процесі експлуатації, часто дуже розгалужених і різних за віком і конструкціями теплових мереж.

Найважливіше значення при такому рішенні має і можливість більш надійно і якісно зберігати та поповнювати котельний контур хімічно очищеною деаерованою водою. Останнє особливо важливо при установці імпортованих котлів, які спочатку вимагають таких незалежних схем включення згідно з їх технічними паспортами фірм-виробників.

Звичайно, через таке технічне рішення з пристроєм додаткового кільця циркуляції, тобто встановлення в котельні ще однієї насосної групи, значно дорожчає будівництво та подальша експлуатація. Однак реальна тривала зарубіжна і вже понад десятирічна вітчизняна практика експлуатації реальних нових імпорتنих і вітчизняних котлів, які подають тепло в старі системи теплопостачання, вік яких понад півстоліття, свідчить про високу ефективність експлуатації таких двоступеневих незалежних схем.

Тепер повернемося до питання зміни існуючого виду палива діючих котелень на так званий «альтернативний», тобто інший вид палива. Найбільший інтерес у всіх «альтернативників» викликає заміна газового палива на різні види твердого палива. У різний час з різних причин це був антрацит та інші сорти вугілля, деревина, біомаса, солома, брикети, пелети.

Розглянемо більш конкретно, що потрібно робити з котлами та всією котельнею при різних замінах видів палива.

Перший випадок – це класичний і можна сказати історичний. Це масова заміна твердого палива – кам'яного або бурого вугілля на газ. Така заміна відбувалася в Україні масово в 60–80-х роках минулого століття і не викликала якихось корінних реконструкцій котлів, а тим більше їх повної заміни. Перехід вітчизняних і імпорتنих котлів різних конструкцій, як правило, зводився до переобладнання топкового простору, ліквідації колосникових решіток, систем подачі вугілля та золовидалення. Іноді вимагалось обладнання спеціальних термічних захистів частини трубного пучка або топкового простору. Замість всього демонтованого обладнання котлів, а точніше їх топки, оснащувалися газопальниковими пристроями різної конструкції.

Звісно, по всьому вищесказаному в котельні монтувалася нова газорозподільна система, що включала в себе газопроводи, арматуру, газорегулювальні пристрої, запобіжно-скидні клапани, КВП і А та інші елементи. Підлягали реконструкції і газоходи котлів, а також система вентиляції котелень.

Як бачимо, перелік робіт немалий. Але головне – при переході з твердого палива на газове, сам котел практично не змінювався. Змінювалися тільки його окремі вузли. Такий відносно «простий» перехід діючих котлів з твердого на газове паливо пояснюється тим, що спочатку переважна більшість типів котлів проєктувалася і виготовлялася для роботи на твердому паливі. Найчастіше це було вугілля.

Другий випадок – це переведення діючих котлів на інший вид палива передбачає заміну газу на тверде паливо, зокрема вугілля. Така тенденція спостерігається в новітній історії України з початку ХХІ століття. Основними причинами цього стали, з одного боку, політичні чинники, а з іншого – бізнес-інтереси, пов'язані з використанням власних запасів вугілля Донбасу.

Здавалося б, на перший погляд, рішення сьогоdnішнього завдання повернення колишніх твердопаливних котлів, переведених раніше на газове паливо, доволі просте. На ділі – це зовсім не так.

Як відомо, більшість твердопаливних котелень – це трирівневі споруди. Верхній рівень – подача палива; середній рівень на позначці 0,00 – котельний зал; нижній рівень – шлакозоловидалення.

Звісно, що при здійснюваних у 60–80-х роках минулого століття переведеннях котлів з вугілля на газ, все обладнання з підготовки вугілля, подачі палива та шлакозоловидалення давно було демонтовано або здано на металобрухт. Тому сьогоdnішні переведення котлів з газового палива на тверде вимагають повного нового проектування систем подачі палива та шлаковидалення, а також вирішення проблем транспортування, зберігання палива та всіх екологічних проблем, пов'язаних з сучасним підходом до очищення димових газів та інших викидів.

Також підлягає новому пристрою вся тягодуттєва установка.

Що стосується переведення більш сучасних газових котлів на будь-які види твердого палива, то це завдання практично не здійсненне. Пропоноване в таких випадках обладнання газогенерувальних «передтопок» фактично є проектуванням і монтажем нових котлів на твердому паливі. Продукт, що виробляється цими котлами (газоповітряна суміш або димові гази), потім надходить до існуючих газових котлів. Якщо розглядати питання такої реконструкції об'єктивно і непередбачливо, з урахуванням значного ускладнення та подорожчання експлуатаційних витрат, то слід визнати необхідність повної заміни існуючих котлів, що працюють на газовому паливі, на нові котли, спочатку призначені для роботи на тому вигляді твердого палива, який пропонується на заміну газовому.

Третій випадок – це заміна газового палива на сучасні види альтернативного палива (брикети, пелети, біопаливо тощо). Слід добре пам'ятати, що реальна світова практика такої заміни також свідчить про необхідність повної заміни діючих газових котлів на відповідні конструкції нових котлів, спроектованих під планований вид палива.

Усі питання, пов'язані зі зміною виду палива в частині подачі палива, шлакозоловидалення, очищення димових газів, логістики доставки та підготовки палива, вентиляції, електропостачання, автоматизації, диспетчеризації, а також зміни кваліфікації та чисельності обслуговуючого персоналу, повинні вирішуватися комплексно, як це робиться при будівництві нових котелень.

Підсумовуючи сказане про можливості переведення діючих котлів з одного виду палива на інший, потрібно чітко розуміти, що такий перехід повинен бути ретельно та чесно всебічно обґрунтований грамотним, неупередженим техніко-економічним обґрунтуванням з усіма відповідними

йому можливостями та іншими об'єктивними або суб'єктивними факторами.

Необхідність регулювання зміни виду палива змушує нас висвітлити питання спільної роботи котлів на різних видах палива в одному загальному джерелі тепла – котельній або котельному залі ТЕЦ.

Перше правило такого поєднання – це розміщення котлів на різних видах палива в різних котельних залах.

Друге правило – це індивідуальне вирішення питань подачі палива та шлакозоловидалення для кожного типу котлів. Звісно, при цьому повинна бути вирішена також логістика доставки палива та видалення (захоронення) продуктів горіння.

Третє правило – це індивідуальний підхід до вирішення питань енергозбереження, експлуатації, вентиляції, пожежної і вибухової безпеки та інших специфічних питань, пов'язаних з даним конкретним видом палива (гігієна праці, запахи тощо). З точки зору гідравлічного зв'язку між котлами, що працюють на різних видах палива, такий прямий зв'язок можливий при однакових параметрах теплоносіїв, що виробляються котлами, шляхом об'єднання подавальних і зворотних трубопроводів котлів в відповідні загальні колектори. Те саме робиться і по підживлювальному, рециркуляційному, дренажному і продувним системам опалення. При різних параметрах теплоносіїв, що виробляються різними котлами, трубопроводи цих котлів необхідно з'єднати між собою та системою теплопостачання через пластинчасті теплообмінники за незалежною схемою.

Характерним прикладом реальної роботи котелень з котлами різних параметрів і видів палива є Харківський регіон, де ще в XX столітті існуючі невеликі квартальні газові або вугільні котельні з параметрами теплоносія 95–70 градусів об'єднувалися при будівництві нових районних котелень з котлами, що мають параметри 150–70 градусів [41, 44]. Об'єднання цих джерел тепла здійснювалося шляхом включення в контур низькотемпературних котлів паралельно з ними пластинчастих теплообмінників.

У другому контурі в якості нагрівального теплоносія використовувався теплоносій від високотемпературних котлів з параметрами 150–70 градусів.

Аналогічні технічні рішення приймалися й при різних параметрах котлів за тиском.

11 КОМБІНОВАНЕ ВИРОБНИЦТВО ЕЛЕКТРИЧНОЇ І ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ

Процес вироблення електричної та теплової енергії одним пристроєм, прийнято називати когенерацією (від словосполучення комбінована генерація) [32].

Пристрої, що одночасно виробляють тепло та електроенергію й мають відповідне технологічне призначення, називають когенераційними установками. У деяких випадках, когенераційні установки виробляють не тільки тепло і електрику, а й холод. У цьому разі під поняттям «холод» мається на увазі відбір енергії з будь-якого середовища – холодоагенту. Конструкції, характеристики і застосовність різних когенераційних установок будуть розглянуті далі.

Важливим у визначенні поняття «когенераційна установка» є умова єдиного технологічного призначення всіх залучених елементів комплексу, навіть при відсутності між ними механічного або інших видів зв'язку. Прикладом такої установки може бути ТЕЦ, що одночасно виробляє і електричну, і теплову енергію. При цьому в виробничому комплексі ТЕЦ є елементи, такі як паливні сховища, розвантажувальні установки, водоочисні установки та інші, які не беруть безпосередньо участь у виробництві енергії, але забезпечують функціонування генеруючих потужностей. Усе розмаїття когенераційних установок можна класифікувати за призначенням, застосовністю, конструкцією та електричною потужністю.

За призначенням когенераційні установки можна поділити на:

1. Основні – повністю забезпечують потребу споживачів в електричній або тепловій енергії або в обох видах енергії одночасно. До таких можна віднести ТЕЦ.

2. Допоміжні – працюють разом з основним джерелом теплової та (або) електричної енергії, частково забезпечуючи виробництво частини енергії з метою підвищення техніко-економічних показників основного джерела та підвищення його надійності.

За застосовністю класифікація може бути значно ширшою. Неповний перелік із застосування когенераційних установок:

1. Для тепlopостачання об'єктів, опалення яких неможливе за допомогою загальнопоширених способів. Наприклад, полярні наукові та інші комплекси, тимчасові житлові приміщення, віддалені будівлі та споруди, розташовані в місцях відсутності централізованого енергопостачання, браку рослинного чи корисного копалинного палива та недоцільності його транспортування.

2. Для енергопостачання складських та торгових приміщень, де крім теплової та електричної енергії, необхідно забезпечити низькотемпературні режими та наявність резервних джерел живлення.

3. Для забезпечення електроенергією джерел теплопостачання з метою підвищення техніко-економічних показників та резервування електропостачання.

4. Для енергопостачання пересувних виробничих та ремонтних модулів.

5. Використання як резервних (аварійних) джерел енергопостачання для медичних установ, підприємств з безперервним циклом виробництва, деяких видів транспорту.

Конструктивно когенераційні установки можна поділити на дві групи:

1. Установки комбінованого циклу з енергетичним котлом і турбіною. Наприклад, ТЕЦ або парогазові установки великої потужності.

2. Установки з одночасним виробництвом теплової та електричної енергії.

Залежно від електричної потужності когенераційні установки поділяються на:

- 1) мікрогенератори – від 1 кВт до 250 кВт;
- 2) міні та малі генератори – 250–1 000 кВт і від 1 МВт до 60 МВт;
- 3) середньої потужності – від 60 МВт до 300 МВт;
- 4) великої потужності – більше 300 МВт.

За характером теплового споживання розрізняють ТЕЦ:

- 1) промислового типу, з відпуском тепла для технологічних процесів;
- 2) опалювального типу, з відпуском тепла для гарячого водопостачання, опалення та вентиляції житлових і громадських будівель;
- 3) промислово-опалювального типу, з відпуском тепла для виробничих та опалювальних потреб.

Спрощена схема опалювальної ТЕЦ наведена на рисунку 11.1.

Такі установки (станції) зазвичай застосовуються для покриття великих електричних потужностей від 10 МВт до 1 000 МВт. Географічно ТЕЦ розташовуються в доступній близькості від великих населених пунктів, забезпечуючи таким чином можливість підключення опалювального навантаження.

Технологічний комплекс ТЕЦ займає значні території, вимагає спеціальних рішень щодо постачання палива, водопостачання, адміністративних будівель, транспортного забезпечення, ремонтно-експлуатаційних підрозділів, майстерень, трансформаторних підстанцій, ЛЕП та інших забезпечувальних комплексів.

Тепловий баланс ТЕЦ наведений на рисунку 11.2.

Як видно з діаграми на рисунку 11.2, значну роль в забезпеченні ефективної роботи ТЕЦ відіграє опалювальне навантаження. Це навантаження

в опалювальний період забезпечується за рахунок використання тепла для потреб опалення та гарячого водопостачання підключених споживачів. В міжопалювальний період в якості теплофікаційного навантаження залишається лише гаряче водопостачання.

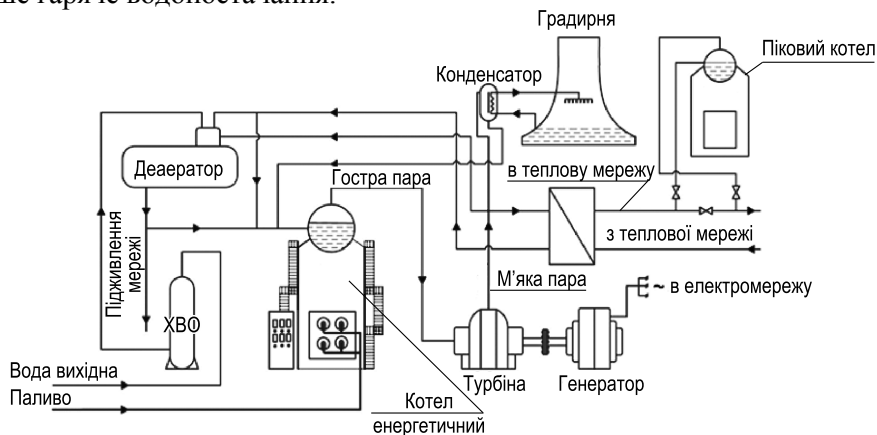


Рисунок 11.1 – Спрощена схема опалювальної ТЕЦ

Теплофікаційне навантаження не є постійним і змінюється залежно від часу року, часу доби та кліматичних умов, що враховується при підборі обладнання та розробці технологічних процесів під час проектування. Водночас ТЕЦ підключена до єдиної енергосистеми через електричні мережі, і електричне навантаження залишається практично постійним. У необхідних випадках зміна електричного навантаження здійснюється за рішенням диспетчерських служб. Такі зміни є передбачуваними і прогнозованими, що дає експлуатуючому персоналу ТЕЦ достатньо часу для реагування.

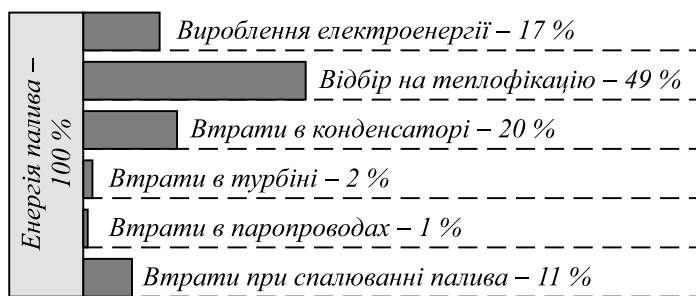


Рисунок 11.2 – Тепловий баланс ТЕЦ

Характерними рисами сучасних опалювальних ТЕЦ є:

- застосування теплофікаційних турбін з високими початковими параметрами пари (тиск 13 і 24 МПа) і одиничною потужністю (100 і 250 МВт);

- багатоступінчастий регенеративний підігрів конденсату та підживлювальної води в циклі станції за рахунок пари з нерегульованих відборів турбін;
- наявність багатоступеневого підігріву мережевої води в основних підігрівачах за допомогою пари з нижнього та верхнього регульованих теплофікаційних відборів, а також у пікових підігрівачах котла;
- наявність конденсатора дає змогу регулювати виробництво електроенергії за змінних теплових навантажень. При цьому для охолодження пари в конденсаторах використовуються теплофікаційні пучки, у яких здійснюється підігрів підживлювальної або зворотної води.

Піковий водогрійний котел. Використовується як пікове обладнання в дні максимальних теплових навантажень, а також для резервування тепла від відборів турбіни (їх встановлена потужність в помірному та холодному кліматі значно перевищує потужність відборів, але коефіцієнт її використання невеликий). Частка покриття теплових навантажень піковим котлом від загальної частки виробництва теплової енергії на ТЕЦ зазвичай становить 15–20 %.

На рисунку 11.3 наведено графік розрахункового теплового навантаження ТЕЦ за тривалістю теплових навантажень в годинах за рік, при коефіцієнті теплофікації 0,5 [56]. Тобто відношення відбору теплової енергії від турбін до сумарної теплової навантаження ТЕЦ становить 0,5.

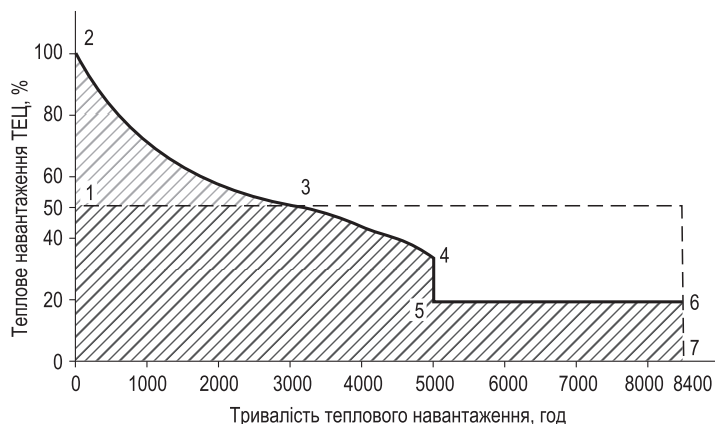


Рисунок 11.3 – Графік розрахункової теплової навантаження ТЕЦ за тривалістю теплових навантажень

Площа фігури 0–1–2–3–4–5–6–7–0 – загальна кількість теплової енергії, яку виробила ТЕЦ за опалувальний період. Частка теплової енергії з відбору від турбін описується площею 0–1–3–4–5–6–7–0. Частка, вироблена піковим котлом описується площею фігури 1–2–3–3–1.

Усі водогрійні котли великої потужності є водотрубними з подачею повітря за допомогою вентиляторів; більшість із них має врівноважену тягу, а деякі додатково обладнані димососами.

До таких котлів відносяться наступні моделі:

1. ТВГМ (теплофікаційний, водогрійний на мазуті).
2. НР (стальний, секційний, трубчастий котел).
3. ПТВМ (піковий теплофікаційний водогрійний на мазуті, але працює і на газі).
4. КВ-ГМ; КВ-ТС; КВ-ТК і т. д.

Спрощена схема ТЕЦ промислового типу подана на рисунку 11.4.

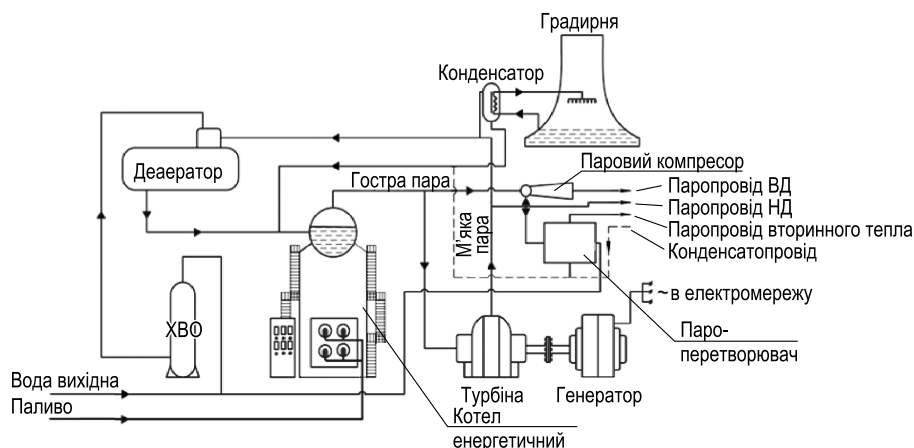


Рисунок 11.4 – Спрощена схема ТЕЦ промислового типу

Такі ТЕЦ розташовуються на території теплоспоживаючого підприємства і забезпечують його технологічні потреби в гарячій воді та парі. Виробництво електроенергії в повному обсязі покриває потреби підприємства в процесі його роботи, а в разі простою або надлишку потужностей енергія передається в енергосистему.

Обладнання ТЕЦ

Турбіни бувають:

1. Теплофікаційні (тип Т) – виконуються з конденсатором і регульованими відборами пари для покриття житлово-комунальних навантажень.
2. Промислово-теплофікаційні (тип ПТ) – виконуються з конденсатором і регульованими відборами пари для покриття промислових і житлово-комунальних навантажень.
3. Протидивергентні (тип Р) – не мають конденсатора; весь відпрацьований пар після турбіни спрямовується споживачам тепла.

Турбіни типу Т і ПТ є універсальними, оскільки завдяки перепуску частини або всього обсягу пари в конденсатор можуть виробляти електричну енергію незалежно від теплового навантаження відборів. Турбіни типу Р виробляють електричну енергію лише комбінованим методом, тому вони використовуються для покриття постійних теплових навантажень, як правило, технологічних навантажень промислових підприємств.

На сьогодні в експлуатації знаходяться турбіни з різною одиничною потужністю:

1. Невеликі – для низьких і середніх параметрів пари (2,9–6,0 МПа, 400 °С).
2. Середні – для високих параметрів пари (9 МПа, 535 °С).
3. Надвисокі (13 МПа, 565 °С).
4. Надкритичні параметри пари (24 МПа, 565 °С).

Турбіни малої потужності експлуатуються в основному на заводських ТЕЦ. На сучасних районних ТЕЦ, як правило, встановлюються турбіни великої потужності.

Варто відзначити, що підвищення початкових параметрів пари перед турбіною, що призводить до зростання теплового ККД, можливе лише при одночасному збільшенні одиничної потужності турбін.

Паровий енергетичний котел призначений для виробництва пари високого та надвисокого тиску, яка обертає турбіни електрогенераторів. Основними елементами котла є топка та поверхні нагріву. У свою чергу, поверхні нагріву поділяються на радіаційні (приймальні тепла від палаючих газів) та конвективні (приймальні тепла від відхідних газів). Для підвищення ефективності роботи котел оснащується додатковим пристроєм – економайзером, який являє собою додаткові поверхні нагріву, що використовують тепло відхідних газів після конвективної частини котла. Економайзер є окремим блоком, який технологічно пов'язаний з котлом, але конструктивно не є його частиною.

Робота котла забезпечується допоміжним обладнанням. Приклад – димососи, вентилятори, водонагрівачі, деаератори, обладнання для спалювання різних видів палива, прилади контролю, регулювання, вимірювальні прилади, автоматика безпеки, пристрої розпалу тощо.

Енергетичні котли поділяються:

1. За призначенням:

- парові;
- водогрійні;
- котли-утилізатори;
- енерготехнологічні котли, що використовуються для енергетичних, виробничих і опалювальних цілей.

2. За паропродуктивністю:

- енергетичні котли (100–640 т/год);
- котли високої продуктивності енергоблоків (до 3 600 т/год).

3. За тиском пари:

- низький тиск (до 0,88 МПа);
- середній тиск (1,36; 2,36; 3,90 МПа);
- критичний тиск (16 МПа);
- надкритичний тиск (24 МПа).

Сучасні котли спеціального виробництва можуть працювати на супернадкритичному тиску, що перевищує 30 МПа.

4. Конструктивно поділ здійснюється за типами топкових пристроїв, способами організації взаємного руху продуктів згоряння та робочого середовища.

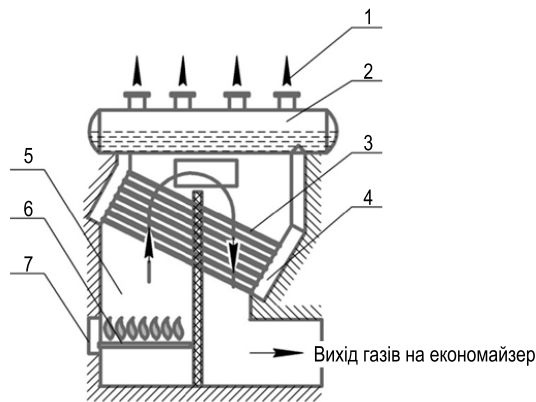


Рисунок 11.5 – Схема камерного горизонтально-водотрубного котла:

- 1 – вихід пари; 2 – барабан; 3 – трубна частина котлових пучків; 4 – колектор; 5 – топковий простір; 6 – пальниковий пристрій; 7 – фронтальна плита

5. За видом використовуваного палива. Найбільш поширене поділення на газові, мазутні, газо-мазутні та твердопаливні (зазвичай – вугільні), а також сміттєспалювальні котли.

6. За типом тяги – котли, що працюють під розрідженням (з урівноваженою тягою) та котли, що працюють під наддувом.

Схема камерного горизонтально-водотрубного котла наведена на рисунку 11.5.

Гради́рня – це пристрій для охолодження великої кількості води напрямленим потоком атмосферного повітря.

Бувають:

1. За способом подачі повітря:

- баштові (тяга створюється за допомогою високої витяжної башти);
- вентиляторні (тяга створюється вентилятором);
- відкриті (атмосферні), що використовують силу вітру та природну конвекцію при русі повітря через зрошувач;
- ежекційні, що використовують ефект ежекції при русі водоповітряної суміші на високих швидкостях у спеціальних каналах;
- бризкальні, що діють за принципом простого розбризкування або фонтану.

2. За способом напрямку середовищ (охолюваної води та повітря):

- із протитоком (найбільша температурна різниця, найбільший аеродинамічний опір);
- із перехресним потоком (менший аеродинамічний опір, менше крапельного винесення);
- із змішаним потоком (конструкція градирні містить протиток та перехресний потік).

Найбільш широко застосовуються баштові, протитоккові градирні.

Схема баштової, протитоккової градирні наведена на рисунку 11.6.

Деаератор – це технічний пристрій, що реалізує процес деаерації рідини, тобто її очищення від небажаних газових домішок, розчинених у ній. На багатьох електричних станціях, а також ТЕЦ деаератори виконують роль ступені регенерації та бака для запасу питної води.

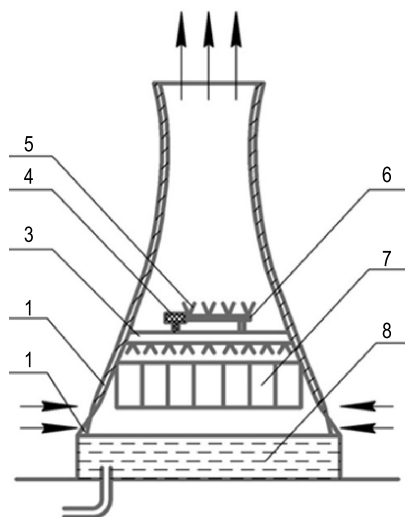


Рисунок 11.6 – Схема баштової, протитоккової градирні:

- 1 – стінка оболонки;
- 2 – повітропровідні вікна;
- 3 – водозбірник;
- 4, 6 – водорозподільний пристрій;
- 5 – зрошувач; 7 – каркас зрошувача;
- 8 – водозбірний басейн

Призначення деаераційної установки

Деаератор за своїм призначенням трохи відрізняється від інших елементів схеми теплової установки. З одного боку, його можна розглядати як проміжний підігрівач змішувального типу, оскільки в нього надходить гаряча пара з другого відбору турбіни та дренаж проміжного пароперегрівача, а температура основного конденсату після проходження через деаератор підвищується.

Продукти корозії, а також деякі природні домішки (наприклад, кальцій і магній) випадають у відкладення на теплообмінних поверхнях, що призводить до зменшення коефіцієнта теплопередачі та виникнення під відкладеннями місцевих найбільш небезпечних видів корозійних пошкоджень. Це знижує економічність, надійність та безпеку роботи теплових установок. З газових домішок найбільшу небезпеку становлять кисень і вуглекислий газ.

Кисень та вуглекислий газ є корозійно-агресивними агентами. Для зменшення корозійних процесів поверхні нагріву підігрівачів низького тиску (ПНД) часто виконують з корозійностійких матеріалів – латунних сплавів,

нержавіючих сталей та високолегованих сплавів. Для того щоб мати змогу виготовляти ПНД з дешевших вуглецевих сталей, необхідно видалити з води корозійно-агресивні гази, і, в першу чергу, кисень та вуглекислий газ. Для цього використовують деаераційну установку.

Однак основне призначення деаератора – це видалення газоподібних домішок із теплоносія.

У воді конденсатно-живильного тракту можуть бути різні домішки: газоподібні (кисень, вуглекислота, азот, аміак, після проходження через активну зону реактор до них додаються радіолітичні та благородні гази), тверді (продукти корозії конструкційних матеріалів), природні (хлориди, кремнекислоти та інші).

Газоподібні домішки потрапляють в основному за рахунок підсосів повітря в конденсаторі та перших ПНД (підігрівачів низького тиску), які працюють при тисках нижче атмосферного.

Практично присоси охолоджуючої води завжди мають місце, навіть якщо конденсатор є достатньо щільним. У процесі експлуатації через протікання корозійних, ерозійних та інших процесів відбувається порушення щільності, і присоси охолоджуючої води збільшуються. Охолоджуюча вода витрачається у великих кількостях.

Для видалення газів із води переважно використовують хімічні та термічні методи. Хімічні методи засновані на виборчій взаємодії газів, що видаляються, з дозованими реагентами. Практично хімічний метод застосовується лише для видалення кисню.

Для цього використовують гідразин, та й то не як самостійний метод, а для видалення мікрокількостей кисню. Разом із гідрaziном у воду можуть надходити інші домішки.

Крім того, гідразин є токсичною речовиною. На теплосилових установках застосовують переважно термічну деаерацію. Термічні деаератори дають змогу видаляти з води будь-які розчинені у воді гази і не вносять додаткових домішок у воду.

Термічна деаерація є достатньо ефективною в разі її застосування паралельно з хімічним зв'язуванням кисню та вуглекислого газу, наприклад, за допомогою присадок гідразину та амінування.

Залежно від форми контакту фаз розрізняють струминну, плівкову, крапельну та барботажну деаерацію. У разі використання лише однієї форми контакту деаерація вважається одноступінчастою, у двох формах контакту – двоступінчастою, при цьому як друга форма зазвичай використовується барботаж.

Двоступінчаста схема застосовується переважно на ТЕЦ.

Конструктивно деаератори поділяються на два типи: вакуумні та атмосферні.

Спрощена схема атмосферного деаератора наведена на рисунку 11.7.

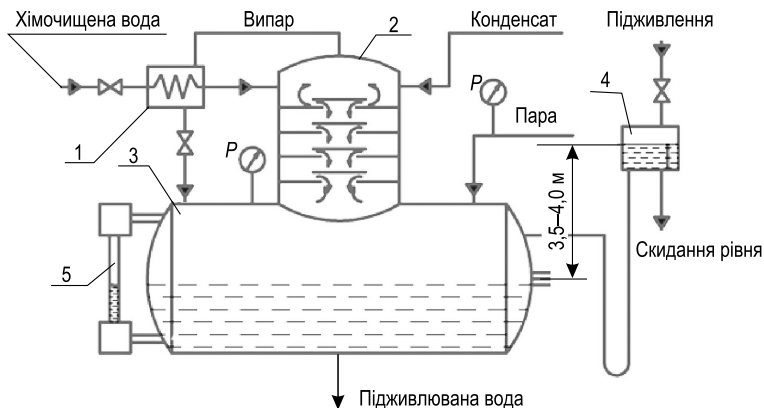
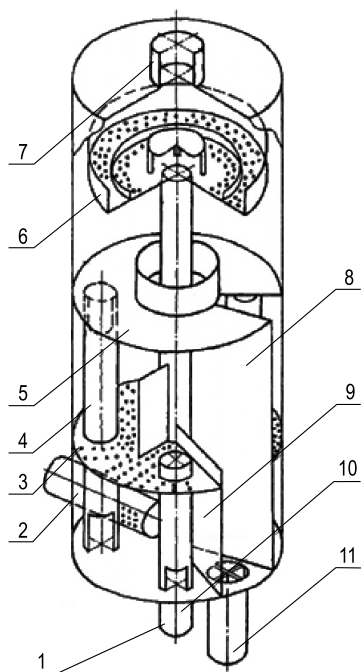


Рисунок 11.7 – Спрощена схема атмосферного деаератора:
1 – охолоджувач випару; 2 – деаераційна колонка; 3 – бак-акумулятор;
4 – гідрозатвор; 5 – водоіндикаторне скло

Спрощена схема вакуумного деаератора наведена на рисунку 11.8.



- 1 – подача води на дегазацію;
- 2 – підвід барботажної пари;
- 3 – барботажна тарілка;
- 4 – перепускні труби;
- 5 – перепускна тарілка;
- 6 – верхня тарілка;
- 7 – відвід парогазової суміші на охолоджувач випару;
- 8 – вертикальна перегородка;
- 9 – водовідвідний поріг;
- 10 – перепускна труба;
- 11 – відвід деаерованої води

Пароводяні теплообмінні апарати або теплообмінники призначені для підігріву води в опалювальних системах або системах гарячого водопостачання. Конструктивно теплообмінники поділяються на кожухотрубні та пластинчасті. Принцип роботи пароводяних теплообмінників такий самий, як базовий принцип усіх теплообмінників з двома теплоносіями.

Конструкції кожухотрубних теплообмінників схожі між собою та можуть відрізнятися кількістю ходів, організацією розподілу потоків і монтажним розташуванням (горизонтальні або вертикальні).

Конструкція кожухотрубного пароводяного теплообмінника наведена на рисунку 11.9.

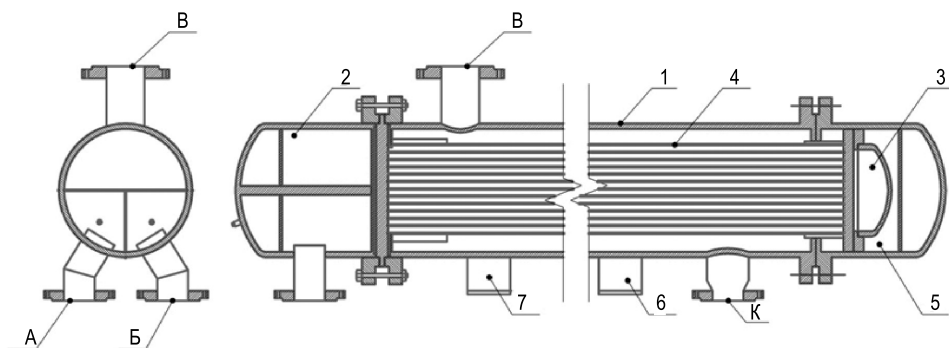


Рисунок 11.9 – Схема кожухотрубного пароводяного теплообмінника:

А – вхід води; Б – вихід води; В – вхід пари; К – вихід конденсату; 1 – кожух; 2 – передня розподільна камера; 3 – плаваюча головка; 4 – трубний пучок; 5 – кришка; 6, 7 – опора

Конструкції, призначення та опис пластинчастих теплообмінників наведені в розділі 9.

Мережеві насоси призначені для створення циркуляційного напору в водяній системі тепlopостачання. Основними характеристиками циркуляційних насосів є забезпечуваний напір (зазвичай вимірюється в мм вод. ст.), продуктивність ($\text{м}^3/\text{год}$), швидкість обертання (об./хв) та, в деяких випадках, рівень шуму.

Конструктивно мережеві насоси можна поділити на три основні групи (типи):

- 1) двохопорні – тип Д;
- 2) консольні – тип К;
- 3) вихрові.

В системах опалення з великими витратами теплоносія частіше використовуються двохопорні насоси, при відносно невеликих витратах – консольні. Вихрові насоси, як циркуляційні, використовуються доволі рідко.

Методика побудови графіка теплових навантажень

На рисунку 11.10 зображено графік теплових навантажень, який складається з двох частин:

А: ліва частина – це залежність теплових навантажень систем опалення, вентиляції, гарячого водопостачання та технологічних потреб від температури зовнішнього повітря.

Б: права частина – це графік тривалості теплових навантажень в інтервалі спостереження температур зовнішнього повітря.

У процесі побудови графіка слід враховувати, що навантаження систем опалення та вентиляції лінійно залежать від температури зовнішнього повітря, а навантаження систем гарячого водопостачання та технологічних споживачів вважаються незалежними від температури зовнішнього повітря.

Тому для побудови графіка достатньо мати значення теплових навантажень при температурах повітря t_0 , плюс 8 °С та t_i , пам'ятаючи, що при температурах вище плюс 8 °С навантаження опалення та вентиляції відсутні. На графіку окремо відображаються лінії навантажень кожної з інженерних систем, що споживають тепло (опалення Q_0 , вентиляція Q_v , гаряче водопостачання Q_{hmv} , технологічні споживачі $Q_{ст}$), а також лінія сумарних теплових навантажень усіх інженерних систем ΣQ . (Приклад графіка див. рис. 11.10, А).

Для побудови графіка, інтервальну тривалість спостереження температур, вибрану з ДСТУ-Н Б В.1.1-27: 2010 «Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Будівельна кліматологія» для населеного пункту, де розташований об'єкт, перераховують на інтегральну тривалість спостереження температур за t принципом: якщо t_a та t_6 – це відповідно нижня та верхня межа інтервалу температур ($t_a < t_6$), (то сумарна кількість годин спостереження зовнішніх температур $t_3 \leq t_6$ буде рівною кількості годин спостереження температур в інтервалі від t_a до t_6 , плюс тривалість спостереження зовнішніх температур $t_3 < t_a$. Значення інтегральної (сумарної) кількості годин за умов $t_3 < +8$ °С в нижньому рядку повинно збігтися з сумарною кількістю годин в останньому стовпці інтервальної тривалості («Всього годин») для розрахованого міста (в прикладі для міста «N-ск» це кількість становить 4 900 годин). (Приклад графіка див. рис. 11.10, Б).

Теплове навантаження системи опалення за температури зовнішнього повітря плюс 8 °С:

$$Q_0^8 = Q_0 \cdot \frac{(t_i - 8)}{(t_i - t_0)}, [\text{МВт}] \quad (11.1)$$

Теплове навантаження системи вентиляції при температурі зовнішнього повітря плюс 8 °С:

$$Q_v^8 = Q_v \cdot \frac{(t_i - 8)}{(t_i - t_0)}, [\text{МВт}] \quad (11.2)$$

де Q_0 – максимальне теплове навантаження системи опалення при розрахунковій температурі зовнішнього повітря (МВт); Q_v – максимальне теплове навантаження системи вентиляції при розрахунковій температурі зовнішнього повітря (МВт).

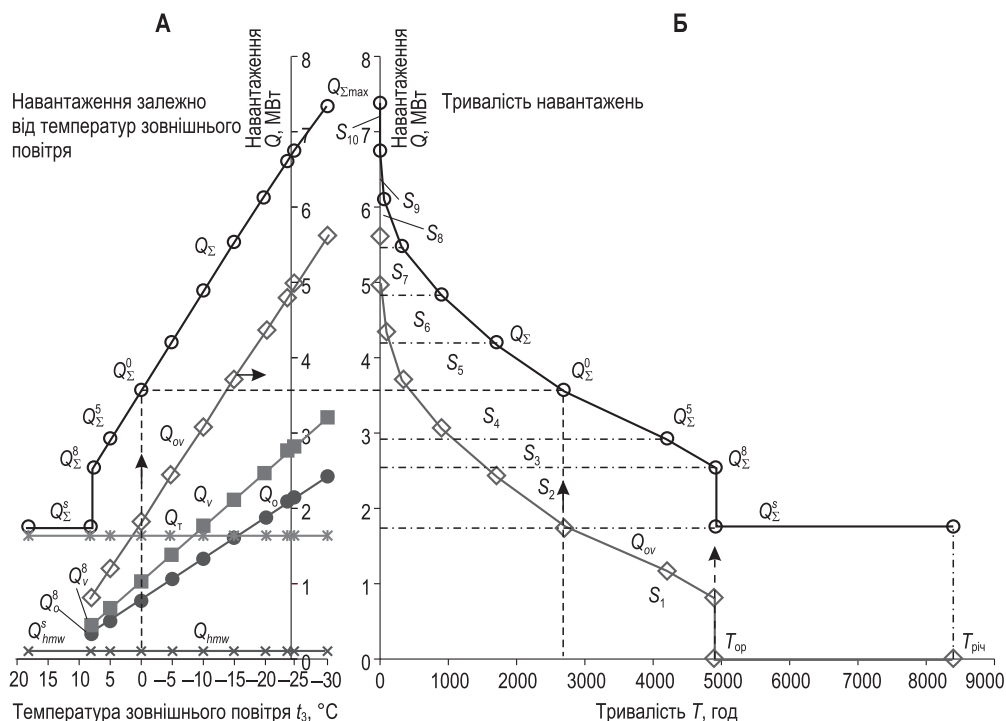


Рисунок 11.10 – Графік тривалості теплових навантажень в інтервалі спостереження температур зовнішнього повітря

Літнє теплове навантаження системи гарячого водопостачання визначають за формулою:

$$Q_{hmv} = Q_{hmv} \cdot \beta \frac{(60 - t_{cs})}{(60 - t_c)}, \quad (11.3)$$

де β – коефіцієнт, що враховує зміну середньої витрати води на гаряче водопостачання в неопалювальний період щодо опалювального періоду; за відсутності даних приймається для житлово-комунального сектора 0,8 (для курортних і південних міст $\beta = 1,5$), для підприємств $\beta = 1,0$; t_{cs}, t_c – розрахункові температури холодної водопровідної води відповідно в

неопалювальний і опалювальний періоди, градус Цельсію; за відсутності даних приймають $t_{cs} = +15\text{ }^{\circ}\text{C}$, $t_c = +5\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Інтегральний графік річного споживання тепла

Інтегральний графік річної витрати тепла дозволяє підрахувати витрати палива на потреби теплопостачання при наявності на джерелі тепла різних теплогенерувальних агрегатів різної потужності з різними ККД за умови, що вони вводяться в дію послідовно після досягнення вже працюючими агрегатами максимальної теплової потужності.

Інтегральний графік будують на основі графіка тривалості теплових навантажень. Для цього здійснюють підрахунок площ фігур, які утворюються в процесі кожного дискретного додавання теплової потужності. На рисунку 11.10, Б ці площі позначені як $S_1, S_2, S_3, \dots, S_n = S_{10}$. Площа S_1 – це площа прямокутника завширшки $T_{\text{рік}}$ і висотою $Q_{S_{\Sigma}}$, площа S_2 – площа прямокутника завширшки $T_{\text{ор}}$ і висотою $Q_{\Sigma} + 8 - Q_{S_{\Sigma}}$, площа S_3 – площа трапеції з розмірами нижньої основи $T_{\text{ор}}$, верхньої основи $T \leq +5$ і висотою $Q_{\Sigma} + 5 - Q_{\Sigma} + 8$ і т. д.

Після обчислення площ фігур знаходять площу самого графіка тривалості як суму площ всіх фігур:

$$S_{\Sigma} = \sum_{i=1}^{i=n} S_i, \quad (11.4)$$

де S_i – площа i -ї фігури, МВт·год; n – номер індексу верхньої фігури на графіку тривалості теплових навантажень.

Остання фігура S_{10} у вигляді трикутника буде існувати на графіку тільки за умови наявності на джерелі тепла резервної потужності для задоволення пікових навантажень при температурах нижче t_0 .

Розмірність S принципового значення не має, оскільки в процесі побудови інтегрального графіка використовуються лише відносні (безрозмірні) величини, але слід мати на увазі, що для переходу від МВт·год до звичних ГДж необхідно числові значення площ S_i помножити на перехідний коефіцієнт 3,6.

Інтегральний графік відображає залежність між відносними годинними тепловими навантаженнями $\alpha_{\text{год}}$ і відносними річними витратами тепла $\alpha_{\text{річ}}$. Приклад інтегрального графіка показаний на рисунку 11.11, значення $\alpha_{\text{год}}$ і $\alpha_{\text{річ}}$, по яких він побудований, наведені в таблиці 11.1.

На горизонтальній осі графіка відкладені відносні годинні теплові навантаження $\alpha_{\text{річ}}$, які обчислюють за формулою:

$$\alpha_{\text{річ}} = \frac{Q_{\Sigma i}}{Q_{\Sigma \max}}, \quad (11.5)$$

де $Q_{\Sigma i}$ – сумарне теплове навантаження при i -й температурі зовнішнього повітря $t_{\text{зі}}$; $Q_{\Sigma \max}$ – сумарне теплове навантаження при мінімальній температурі зовнішнього повітря $t_{\text{зі min}}$, що дорівнює верхній межі інтервалу температур з мінімальною кількістю годин спостереження (див. табл. 11.1).

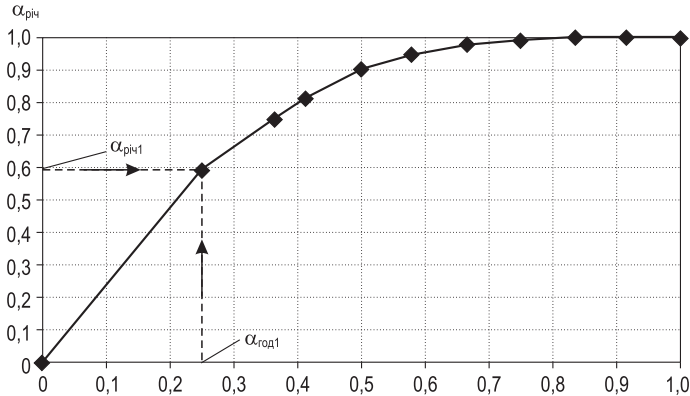


Рисунок 11.11 – Інтегральний графік річних витрат тепла

Таблиця 11.1 – Дані для побудови інтегрального графіка

i	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$t_{\text{зі}}, ^\circ\text{C}$	18	8	8	5	0	-5	-10	-15	-20	-25	-30
$T, \text{год}$	8 760	8 400	4 900	4 200	2 700	1 700	900	300	80	20	5
$\alpha_{\text{год}}$	0	0,233	0,346	0,398	0,484	0,570	0,656	0,742	0,828	0,914	1
$\alpha_{\text{річ}}$	0	0,572	0,735	0,803	0,890	0,946	0,979	0,994	0,998	0,997	1

Практично для всіх варіантів $\alpha_{\text{год1}} = \frac{Q_{\Sigma}}{Q_{\Sigma \max}}, \alpha_{\text{год2}} = \frac{Q_{\Sigma_8}}{Q_{\Sigma \max}}, \alpha_{\text{год3}} = \frac{Q_{\Sigma_5}}{Q_{\Sigma \max}}$

і т. д.

На вертикальній осі графіка відкладають відносні річні витрати тепла $\alpha_{\text{річ}}$, які обчислюють за формулою:

$$\alpha_{\text{річ},i} = \frac{\sum_{k=1}^{k=i} S_k}{S_{\Sigma}}, \quad (11.6)$$

де k – поточний номер індексу фігури в інтервалі від 1 до i : $1 \leq k \leq i$.

Наприклад, $\alpha_{\text{річ},1} = \frac{S_1}{S_{\Sigma}}, \alpha_{\text{річ},2} = \frac{(S_1 + S_2)}{S_{\Sigma}}, \alpha_{\text{річ},3} = \frac{(S_1 + S_2 + S_3)}{S_{\Sigma}}$ і т. д.

Лінію інтегрального графіка будують за точками, координати яких визначають поєднання величин $\alpha_{\text{річ}}$ і $\alpha_{\text{річ},i}$ з однаковими значеннями індексів « i ». На рисунку 11.10 показано приклад побудови точки інтегрального графіка для $i = 1$ і значеннями $\alpha_{\text{год1}} = 0,233$ і $\alpha_{\text{річ1}} = 0,572$.

Сезонні навантаження залежать, головним чином, від зовнішніх умов: температури, вологості і швидкості зовнішнього повітря, наявності сонячного випромінювання. Найбільш впливовим фактором зі списку є температура зовнішнього повітря. Але, незважаючи на постійні коливання зовнішніх погодних умов, графік сезонних теплових навантажень для більшості споживачів змінюється протягом доби значно менше, ніж протягом року. Так, якщо температура зовнішнього повітря взимку вдень складає $t_0^d = -0^\circ\text{C}$, а вночі $t_0^n = -18^\circ\text{C}$, то зміна протягом доби теплового навантаження, пропорційного різниці температур внутрішнього $t_i = 18^\circ\text{C}$ і зовнішнього повітря, складе $100 \cdot \left[1 - \frac{(t_i - t_0^d)}{t_i - t_0^n} \right] = 100 \cdot \left(1 - \frac{(18 - 0)}{[18 - (-18)]} \right) = 50\%$.

Таким чином, протягом доби коливання сезонних теплових навантажень може досягати 50 % і більше. Але це все одно менше, ніж коливання між максимальним рівнем споживання в робочий (зимовий) період і нульовим споживанням в неробочий (літній) період за циклічний інтервал часу протягом року. В окремих випадках, наприклад, при використанні акумулювальної здатності будівель, добові коливання потреб у тепловій енергії внаслідок зміни зовнішніх погодних умов не впливають на режим подачі тепла.

До круглорічних теплових навантажень відносять споживання тепла системами гарячого водопостачання та технологічними споживачами.

Рівень круглорічних теплових навантажень коливається, головним чином, протягом доби (в залежності від змін фізичних потреб у теплоносії при його незмінних параметрах) і мало змінюється протягом року, хоча круглорічні навантаження для теплого та холодного періодів року можуть помітно відрізнятися. Зменшення літнього теплового навантаження систем гарячого водопостачання порівняно із зимовим обумовлене, по-перше, зменшенням інтервалу температур нагріву водопровідної води від її температури в холодному водопроводі до розрахункового рівня в гарячому.

Для зимового періоду інтервал нагріву складає:

$$\Delta t^w = t_h - t_c, \quad (11.7)$$

для літнього періоду

$$\Delta t^s = t_h - t_c^s, \quad (11.8)$$

де t_h – температура води в гарячому водопроводі, $^\circ\text{C}$; t_c – температура води в холодному водопроводі в зимовий період, $^\circ\text{C}$; t_c^s – те саме в літній період.

Вони, як правило, складаються з навантажень різних систем (опалення, гаряче водопостачання і т. д.) і безпосередньо пов'язані зі схемою

розподілу тепла між абонентами. Системні навантаження враховують споживання тепла однотипними системами у різних абонентів. Хоча гідравлічно системи опалення або гарячого водопостачання будівель мікрорайону, району, міста можуть не бути пов'язаними між собою (зокрема, при незалежних схемах підключення з використанням теплообмінників), режими споживання тепла у них, в основному, однакові, що і дозволяє розглядати їх разом при розробці режимів відпуску тепла від джерел теплопостачання.

Порівняння КЕС і ТЕЦ

Основною відмінністю ТЕЦ від конденсаційної електростанції (КЕС) є комбіноване виробництво теплової та електричної енергії. КЕС – це виробництво електричної енергії за тепловим циклом. При цьому тепла енергія відводиться в конденсаторі з охолоджувальною водою в навколишнє середовище, тобто втрачається.

Найпростіші цикли КЕС і ТЕЦ в T, S -координатах при однакових робочих параметрах пари наведені на рисунку 11.12 [56].

Лінія 1–2 зображає адіабатний процес стиснення води живильними насосами, лінія 2–3 – ізобарний нагрів води до температури насичення, лінія 3–4 – ізобарне випаровування, лінія 4–5 – ізобарний перегрів пари, лінія 5–6 – адіабатне розширення пари в турбіні з виконанням корисної роботи (виробництво електричної енергії), лінія 6–1 – ізобарний відвід тепла з конденсацією пари в конденсаторі.

При цьому в циклі КЕС (рис. 11.12, а) в електричну енергію перетворюється тепло $Q_{\text{ел}}^{\text{к}}$, вимірюване площею фігури 1–2–3–4–5–6–1, а тепло $Q_{\text{зов}}$, еквівалентне фігурі 1–6–7–8–1, відводиться в конденсаторі з охолоджувальною водою в навколишнє середовище, тобто втрачається. В циклі ТЕЦ (рис. 11.12, б) в електричну енергію перетворюється тепло $Q_{\text{ел}}^{\text{т}}$, що відображається дещо меншою за площею фігурою 1–2–3–4–5–6–1: $Q_{\text{ел}}^{\text{т}} < Q_{\text{ел}}^{\text{к}}$, але тепло $Q_{\text{сп}}$, вимірюване площею фігури 1–6–7–8–1, не втрачається, а віддається зовнішнім споживачам теплової енергії.

Процеси перетворення хімічної енергії палива в електричну та теплову енергію можна охарактеризувати коефіцієнтом використання тепла палива, який є відношенням теплових еквівалентів усіх відпущених зовнішнім споживачам видів енергії до енергії палива, зокрема для КЕС:

$$\eta^{\text{КЕС}} = \frac{E^{\text{КЕС}}}{Q_{\text{ПАЛ}}}, \quad (11.9)$$

а для ТЕЦ відповідно

$$\eta_{\text{ТЕЦ}} = \frac{(E^{\text{ТЕЦ}} + Q^{\text{ЗС}})}{Q^{\text{Пал}}}, \quad (11.10)$$

де $\eta^{\text{КЕС}}$, $\eta^{\text{ТЕЦ}}$ – коефіцієнти використання тепла палива на КЕС і на ТЕЦ; $E^{\text{КЕС}}$, $E^{\text{ТЕЦ}}$ – електрична енергія, відпущена зовнішнім споживачам від КЕС і від ТЕЦ; $Q^{\text{ЗС}}$ – тепло, віддане зовнішнім споживачам від ТЕЦ; $Q^{\text{Пал}}$ – теплова енергія палива:

$$Q^{\text{Пал}} = B \cdot Q_{\text{н}}^{\text{р}}, \quad (11.11)$$

де B – витрата палива (кг/с); $Q_{\text{н}}^{\text{р}}$ – нижня теплоутворювальна здатність (Дж/кг).

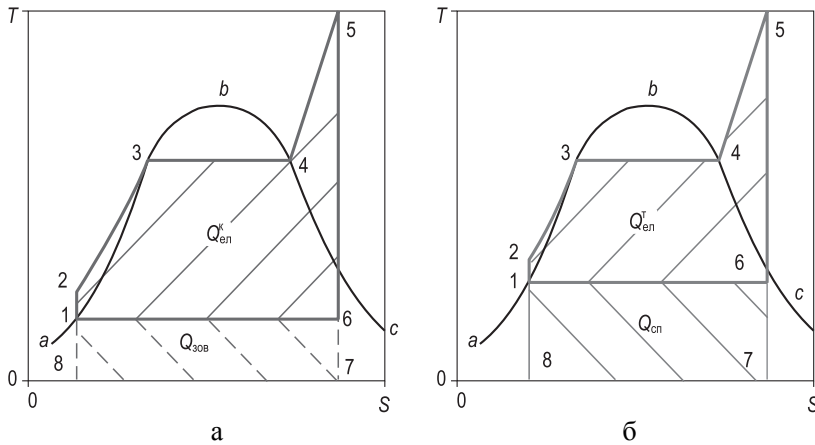


Рисунок 11.12 – Цикли КЕС і ТЕЦ (цикли Ренкіна) на T, S -діаграмі

Практика показує, що виробництво тепла і електричної енергії комбінованим методом відбувається при ККД до 75 % (з урахуванням втрат), а при роздільному методі електрична енергія виробляється з ККД до 40 %, а теплова енергія – до 85 % (в середньому – до 70 %).

Однак коефіцієнт використання тепла палива не може характеризувати ефективність теплофікації, оскільки він не враховує співвідношення кількості відпущених електричної енергії та тепла.

Теплофікацією називають централізоване тепlopостачання на базі комбінованого (спільного) виробництва теплової та електричної енергії. Джерелом тепла і електричної енергії в процесі теплофікації є теплоелектроцентральною (ТЕЦ). Енергетичну ефективність теплофікації можна оцінити тільки в порівнянні її з роздільним відпуском електричної енергії (від конденсаційної теплоелектростанції – КЕС) і теплової енергії (від котельних).

Забезпечення теплових навантажень від ТЕЦ виконується від відбору турбін і додатково від пікових котлів. Частина розрахункового навантаження ТЕЦ, яка йде від відбору турбін, має назву коефіцієнт теплофікації:

$$a_{\text{ТЕЦ}} = \frac{Q_{\text{відб}}}{Q_{\text{ТЕЦ}}},$$

де $Q_{\text{відб}}$ – розрахункове теплове навантаження відбору теплофікаційної турбіни; $Q_{\text{ТЕЦ}}$ – розрахункове теплове навантаження ТЕЦ.

Сучасні ТЕЦ для житлово-комунальних навантажень мають оптимальний коефіцієнт теплофікації в межах 0,5–0,7. За приведеними капітальними витратами цей коефіцієнт знаходиться в межах 0,45–0,55 (згідно з капітальними витратами при будівництві або реконструкції ТЕЦ). Для промислових навантажень коефіцієнт теплофікації вищий, оскільки річний графік теплових навантажень є більш рівномірним.

Економія палива від теплофікації

Практично ефективність застосування теплофікації оцінюється за величиною економії палива $\Delta B_{\text{ек}}$ при комбінованому виробництві тепла та електричної енергії порівняно з варіантами роздільного виробництва:

$$\Delta B_{\text{ек}} = B_{\text{КЕС}} + B_{\text{КОТ}} - B_{\text{ТЕЦ}} = B_{\text{КЕС}} + B_{\text{КОТ}} - B_{\text{т}}^{\text{е}} - B_{\text{т}}^{\text{т}} = \Delta B_{\text{е}} + \Delta B_{\text{т}}, \quad (11.12)$$

де $B_{\text{КЕС}}$ – витрати палива на виробництво електричної енергії на КЕС (т у. п.). Для виробництва електричної енергії, залежно від особливостей ресурсів конкретних регіонів, можуть застосовуватися не тільки теплові електростанції (КЕС), а й гідралічні (ГЕС), припливні, вітрові тощо. У такому випадку комбіноване виробництво теплової та електричної енергії на ТЕЦ порівнюється з роздільним виробництвом електричної енергії на цих джерелах і теплової енергії – в котельних; $B_{\text{КОТ}}$ – витрати палива на виробництво тепла, відпущеного від котельних (т у. п.); $B_{\text{ТЕЦ}}$ – витрати палива на виробництво електричної енергії та тепла, відпущених від ТЕЦ (т у. п.); $B_{\text{т}}^{\text{е}}, B_{\text{т}}^{\text{т}}$ – витрати палива на комбіноване виробництво відповідно електричної енергії та тепла, відпущених споживачам від ТЕЦ (т у. п.); $\Delta B_{\text{е}}$ – різниця у витратах умовного палива на виробництво електричної енергії, відпущеної споживачам від КЕС і від ТЕЦ (т у. п.); $\Delta B_{\text{т}}$ – різниця у витратах умовного палива на виробництво тепла, відпущеного споживачам від котельних і від ТЕЦ (т у. п.).

З рівняння (11.12) випливає, що при виробництві на ТЕЦ електричної енергії чисто комбінованим методом економія палива складе:

$$\Delta B_{\text{ек}} = E(b_{\text{КЕС}} - b_{\text{т}}^{\text{е}}) + Q \cdot (b_{\text{КОТ}} - b_{\text{т}}^{\text{т}}), \quad (11.13)$$

де E – кількість електричної енергії, відпущеної зовнішнім споживачам, кВт·год; $b_{\text{КЕС}}$ – питома витрата палива на виробництво електричної енергії на КЕС для зовнішніх споживачів, т у. п./кВт·год; $b_{\text{т}}^{\text{е}}$ – питома витрата

палива на виробництво електричної енергії для зовнішніх споживачів на ТЕЦ у теплофікаційному режимі, т у. п./кВт·год; Q – кількість тепла, відпущеного зовнішнім споживачам, кДж; $b_{\text{кот}}$ – питомі витрати палива на виробництво теплової енергії в котельних для зовнішніх споживачів, т у. п./кДж; b_t^t – питома витрата палива на виробництво теплової енергії на ТЕЦ для зовнішніх споживачів, т у. п./кДж.

При виробництві на ТЕЦ електричної енергії одночасно теплофікаційним і конденсаційним методами економія палива складе:

$$\Delta B_{\text{ек}} = E_t \cdot (b_{\text{КЕС}} - b_t^e) - E_k \cdot (b_e^e - b_{\text{КЕС}}) + Q \cdot (b_{\text{кот}} - b_t^t), \quad (11.14)$$

де E_t – кількість енергії, відпущеної зовнішнім споживачам від ТЕЦ у теплофікаційному режимі, кВт·год; E_k – кількість енергії, відпущеної зовнішнім споживачам від ТЕЦ у конденсаційному режимі, кВт·год; b_e^e – питома витрата палива на виробництво електричної енергії для зовнішніх споживачів на ТЕЦ у конденсаційному режимі, т у. п./кВт·год.

З формули (11.14) видно, що економія палива на ТЕЦ тим більше, чим більша частина загальної кількості електричної енергії (E) відпускається споживачам саме на тепловому споживанні (E_t), тобто при $E_t \rightarrow E$.

Ще раз, теплове навантаження зовнішніх споживачів ТЕЦ може покривати двома способами: з відборів турбін (тобто на базі виробництва електричної енергії) і від пікових котлів, які включаються в роботу в періоди найбільшого теплового споживання в зимовий період.

Природно, що пікові котли також можуть і повинні бути використані в усіх інших ситуаціях при неможливості отримання вторинного тепла від турбін.

Установки з одночасним виробництвом теплової та електричної енергії

Комбіноване виробництво теплової та електричної енергії є найбільш економічно доцільним варіантом виробництва енергії. Порівняльний аналіз ефективності джерел теплової генерації показує, що найбільш ефективною є ТЕЦ.

Однак пріоритетом у роботі ТЕЦ є виробництво електричної енергії з подальшою її передачею в єдину енергосистему [6, 17]. Тому теплом від ТЕЦ можуть забезпечуватися лише прилеглі населені пункти та промислові підприємства, що знаходяться в зоні доступності теплотрас. Ураховуючи потужності ТЕЦ, вони зазвичай розміщуються в достатньо великих населених пунктах, переважно в обласних центрах або містах, що за розмірами є порівнянними з ними.

Електричної енергії, що виробляється в енергосистемі, достатньо для забезпечення споживачів усіх категорій на території всієї країни, а основна потреба споживачів поза зоною ТЕЦ виникає саме в теплопостачанні.

Цю потребу забезпечують джерела тепла різної потужності, які технологічно використовують котельні агрегати, що переважно працюють на природному газі. Такі котельні є доволі ефективними, але з ростом вартості енергоносіїв вони швидко втрачають свою рентабельність. Крім того, робота котелень повністю залежить від наявності електроживлення. Перебої в подачі електроенергії призводять до повної зупинки виробництва тепла, що може спричинити руйнування всієї системи теплопостачання, особливо за низьких температур зовнішнього повітря. Для запобігання подібним аваріям потрібна установка резервних джерел електропостачання.

Найбільш оптимальним варіантом таких джерел є двопаливні когенераційні установки, що працюють як на природному газі, так і на рідкому паливі. При відносно невеликих теплових навантаженнях такі установки можуть забезпечувати споживача не тільки електричною енергією, але й теплом, а також можуть бути використані для резервного тепло- та електропостачання медичних установ, адміністративних будівель та інших об'єктів критичної інфраструктури.

Конструктивно когенераційні установки можна поділити на два основних типи:

1. Газопоршневі.
2. Газотурбінні.

У свою чергу, газопоршневі установки можуть бути однотипними (на газі або рідкому паливі) або двопаливними, які можуть працювати як на газу, так і на рідкому паливі.

Схема газопоршневої когенераційної установки наведена на рисунку 11.13.

Основою такої установки є двигун внутрішнього згоряння, оснащений паливною апаратурою, яка дозволяє йому працювати на газі або на рідкому паливі з можливістю оперативного переключення. На валу двигуна встановлений електрогенератор, що виробляє електроенергію для потреб споживачів або віддає її в мережу. Тепло охолоджуючої води, охолодження масла та вихлопних газів утилізується в теплообмінниках і використовується для потреб опалення або кондиціонування. Такі установки в основному використовуються як допоміжні.

Тепловий баланс газопоршневої установки наведено на рисунку 11.14.

Як видно з діаграми, зображеної на рисунку 11.14, коефіцієнт корисної дії газопоршневої установки при утилізації теплових втрат (когенераційної установки) буде знаходитися в межах 92–98 % з урахуванням втрат у теплообмінниках і магістралях.

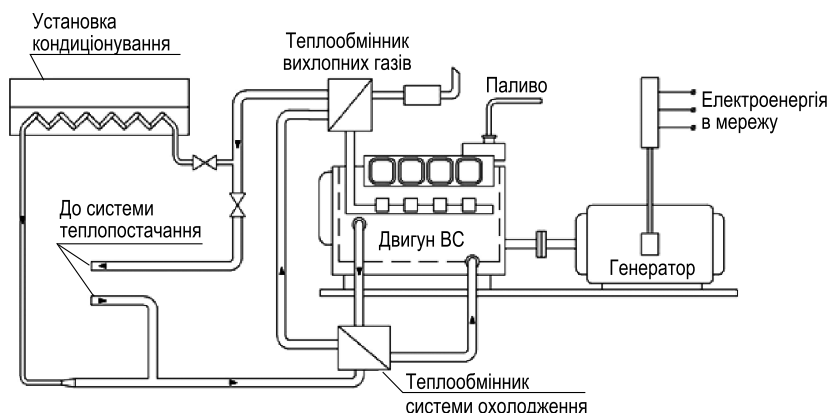


Рисунок 11.13 – Спрощена схема газопоршневої когенераційної установки

Механічні втрати в двигуні враховані в теплових втратах на охолодження масла.

При практично рівній ефективності котельного обладнання та когенераційної установки, використання когенераційної установки дозволяє отримати більш дешеву електроенергію як за рахунок виробництва, так і за рахунок відсутності витрат на транспортування, і забезпечує наявність аварійного джерела як електропостачання, так і тепла.

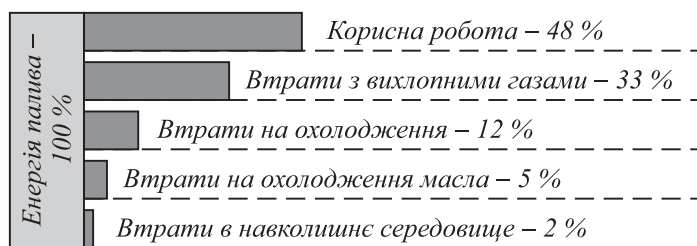


Рисунок 11.14 – Тепловий баланс газопоршневої установки

Недоліками газопоршневих установок є:

- неможливість забезпечувати великі потужності;
- підвищена складність обслуговування;
- необхідність наявності стартерних пристроїв (АКБ або стиснене повітря) і їх підтримання в робочому стані незалежно від роботи або простою двигуна;
- наявність додаткових комутуючих, синхронізуючих та захисних пристроїв.

Газотурбінна установка працює за принципом перетворення поступальної механічної енергії газового потоку у обертальну енергію турбіни.

Такі установки можуть забезпечувати великі потужності (десятки МВт), достатньо економічні, можуть працювати на різних видах рідкого палива та на газі. При цьому до рідкого палива не висуваються високі вимоги щодо якості.

Спрощена схема газотурбінної когенераційної установки наведена на рисунку 11.15.

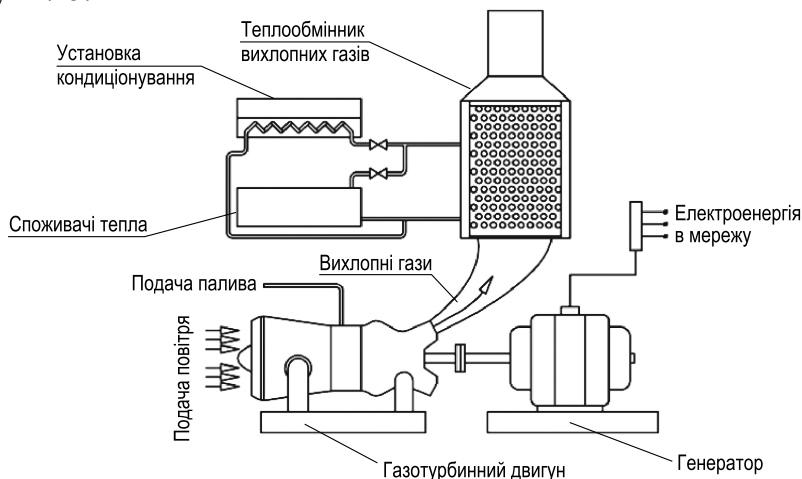


Рисунок 11.15 – Спрощена схема газотурбінної когенераційної установки

У таких установках генератор встановлюється на валу турбіни. Корисна механічна робота турбіни використовується для вироблення електроенергії, а тепло вихлопних газів утилізується в теплообміннику і використовується для потреб опалення або кондиціонування.

Такі установки можуть забезпечити електроенергією великі населені пункти та адміністративні райони, забезпечуючи теплом велику кількість споживачів. В основному використовуються як основні та як стратегічний резерв при великих промислових або комунальних аваріях. Собівартість вироблення енергії (мова йде про теплову та електричну) при роботі на природному газі співмірна з собівартістю виробництва на ТЕЦ, але при використанні рідкого палива, вона зростає в рази.

Такий режим виправданий лише в виняткових випадках, на час ліквідації аварій або в разі відсутності інших можливостей енергопостачання.

До недоліків таких установок належать:

- неможливість оперативної установки на новому місці;
- необхідність наявності спеціально навченого обслуговуючого персоналу;
- високий рівень шуму;
- значна залежність вироблюваної потужності від протидії в струмені вихідних газів, що висуває підвищені вимоги до технічного стану теплообмінних апаратів.

Оскільки газотурбінний двигун, який є основою газотурбінної когенераційної установки, є безпорним двигуном, то під час його роботи виникають значні осьові зусилля, для компенсації яких необхідне відповідне закріплення. Це можуть бути фундаменти, каркасні свайні якорі або інші види кріплень залежно від конкретних умов.

Як і у випадку з газопоршневою установкою, тепло, яке виробляє газотурбінна установка, може бути використане як для потреб опалення, так і для кондиціонування. Тепловий баланс газотурбінної установки наведено на рисунку 11.16.

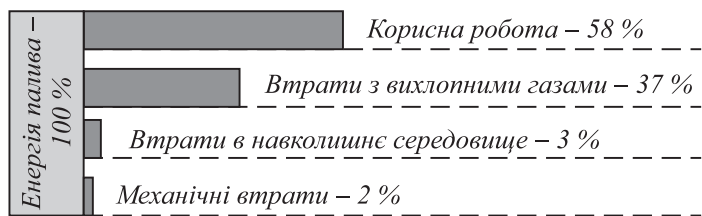


Рисунок 11.16 – Тепловий баланс газотурбінної установки

Як видно з діаграми, зображеної на рисунку 11.16, коефіцієнт корисної дії установки при використанні тепла вихлопних газів (когенераційної установки), може перевищувати 90 %, але буде прямо залежати від ступеня теплового навантаження. Якщо теплове навантаження виявиться недостатнім, то частина не використаного тепла буде змушена безповоротно скидатися в атмосферу.

Газопостачання великих районних котельень здійснюється з використанням кількох ступенів редукування вхідного газу. Для забезпечення великих витрат, подача газу відбувається по газових магістралях високого тиску 12 атм.

У ГРУ котельні газ редукується до високого тиску 6 атм, а потім до середнього робочого тиску на котельні. На кожній ступені редукування відбувається поглинання енергії в редукторі зі зниженням температури потоку. Створюються умови для роботи газодинамічного двигуна, що поглинає енергію потоку газу та перетворює її в обертальну механічну енергію.

Таким чином, корисно використовується енергія нагнітання газу турбінами газокompресорної станції.

Газодинамічна турбіна конструктивно виконується в одному корпусі з електрогенератором і, при витраті газу в трубопроводі, приводить генератор в обертання, виробляючи електроенергію. Потужність таких генераторів відносно не висока, але в них абсолютно відсутні витрати на паливо, що робить економічно вигідним їх застосування.

Крім того, такі пристрої можуть тривалий час працювати без обслуговування, мають низький рівень шуму, екологічно чисті, легко та швидко монтуються.

Спрощена схема газодинамічного генератора наведена на рисунку 11.17.

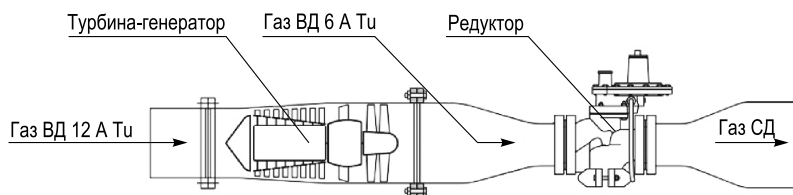


Рисунок 11.17 – Спрощена схема газодинамічного генератора

Виходячи з вищезазначеного, можна зробити висновок, що використання когенераційних установок значно покращує техніко-економічні показники роботи джерел теплової енергії, підвищує їх надійність, оскільки когенераційні установки мають незалежне забезпечення паливом різних видів і можуть використовуватися як аварійні джерела електро- та теплопостачання.

Крім того, когенераційні установки можуть застосовуватися як основні в умовах, коли використання інших способів енергопостачання неможливе або недоцільне.

12 **ГАРЯЧЕ ВОДОПОСТАЧАННЯ**

У XX столітті системи централізованого гарячого водопостачання давно стали однією з основних складових комфортних умов життя цивілізованих країн світу, зокрема й в Україні.

Говорячи про створення в XX столітті великих централізованих систем гарячого водопостачання, варто підкреслити і завжди розуміти той факт, що причиною їх виникнення та широкого розвитку є саме створення тепло-електроцентралей (ТЕЦ).

Комбіноване виробництво електроенергії та теплопостачання для забезпечення стабільного цілорічного споживання тепла є ефективною роботою ТЕЦ. Дешеве тепло, особливо в літній період, вимагає його реалізації споживачам. В іншому випадку це тепло, відповідно до законів термодинаміки, повинно скидатися в атмосферу, що і змушені робити багато ТЕЦ у наш час. Постійним і масовим споживачем низькопотенційного тепла, що утворюється в результаті відбору відпрацьованої пари після турбін-електрогенераторів, може бути тільки гаряче водопостачання [30, 37].

Гаряча вода потрібна цілий рік, тому базовий режим ТЕЦ повністю або більшою частиною повинен перекриватися потребою в гарячій воді.

Тільки ТЕЦ є економічно ефективним джерелом тепла для потреб ціло-річного гарячого водопостачання, оскільки вона має надлишкове літнє тепло.

Виробництво тепла для потреб гарячого водопостачання в між-опалувальний період на котельнях будь-якої потужності, тим більше при нинішньому рівні цін на паливо, економічно не обґрунтоване. Сьогоднішня практика виробництва гарячої води в літній період є вимушеним рішенням, зумовленим раніше сформованою системою централізованого гарячого водопостачання від цих котелень.

Аналізуючи досвід зарубіжного теплопостачання в розв'язанні питання вибору системи гарячого водопостачання, чітко простежується лише одне абсолютно обґрунтоване положення: якщо в районі теплопостачання є централізоване теплопостачання від ТЕЦ, то й система гарячого водопостачання вирішується централізовано.

Для виконання такої вимоги в усіх країнах прийняті відповідні закони та норми, які зобов'язують повністю використовувати переваги теплопостачання від ТЕЦ.

Наприклад, «Закони про теплопостачання», прийняті Данією в 1979–1990-х роках, дозволили збільшити частку тепла, що виробляється в системах централізованого теплопостачання, з 33 % до 64 %.

Розгалуженими системами централізованого тепlopостачання обладнані багато великих міст у країнах Європи: Прага, Варшава, Берлін, Ліон та інші.

Відмінністю більшості зарубіжних систем тепlopостачання від наших є те, що теплові мережі в них працюють цілорічно в залежності від бажання споживачів з мінімальними зупинками на профілактику.

Слід зазначити, що в ряді країн існують принципові відмінності нормативів на гаряче водопостачання від наших. Найважливішим серед них є те, що в багатьох країнах гаряча вода визначається як технічна, на відміну від нашої практики, де вона вважається питною.

В Україні також піднімалося питання про зміну нормування гарячої води як питної. Однак це питання не вирішене до теперішнього часу, і досі на приготування гарячої води йдуть значні витрати, що збільшує її вартість.

Це питання цілком закономірне. Навіщо обробляти воду до рівня питної, якщо ця вода йде тільки на потреби гігієни, прання і миття посуду? Розвиваючи питання удосконалення нормування та, як наслідок, розвитку гарячого водопостачання, варто звернути особливу увагу на питомий спад споживання гарячої води в усіх країнах, в тому числі й в Україні, у зв'язку з масовим впровадженням у побут пральних машин, а згодом і посудомийних.

При масовому оснащенні споживачів пральними та посудомийними машинами на потреби гарячого водопостачання залишається тільки вода, що йде на гігієнічні цілі (душ, ванна, вологе прибирання тощо).

Пральні та посудомийні машини не споживають гарячу воду. Їх конструкція передбачає підключення тільки до холодної води. Підігрів холодної води до необхідних гігієнічних 60 °C ці машини здійснюють самі. Причому слід звернути увагу, що і в дитячих, шкільних, лікувальних установах, а також на підприємствах харчування встановлюються такі ж агрегати відповідної потужності, які також не потребують підведення гарячої води.

Наступне питання зміни нормування – навіщо гріти гарячу воду до 60 °C, як цього завжди вимагали санітарні норми, якщо вона тепер не йде на миття посуду? Для гігієнічних потреб, тобто для душу або ванни, потрібна вода не вище 40 °C, оскільки 60 °C на відкриту шкіру – це вже опік. З вищезазначеного випливає, що діючі в Україні норми доведеться переглядати як у кількісному, так і в якісному плані.

Аналізуючи показники споживання гарячої води населенням за останні 20 років, варто чітко визначити якість баз порівняння. Під якістю баз порівняння мається на увазі достовірність інформації, закладеної в порівнюваних даних – зокрема, чи були ці дані отримані нормативно-розрахунковим способом, чи зафіксовані за допомогою приладів обліку, таких як водоміри [40].

У періоди 70–90-х років минулого століття через відсутність квартирних лічильників фактично порівнювали загальні нормативні та фактичні показники витрат холодної та гарячої води, розраховані на одну людину.

Масова установка квартирних лічильників гарячого та холодного водопостачання почалася практично наприкінці XX – на початку XXI століття.

У проведеному аналізі використано виключно офіційні показання квартирних лічильників води, отримані відповідно до даних приладів комерційного обліку теплозабезпечувальних і водопостачальних організацій та нарахувань споживачам.

Аналіз звітних даних наочно свідчить, що значне зниження споживання спостерігається тільки в будинках, обладнаних квартирними лічильниками.

Лічильники показують середню витрату на одну людину порядку 1–1,5 м³/місяць. Порівнюючи з діючою розрахунковою нормою без лічильника (3 м³/місяць на 1 особу), це в 2 рази більше [17].

Наголошую, що головною причиною зниження показників споживання гарячої води є масове встановлення квартирних приладів обліку.

Очевидно, що установка комерційного лічильника гарячої та холодної води в кожній квартирі є найбільш ефективним заходом для економії коштів самим споживачем.

З огляду на вищезазначене, особливого значення набуває правильність нормування витрат холодної та гарячої води на одну людину при формуванні тарифів.

Сучасні діючі норми значно завищені і вимагають негайного об'єктивного перегляду в бік зменшення. Базою для нормування повинні стати не усереднені розрахункові показники, що діють вже багато десятиліть, а апроксимовані показники наявних квартирних лічильників.

Перегляду підлягають також і усталені практика розподілу та співвідношення витрат і втрат холодної і гарячої води.

Перегляд нормативів особливо важливий для правильного розрахунку потреби в воді та теплі при розробці схем теплопостачання, генеральних планів і регіональних програм.

Важливість перегляду нормативів можна проілюструвати прикладом визначення потреби в теплі для потреб гарячого водопостачання. Якщо брати за основу діючі сьогодні норми, то кількість тепла, розрахована за ними, буде вдвічі перевищувати реально необхідну. Результат такої «неточності» для схем теплопостачання міст – це зайві десятки, сотні мільйонів гривень, закладені в діаметри труб, потужності котлів, металоконструкції, теплоізоляцію і т. д.

Справжні витрати тепла на гаряче водопостачання, відповідні сучасному оснащенню побутовими приладами всіх категорій споживачів, повинні стати базою для розробки або коригування «Схем теплопостачання», «Програм реновацій» та інших важливих документів. У зв'язку з цим слід переглянути і

раніше затверджені документи, що визначають подальший розвиток наших міст і населених пунктів, в тому числі і джерел тепла.

Об'єктивний підхід до вирішення питань СЦГВ в нинішніх умовах може призвести до відмови від них у окремих випадках.

Не може тривати ситуація, коли так звана ТЕЦ (теплоелектроцентрально), яка отримала свій статус завдяки спочатку впровадженому технологічному циклу, насправді вже давно ним не відповідає, хоча це явище стало звичним. Через власну відмову від споживачів або відмову споживачів від неї, так звана ТЕЦ вже давно стала звичайною тепловою електростанцією.

Система централізованого гарячого водопостачання (СЦГВ) – це сукупність трубопроводів і розташованих у котельнях або теплових пунктах водонагрівальних пристроїв, які служать для приготування та розподілу гарячої води на одне або групу будівель [33].

Основними складовими СЦГВ є:

- джерело нагріву води, яким може бути електричний нагрівач, геліо-установка, газова колонка, котел або теплообмінник центрального теплопостачання;
- зовнішні гарячоводні трубопроводи;
- зовнішні циркуляційні трубопроводи;
- внутрішньобудинкові та квартирні трубопроводи;
- водорозбірна, регулююча та запірна арматура;
- циркуляційні та підвищувальні насоси;
- установки для протикорозійної обробки гарячої води;
- баки-акумулятори.

До систем СЦГВ висувуються такі вимоги:

- споживання гарячої води в необхідній кількості та з необхідною температурою має бути доступним цілодобово;
- забезпечення можливості регулювання температури гарячої води, що надходить із водорозбірної арматури;
- відповідність якості гарячої води санітарно-епідеміологічним показникам та гігієнічним вимогам;
- простота обслуговування;
- рентабельність експлуатації СЦГВ.

Відповідно до діючих в Україні норм, температура гарячої води на виході з нагрівальної установки повинна бути не менше 60 °С. Розрахунковий тепловий напір, з урахуванням реальних умов експлуатації в сучасних підігрівачах, повинен бути не менше 10 °С. Звідси слідує необхідність підтримувати температуру нагрівального теплоносія на вході теплообмінників не менше 70 °С.

Необхідність штучно підтримувати температуру води не нижче 70 °С призводить до виникнення проблеми «перетопу» нижче точки зламу графіка.

За способом подачі гарячої води від джерела до споживачів СЦГВ поділяються на відкриті та закриті.

Відкрита система централізованого гарячого водопостачання передбачає безпосередній відбір теплоносія з системи опалення. Нагріта вода як теплоносій системи опалення є одночасно і водою для споживача в системах гарячого водопостачання. Відкрита система фактично представляє собою двотрубну систему опалення, через яку також подається гаряча вода.

Закрита система передбачає нагрів води через поверхні, де теплоносій (пар або перегріта вода) і нагрівана вода не контактують, а тепло передається через поверхню теплообміну і далі по самостійним гарячоводним трубопроводам подається до кожного абонента.

В відкритих системах гарячу воду забирають безпосередньо з теплової мережі та подають у систему гарячого водопостачання споживача, тобто в відкритій системі відсутні спеціальні гарячоводні та циркуляційні трубопроводи. У відкритій системі подача теплопостачання на всі потреби теплопостачання, включаючи і власне гаряче водопостачання, здійснюється підвідним і зворотним трубопроводом централізованої системи опалення.

Основним недоліком відкритої системи є те, що вся вода підлягає попередній хімічній підготовці, незалежно від того, на які потреби вона витрачається. Тому вартість приготування гарячої води в відкритій системі значно вища, ніж у закритій. До того ж ця вода може стати забрудненою, містити різні домішки і мати неприємний металевий запах. Відкриті системи абсолютно не регулюються з точки зору їх призначення – подачі тепла.

Реальні показники експлуатації відкритих систем призвели до майже повної відмови від них ще в другій половині минулого століття. Однак для об'єктивності не можна не згадати про такий спосіб подачі гарячої води від джерела до споживача [39, 43].

Наразі відкриті системи централізованого гарячого водопостачання вже не використовуються. Застосовуються виключно закриті системи централізованого гарячого водопостачання (див. рис. 12.1).

Системи гарячого водопостачання можна поділити за місцем приготування гарячої води:

1. Підігрів безпосередньо на джерелі тепла – районний або квартальний котельний. Від джерела гаряча вода транспортується по зовнішніх чотири-трубних мережах до споживачів. Діаметри гарячоводних трубопроводів залежать від потужності джерела тепла, радіусу дії та підключеної теплової навантаженості на гаряче водопостачання. У м. Запоріжжя вони досягають максимальної для України величини з умовним діаметром 500 мм.

2. Підігрів на теплорозподільчих станціях (TRC), які розташовані всередині мікрорайону або кварталу. Кількість TRC у мікрорайонах коливається від одного до десяти. При цьому теплоносій від джерела тепла

до ТРС подається по двотрубній схемі, а від ТРС до будинків споживачів – по чотиритрубній схемі.

3. Підігрів в індивідуальних теплових пунктах (ІТП), які розташовані безпосередньо в житлових будинках споживачів, адміністративно-побутових будівлях, цехах чи інших спорудах. При цьому теплоносій від джерела тепла ТЕЦ або котельні поступає в ІТП по двотрубній схемі.

4. Підігрів бойлерами, які розташовані безпосередньо в будинкових котельнях.

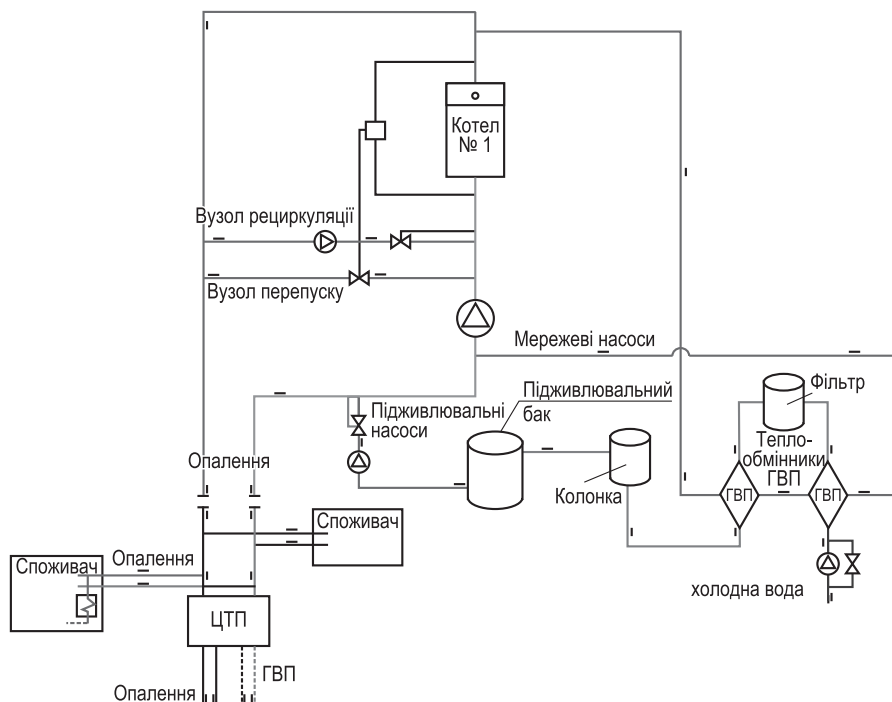


Рисунок 12.1 – Схема традиційної закритої системи гарячого водопостачання

У більшості класичних схем централізованого теплопостачання міст нагрів води для СЦГВ здійснюється в індивідуальних або центральних теплових пунктах, де також розміщуються насосні групи, баки-акумулятори, установки для захисту трубопроводів від внутрішньої корозії, прилади обліку та регулювання витрат і температури теплоносіїв.

Теплоносій від централізованих джерел тепла ТЕЦ або котельних поступає на теплові пункти по двотрубній схемі. Температурний графік теплопостачання від централізованого джерела тепла диктується нормативними вимогами забезпечення підігріву води для потреб гарячого водопостачання не менше ніж до 60°C , що також вимагає підтримувати температуру нагрівального теплоносія на джерелі не менше 70°C протягом всього року.

На рисунку 12.2 наведено температурний графік подачі теплоносія, з якого видно, що значну частину опалювального періоду температура теплоносія безпосередньо для потреб опалення могла б бути нижче 70°C , що обумовлено необхідністю підігріву гарячої води до 60°C .

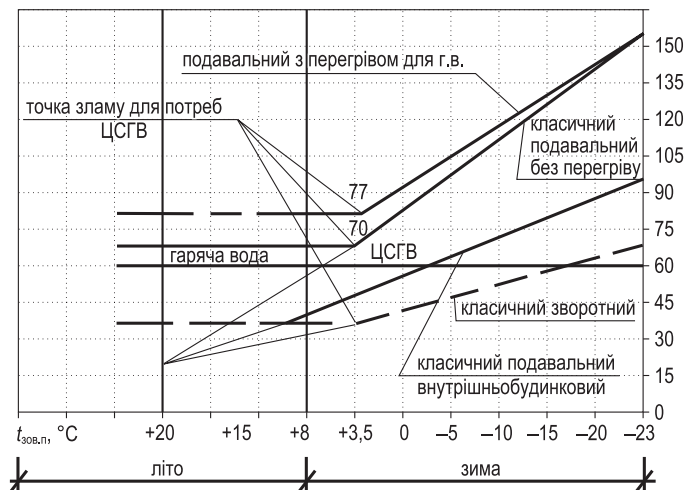


Рисунок 12.2 – Температурний графік подачі теплоносія

Як видно з рисунка 12.2, у точках зламу опалювального графіка відбувається очевидне завищення температури нагрівального теплоносія, що викликає подальший перегрів системи опалення в доволі теплі періоди, викликаючи обґрунтовані нарікання споживачів і перевитрату палива.

Для недопущення перевитрати палива в теплових пунктах після водопідігрівачів передбачається установка насосних установок з метою коригування температурного графіка до розрахункових параметрів, які є необхідними для нормальної роботи систем опалення. Установка додаткових насосних груп та автоматичних систем значно здорожує будівництво та експлуатацію систем теплопостачання.

Простим способом ліквідації описаної вище перевитрати палива практично всіх систем централізованого теплопостачання є перенесення водопідігрівачів СЦГВ з теплових пунктів на джерела тепла.

Підігрів гарячої води на джерелі тепла – котельній, робить можливим роботу всієї системи теплопостачання за чисто опалювальним графіком.

Можливість роботи за чисто опалювальним графіком без точок зламу забезпечується розвантаженням всієї системи теплопостачання після котельної від необхідності транспортування теплоносія з підвищеною температурою відповідно до потреб опалення.

Таке рішення значно скорочує втрати тепла. Підігрів гарячої води безпосередньо на джерелах тепла дозволяє розвантажити теплові мережі.

Великий промисловий експеримент, проведений на запорізькій системі централізованого водопостачання наочно підтвердив ефективність наукових досліджень, які показують можливість зменшення витрат палива за рахунок коригування графіка подачі теплоносія від джерел.

Ще однією кардинальною відмінністю запорізької системи централізованого водопостачання є наявність у ній вакуумних деаераційних установок для захисту від корозії металу та металевих баків-акумуляторів з плаваючою герметизувальною плівкою (рис. 12.3–12.5) [33, 45].



Рисунок 12.3 – Вакуумна деаераційна установка
на котельні м. Запоріжжя

Впровадження вакуумної деаерації в запорізьких системах централізованого водопостачання дало змогу ефективно захистити від корозії чорні неоцинковані труби, з яких виготовлена система гарячого водопостачання Запоріжжя та інших регіонів України.

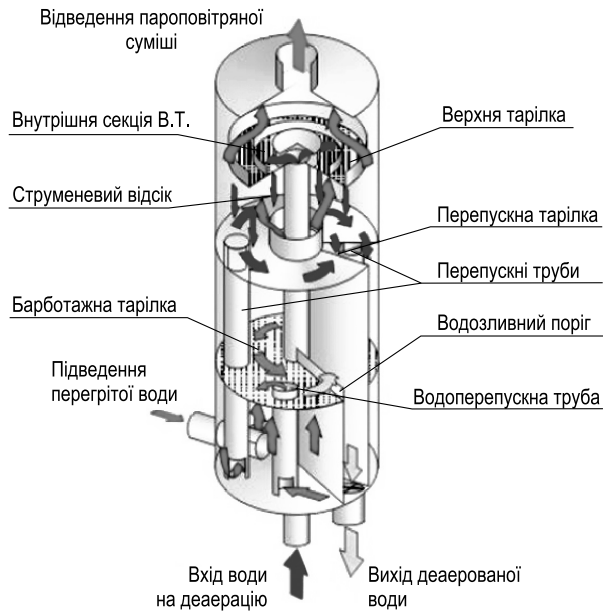
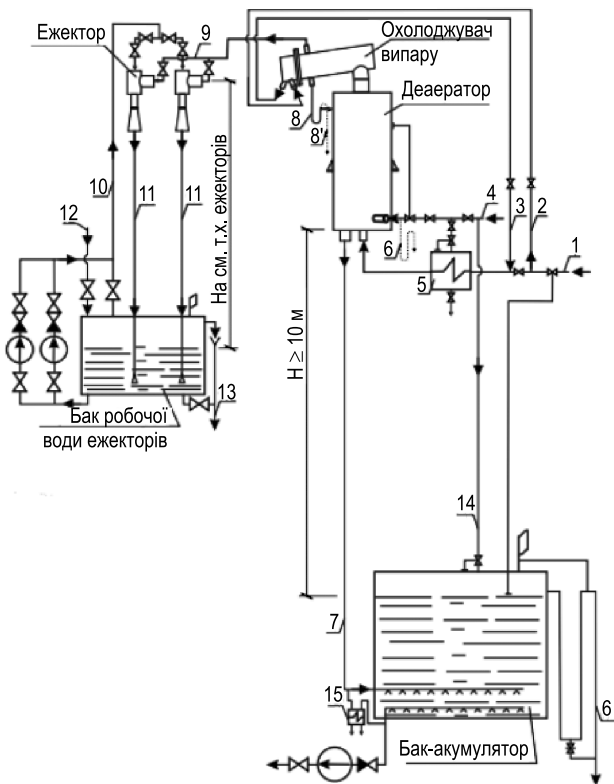


Рисунок 12.4 – Вакуумний деаератор типу ВД

Рисунок 12.5 – Схема вакуумної деаераційної установки:

- 1 – підведення вихідної води;
- 2 – підведення води в охолоджувач випаровування;
- 3 – повернення води з охолоджувача випаровування;
- 4 – підведення теплоносія;
- 5 – теплообмінник;
- 6 – гідрозатор;
- 7 – відвід деаерованої води;
- 8, 8' – відвід конденсату з охолоджувача в деаератор (в дренаж);
- 9 – відсмоктування парогазової суміші з охолоджувача випаровування ежектором;
- 10 – підведення робочої води в ежектор;
- 11 – скидання водогазової суміші;
- 12 – підведення охолоджувальної води;
- 13 – відвід нагрітої води;
- 14 – підведення теплоносія;
- 15 – холодильник відбору проб доточковий



Циркуляція в системі гарячого водопостачання

Оскільки централізована система гарячого водопостачання – це сукупність пристроїв, що забезпечують нагрівання холодної води та її розподіл по водорозбірних приладах за допомогою трубопроводів, діаметр і протяжність яких залежить від площі та конфігурації району теплопостачання, то в години зниження або повної відсутності розбору вода в гарячоводних лініях швидко охолоджується. Охолодження води не дозволяє забезпечити її належну якість для споживача в будь-який момент часу.

Системи без циркуляції є найпростішими за конструкцією і дешевими за початковою вартістю. Вони складаються лише з гарячоводних трубопроводів. Основним недоліком таких систем є охолодження води в трубопроводах у разі перерви в розборі або його низької величини.

Відкриваючи кран після перерви в розборі, споживач отримує воду з пониженою температурою і починає зливати цю воду в каналізацію до появи води з потрібною температурою. Такі зливи в умовах загального погіршення забезпечення споживачів гарячою водою призводять до перевантаження каналізації і марнотратства води та тепла. Через зазначені недоліки системи без циркуляції встановлюються лише в тих випадках, коли можливий злив води в каналізацію є незначним. Наприклад, при тривалому безперервному розборі води в банях, технологічних установках, а також у випадку невеликої протяжності мережі.

Рішенням проблеми забезпечення якості для всіх споживачів у будь-який момент часу може бути організація циркуляції гарячої води.

Для цього паралельно з гарячоводним трубопроводом прокладається циркуляційний трубовід, який забезпечує постійний рух води в СЦГВ незалежно від того, користується споживач гарячою водою в даний момент чи ні (рис. 12.6).

Звісно, що матеріаломісткість системи, оснащеної циркуляційними трубопроводами, значно вища, ніж матеріаломісткість системи, яка безпосередньо подає гарячу воду споживачам без циркуляції [33].

При цьому витрати тепла на підтримання потрібної температури в циркуляційному контурі є достатньо великими, особливо в розгалужених системах.

Зі збільшенням тарифів також стають відчутними витрати електричної енергії на циркуляцію.

Організація рівномірної циркуляції води в усіх стояках сучасної розгалуженої системи вимагає встановлення автоматичних вентилів балансування на кожному стояку, що додатково ускладнює монтаж системи та її експлуатацію.

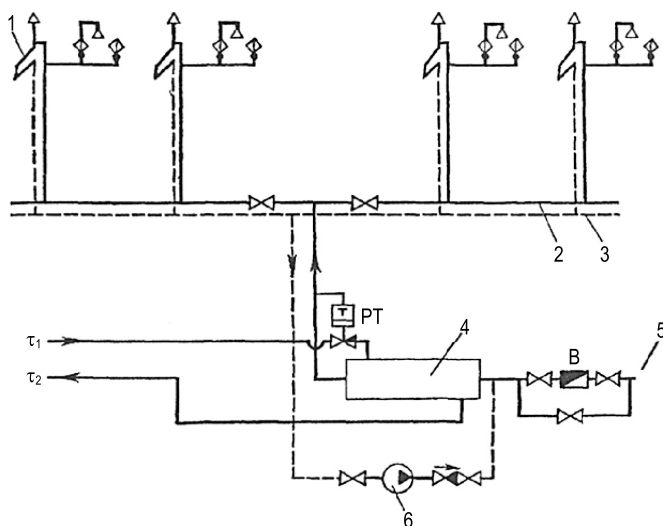


Рисунок 12.6 – Схема гарячого водопостачання з нижньою розводкою та примусовою циркуляцією:

- 1 – рушникосушарка; 2, 3 – підвідна та циркуляційна лінія;
- 4 – секційний водонагрівач; 5 – водопровід;
- 6 – циркуляційний насос; В – лічильник води

Дослідження діючих СЦГВ показало принципові відмінності між організацією холодного та гарячого водопостачання, що є результатом відсутності або наявності в них циркуляції.

Система холодного водопостачання завжди є тупиковою і працює лише на злив, тобто на безповоротну подачу води споживачу через водорозбірний кран або змішувач.

Система гарячого водопостачання за своєю суттю повинна бути частково замкнутою, оскільки вона циркуляційна і забезпечує підтримання нормативної температури.

При поєднанні потоків холодної та гарячої води в змішувачах відбувається змішування двох різнорідних потоків: холодний – стабільний з відносно постійним тиском; гарячий – змінний за тиском, який змінюється залежно від дії циркуляції. Різниця тисків у змішувачах викликає перетікання і, як наслідок, провітрювання та інші негативні явища.

Як свідчить багаторічний досвід експлуатації, серйозної шкоди всій системі тепlopостачання завдали технічні рішення про перемикання нагрівальних пристроїв – рушникосушарок у ванних кімнатах – з опалювальних стояків на водорозбірні або циркуляційні стояки системи гарячого водопостачання.

Мета, яку намагалися досягти ініціатори підключення, є дуже благородною і спрямована на виконання одного з головних вимог санітарних

норм і правил щодо забезпечення цілорічної роботи рушникосушарок ванних кімнат. Ідея перемикання нагрівальних пристроїв ванних кімнат з системи опалення на СЦГВ базувалася на тому, що СЦГВ працює цілорічно, а система опалення – лише в опалювальний період. Тому ще в 60-ті роки минулого століття, тобто в період масового будівництва житла, в усіх типових проєктах було прийнято рішення про перемикання нагрівальних пристроїв ванних кімнат (рушникосушарок) з системи опалення на СЦГВ. Однак таке, на перший погляд, позитивне рішення виявилось згубним для СЦГВ.

Порівняння СЦГВ з рушникосушарками і без них показує, що наявність у системах рушникосушарок в рази збільшує руйнування трубопроводів від корозії і, таким чином, прискорює вихід з ладу циркуляційних трубопроводів.

Тому найважливішим етапом реновації більшості систем гарячого водопостачання є повна відмова від обігріву ванних кімнат рушникосушарками, що підключені до гарячоводних стояків. Одне з найважливіших рішень – гарячоводні стояки підключаються до внутрішньобудинкової системи опалення [35].

Іншим рішенням може бути установка місцевих електроповітронагрівачів.

Внутрішня корозія чорних незахищених труб – причина катастрофи систем гарячого водопостачання України

Усі системи централізованого гарячого водопостачання України забудови другої половини ХХ століття, за винятком незначної кількості, виконані з грубими порушеннями нормативів з чорних сталевих труб без будь-якого внутрішнього покриття, що є основною причиною виходу з ладу зовнішніх і внутрішньобудинкових трубопроводів.

Результатом грубого порушення будівельних норм і правил є практично повне припинення централізованого гарячого водопостачання в більшості міст і населених пунктів України.

У тих містах, де гаряче водопостачання ще триває, воно здійснюється надзвичайно нестабільно з значними аварійними відключеннями. Стан СЦГВ вимагає багаторазових, що перевищують нормативи, витрат матеріалів, технічних і людських ресурсів і призводить до значного зростання тарифів.

Водночас накопичений піввіковий світовий та частково вітчизняний досвід централізованого гарячого водопостачання наочно свідчить про можливість стабільної подачі гарячої води в доволі протяжних мережах без

будь-якої її спеціальної обробки за умови застосування в системах оцинкованих, мідних, латунних або спеціальних неметалевих трубопроводів.

Внутрішні та зовнішні трубопроводи централізованого гарячого водопостачання в усіх країнах Європи та Америки виконані тільки з оцинкованих, мідних, латунних або пластикових труб. Відмінністю дефектності систем гарячого водопостачання від систем опалення є характер корозії чорного металу. В системах опалення, де, як правило, циркулює хімічно очищена деаерована вода, в основному виникає зовнішня корозія, викликана різними причинами: блукаючі струми, витоки з інших систем, хімічний склад ґрунту тощо. В системі СЦГВ більше дев'яноста відсотків дефектів – це результат внутрішньої корозії. Посилена внутрішня корозія викликана хімічним складом нагрітої недеаерованої водопровідної води, заповітрюванням і, головне, повною відсутністю будь-якої захисту внутрішньої поверхні труб.

Внутрішня корозія трубопроводів гарячої води і особливо циркуляційних трубопроводів – це основна причина «відмов» у всій системі теплопостачання України. За даними теплопостачальних організацій, пориви в мережах централізованого гарячого водопостачання на порядок перевищують кількість поривів у подавальних і зворотних мережах опалення. На рисунку 12.7 представлені фото пошкоджених труб гарячого водопостачання, які прослужили в справному стані менше 4 років. Труби чорні сталеві, без будь-якого покриття.

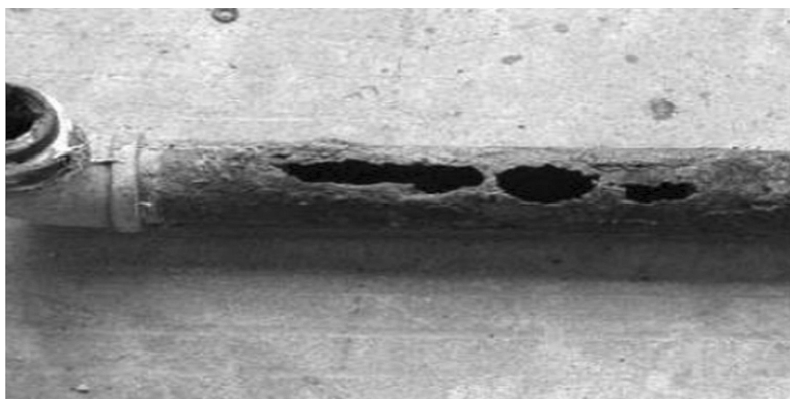


Рисунок 12.7 – Трубопровід гарячого водопостачання після 4 років експлуатації

Фактично, строк експлуатації трубопроводів СЦГВ з чорних сталевих труб становить 3–5 років, це не виняток, а звичайне явище навіть при добре організованій експлуатації в містах, які мають достатньо потужні та технічно оснащені теплопостачальні організації з висококваліфікованим персоналом.

Якщо труба, розрахована на нормативний термін служби 25 років, фактично працює лише 5 років, то значна частина ресурсів теплопостачальної організації витрачається на підтримку стабільної роботи системи централізованого гарячого водопостачання (СЦГВ). Але при цьому обсяги витрат у п'ять разів перевищують затрати на ліквідацію поривів. В результаті це призводить до зростання тарифів, недостатньої уваги до інших складових системи теплопостачання, а також до нестабільності роботи і скарг зі сторони споживачів.

Аналіз показує, що проблема посиленої внутрішньої корозії зовнішніх та внутрішньобудинкових систем гарячого водопостачання з чорних сталевих труб властива всім СЦГВ, незалежно від їх протяжності та місця приготування гарячої води. Те, що вода нагрівається в одній бойлерній на ТРС або в численних бойлерних (ІТП), не усуває проблему масового виходу з ладу труб.

Різниця лише в обсягах кородування труб, тобто в наявності чи відсутності зовнішніх мереж гарячого водопостачання. Згідно з логікою «Немає мереж – немає проблем» деякі фахівці бачать вирішення питання в ліквідації зовнішніх мереж гарячого водопостачання.

Вони обґрунтовують таке рішення нібито повсюдною модернізацією ІТП у кожному будинку для потреб опалення. Своїм рішенням вони, так би мовити, «розширюють функції» опалювального ІТП, додаючи йому приготування гарячої води. Така постановка питання необґрунтована і некоректна, оскільки облаштування бойлерної в кожному будинку – це додаткові витрати, які на порядок перевищують вартість модернізації лише для потреб опалення, що полягає в установці нового регульованого насосного вузла змішування замість елеватора.

Проведені техніко-економічні розрахунки, аналіз виконаних проєктів, світовий та вітчизняний досвід експлуатації дають підстави стверджувати, що найбільш раціональним методом відновлення існуючих аварійних СЦГВ є повна заміна чорних сталевих зовнішніх та внутрішніх трубопроводів на сучасні корозійностійкі попередньо ізольовані.

Усі роботи з відновлення СЦГВ повинні виконуватись організовано відповідно до державних, регіональних та міських програм, що передбачають фінансування державою місцевих рад і населенням.

Підсумовуючи викладене, можна з повною впевненістю стверджувати, що всі системи централізованого гарячого водопостачання України перебувають в аварійному стані. Без капітального ремонту, а точніше повної заміни всіх трубопроводів та арматури, подальша експлуатація систем централізованого гарячого водопостачання неможлива.

Суть питання в тому, що або існуючі системи приводять у відповідність до міжнародних стандартів, або відмовляються від централізованого гарячого

водопостачання на користь індивідуальних квартирних ємнісних водо-нагрівачів. Відповідно змінюється централізоване джерело гарячої води на місцеве в дитячих садках, школах, лікувальних установах та підприємствах громадського харчування.

Слід відзначити, що багато з цих споживачів давно вже відмовилися від централізованого гарячого водопостачання.

Геліосистеми для гарячого водопостачання

Системи централізованого гарячого водопостачання, які використовують в якості нагрівального джерела сонячну енергію, відомі ще з давніх часів. Ці установки можна розглядати як перші системи теплопостачання в історії розвитку цивілізації. Суть таких систем не змінилася і сьогодні, оскільки вона заснована на тій самій сонячній енергії, що й сотні років тому [33].

Однак вимоги сьогодення, необхідність підігріву та подачі води в умовах сучасної забудови та інфраструктури вимагають розробки та впровадження відповідних наукових і технічних рішень.

На рисунку 12.8 наведена схема сучасної геліоустановки.

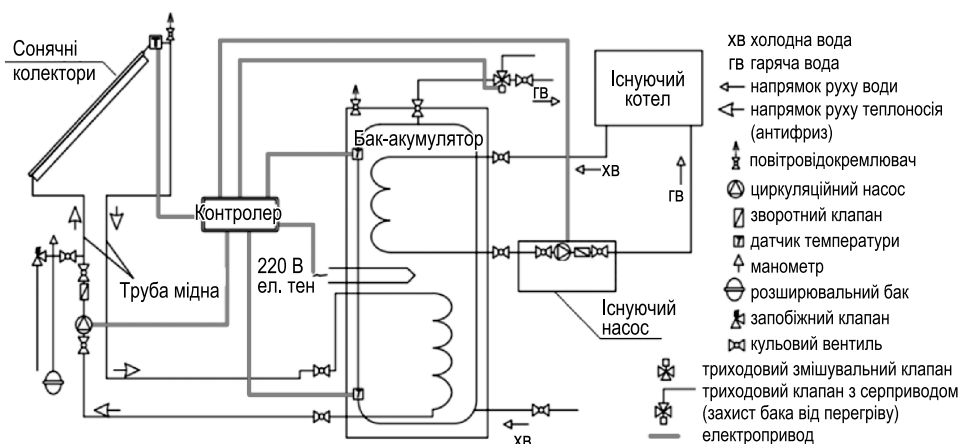


Рисунок 12.8 – Схема комбінованої геліоустановки

Сучасна геліоустановка – це сукупність значної кількості достатньо складних інженерних вузлів та обладнання, що дозволяє використовувати сонячну енергію цілий рік. При цьому через нерівномірність нагріву в різні пори року та доби геліоустановки можуть бути включені або підключені до інших джерел енергії. Таким джерелом можуть бути електричні водо-

нагрівачі, теплові насоси, геотермальні установки або котли, що працюють на різних видах пального. Геліоустановки можуть бути підключені до традиційної системи через пластинчастий теплообмінник.

Комбінація сонячного підігріву з іншими водонагрівачами дає можливість створити надійну та, головне, високоекономічну СЦГВ. Аналізуючи стан систем гарячого водопостачання, джерелом тепла в яких є геліоустановки, слід відзначити їх поширення у всіх країнах, незалежно від географічних широт.

Безумовно, найбільше поширення геліосистеми отримали в південних країнах.

Однак аналіз показує, що й у країнах, які розташовані на півночі, також масово застосовуються геліосистеми у комбінації з іншими джерелами тепла.

Кількість корисної енергії, яку виробляє колектор, залежить від ряду факторів. До суттєвих факторів впливу відноситься загальна кількість доступної сонячної енергії. Якщо на півдні держави сумарне наявне випромінювання складає $1\,307 \text{ кВт} \cdot \text{год}/(\text{м}^2/\text{рік})$, то на півночі цей показник дорівнює $1\,134 \text{ кВт} \cdot \text{год}/(\text{м}^2/\text{рік})$.

Значну роль також відіграють тип, нахил і орієнтація колектора. І, нарешті, економічна експлуатація сонячної установки вимагає ретельного вибору параметрів її компонентів.

Сонячні колектори – це трубки діаметром 15 мм, в старих моделях оребрені жерстю, розташовані під єдиним склом. У нових моделях кожна трубка одягнена у свій скляний футляр, в якому підтримується вакуум.

Варто звернути увагу на той фактор, що навантаження системи гарячого водопостачання зменшується через масове впровадження трудомістких машин. Так, в кожній машині здійснюється самостійний підігрів холодної води. Змінюють навантаження і наявність домових пральних.

Чим більший за площею та висотою житловий будинок, тим більше в ньому квартир і мешканців. Зрозуміло, що при цьому зростає і водоспоживання.

Сонячні панелі, як правило, встановлюються на дахах будівель, баки – у підвалі або на верхньому технічному поверсі будівлі.

Зрозуміло, що площа дахів будівель, підвалів та технічних поверхів обмежена їх можливими габаритами. Тому будівлі висотою 7–9 поверхів є межею для розміщення загальнобудинкових систем гарячого водопостачання. Приблизно така ж висота є межею і для розміщення квартирних геліоустановок.

Розвиток цивілізації, зростання поверховості будівель, інфраструктурні зміни, поява і розвиток сучасного електропостачання, автоматизації, оптики призвели до того, що сучасні системи гарячого водопостачання – це доволі складні багатофункціональні інженерні споруди.

Найважливішими складовими будь-якої загальнобудинкової системи гарячого водопостачання багатоповерхового житлового будинку є сонячні панелі (сукупність колекторів) і баки-акумулятори, в яких відбувається підігрів води основним джерелом тепла – електричними «тензами» або «змійовиками» системи теплопостачання (місцева котельня або теплові мережі).

Розглядаючи різні способи приготування гарячої води з використанням сонячної енергії, слід підкреслити, що навіть у південних країнах, таких як Ізраїль, де створені і багато років працюють геліоустановки багатоповерхових житлових будівель, їх застосування обмежується не тільки з урахуванням вищезгаданих міркувань, але й техніко-економічними обґрунтуваннями. Досягнута в останні десятиліття простота перетворення сонячної енергії в електричну, вартість отриманої електроенергії та простота обслуговування індивідуальних квартирних ємнісних електропідігрівачів призвели до їх масового використання у багатоповерховому будівництві всіх найбільш розвинених централізованих країн світу незалежно від їх географії.

Україна також має доволі великий досвід проєктування, будівництва та успішної експлуатації геліоустановок. Перша вітчизняна геліоустанова була виконана на одній з котельень в об'єднанні «Кримкомунтеплоенерго» в місті Сімферополі в 1977 році. Дублюючим джерелом тепла для геліоустановки були котли на рідкому паливі. Порівняння вітчизняного та світового досвіду свідчить про значні не використані можливості в Україні. У таблиці 12.1 наведені показники геліообстановки України [33].

Аналіз геліообстановки України дозволяє говорити про можливість широкого застосування сонячної енергії як джерела тепла для централізованих і децентралізованих систем гарячого водопостачання.

З огляду на кліматичні умови для цілорічної та цілодобової роботи, геліоустановки в Україні повинні проєктуватися комбінованими з іншими джерелами тепла та баками-акумуляторами. Іншим джерелом тепла можуть бути існуючі системи теплопостачання або електропідігрів. У більшості країн Півдня, а також і в інших районах світу гаряче водопостачання здійснюється від місцевих домових геліоустановок. Практично вся багатоповерхова забудова має свої індивідуальні геліоустановки простішої конструкції, розташовані, як правило, на дахах будівель. Резервним або другим джерелом підігріву в цих установах є ємнісні електроводопідігрівачі.

Установки гарячої води в багатоповерхових будинках можуть бути з одним загальнобудинковим баком води, підігрітою геліоустановками, або з індивідуальними баками для кожної квартири. У будь-якому з цих рішень електропідігрів води для можливості обліку електроенергії здійснюється в індивідуальних квартирних ємнісних електроводопідігрівачах.

Таблиця 12.1 – Показники геліообстановки України

Насе- лений пункт	Широти північні	Довготи східні	Щомісячний усереднений випадок опромінення сонцем на горизонтальній поверхні, кВт·год/м ² /день												Середньомісячне значення
			січень	лютий	березень	квітень	травень	червень	липень	серпень	вересень	жовтень	листопад	грудень	0,00
Вінниця	49,23	28,49	1,07	1,89	2,94	3,92	5,19	5,30	5,16	4,68	3,21	1,97	1,10	0,90	3,11
Дніпро	48,43	35,13	1,21	1,99	2,98	4,05	5,55	5,57	5,70	5,08	3,66	2,27	1,20	0,96	3,35
Донецьк	47,95	37,82	1,25	2,04	2,93	4,11	5,57	5,72	5,83	5,18	3,82	2,35	1,26	0,99	3,42
Житомир	50,26	28,67	1,01	1,82	2,87	3,88	5,16	5,19	5,04	4,66	3,06	1,87	1,04	0,83	3,04
Запо- ріжжя	47,85	35,16	1,21	2,00	2,91	4,20	5,62	5,72	5,88	5,18	3,87	2,44	1,25	0,95	3,44
Івано- Фран- ківськ	48,91	24,71	1,19	1,93	2,84	3,68	4,54	4,75	4,76	4,40	3,06	2,00	1,20	0,94	2,94
Київ	50,43	30,54	1,07	1,87	2,95	3,96	5,25	5,22	5,25	4,67	3,12	1,94	1,02	0,86	3,10
Кропив- ницький	48,51	32,25	1,20	1,95	2,96	4,07	5,47	5,49	5,57	4,92	3,57	2,24	1,14	0,96	3,30
Луцьк	50,76	25,35	1,02	1,77	2,83	3,91	5,05	5,08	4,94	4,55	3,01	1,83	1,05	0,79	2,99
Львів	49,84	24,01	1,09	1,86	2,85	3,85	4,84	5,00	4,93	4,51	3,08	1,91	1,09	0,85	2,99
Миколаїв	46,95	32,02	1,30	2,13	3,08	4,36	5,68	5,76	6,00	5,29	4,00	2,57	1,36	1,04	3,55
Одеса	46,47	30,73	1,25	2,10	3,07	4,38	5,65	5,85	6,03	5,34	3,93	2,52	1,36	1,04	3,54
Полтава	49,59	34,54	1,18	1,96	3,05	4,00	5,40	5,44	5,51	4,87	3,42	2,11	1,15	0,91	3,25
Рівне	50,61	26,25	1,01	1,81	2,83	3,87	5,08	5,17	4,98	4,58	3,02	1,87	1,04	0,81	3,01
Суми	50,48	34,97	1,13	1,93	3,05	3,98	5,27	5,32	5,38	4,67	3,19	1,98	1,10	0,86	3,16
Терно- піль	49,56	25,6	1,09	1,86	2,85	3,85	4,84	5,00	4,93	4,51	3,08	1,91	1,09	0,85	2,99
Ужгород	48,62	22,29	1,09	1,86	2,85	3,85	4,84	5,00	4,93	4,51	3,08	1,91	1,09	0,85	2,99
Харків	49,99	36,25	1,19	2,02	3,05	3,92	5,38	5,46	5,56	4,88	3,49	2,10	1,19	0,90	3,26
Херсон	46,69	32,66	1,30	2,13	3,08	4,36	5,68	5,76	6,00	5,29	4,00	2,57	1,36	1,04	3,55
Хмель- ницький	49,39	26,8	1,59	2,39	3,34	4,37	5,51	6,09	6,16	5,52	4,22	2,72	1,65	1,25	3,73
Черкаси	49,57	23,91	1,08	1,83	2,82	3,78	4,67	4,83	4,83	4,45	3,00	1,85	1,06	0,83	2,92
Чернігів	51,49	31,30	0,99	1,80	2,92	3,96	5,17	5,19	5,12	4,54	3,00	1,86	0,98	0,75	3,02
Чернівці	48,29	25,94	1,19	1,93	2,84	3,68	4,54	4,75	4,76	4,40	3,06	2,00	1,20	0,94	2,94

На рисунках 12.9, 12.10 подано фото, які наочно показують використання геліоустановок для гарячого водопостачання. Зростання поверховості будівель і відповідно обмежені можливості площі даху при збільшенні підігріву квартир призвели до того, що вся багатоповерхова забудова будується тільки з електропідігрівом гарячої води без використання місцевих будинкових геліоустановок. Сонце при цьому використовується безпосередньо при виробленні електроенергії.

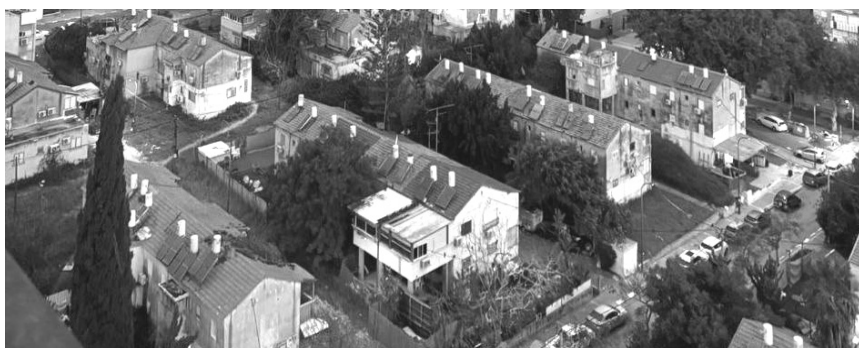


Рисунок 12.9 – Геліоустановки на дахах будівель висотою не більше 4–5 поверхів



Рисунок 12.10 – Геліоустановки на дахах будівель висотою не більше 10 поверхів

Тенденція переходу гарячого водопостачання на індивідуальні ємнісні електроводопідігрівачі є загальною. Централізоване гаряче водопостачання зберігається і продовжує розвиватися тільки там, де джерелом тепла є ТЕЦ, і всі зовнішні та внутрішньобудинкові трубопроводи термоізоляовані та виконані з пластику або кольорових металів.

13 НАЛАГОДЖЕННЯ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЯ ТЕПЛОВИХ МЕРЕЖ І СИСТЕМ СПОЖИВАЧІВ

Один з найбільш затратних і трудомістких видів робіт по обслуговуванню теплових мереж – це їхнє налагодження, в результаті якого забезпечується стабільна та ефективна робота систем опалення, вентиляції та гарячого водопостачання, приводяться у відповідність техніко-економічні показники системи теплопостачання, знижуються витрати електроенергії.

Налагоджувальні роботи повинні проводитися одночасно на всіх об'єктах системи теплопостачання: джерело тепла, теплові мережі, ТРС, ЦТП, ІТП, системи теплоспоживання. Налагоджувальні роботи виконуються в кілька етапів. На першому етапі проводиться огляд системи, визначається наявність і повнота проєктної та експлуатаційної документації, відповідність фактичної комплектації обладнання джерела тепла, теплових мереж, ІТП і систем теплоспоживання проєктній. На другому етапі виконуються або уточнюються розрахункові схеми мереж, теплові навантаження споживачів і їх відповідність схемам, відповідність довжин і діаметрів ділянок теплової мережі, їх конфігурація і способи прокладання, стан теплової ізоляції, наявність і стан запірної арматури і приладів КВП і А. Визначаються фактичні режими роботи всіх елементів системи. На третьому етапі, на основі отриманих даних, проводиться гідравлічний розрахунок теплових мереж, розрахунок діаметрів отворів пристроїв, що обмежують витрати теплоносія на опалюваних об'єктах, визначаються перевантажені або недовантажені ділянки мереж, розробляються заходи щодо усунення виявлених невідповідностей. Четвертий, окремий етап можна виділити як роботи по приведенню фактичних режимів роботи системи у відповідність з розрахунковими. У процесі виконання цих робіт коригуються діаметри сопел елеваторів і дросельних шайб, проводиться налаштування автоматичних регуляторів.

В результаті якісного налаштування теплових мереж зменшуються витрати палива за рахунок ліквідації перегріву окремих систем опалення, зменшується витрата електроенергії на перекачування теплоносія за рахунок зниження питомої витрати мережної води, з'являється можливість підключення додаткових споживачів, для ТЕЦ покращуються умови роботи за рахунок зниження температури зворотної води.

Найбільш трудомістким і відповідальним є четвертий етап, який вимагає проведення робіт у максимально короткий проміжок часу на великій кількості вузлів введів з необхідністю зупинки опалення абонентів та розбирання – складання дросельовальних пристроїв.

Після проведення всього комплексу робіт проводиться повторне визначення фактичних параметрів роботи системи, визначаються ділянки з параметрами, що не відповідають розрахунковим, визначаються причини такої невідповідності та виконуються роботи з нормалізації роботи таких ділянок.

До 2000-х років налагоджувальні роботи проводилися шляхом визначення необхідних параметрів розрахунковим методом, з використанням табличних, експериментальних даних, вимірів в натурі та проєктних даних, які часто не відповідали натурним. Все це призводило до того, що розрахункові результати мали значну похибку, яку потім доводилося коригувати шляхом проведення повторних вимірів, розрахунків та робіт з налаштування обладнання. Великою проблемою було також те, що такі роботи могли бути проведені тільки при працюючій системі опалення, тобто в опалювальний період. З цієї причини, зняття параметрів і розрахунки проводились в опалювальний період, при працюючій системі, а роботи безпосередньо по налаштуванню обладнання намагалися переносити на неопалювальний період. Це призводило до ще більшого зниження якості налаштування і збільшення термінів виконання робіт.

Наприкінці 2000-х років стали масово з'являтися вимірювальні прилади, які дозволили кардинально змінити як підходи до виконання налагоджувальних робіт, так і саму їхню технологію. Зокрема, витрати теплоносія на розрахункових ділянках стало можливим визначати за допомогою ультразвукових або індукційних витратомірів з накладними датчиками. Встановлення таких приладів проводиться без порушення цілісності трубопроводу, займає лічені хвилини, а точність вимірювання на кілька порядків вища за розрахункову.

При цьому на точність визначення витрат не впливають ні довжина і діаметри ділянок, ні стан внутрішньої поверхні трубопроводів, а також інші параметри, які необхідно враховувати при визначенні витрати розрахунковим методом. Безконтактні термометри (пірометри) дозволяють практично миттєво отримувати значення температур, не вимагаючи при цьому спеціально обладнаних термокишень. Вимірювання тиску може проводитися за допомогою існуючих манометрів, а в разі їх відсутності – шляхом врізки посадкових місць під датчики тиску в діючі трубопроводи.

Врізка проводиться з використанням кульового крана 3, зображеного на рисунку 13.1, який щільно накручений на попередньо приварений штуцер 2. Свердління трубопроводу 1 проводиться через відкритий кран 3. Після свердління отвору інструмент забирається, а кран закривається, забезпечуючи можливість установки датчика тиску.

Застосування витратомірів з накладними датчиками витрати дозволяє оперативно визначати ділянки мережі з підвищеним або зниженим витратам теплоносія і в подальшому здійснювати налаштування саме цих ділянок, не витрачаючи ресурси на роботу з нормально працюючими ділянками.

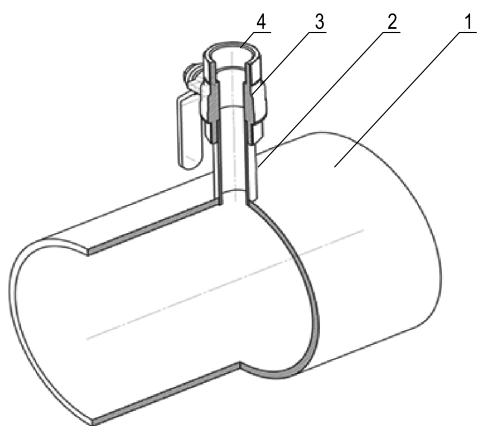


Рисунок 13.1 – Врізка датчика тиску в діючий трубопровід:

- 1 – трубопровід;
- 2 – штуцер з різьбою 1/2";
- 3 – кран кульовий повнопрохідний 1/2";
- 4 – місце підключення датчика тиску

Схема встановлення приладів на елеваторному вузлі наведена на рисунку 13.2.

У цій схемі витратомір-обчислювач 6 виконує функцію лічильника тепла, що дозволяє визначати миттєві витрати теплоносія в точках контролю та теплову потужність (тепловий потік) підключеної системи опалення. Прилад має можливість індикації параметрів на вбудованому дисплеї, а також запису параметрів і результатів розрахунку у свою базу даних. У подальшому ця інформація може бути використана як для розрахунку конкретного елеваторного вузла, так і для розрахунку мережі в цілому. Існуюче на ринку спеціальне

програмне забезпечення дозволяє проводити автоматизовані як проєктні, так і перевірочні (налагоджувальні) розрахунки з видаванням необхідних (розрахункових) параметрів мереж і вхідних пристроїв. В автоматичному режимі здійснюється розрахунок і побудова п'єзометричних графіків та, у разі необхідності, розраховуються параметри підвищувальних або знижувальних пристроїв. Все це дозволяє оперативно виявляти не режимні ділянки і здійснювати їх налаштування без залучення спеціалізованих організацій та висококваліфікованих спеціалістів.

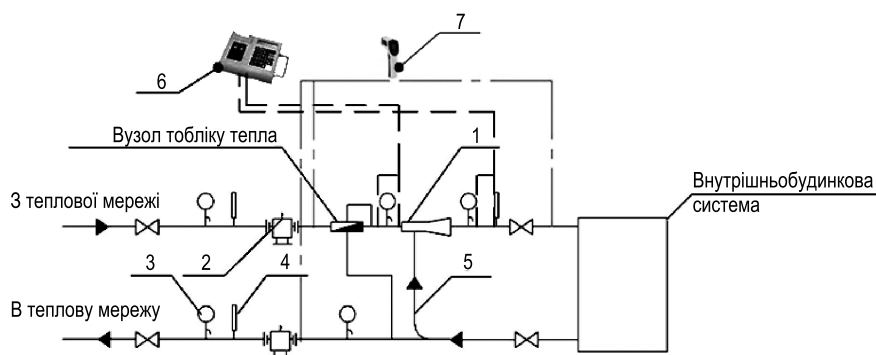


Рисунок 13.2 – Схема встановлення приладів налаштування і регулювання елеваторного вузла:

- 1 – елеватор; 2 – грязьовик; 3 – манометр; 4 – термометр; 5 – лінія підмішування;
- 6 – витратомір – обчислювач; 7 – цифровий термометр

Основні завдання експлуатації

Основною задачею повсякденної експлуатаційної діяльності теплопостачальної організації (тепломереж) є забезпечення стабільної безперервної подачі теплоносіїв розрахункових параметрів по трубопроводах опалення та гарячого водопостачання.

Рішенню цієї основної задачі підпорядковується вся діяльність будь-якої тепломережі будь-якого міста чи населеного пункту незалежно від географічного положення, кількості населення та форми власності підприємства.

Повсякденна експлуатаційна діяльність тепломереж здійснюється в таких напрямках:

- щоденний обхід і контроль за станом трубопроводів, арматури, контрольно-вимірювальних приладів тощо;
- виявлення і усунення витоків теплоносіїв (хомути, бандажі, сальники, сальник-компенсатор);
- контроль за дотриманням розрахункових параметрів теплоносіїв на входах до абонентів (тиск і температура в подавальному і зворотному трубопроводах, перепад тиску – «напір перед елеватором»);
- обслуговування систем диспетчеризації, автоматизації, контролю витоків у трубопроводах;
- щорічні дворазові планові гідравлічні та теплові випробування всіх трубопроводів системи теплопостачання (магістральних, внутрішньо-квартирних і внутрішньобудинкових);
- робота з абонентами, що полягає в установленні сопла елеватора необхідного розміру або обмежувальних шайб, нагляді за станом внутрішньобудинкової системи опалення, станом огорожувальних конструкцій будівель з точки зору теплових втрат тощо;
- робота з обліку тепла. Ця робота полягає в підборі, установці та постійному обслуговуванні лічильників тепла на всьому шляху його транспортування та споживання, включаючи індивідуальні прилади обліку в кожній квартирі;
- робота з проєктувальниками. Проєктувальники до початку проєктування повинні отримати від тепломереж початкові дані щодо точок підключення та параметрів теплоносіїв, а також особливі умови експлуатації. Усі розроблені проєкти теплових мереж повинні бути погоджені з тепломережею;
- робота зі будівельниками. Усі будівельні роботи з влаштування теплових мереж, ЦТП, ІТП та внутрішньобудинкових систем повинні здійснюватися під постійним технічним наглядом працівників тепломереж. Виконання всіх етапів цих робіт повинно бути оформлено документально.

Після завершення будівництва системи теплопостачання повинні бути піддані гідравлічним і тепловим випробуванням.

Приймання об'єкта повинно бути проведено у строгій відповідності з чинними нормативами. Порушення цього принципу повинно розглядатися як службове правопорушення.

Приклад загального порушення нормативу і його результат – це стан систем гарячого водопостачання, про що вже згадувалося раніше.

Усі трубопроводи гарячого водопостачання повинні були бути оцинковані або емальовані. Так було записано в союзних СНіПах і Українських ДБН. На практиці з різних причин працівники тепломереж приймали мережі гарячого водопостачання з «чорних труб», без захисту від корозії під «гарантійні листи» будівельників і замовників, які зазвичай ніхто ніколи не виконував. У результаті «маємо те, що маємо».

Принципова відмінність системи теплопостачання від інших систем

Кардинальна відмінність усіх систем теплопостачання України від інших систем (водопостачання, каналізація, газопостачання) полягає в необхідності 100 % повернення теплоносія до джерела тепла.

Тому необхідна єдність усіх складових систем теплопостачання:

- а) джерело тепла (ТЕЦ, котельні);
- б) теплові мережі;
- в) насосні станції на теплових мережах;
- г) центральні теплові пункти;
- д) індивідуальні теплові пункти;
- е) внутрішньобудинкові системи опалення та вентиляції.

На рисунку 13.3 зображена принципова схема сучасної системи теплопостачання від джерела тепла до багатоквартирного житлового будинку.

Ця єдність обумовлена необхідністю збереження теплоносія в усій системі теплопостачання, оскільки без теплоносія вона мертва (немає чим передавати тепло).

За своєю конструкцією система теплопостачання є найскладнішою системою енергопостачання, оскільки складається з різних доволі складних підсистем:

- «трубопровідної» системи транспортування теплоносія (води або пару);
- підсистема водопідготовки (хімічна обробка, деаерація, дегазація, метод «гідроікс» та ін.);
- «електрична» система живлення електроенергії насосів, засувов, клапанів, сигналізації автоматики та захисту;

- «паливопостачальна» система (спалювання газу, вугілля, мазуту, дров, брикетів, пелет, торфу, побутового сміття та інших видів палива);
- «шлакозоловидалення» для видалення шлаків і золі, що утворюються в процесі спалювання;
- підсистема очищення димових газів (фільтри та спеціальні пристрої);
- підсистема автоматизації;
- підсистема пошуку аварійних витоків;
- підсистема сигналізації та захисту;
- протипожежна підсистема;
- система газопостачання;
- мазутне господарство;
- під'їзні шляхи та розвантажувальні майданчики, а також інші системи і комплекси, які забезпечують функціонування підприємств теплопостачання.

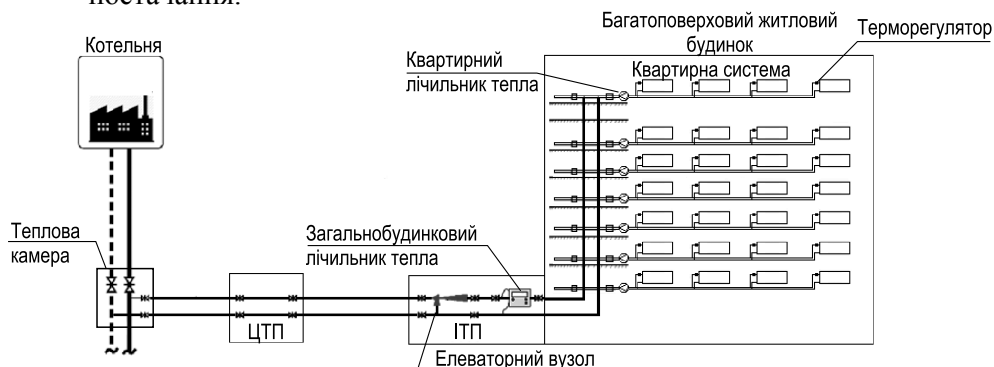


Рисунок 13.3 – Принципова єдина схема системи централізованого теплопостачання

Основоположні правила та норми експлуатаційної діяльності

До основоположних правил та норм експлуатаційної діяльності відносяться:

1. У теплових мережах систем опалення повинна циркулювати тільки хімічно очищена деаерована вода. Поповнення теплових мереж необробленою водопровідною водою заборонене.

2. Система теплопостачання завжди повинна бути повністю заповнена. Спорожнення системи можливе тільки планове для профілактики та ремонту або аварійне.

3. При аварійному відключенні необхідно зробити все можливе для мінімізації втрат теплоносія.

4. Строге дотримання всіх правил і приписів ПТЕ та ПТВ і виробничих інструкцій.

5. Особливу увагу слід приділяти правильності процесів відкриття та закриття арматури на подавальних і зворотних трубопроводах для уникнення гідравлічного удару.

6. Важливим правилом є послідовність заповнення та спорожнення системи та видалення повітря, особливо це важливо при низьких температурах зовнішнього повітря.

7. Строге дотримання температурного графіка – єдиного на сьогодні документа, який регулює відпуск тепла споживачу.

8. Своєчасне дотримання графіків профілактичних оглядів, регулювання, налаштування та поточних ремонтів.

9. Обов'язкові щорічні гідравлічні та теплові випробування, промивка зовнішніх внутрішньобудинкових систем опалення повітряно-водяною сумішшю за допомогою спеціальних водокомпресорних установок або інших способів промивки.

10. Строге дотримання правил роботи персоналу в підземних теплових камерах і прохідних та непрохідних каналах. Більшість нещасних випадків трапляється під час їх обслуговування через можливу загазованість.

11. Строге і безумовне виконання всіх команд та розпоряджень уповноважених осіб аварійно-диспетчерської служби.

12. Дотримання вимог ДБН під час приймання побудованої або переданої іншою організацією системи в експлуатацію теплової мережі.

Відмінності в експлуатації старих і нових теплових мереж

Структура та штат теплопостачальної організації в значній мірі залежить від часу будівництва теплових мереж та термінів їх експлуатації. Українські старі теплові мережі, спроектовані і побудовані в XX столітті, кардинально відрізняються від нових теплових мереж, які проєктуються і будуються в XXI столітті.

Основні відмінності старих мереж від нових:

1. Старі мережі прокладалися в підземних непрохідних та прохідних каналах (рис. 13.4, 13.5).

2. Канали виконувалися з залізобетону або цегли і не мали герметичності.

3. Трубопроводи в цих мережах не мали надійної гідроізоляції або тим більше будь-яких покриттів (емальовані, пластик тощо).

4. Запірна арматура була у вигляді засувки або вентилів.

5. Захисний шар теплоізоляції виконувався у вигляді штукатурки, фольги, руберойду і не забезпечував 100 % захисту від вологи.

6. Постійно виникаючі витoki теплоносія або потрапляння в канали інших стоків створювали всередині них високовологісне та високотемпературне середовище, яке за своїми показниками аналогічне «тропічному» середовищу. Як відомо, в тропічному середовищі відбувається найбільш активне руйнування металевих труб і арматури. Так ось, навіть військова техніка, що постачається в тропіки, робиться з спеціальних сталей, а наші труби виготовлені з звичайних вуглецевих.

7. В порушення всіх діючих норм трубопроводи гарячого водопостачання повсюдно прокладалися з звичайних чорних труб без оцинкування і емалювання.

8. Жодні датчики контролю витоків не передбачалися, що призводило до необхідності значних витрат на їх пошук, включаючи руйнування дорожнього покриття, тротуарів, газонів з необхідністю подальшого їх відновлення.

10. Підключення будинків – абонентів до зовнішніх мереж здійснювалося через нерегульовані елеваторні вузли або з використанням дросельних шайб.

11. Внутрішньобудинкові системи опалення однетрубні нерегульовані без лічильників тепла.

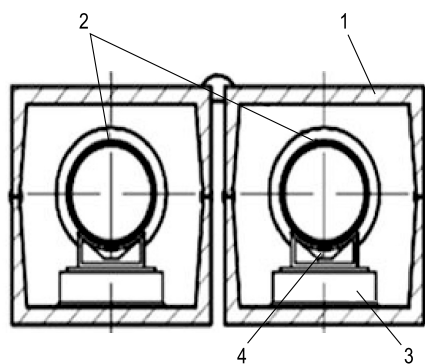


Рисунок 13.4 – Прокладка теплових мереж у непрохідних каналах:

- 1 – залізобетонний лотковий елемент;
- 2 – трубопроводи теплової мережі;
- 3 – опорна подушка, 4 – ковзаючі опори

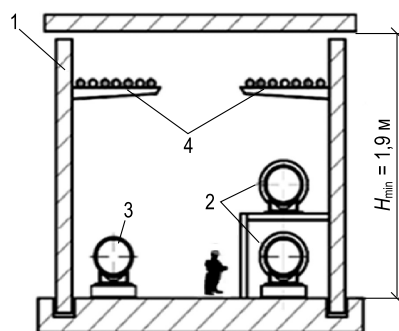


Рисунок 13.5 – Прокладка теплових мереж у прохідному каналі:

- 1 – конструкція каналу;
- 2 – теплова мережа; 3 – водопровід;
- 4 – кабелі зв'язку

Все вищезазначене характеризує ті роботи, якими постійно доводилося займатися і доводиться зараз експлуатаційному персоналу тепломереж. Зрозуміло, що при постійних поривах і аваріях більшість робіт тепломереж – це ліквідація позаштатних ситуацій. Тому роздутий аварійний і ремонтний персонал, а також відповідна землерийна, вантажопідйомна, зварювальна,

трубоукладальна та інша необхідна в цих випадках техніка займають до 50 % всіх обсягів робіт.

Зазвичай більшість підприємств теплових мереж були й залишаються змушеними утримувати в своєму штаті весь необхідний персонал, техніку, запаси матеріалів та інші ресурси для виконання всіх видів аварійно-відновлювальних і ремонтних робіт власними силами без залучення сторонніх організацій.

Зовсім інакше будується робота нових теплових мереж. На рисунках 13.6 та 13.7 зображено сучасні трубопроводи теплових мереж для підземної та наземної прокладки [56].

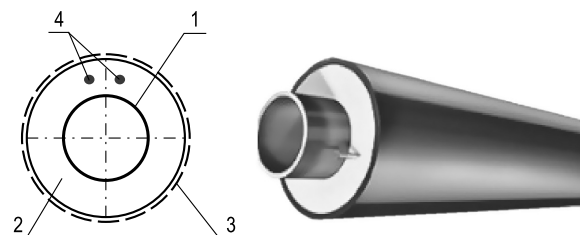


Рисунок 13.6 – Конструкція попередньо ізолюваного трубопроводу для підземної прокладки теплових мереж:

- 1 – трубопровід зі сталі; 2 – ізоляція з пінополіуретану;
- 3 – захисна оболонка з поліетилену;
- 4 – проводи аварійної сигналізації.

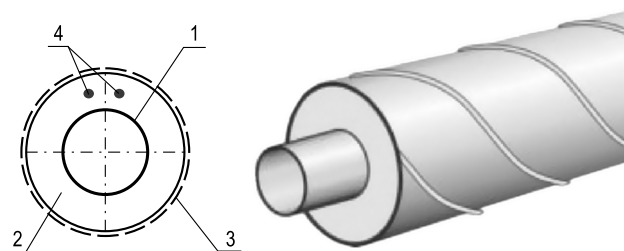


Рисунок 13.7 – Конструкція попередньо ізолюваного трубопроводу для наземної прокладки теплових мереж:

- 1 – трубопровід зі сталі; 2 – ізоляція з пінополіуретану;
- 3 – захисна оболонка з металевої труби (оцинкована сталь або алюміній); 4 – проводи аварійної сигналізації

Сучасні теплові мережі – це безканальні підземні теплотраси з попередньо теплогідроізолюваних сталевих або пластикових труб з сигнальними проводами. Вся відмикальна, регулююча та контрольна арматура на цих теплотрасах – сучасна «кульова» або дискова.

Сигнальні проводи в конструкції попередньо ізолюваних труб призначені для контролю можливих витоків теплоносія або інших випадків порушення цілісності трубопроводів.

Контрольні проводи всіх трубопроводів зводяться на мнемосхему, що відповідає конфігурації теплотраси. Ця мнемосхема, як правило, знаходиться в диспетчерському пункті. У разі виникнення витoku відбувається змочування теплоізоляції, що призводить до зміни параметрів провідності електричної мережі конкретних проводів, за характером яких визначається місце аварії та формується сигнал, що відображається на мнемосхемі.

Всі будівлі, які підключаються до нових теплових мереж, відповідно до діючих ДБН, повинні мати внутрішньобудинкові двотрубні регульовані системи опалення і підключатися через регульовані підмішуючі насоси на ІТП.

Півстолітній досвід експлуатації сучасних теплових мереж за кордоном (в країнах Західної Європи, Скандинавії, США та Канаді) свідчить про надзвичайно рідкісні аварійні ситуації на цих теплових мережах. Те ж саме спостерігається і в Україні, де протягом десяти–двадцяти років працюють теплотраси з попередньо ізолюваних труб.

Статистика свідчить, що середня кількість поривів на старих мережах опалення порівняно з новими – десять до одного, а гарячого водопостачання – сто до одного.

Зрозуміло, що при такій надійності теплових мереж функція теплопостачальної організації зводиться до мінімуму щодо виконання найбільш трудомістких аварійно-відновлювальних робіт. Відпадає необхідність у постійному утриманні ремонтного персоналу, техніки, запасів матеріалів.

Питання заміни ділянок трубопроводів або арматури, що вийшли з ладу, набуває принципово іншого характеру. Замість питання постійної заміни або ремонту неякісних виробів піднімається питання «Виконання гарантій заводом-виробником» своїх виробів – труб, проводів, арматури протягом основного або додаткового гарантійного терміну. Гарантійний термін на трубопроводи та арматуру – не менше 25 років. Тільки у разі руйнувань після гарантійного терміну залучаються ремонтно-будівельні підрядні організації. Такий самий підхід зараз має місце і в Україні. Хоча слід відзначити значні організаційні труднощі виконання таких робіт, враховуючи необхідність їх проведення у терміни, що виключають розморожування систем при низьких температурах.

Тому по експлуатації сучасних попередньо ізолюваних теплових мереж ремонтно-аварійного персоналу буде значно менше, ніж при експлуатації старих мереж.

Кілька слів про особливості експлуатації наземних теплових мереж, прокладених на опорах, естакадах або мостах.

Такі прокладки з точки зору експлуатації дуже надійні та ефективні. Особливі аргументи тут не потрібні. Трубопроводи візуально постійно під

наглядом. Вони знаходяться в нормальному повітряному, а не «тропічному» середовищі і доступні для ремонту.

Практика експлуатації наземних грамотно ізольованих трубопроводів за кордоном і у нас свідчить про 30–50 років їх безаварійної експлуатації.

Стремління до економії капітальних вкладень у 60–70-х роках минулого століття призвело до появи масової суміщеної прокладки: теплових мереж, водопроводу, каналізації і найчастіше електропостачання в підвалах і технічних підпідвалах житлових будинків.

Результатом такого абсолютно не продуманого з експлуатаційної точки зору технічного рішення стали постійні витoki теплоносіїв, неможливість своєчасного ремонту та підвищена складність виконання ремонтних робіт через тісноту приміщень і часто просто недоступність. Висновок з цього 50-річного сумного досвіду: транзитних мереж у підвалах і підпільних приміщеннях бути не повинно. У підвалі або технічному підпідвалі кожного будинку можуть розташовуватися лише ті інженерні мережі, які стосуються систем життєзабезпечення цього будинку.

Експлуатація внутрішньобудинкових систем опалення

Згідно з діючими на сьогодні «Правилами експлуатації теплових мереж», «межею балансного розділу» між тепломережею та абонентом є перші засувки на рамці індивідуального теплового пункту (ІТП).

«Межа балансного розділу» – це візуальна формальна лінія розділу. Межа свідчить про матеріальну, майнову та експлуатаційну належність [34]. Фактично, підприємств теплопостачання повинні чітко знати, як керувати всім станом внутрішньобудинкової системи опалення, калориферами підігріву системи вентиляції та трубопроводами гарячого водопостачання.

Основними напрямками роботи підприємств теплопостачання з експлуатації внутрішньобудинкових систем є:

1. Пуск в експлуатацію внутрішньобудинкових систем при подачі в них вперше теплоносія можливий тільки після надання підключеним абонентом до тепломережі всієї виконавчої документації. Що це має означати на практиці? На практиці кожен новий підключений абонент передавав до тепломережі виконавчі креслення внутрішньобудинкових систем. Ці креслення виконувала проєктна організація за спеціальним замовленням абонента для існуючих старих об'єктів або відповідно до технічного нагляду для новозбудованих об'єктів. На жаль, це правило передачі фактичної виконавчої документації часто порушується.

2. Ретельна перевірка відповідності виконавчих креслень натурі.

3. Участь в гідравлічних випробуваннях внутрішньобудинкових систем з оформленням відповідного акта.

4. Розрахунок, установка та пломбування елеваторного вузла або обмежувальної шайби на кожній внутрішньобудинковій системі та участь у їх налаштуванні.

5. Постійний контроль за станом системи опалення будинку в частині зміни кількості, типу опалювальних приладів і конфігурації трубопроводів, а також за дотриманням режимів теплопотреби. Зокрема – відповідність фактичної витрати теплоносія розрахунковій, відповідність температур теплоносія температурному графіку. Особливу увагу слід приділяти не допущенню перевищення графіка температури в зворотному трубопроводі.

6. Розрахунок, підбір, установка і пломбування приладів витрат тепла.

7. Узгодження проєктів реконструкції існуючих внутрішньобудинкових систем.

8. Прийом систем після реконструкції, промивки та налаштування

9. Щорічна перевірка та пуск систем в експлуатацію на початку відповідного періоду з обов'язковим складанням документа.

10. Налаштування елеваторів підмішуючих насосів та автоматики в ІТП.

Як видно з вище перерахованого, тепломережа відіграє значну роль у процесі експлуатації внутрішньобудинкових систем.

Хотілося б ще раз наголосити: ігнорування думки кваліфікованих експлуатаційників призводить до колосальних втрат матеріалів, енерго-ресурсів, здоров'я людей і серйозних аварій.

Приклад 1. Однотрубні системи опалення та їх масове застосування в другій половині XX століття призвели до повної відсутності регулювання споживання тепла абонентами та перевитрати палива на джерело тепла.

Приклад 2. Масове впровадження в практику нового будівництва зварно-штампованих нагрівальних приладів типу «камбала» призвело до серії аварій внутрішньобудинкових систем опалення.

На мою думку, що підтверджена багаторічним закордонним і вітчизняним досвідом, найкращий ефект досягається, коли експлуатація всіх зовнішніх теплових мереж, ЦТП, зовнішніх та внутрішньобудинкових систем з ІТП здійснюється єдиною теплопостачальною організацією або її філіями.

В цілому культура і якість обслуговування споживачів тепла стають на порядок вищими. Штатний набір професій також змінюється в сторону підвищення кваліфікації працівників. При цьому значно підвищуються техніко-економічні показники роботи теплопостачальних організацій, оскільки витоки теплоносія та втрати тепла знижуються. Відповідно це економія електроенергії, паливно-мастильних матеріалів, трудових ресурсів.

Слід зауважити, що наведене вище твердження справедливе лише для великих підприємств, які мають людські, технічні та фінансові ресурси або

для об'єднань, у яких більшість проблемних питань експлуатації, проектування, постачання, технічного і юридичного забезпечення вирішуються централізовано з залученням профільних спеціалістів високої кваліфікації.

Досвід реорганізації обласних об'єднань показав, що в результаті розділу об'єднання на окремі підприємства рівень експлуатації значно знизився. При цьому значно зросла питома вага адміністративно-технічного персоналу.

Якщо ж експлуатація внутрішньобудинкових систем та ІТП або їх ремонти здійснюються іншими організаціями (житлово-експлуатаційними ОСББ, ЖЕК, відомства, РСУ), то обов'язково в усіх взаєминах повинно бути дотримано «верховенство» теплопостачальної організації – тепломережі. Це верховенство повинно виражатися в постійному нагляді, видачі приписів, інструкцій, рекомендацій та обов'язковості їх виконання, прийманні об'єктів після закінчення будівництва, ремонтів, гідравлічних випробувань, передачі від одного власника до іншого. Усі ці дії повинні бути документально оформлені, у разі порушень повинні застосовуватися адміністративні фінансові санкції.

Експлуатація пластинчастих теплообмінників

Принциповою відмінністю підходу до експлуатації пластинчастих теплообмінників від загальноприйнятої методики є рішення щодо сервісного обслуговування цього виду обладнання.

В процесі роботи системи теплопостачання пластинчасті теплообмінники, як і будь-яке інше теплообмінне обладнання, забруднюються продуктами накипоутворення, внаслідок чого значно звужуються канали між пластинами, і в разі знижується теплопередача апаратів [24].

Кислотне промивання теплообмінника на місці, яке раніше проводилось як самими теплопостачальними організаціями, так і спеціалізованими фірмами, не дає належного ефекту. В ряді випадків через неправильний підбір промивного складу мало місце руйнування пластин.

Практика вітчизняної та закордонної експлуатації свідчить про неефективність очищення пластинчастих апаратів персоналом недостатньої кваліфікації. Нижче на рисунку 13.8 показані ризики, які можливі при самостійному сервісному обслуговуванні.

Правильне сервісне обслуговування, яке виконується фірмою-виготовлювачем теплообмінників, гарантує їх багаторічну безаварійну експлуатацію, оскільки запобігає:

- змінюванню параметрів теплообмінника відповідно до початкових (розрахункових);
- підвищенню втрат тиску під час роботи;

- витоку або змішуванню робочих середовищ, залучених до теплообміну (перетоки між контурами);
- додатковим витратам на заміну ущільнювачів або пластин у теплообміннику.



Рисунок 13.8 – Ризики, можливі при самостійному сервісному обслуговуванні

На рисунках 13.9 та 13.10 наведено фото каналів пластинчастого теплообмінника до та після сервісної механічної очистки, проведеної приватною науково-виробничою фірмою-виготовлювачем «АНКОР-ТЕПЛОЕНЕРГО».

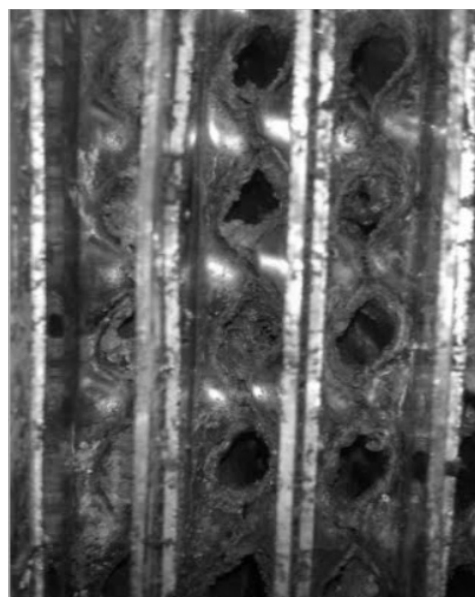


Рисунок 13.9 – Брудний канал до механічного очищення

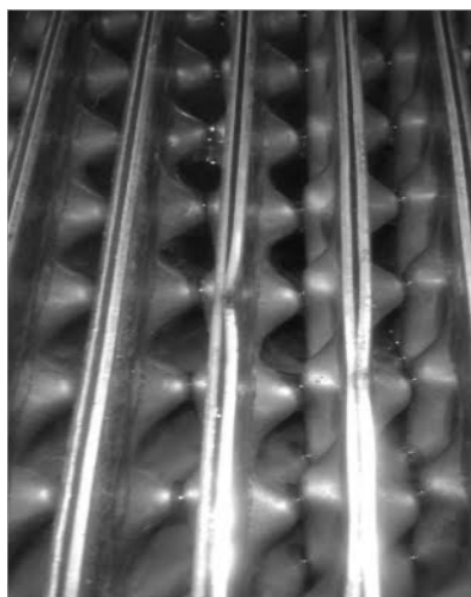


Рисунок 13.10 – Брудний канал після механічного очищення

14 ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ СИСТЕМ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ

Обладнання централізованих систем теплопостачання (ЦСТ) та вибір схем повинні забезпечувати безперебійне теплопостачання споживачів. ЦСТ складається з: джерел тепла, магістральних теплових мереж з дросельними або насосними станціями, розподільних теплових мереж з ЦТП або ТРС і теплопостачальників з ІТП. Кожна з частин ЦСТ є складними інженерними спорудами, які будуються, проектується та експлуатуються (рис. 14.1) різними підприємствами. У зв'язку з цим доцільно встановити кожній частині індивідуальні показники надійності. Отже, надійність ЦСТ в цілому повинна враховувати окремі показники надійності окремих частин.

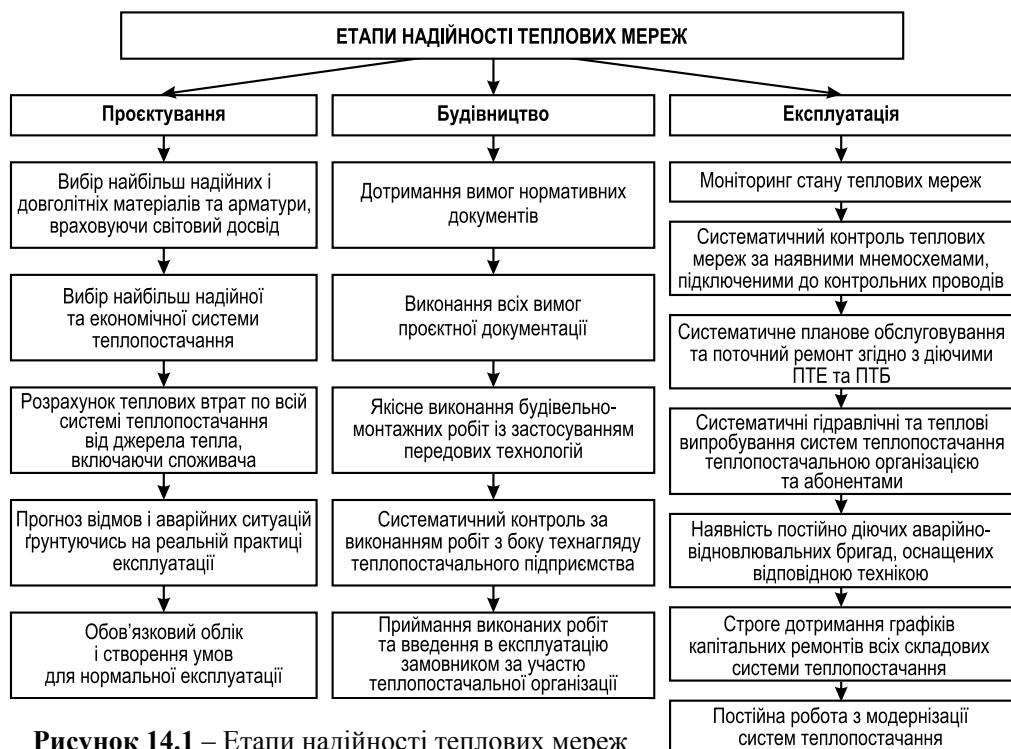


Рисунок 14.1 – Етапи надійності теплових мереж

Під надійністю ЦСТ варто розуміти її загальну працездатність та працездатність кожної її частини окремо, протягом заданого часу та в заданих кількостях.

Необхідно забезпечити подачу тепла теплоносія з заданими параметрами в заданих режимах споживачу, за умови виконання своєчасного

якісного експлуатаційного обслуговування, включаючи ремонти всіх елементів кожної з частин ЦСТ. Надійність ЦСТ в цілому складається з безвідмовності, довговічності, ремонтпридатності.

Як показники надійності для кожної частини ЦСТ повинні бути встановлені параметри, які можна легко визначити та зафіксувати за допомогою приладів, на межах балансової та експлуатаційної належності.

У зв'язку з тим, що головною метою системи тепlopостачання є забезпечення теплового комфорту всередині приміщень та безперебійна подача якісної гарячої води в будівлях різного призначення, показниками її надійності можуть слугувати наступні критерії:

- допустимі межі відхилень температури повітря всередині приміщень і температури гарячої води для систем ГВ;
- допустиму тривалість зазначених відхилень у проміжку часу, коли є порушення в роботі однієї або кількох частин ЦСТ;
- допустиму сумарну тривалість таких порушень протягом заданого періоду.

Для розрахунку часу, протягом якого температура приміщень знизиться до мінімального нормованого параметра, можна використовувати залежність:

$$t_b = t_n + \frac{Q_0}{q_0 \cdot V} + \frac{t_b^1 - t_n + \frac{Q_0}{q_0 \cdot V}}{e^{\frac{z}{\beta}}}, \quad (14.1)$$

де t_b – внутрішня температура, яка встановлюється через час z (год), після порушення нормального теплового режиму; t_b^1 – внутрішня температура, яка була в момент порушення теплового режиму; t_n – середня зовнішня температура, за період порушення теплового режиму; Q_0 – подача тепла в приміщення (Дж/год); $q_0 \cdot V$ – розрахункові теплові втрати будівлі (Дж/(год·°C)); $e = 2,72$ – основа натурального логарифма; β – коефіцієнт акумуляції будівлі, год. Цей коефіцієнт може бути визначений розрахунковим або експериментальним шляхом, короткочасним порушенням подачі теплової енергії в будівлю за визначений період часу.

Як показники надійності при проектуванні ЦСТ можуть бути використані тривалість часу повного припинення подачі теплоносія споживачу при розрахунковій температурі зовнішнього повітря, протягом якого температура всередині приміщень знизиться до мінімально допустимого значення, а також сумарна тривалість таких обмежень протягом року. Безперебійність подачі теплоносія та допустимі межі відхилень параметрів за тиском, температурою і витратою теплоносія на ІТП споживача повинні визначатися для кожного опалювального будівлі окремо, в залежності від його призначення та акумулювальної здатності.

Забезпечення необхідних температур повітря всередині приміщень і температури гарячої води у споживача залежить від трьох факторів:

1. Наявність у будь-який момент часу необхідної кількості та якості теплоносія для живлення установок, що використовують тепло (абонентів).

2. Справний стан самих теплообмінних установок (теплообмінників з насосами і автоматикою і т. д.).

3. Ефективність теплоізоляційних будівельних матеріалів (стіни, вікна, двері і т. п.) і їх технічний стан.

Причинами відмов, пов'язаних з порушенням міцності елементів, є перевантаження елементів, внутрішня та зовнішня корозія, вихід з ладу запірної і (або) регулювальної арматури. Послідовність виникаючих відмов на елементах теплової мережі складає потік випадкових подій – потік відмов. Потік відмов частин теплопостачання складає однорідний процес Пуассона. Такий процес характеризується стаціонарністю, відсутністю наслідків і простотою. Ці умови виконуються для теплопостачання.

Стаціонарність – це властивість потоку випадкових подій, коли ймовірність настання певної їх кількості на заданому проміжку часу залежить від тривалості розглянутого проміжку, але не залежить від його зсуву на ту чи іншу величину по осі часу. Стаціонарність порушується при старінні частин.

Відсутність наслідків означає, що відмови в системі виникають незалежно одна від одної. Ця властивість характерна для теплових мереж, оскільки, якщо одна відмова може спричинити іншу відмову, у системі передбачений захист, що попереджає таке явище.

Ймовірність відмов m за період часу t в найпростішому потоці подій визначається законом Пуассона [34]:

$$P_m(t) = \frac{(w \cdot t)^m}{m!} \cdot e^{-wz}, \quad (14.2)$$

де $w \cdot T$ – параметр потоку відмов теплотраси, віднесений до 1 км; $m = 0, 1, 2$ – ймовірність того, що за час t не буде жодної відмови, дорівнює:

$$P_0(t) = e^{-wz} = P(t). \quad (14.3)$$

Ця ймовірність є функцією надійності.

Ймовірність відмови роботи системи залежить від часу її експлуатації. Наприклад, при порівнянні нової системи з терміном експлуатації півроку та системи з десятирічним терміном експлуатації ймовірність відмови системи збільшується в 10,4 рази.

Тому системи теплопостачання, включаючи джерело, теплові мережі, абонентські вводи та системи в опалювальний сезон повинні проходити поточний та капітальний ремонт. Систему, яка пройшла капітальний ремонт,

можна віднести до нової. Термін служби теплових мереж, трубопроводів розрахований на 25–30 років.

Для підвищення надійності теплових мереж проводять секціонування та резервування.

Секціонування пов'язане з збільшенням числа вимикальних пристроїв, однак при установці більшої кількості запірної арматури на трубопроводах зростає ймовірність їх виходу з ладу. Однак ефект від зниження відключеної величини навантаження при відмові значно більший, що в результаті призводить до підвищення надійності системи.

Резервування теплових мереж здійснюється шляхом будівництва перемичок між магістралями. Необхідну міру кільцювання, тобто частку резервованої частини, слід визначати розрахунком надійності з урахуванням заданого рівня.

Розрахунок надійності проводять у 2 етапи:

1 етап – обґрунтування необхідного структурного резерву;

2 етап – резерв пропускної здатності мережі.

У резервованих системах при відмові окремих елементів виникають аварійні гідравлічні режими. Залишені працездатними частини системи повинні забезпечувати резерв пропускної здатності.

Найважливішими напрямками підвищення надійності є з'єднання всіх наявних джерел тепла (ТЕЦ, котельні і ВТЕР) в одну теплову систему з можливістю їх включення в роботу єдиної мережі.

Одним з напрямків підвищення надійності великих систем теплопостачання є розміщення всієї або частини пікової потужності безпосередньо в районах теплопостачання.

Зміна характеру теплових споживачів разом із збільшенням діаметрів і радіуса дії мереж, природно, змінює не лише режим роботи мереж, але й вимоги до надійності подачі тепла. В загальному випадку, чим довший шлях транспорту тепла від ТЕЦ (котельні) до споживача, тим менш надійним стає його теплопостачання. Чим більший діаметр теплопроводу, тим більше часу необхідно для ліквідації пошкодження на ньому.

Питання підвищення надійності теплопостачання для простоти викладу можна умовно поділити на дві частини, а саме:

- питання безперебійності подачі тепла споживачам;
- питання режиму подачі, тобто відповідності режиму подачі тепла від джерела по тепловій мережі режиму, необхідному або найбільш бажаному для споживача.

Кожна система централізованого теплопостачання складається з п'яти елементів: генератора тепла, теплоприготувальної установки, трубопроводів, насосних станцій, теплових пунктів і внутрішньобудинкових систем опалення, вентиляції та гарячого водопостачання. Щоб забезпечити

безперебійну подачу тепла, всі вказані елементи повинні мати необхідну надійність.

У загальному вигляді надійність може бути забезпечена технічним вдосконаленням змонтованої споруди або її резервуванням, або ж тим і іншим одночасно. Важливу роль у надійності відіграє стан і системність експлуатації, тобто система спостереження та своєчасної часткової заміни зношених елементів.

Як же на сучасному етапі виглядає надійність зазначених елементів систем теплопостачання?

Сучасні котельні будуються без резерву, а потужність котлів на ТЕЦ вибирається з таким розрахунком, щоб при виході з ладу одного з них залишкові котли, включаючи пікові, могли забезпечити середню потужність за найбільш холодний місяць на відпуск тепла на опалення, вентиляцію та гаряче водопостачання. Таким чином, в обох випадках теплова потужність залишкових в роботі генераторів тепла складає 60–70 % від максимуму теплового навантаження, що відповідає розрахунковій температурі зовнішнього повітря для опалення.

Основне обладнання теплоприготувальних установок ТЕЦ також складається з підігрівачів і мережевих насосів. Крім того, велике значення на надійність роботи має потужність водоочисної установки та деаераторів. Згідно з Нормами технологічного проєктування ТЕС і теплових мереж резервні підігрівачі не встановлюються, а кількість мережевих насосів приймається в розрахунку: один резервний на п'ять робочих. Практика експлуатації не показала великої аварійності мережевих насосів, що є дуже важливим для підтримки гідравлічного режиму всієї системи. Дуже важливо резервувати водоочисну установку з можливістю подачі технічної хімічно очищеної води від різних джерел, особливо при ліквідації великих пошкоджень, пов'язаних з дренаванням великих мас води з мережі.

Необхідно усвідомити неприємну, але очевидну реальність: на сьогодні в Україні саме стан існуючих каналічних зовнішніх теплових мереж є найуразливішим елементом у всьому ланцюзі теплопостачання.

У переважній більшості підземних теплопроводів головні недоліки – абсолютно незадовільний антикорозійний захист зовнішньої та внутрішньої поверхні труб, недостатня захищеність від підземних вод та стоків, не ремонтпридатність, низька якість теплової ізоляції та електрообладнання, що застосовується в сирих камерах з високою температурою. При протяжних теплопроводах і, особливо, в умовах складного рельєфу необхідні насосно-перекачувальні станції. Однак раптове відключення насосів зазвичай пов'язано з різкими порушеннями режиму роботи мережі та небезпекою руйнування тепловикористовувальних установок споживачів. Наявна зараз надійність їх роботи, електропостачання, резервування агрегатів, захист і

автоматика явно недостатні, застарілі, мають низьку стабільність і обмеженість функціоналу. Єдиним стопроцентним методом захисту абонентів при раптовому підвищенні тиску є незалежні двоступеневі схеми. Такі схеми давно розроблені, оснащені надійними незнімними пластинчастими теплообмінниками і показали свою стопроцентну надійність. Їх потрібно якнайшвидше впроваджувати.

Схеми існуючих теплових мереж міст, як правило, тупикові радіальні без резерву. Дубльовані або кільцеві схеми є лише в незначній частині систем теплопостачання.

При тупикових магістралях великого діаметра і протяжності пошкодження основного трубопроводу викликає відключення багатьох сотень житлових та громадських будівель на термін до двох–трьох діб. Такі аварії можуть порушити нормальне життя великого району міста.

Реальна практика експлуатації в Україні та в колишньому Радянському Союзі тим часом показує достатньо високу пошкоджуваність магістральних підземних каналних теплопроводів, в тому числі і великих діаметрів. У країнах Європи, США та Канади пошкоджуваність тепломереж удесятеро менша, оскільки вони виконані з попередньо ізольованих труб безканалної прокладки.

Чим більший радіус дії теплової мережі, чим більш нерівний профіль місцевості та більше насосно-перекачувальних станцій в мережі, тим більше можливих випадків коливань тиску в зворотних магістралях і, відповідно, в системах опалення, підключених за залежною схемою. Відтак небезпека пошкодження опалювальних радіаторів, а іноді і з'єднань та малих труб, що постраждали від корозії.

Говорячи про надійність окремих елементів, ми в основному торкалися лише питань конструкції, тобто питань проектування. Однак дуже велике значення має також якість будівельних і монтажних робіт. Від добросовісного виконання антикорозійної ізоляції, зварювальних робіт, будівництва дренажів тощо в значній мірі залежить надійність подальшої роботи всієї системи теплопостачання. Те ж саме стосується і організації експлуатації. Систематичне та добросовісне спостереження й своєчасний ремонт можуть запобігти багатьом пошкодженням.

Основні показники оцінки надійності систем розробляються для трубопроводів, які знаходяться в умовах експлуатації, а також при проектуванні чи реконструкції.

Наявність хорошої експлуатаційної бази, що має машини, механізми та підготовлений персонал, може запобігти пошкодженням і звести до мінімуму час ліквідації виниклих пошкоджень. У багатьох випадках саме висококваліфікований експлуатаційний персонал виправляє помилки проєктувальників, недоробки і брак будівельників. Це, безумовно, призводить до

зниження продуктивності суспільної праці та понаднормової, неритмічної і часто авральної роботи.

Колосальне значення в зростанні пошкоджуваності має принципова недосконалість масово побудованих в ХХ столітті загальнобудинкових однокотлових систем опалення. Ситуація особливо ускладнюється поганою якістю запірної і регулювальної арматури та самовільними змінами поверхні нагрівальних приладів у квартирах.

У протяжних системах гарячого водопостачання практично відсутня циркуляція, і значна частина невідігрітої «гарячої води» на початку водорозбору зливається в каналізацію. Протяжні системи гарячого водопостачання виконані з звичайних чорних сталевих труб без будь-яких покриттів. Вони піддаються катастрофічній внутрішній корозії. Труба виходить з ладу через 3–5 років експлуатації. Ситуація ускладнюється практично відсутністю циркуляції, через що значна частина гарячої води зливається в каналізацію.

Чим більший радіус дії теплової мережі і більше використовуваний перепад тиску, тим менша її гідравлічна стійкість і тим більше зростає необхідність у регуляторах для точного розподілу витрати води, в пристроях захисту споживачів від підвищених тисків.

На відміну від інших міських мереж – електричних, газових та водопровідних, теплові мережі працюють з примусовим регулюванням витрати мережевої води. Це пояснюється тим, що зміна витрати мережевої води порівняно з нормою не є рівнозначною зміні витрати тепла. Так, при розрахунковому перепаді температур у тепловій мережі 80 °С збільшення витрати мережевої води проти норми на 50 % викликає збільшення витрати тепла на опалення лише на 14 %, а на 100 % – всього на 23 %. При середній температурі зовнішнього повітря мінус 5 °С перевищення витрати води на 50 % дає приріст температури повітря в приміщеннях всього на 3 °С. Водночас зниження витрати мережевої води проти норми на 50 % призводить до скорочення подачі тепла на 65 %, що є абсолютно недопустимим. Такі пропорції обумовлені складністю відбору низькопотенційного тепла.

Оскільки кожна тепла мережа розрахована на певну витрату тепла, а питомий витрата мережевої води визначається за розрахунковим температурним графіком, то будь-яке значне перевищення споживачем встановленої норми автоматично (при повністю завантаженій мережі) призводить до зменшення подачі води іншим споживачам.

Гідравлічний режим водяної теплової мережі – це технологічний процес. Закон роботи – це дотримання гідравлічних режимів.

Принципово дотримання будь-якого заданого режиму може бути досягнуте за допомогою авторегуляторів. Але навіть теоретична можливість забезпечення теплових пунктів необхідними авторегуляторами не знімає питання розробки і проведення такого температурного та гідравлічного

режиму, який би в максимально можливій мірі знижував потребу в регуляторах.

Тут виникає принципове питання про поділ протяжної теплової мережі на секції зі стабілізацією гідравлічного режиму в секціях, про відокремлення розподільних мереж від магістралей. У цьому випадку, як би не змінювався гідравлічний режим у магістралях, в головних точках розподільної мережі режим може залишатися незмінним. Стабілізація режиму тиску в головній точці розподільної мережі при цьому не виключає можливості змінного витрату води на вводу споживачів і в самій мережі.

Особливо складним і практично нерозв'язаним залишається метод регулювання в теплий період опалювального сезону, коли температура води в тепловій мережі має мінімальне значення 60–70 °С. Тривалість цього періоду зазвичай становить 1 000–1 500 годин, і перевитрата тепла на опалення може досягати при відсутності місцевого регулювання на вводу до 10 % від річного. Техніко-економічні розрахунки разом з тим показують, що застосування складних і дорогих авторегулювальних пристроїв для зняття перегріву на кожній опалювальній системі є нерентабельним.

Для підвищення надійності найбільшу увагу всіх учасників – проєктувальників, будівельників та експлуатаційників – слід приділити вирішенню наступних питань:

1. Безперебійній, цілорічній подачі тепла (без суттєвих перерв на ремонт і ліквідацію пошкоджень).

2. Мобільності в сенсі легкого включення і відключення систем теплопостачання (особливо восени та навесні, а іноді й влітку при тривалих похолоданнях).

3. Спорудженню таких систем опалення, які забезпечували б підтримання рівномірної, однакової температури повітря в усіх опалювальних приміщеннях. При цьому в кожному опалювальному приміщенні повинна бути можливість зниження температури повітря шляхом відключення опалювального приладу або зміни витрати теплоносія.

Одне з питань надійності – режим подачі тепла. Тут складними питаннями є графік і точний розподіл циркулюючої води по протяжній мережі. Форма температурного графіка вирішується просто лише при однорідній тепловій навантаженні. У цьому випадку при навантаженні лише гарячого водопостачання може подаватися вода приблизно сталої температури в діапазоні 65–75 °С, а при навантаженні лише опалення – вода з температурою за опалювальним графіком. Максимальна температура поданої води у другому випадку обирається за техніко-економічним розрахунком, в якому, з одного боку, враховується економіка виробництва тепла на ТЕЦ, з іншого – витрати по тепловій мережі. Якщо графік при опалювальному навантаженні враховує тепловіддачу радіаторів або

конвекторів, то графік при навантаженні припливної вентиляції повинен бути орієнтований на тепловіддачу калориферів.

Таким чином, всі три види теплових навантажень мереж вимагають різної форми температурного графіка. Зазвичай ці суперечності вирішуються найпростішим способом – приймається опалювальний графік з відрізкою при мінімально необхідній температурі для установок гарячого водопостачання 60–70 °С. Така форма графіка передбачає, що установки гарячого водопостачання та припливної вентиляції повинні мати автоматичні регулятори температури. Регулятори тим більше необхідні через те, що та й інша навантаження мають нерівномірний характер протягом доби.

На даний момент в Україні навантаження гарячого водопостачання значно знизилось і продовжує знижуватись. Однак навіть зараз воно складає 10–25 % за середньодобовою величиною і 25–30 % від сумарного максимуму, що значно збільшує витрату мережевої води і діаметри мереж. Стрімке зменшення діаметрів мереж спочатку призвело до застосування попередньо включених підігрівачів гарячого водопостачання (вирівнювання максимуму гарячого водопостачання за рахунок використання теплоаккумуляційної здатності опалюваних будівель), а потім до впровадження послідовних двоступеневих схем гарячого водопостачання та підвищеного температурного графіка.

Згідно з початковим задумом, витрата мережевої води за таким графіком повинна дорівнювати витраті на опалення, а температурна надбавка до опалювального графіка визначається відповідно до співвідношення між навантаженням на гаряче водопостачання та опалення. Така форма графіка зручна для протяжних мереж не тільки через зменшення середнього діаметра теплових труб, але й через стабілізацію витрати мережевої води по вводах споживачів, а отже, і по мережі в цілому. Однак фактична витрата мережевої води при такому графіку перевищує зазначений, а надмірно тісна взаємозв'язок між режимом гарячого водопостачання і опалення при послідовній двоступеневій схемі гарячого водопостачання в ряді випадків при помірних температурах зовнішнього повітря порушує інтереси опалення. Таке становище підриває саму основу можливості застосування підвищеного графіка температур.

Розглядаючи питання надійності систем централізованого теплопостачання як у мирний, так і тим більше в період військових дій, варто не забувати про те, що всі діючі сьогодні і діючі раніше нормативи передбачали обов'язкову наявність для всіх лікувальних установ та інших особливо важливих об'єктів двох джерел тепла. Як правило, це були системи централізованого теплопостачання (теплові мережі зі своєю теплорозподільчою станцією) і власна локальна котельня. Це правило завжди дотримувалося при новому будівництві та реконструкції.

Однак, на превеликий жаль, сьогодні в Україні цілий ряд лікувальних установ, які за волею місцевих органів влади, що є власниками цих систем теплопостачання, залишені підключеними лише до одного централізованого або децентралізованого джерела тепла. Друге джерело тепла в найкращому випадку відключене і занедбане, а в найгіршому – взагалі ліквідоване. Такого стану бути не повинно, а якщо воно має місце, то необхідно привести все в норму.

Варто також нагадати, що всі великі централізовані джерела тепла України (ТЕЦ і районні котельні) спочатку проектувались, будувались і пускались в експлуатацію з виконанням обов'язкової нормативної вимоги – наявності резервного палива та, відповідно, необхідного обладнання котлів для його спалювання.

Знову ж таки, на жаль, за роки незалежності, через різні об'єктивні та суб'єктивні причини, переважна більшість джерел тепла залишились без резервного палива. Систему резервування та альтернативності палива треба відновлювати і для мирного часу, незалежно від війни. При цьому слід нагадати, що основним видом палива для більшості централізованих джерел тепла був і залишається газ. Резервним паливом було рідке паливо (мазут). У значній частині централізованих джерел (Донбас і прилеглі райони) основним видом палива було вугілля.

Розглядаючи питання наявності резервних джерел тепла та резервного палива в системах централізованого теплопостачання, я змушений висвітлити свою точку зору на виниклу в нинішній воєнний час тенденцію підвищення надійності систем теплопостачання великих міст шляхом децентралізації, тобто заміни існуючих, будованих десятиліттями систем централізованого теплопостачання міста (наприклад, Харкова) на децентралізовану.

Що це означає на практиці для централізованої системи теплопостачання міста Харкова? На практиці це означає, що дві ТЕЦ і чотири найбільші районні котельні (одна з них друга за потужністю в Європі), а також ще близько 10–15 районних котельних меншої потужності пропонується замінити на кілька сотень відносно невеликих мобільних котелень.

Паливом для цих численних мобільних котелень залишається все той же природний газ. Але для початку газ потрібно ще подати до всіх цих нових котелень, тобто побудувати нові газорозподільні мережі, ГРП та інші споруди для транспортування газу.

Зрозуміло, що ні про яке інше паливо для такої кількості мобільних котелень і мова не може йти, оскільки будь-який інший вид палива вимагатиме явно не здійсненої логістики (склади, транспорт, система зберігання, подача палива та видалення продуктів горіння). До цього слід додати й нову систему електропостачання та водопостачання всіх цих нових котелень.

Усі котельні на єдиній газовій мережі – це ніяк не підвищення надійності теплопостачання. Скоріше таке рішення можна розглядати як підвищення уразливості системи.

Нагадаю, що тільки великі централізовані джерела мають або можуть мати реальну організовану можливість переходу на інший вид палива.

Найбільш укрупнений розрахунок коштів, необхідних для децентралізації системи теплопостачання тільки міста Харкова, який проводився ще на початку двотисячних років, свідчить про потребу в такій кількості витрат у гривнях або валюті, що в разі перевищує найбільший річний бюджет України за роки її незалежності. Зрозуміло, що ніколи таких коштів для одного міста Харкова ніхто не знайде.

Пропозиції та підтримка рішень щодо децентралізації – це прояв повного нерозуміння проблеми або черговий крок по просуванню інтересів виробників котелень. Висновки фахівців у галузі теплопостачання щодо децентралізації однозначно негативні у всьому світі і в усі попередні періоди, включаючи період Другої світової війни та відновлення народного господарства, як по всій Європі, так і в колишньому Радянському Союзі, зокрема й в Україні.

Децентралізація теплопостачання завжди була, є і буде гіршою у всіх відношеннях, ніж централізація. Капітальні витрати на її створення, а тим більше на подальшу експлуатацію, значно вищі, а надійності вона ніяк не додає. Навпаки, децентралізація на газовому паливі призводить до значного підвищення аварійності системи, оскільки в разі збільшується кількість вибухонебезпечних місць – котелень на газовому паливі. Про колосальний екологічний провал при децентралізації навіть говорити не доводиться. Він очевидний, адже викиди продуктів горіння замість 1–10 точок на великих джерелах тепла, що мають організоване очищення та можливість переходу на інші альтернативні види палива, переміщуються в безліч точок розташування в самому центрі міста, які не мають жодних фільтрів і можливості переходу на альтернативні види палива.

Виникає чимало додаткових, надзвичайно важливих запитань до прихильників децентралізації, на які вони навряд чи зможуть надати обґрунтовані відповіді – особливо в умовах воюючої та виснаженої країни.

Перше питання ще раз – де взяти кошти на таку масштабну роботу?

Друге питання – хто, як і коли зможе виконати цю масштабну роботу по кардинальній зміні всієї схеми газопостачання міста?

Третє питання – де взяти під час війни тисячі осіб навченого обслуговуючого персоналу для нових котелень і газових мереж?

Так чи інакше, закінчиться війна, і тоді виникнуть наступні питання:

Четверте питання – що робити з мобільними котельнями в післявоєнний час?

П'яте питання – як повинні працювати системи теплопостачання в післявоєнний час: за (мирною) централізованою схемою чи за аварійною («військовою») децентралізованою?

Питання підвищення стійкості та безаварійності в умовах ведення бойових дій

Україна завжди була і залишається країною з переважно централізованими системами теплопостачання міст. Джерела тепла в цих системах – великі районні котельні та ТЕЦ. Розгалуженість теплових мереж складає до 10–15 км у радіусі і до 800–1 000 мм у діаметрі магістральних трубопроводів.

За такої концентрації теплових навантажень питання відмови (аварій) системи централізованого теплопостачання у разі виходу з ладу джерела тепла набуває катастрофічного значення.

Тому необхідно добре і неупереджено розібратися з тим, що потрібно зробити з системами централізованого теплопостачання в разі руйнування джерел тепла в результаті військових дій. Ще раз наголошую: мова йде не про методи підвищення надійності системи або способи усунення аварій у мирний час. Розглядається питання руйнування джерел тепла або магістральних трубопроводів у воєнний час. Такі руйнування можливі в результаті потрапляння в об'єкти ракет, бомб, БПЛА або вибухів після проникнення диверсантів. Увесь цей важкий досвід ми вже отримали внаслідок війни.

Слід чітко усвідомлювати, що вихід з ладу будь-яких, навіть найбільших за діаметром, мереж теплопостачання у воєнний час технологічно мало відрізняється від аварій у мирний час. У обох випадках маємо розрив трубопроводів різного масштабу, який потрібно якнайшвидше відновити. Швидкість відновлення залежить виключно від наявності необхідної техніки та кваліфікації ремонтно-аварійного персоналу. Без сумніву, для ліквідації аварій потрібен запас матеріалів.

Зовсім інший характер має вихід з ладу на джерелі тепла котлів у результаті бомбардування, ракетного обстрілу або підриву. Говорячи про відновлення пікових або водогрійних котлів на ТЕЦ чи районних котельнях, слід знати і пам'ятати основний норматив по всіх великих централізованих джерелах – на всіх великих джерелах тепла (ТЕЦ або районних котельнях) повинні міститися аварійні непорушні запаси матеріалів і обладнання. Особливу увагу в умовах можливих руйнувань слід приділити запасу котлових вузлів водогрійних котлів, як основного теплопідготовчого обладнання, яке підлягає руйнуванню під час бомбардування чи обстрілів. Потрібно чітко розуміти логістику термінової поставки великогабаритних вузлів котлів.

Ще раз наголошую на важливості наявності запасу водогрійних котлів та їхніх вузлів, адже саме ці котли відіграють життєво важливу роль у забезпеченні міста теплом. Варто також підкреслити, що водогрійні (пікові) котли ТЕЦ є найбільш ремонтоздатною складовою джерела тепла – час і складність їх ремонту значно менші, ніж у турбін та енергетичних котлів.

Я наголошую на необхідності вирішення питань надійності саме в умовах воєнного часу, під час активних бойових дій, адже проблеми підвищення надійності систем і усунення найскладніших аварій у мирний період вже успішно розв’язуються як у світовій практиці, так і в Україні. Як відомо з вже майже вікових термінів експлуатації централізованих систем теплопостачання великих міст Європи та України, аварії найбільших магістральних трубопроводів діаметром 800–1 200 мм усувалися за 1,5–3 доби і при грамотних діях експлуатаційного персоналу теплопостачальних організацій і власників будинків під керівництвом органів місцевої влади не призводили до катастрофічних наслідків.

Після усунення аварій на магістральних трубопроводах при правильно-му і своєчасному опорожненні і заповненні систем теплоносієм місто та його населення поверталися до нормального життя.

Ті, що мали місце у мирний час, надзвичайно рідкісні аварійні ситуації на джерелах тепла (вихід з ладу котлів або циркуляційних насосів) взагалі слабо відчувалися споживачами тепла або у вигляді короткочасних (до 12–18 годин) відключень подачі тепла або у вигляді зниження температури теплоносія. Варто також мати на увазі, що всі централізовані джерела тепла, як правило, об’єднані між собою і частково взаємопов’язані.

На мою думку, виходячи з усього світового досвіду та реалій сьогодення, для екстреного відновлення теплопостачання об’єкта (житловий будинок, лікувальний заклад чи інші будівлі) найкраще швидко виконувати рішення – це електропідігрів приміщень заздалегідь підготовленими електронагрівачами будь-якої конструкції. При цьому постачання електроенергією здійснюється від діючих щитових та підстанцій, якщо системи електропостачання не зруйновані.

У разі, коли система електропостачання також зруйнована або просто знеструмлена, необхідно застосовувати пересувні дизельні електростанції. Таке рішення дуже непросте для здійснення, але воно реальне як з точки зору електропостачальних організацій (електрокомпаній, електричних мереж та інших), так і з позиції споживача.

Можливим рішенням для відновлення опалення може бути, на перший погляд, дуже проста установка біля кожної будівлі або групи будівель мобільних котелень, що працюють на рідкому або газовому паливі.

При такому рішенні сам споживач – мешканець фактично не буде залучений до вирішення питання. Мешканцю не потрібно, як у першому

випадку, отримувати, транспортувати та підключати свій електронагрівач, а можливо, й брати участь у розгортанні тимчасової електромережі своєї квартири чи під'їзду.

Однак мобільна котельня потребує забезпечення газом. Варіант відмови від використання рідкого палива як основного джерела для численних мобільних котелень в Україні є цілком нереальним. Отже, для аварійної роботи запропонованих авторами децентралізації мобільних котелень потрібно мати нормальну заздалегідь прокладену систему газопроводів середнього та низького тиску. Підкреслюю, що система газопроводів повинна бути заздалегідь прокладена, оскільки газ не подається через тимчасові трубопроводи або шланги.

Оперативно встановити одну або дві мобільні котельні у одному або кількох відносно невеликих багатопверхових будинках і подати до них заздалегідь підведене або заготовлене паливо (якщо це не газ) є завданням достатньо складним, але вирішуваним.

Ставити завдання, а тим більше вирішувати його в умовах війни – забезпечити все місто мобільними котельнями на газі, – м'яко кажучи, є вкрай нереальним. Така задача практично нездійсненна.

Малі пересувні аварійні газопальникові пристрої на рідкому паливі можуть бути успішно задіяні в невеликих котельнях, що обігрівають один-два 5-поверхових будинки в разі припинення газопостачання. У цьому випадку мобільні установки представляють собою ємність (бочку) з рідким паливом, розташовану на котельних, а також рідкопаливний пальник, який встановлюють у топці котла замість газового. Такі установки виготовлялися та використовувалися «Харківтеплоенерго» ще в середині 70-х років XX століття.

Особливо важливо в умовах кризових ситуацій звернути увагу на першочергові заходи щодо підготовки систем тепlopостачання до опалювального періоду:

1. Провести спільну об'єктивну дефектацію всіх теплоспоживаючих об'єктів та теплових мереж до них, звернувши особливу увагу на стан теплової ізоляції трубопроводів.

2. За результатами проведеної дефектації надійно відключити всі зруйновані системи опалення або їх частини.

3. Для можливості швидкого відключення окремих стояків, під'їздів або домових систем провести ревізію всієї запірної арматури. Усі несправні арматури (прикипілі крани, заблоковані вентиля, застряглі засувки тощо) слід відремонтувати або замінити на нові.

4. Провести регламентні гідравлічні випробування теплових мереж на підвищені тиски, передбачені нормативами.

5. Аналогічним чином усі внутрішньобудинкові системи опалення мають бути випробувані на робочий тиск.

6. Для можливості ліквідації власними силами будь-яких аварійних ситуацій на системах теплопостачання доукомплектувати відновлювальні служби кваліфікованим персоналом, необхідною технікою та інструментами, створити непорушні аварійні запаси.

7. Враховуючи виникнення останніми роками значної кількості невеликих теплопостачальних підприємств, розглянути питання створення централізованих опорних обласних, міських районних аварійних відновлювальних служб при великих теплопостачальних підприємствах обласних або районних центрів.

8. Організувати перепідготовку всього інженерно-технічного та робочого персоналу з акцентом на виконання завдання забезпечення безперебійної роботи в умовах воєнного часу.

9. Провести спеціальні комплексні протипожежні тренування спільно з суміжними службами за всіма категоріями складності. Особливу увагу приділити організації своєчасного спустошення та заповнення систем опалення при негативних температурах зовнішнього повітря.

Розглядаючи питання підвищення надійності, слід також звернути увагу на спрощення існуючих, і тим більше, нових систем теплопостачання. Шляхи спрощення конструкцій – це перехід на знижені температурні графіки. Чим нижча робоча температура теплоносія, тим буде нижчий його тиск, а отже, і знижується можливість руйнування трубопроводів та арматури.

Якщо централізувати регулювання відпуску тепла споживачам на ЦТП замість ІТП, то з кожної будівлі буде вилучено систему підмішуючих насосів та складну автоматику, що до них належить. Те саме відбувається, коли воду для гарячого водопостачання нагрівають у одному ЦТП замість численних ІТП, а потім подають її надійними трубопроводами до кожної будівлі.

Зазвичай всі аварії відбуваються в холодний період року. Саме тоді експлуатаційний персонал теплопостачальної організації разом з місцевими органами влади та житлово-експлуатаційними підприємствами повинен прийняти надзвичайно важливе та водночас складне рішення.

Для цього слід поставити та дати відповідь на наступні питання:

1. Які терміни можуть бути необхідні для усунення аварійної несправності?

2. Зливати чи не зливати теплоносій із системи теплопостачання?

3. Які ділянки чи райони треба відключити та дренувати, а де можна цього не робити?

4. Як правильно організувати розповітрявання систем опалення?

Багаторічний досвід та історія теплопостачання України та інших держав свідчить, що більшість надзвичайно важких аварій відбулися через неправильні або несвоєчасні рішення щодо зливання теплоносія. Зазвичай відбувається наступне: теплоносій не встигають злити, і він залишається у

внутрішньобудинковій системі опалення. Через відсутність циркуляції вода замерзає. Після усунення аварії на зовнішній теплотрасі запуск опалення в будинках неможливий без додаткового розморожування кожного з опалювальних приладів внутрішньобудинкової системи опалення. Такі ситуації траплялися в Харкові, Києві, Одесі та багатьох інших містах і населених пунктах України.

Останній яскравий приклад грубих системних порушень усіх діючих нормативів і правил стався в Алчевську, де сталася загальноміська аварія системи теплозабезпечення. В ліквідації цієї аварії брав участь сам Президент України.

Найчастіше розвиток і ліквідація аварій мають такий вигляд:

1. Порив відбувається на магістральному трубопроводі великого діаметра (600 мм і більше).

2. Рішення про злив теплоносія з більш ніж 200 житлових будинків та інших будівель, що отримували тепло від цього трубопроводу, приймається із запізненням.

3. Через запізнення з прийняттям рішення про злив теплоносія, вода замерзає у внутрішньобудинкових системах опалення.

4. Ліквідація пориву на трубопроводі зайняла 36 годин, тобто 1,5 доби, і теплоносій знову був підведений до будівлі.

Внаслідок замерзання внутрішньобудинкових систем будівлі не змогли прийняти теплоносій. Понад 200 бригад газозварювальників, слюсарів і підсобних робітників ще протягом двох місяців займалися розморожуванням внутрішньобудинкових систем опалення та ліквідацією пошкоджень внутрішньобудинкових трубопроводів від наслідків замерзання.

Результат: теплопостачання будівель відновлювали більше двох місяців, хоча основну причину аварії – порив на магістральному трубопроводі – усунули за 1,5 доби.

Нерозв'язаним питанням у сфері підвищення надійності експлуатації теплових мереж є організація постійного контролю за станом новоукладених безканальних сучасних попередньо ізольованих труб.

Усі попередньо ізольовані труби, що виготовляються підприємствами як вітчизняного, так і зарубіжного виробництва, мають у своїй конструкції контрольні проводи.

Призначення контрольних проводів – це постійне спостереження за станом трубопроводів теплопостачання. При справних трубопроводах та відсутності будь-яких поривів, а також при закінченій ізоляції, неізольовані проводи не контактують між собою і не подають жодного сигналу на «мнемосхему» теплотраси, яка повинна бути на кожному диспетчерському пункті теплопостачальної організації.

«Мнемосхема» — це спрощена електронна карта, яка відображає контрольовану ділянку теплових мереж між певними номерами та абонентами.

У разі аварії через розрив трубопроводу теплоізоляція в місці пошкодження просочується водою. Це призводить до замикання контрольних проводів у зоні розриву. Місце замикання відображається на «мнемосхемі» диспетчерського пункту. Отримавши сигнал про порив, диспетчер тепломереж дає команду ремонтно-відновлювальним бригадам для усунення аварії.

Зрозуміло, що така сучасна високотехнологічна система контролю теплових мереж забезпечує високий рівень працездатності всієї системи теплопостачання.

На сьогодні в Україні таких постійно діючих систем контролю немає, незважаючи на те, що всі нові попередньо ізольовані підземні теплотраси оснащуються контрольними проводами.

Все вищеписане стосується визначення технічних заходів щодо підвищення надійності, а в умовах ведення активних бойових дій – живучості систем теплопостачання. Не менш важливим є розробка організаційних заходів, спрямованих на забезпечення працездатності систем і усунення пошкоджень у найкоротші терміни.

Обсяг і спрямованість таких заходів залежить від умов роботи систем опалення.

Можна виділити три основні визначальні фактори:

1. Умови, коли робота здійснюється в прифронтовій зоні, за відсутності обстрілів з повітря та впливу наземних засобів ураження. При цьому така небезпека присутня і має тенденцію зберігатися або посилюватися.

2. Умови інтенсивних бойових дій за відсутності наземного вторгнення ворога, активного вогневого впливу з використанням різних засобів ураження.

3. Умови ведення вуличних боїв.

У першому випадку має бути розроблена система централізації управління комунальними, рятувальними ремонтно-відновлювальними, транспортними та іншими причетними службами, а також органами забезпечення правопорядку.

Має бути розроблено та виконано роботи з укриття найбільш уразливих елементів систем теплопостачання, проведено навчання обслуговуючого та керівного персоналу, підготовлені укриття для працівників змін і створені необхідні запаси життєзабезпечення.

Підготовлено та розподілено аварійно-ремонтну техніку, матеріали та обладнання.

Забезпечено запас паливно-мастильних матеріалів.

Розроблено систему оповіщення та порядок прибуття або доставки персоналу, залученого до виконання робіт.

У другому випадку додатково має бути розроблено та доведено до персоналу заходи з мінімізації збитків, збереження життя та здоров'я працівників змін, організації аварійно-відновлювальних робіт з урахуванням небезпеки ураження персоналу та техніки. Забезпечено відновлення теплопостачання в максимально короткі терміни. Важливу роль при цьому відіграє забезпечення оперативного обміну даними з військовою адміністрацією з метою отримання своєчасних попереджень.

У третьому випадку експлуатація об'єктів теплопостачання має припинитися. Варто попередньо виконати роботи з забезпечення збереження систем, мінімізації можливості загорянь і пожеж на об'єктах, виключення коротких замикань в електромережах, затоплення водопровідною чи мережевою водою. Обслуговуючий персонал на роботу не виводиться, аварійно-відновлювальні роботи не проводяться.

15 КОМПЛЕКСНА РЕНОВАЦІЯ І РЕКОНСТРУКЦІЯ СИСТЕМИ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ

Розглядаючи необхідність відновлення та реновації системи теплопостачання міст і населених пунктів України, для можливості реального вирішення цієї колосальної за обсягами та складністю виконання роботи слід чітко розділити перелік необхідних робіт за ступенем важливості на кілька рівнів.

Перший рівень – аварійно-відновлювальний. Для його виконання ми повинні зосередити всі матеріальні та фінансові ресурси на відновлення зруйнованих війною джерел тепла, теплових мереж, насосних, теплорозподільчих станцій та внутрішньобудинкових систем опалення.

Другий рівень – ліквідація дефектів у трубопроводах. Ця робота має надзвичайно важливе значення для України, адже з пошкоджених теплових мереж постійно витікає теплоносії, на виробництво якого вже витрачені паливо, електроенергія, вода, хімічні реагенти та людські ресурси. Варто підкреслити, що, згідно зі статистикою, на щоденні понаднормативні аварійні ремонти теплових мереж витрачається у п'ять разів більше ресурсів, ніж передбачено діючими нормативами.

Ліквідація робіт першого та другого рівня повинна бути цілеспрямованою без «бізнесових ухилів». Нам потрібно виконати конкретні роботи з апробованих матеріалів і обладнання відомими методами з мінімальними витратами. Без виконання робіт першого та другого рівня подальше існування системи теплопостачання України неможливе.

Найслабкішою ланкою існуючих систем теплопостачання України є теплові мережі. Причин жахливого стану теплових мереж кілька.

Перш ніж говорити про стан теплових мереж, слід чітко поділити їх на дві групи:

- 1) теплові мережі, які транспортують теплоносії з параметрами 150–120 °C (95–70 °C) для потреб опалення, вентиляції, технологічних потреб і підготовки гарячої води через бойлерні в ТРС, котельні, ІТП. Як відомо, в таких системах основною причиною є зовнішня корозія;
- 2) мережі гарячого водопостачання, через які гаряча вода, підігріта в бойлерних до температури 65 °C, подається безпосередньо до споживачів. В цих мережах основною причиною є внутрішня корозія – висока активність підігрітої водопровідної води.

Багаторічний досвід і науковий аналіз чітко свідчать, що дефектність мереж гарячого водопостачання в порядки вища, ніж у першій групі тепломереж.

Необхідно визнати безумовний факт – мережі гарячого водопостачання зруйновані і підлягають практично 100 % відновленню пластиковими трубами для можливості відновлення їх нормальної роботи.

Мережі теплопостачання через значно меншу корозію можуть замінюватися поступово на попередньо ізольовані сталеві труби.

Без такого відновлення зовнішніх теплових мереж неможливо привести в порядок всю систему теплопостачання України. Першим кроком повинні стати теплові мережі України.

Виконанню робіт першого і другого рівня має передувати дефектація стану об'єктів, що реанімуються.

Найважливішим фактором, що передбачає планування реновації теплових мереж, є їх об'єктивна добросовісна дефектація. Від правильно проведеної дефектації залежать обсяги робіт і терміни їх виконання, а головне – необхідність вибору часу виконання робіт.

Зовнішні теплові мережі, які транспортують теплоносії для потреб опалення, вентиляції та підігріву води для потреб гарячого водопостачання, перебувають в експлуатації в різних містах і населених пунктах України, починаючи з 30-х років минулого століття. Ці мережі транспортують теплоносії з параметрами подавального трубопроводу від 95 °C до 150 °C. Діаметр зовнішніх теплових мереж варіюється від 32 мм до 1200 мм. Всі теплові мережі виконані з сталевих безшовних зварних труб різних технологій виробництва та різної якості.

Більшість теплових мереж прокладено в непрохідних цегляних або залізобетонних лоткових каналах. Відносно невелика частина мереж прокладена наземним способом на різних опорах або по станках промислових будівель. Ще одна частина мереж прокладена в підвалах будівель і споруд.

Безканальної прокладки теплових мереж в Україні практично не залишилося. Всі теплові мережі впродовж XX століття та на початку XXI століття прокладалися за старими, давно застарілими в цивілізованому світі технологіями. Ці технології передбачали гідроізоляцію сталевих труб бітумом. Теплоізоляція трубопроводів передбачалася мінеральною ватою. Захисний шар усієї ізоляції виконувалася шляхом азбоцементної штукатурки по металевій сітці або дерев'яній «дранці». У більш пізніх конструкціях ізоляція виконувалася зовнішньою скорлупною. Усі конструкції ізоляції виконувалися безпосередньо при будівництві після монтажу сталевих труб. При проведенні ремонтних робіт дотримувалися тієї ж технології.

Попередньо ізольовані сучасні трубопроводи в Україні почали широко впроваджуватися лише в XXI столітті, тому їх частка в загальній протяжності теплових мереж на сьогодні складає не більше п'яти відсотків. Для порівняння, в Європі, США, Канаді та більшості інших розвинутих країн попередньо ізольовані теплотраси давно з середини XX століття стали

єдиною можливістю технологією для виробництва будівельних і ремонтних робіт.

Необхідно підкреслити той факт, що відносно «примітивні» конструкції прокладання теплотрас ХХ століття працюють на більшій частині теплотрас і досі без жодного ремонту. Наприклад, у Харкові на одній з перших теплотрас в колишньому Радянському Союзі від ТЕЦ № 1 до будівлі Держпрому.

Особливо добре збереглися теплові мережі, прокладені в каналах і підвальних приміщеннях, оскільки вони не зазнають впливу природних або стічних вод. Водночас існує багато прикладів повного виходу з ладу тепломереж, прокладених усього 10–20 років тому. Практика показала особливо високу схильність до пошкоджень сталевих труб, виготовлених у 1980-х роках минулого століття.

У частині збереження та довговічності слід відзначити переваги наземної прокладки теплотрас перед підземною. Безаварійні строки служби наземних теплотрас більше ніж у два рази перевищують строки безаварійної експлуатації підземних у тих самих системах теплопостачання. При цьому нерідко зовнішні тепломережі прокладені з найменш якісного типу сталевих труб – спіральні зварених, які мають низьку корозійну стійкість. Особливо швидко піддаються корозії труби гарячого водопостачання з температурою подачі близько 60 °С у порівнянні з трубами систем теплопостачання, де температура подачі становить 95–150 °С.

Найгірші показники строків експлуатації у трубопроводів теплопостачання, прокладених у низьких точках або інших постійно затоплюваних ґрунтовими водами чи іншими джерелами в місцях.

У давно і стабільно працюючих теплопостачальних організаціях України накопичено достатньо даних про місця постійних поривів трубопроводів через корозію. До початку масової реновації теплових мереж потрібно скласти карту ремонтів, тобто план-черговість дій, накладений на схему теплових мереж району.

Якщо прийнято рішення про збереження централізованого гарячого водопостачання, то потрібно передусім замінити існуючі гарячоводні мережі на пластикові. Якщо цю роботу розтягнути на десятиліття, то вона втратить сенс, оскільки мешканці самі створюють своє гаряче водопостачання шляхом установки електронагрівачів у кожній квартирі. У такому випадку всі витрати на реновацію трубопроводів гарячого водопостачання будуть одноразовими, оскільки нові труби вже нікому не будуть потрібні.

Третій рівень — це реконструкція внутрішньобудинкових систем опалення. Без реалізації цієї роботи в загальнонаціональному масштабі Україна й надалі щохвилини втрачатиме понад 15 % усього палива, яке споживається для потреб теплопостачання.

У роботі з реконструкції внутрішньобудинкових систем опалення важливішою є організаційно-адміністративна частина роботи, що виражається в створенні умов, які стимулюють власників будівель та окремих квартир вкладати свої фінанси в реконструкцію своїх квартирних систем опалення. Очевидно, до фінансування цих робіт можуть бути залучені і власники централізованих джерел тепла, які бажають зберегти, а не втратити споживачів в результаті децентралізації.

Четвертий рівень – утеплення старих будівель будівництва ХХ століття. Утеплення будівель, навіть проведене кожною квартирою окремо, дає реальний ефект зниження витрат на паливо для держави, місцевих рад, власників джерел тепла та теплових мереж. Водночас реальний, виражений у оплаті за спожите тепло, ефект отримує і кожен споживач – власник квартири.

Роботи з утеплення повинні фінансуватись з усіх можливих джерел, включаючи самих споживачів. Важливим фактором виконання цих робіт є впровадження методу диференційованої оплати споживачами за отримане тепло шляхом нарахувань з урахуванням коефіцієнтів утеплення.

У роботі третього і четвертого рівнів важливо зібрати і реалізувати весь багаторічний досвід, який є в інших країнах. Для успішного виконання робіт цих двох етапів необхідно, як мною було описано в попередніх розділах, розробити централізовано і видати кожному власнику квартири мініпроект реконструкції його квартирної системи опалення та утеплення його зовнішніх конструкцій стін, стель, підлог і балконів.

Якщо кожен власник квартири візьме участь у фінансуванні утеплення свого помешкання – самостійно або за підтримки держави для соціально незахищених верств населення, – то в результаті матимемо повністю реконструйовану внутрішньобудинкову систему опалення та комплексно утеплений будинок. У таблиці 15.1 подано прикладний план заходів щодо виконання завдань третього рівня.

Важливим моментом для реального утеплення є вирішення питань фінансування. Наша держава ніколи не зможе забезпечити фінансування реновації всіх житлових будівель без залучення власних коштів власників квартир. Засоби власників на утеплення власних квартир можна буде залучити лише в тому випадку, якщо власник побачить результат своїх капіталовкладень у вигляді реальної економії експлуатаційних витрат. Результат має бути виражений у конкретній сумі гривень, заощадженій власником квартири внаслідок утеплення своєї квартири.

Такий конкретний результат може бути отриманий тільки тоді, якщо квартира жителя обладнана лічильником. Лічильник можна встановити лише на самостійну квартирну систему опалення. На існуючі повсюдно в багатоповерхових будинках однотрубні системи опалення квартирні лічильники встановити технічно неможливо.

Таблиця 15.1 – Приблизний схематичний план щодо підвищення енергоефективності будівель Харківського регіону

Назва роботи (заходів)	Місцеві органи влади	ХНУМГ ім. О. М. Бекетова	Харківська МРК «Теплоенергія»	Теплопостачальні організації
Аналіз і групування типових проєктів житлових будівель по регіонах і великим містам	+	+	+	–
Розробка групових типових проєктів утеплення будівель	–	+	+	–
Розробка групових типових проєктів модернізації систем опалення будівель	–	+	+	–
Узгодження і затвердження типових проєктів	+	–	–	+
Перегляд і впорядкування нормативної бази питомих втрат для розрахунку тарифів	–	+	+	+
Розробка нормативів знижувальних коефіцієнтів для поквартирної теплоізоляції	–	+	+	–
Затвердження і узгодження нормативів поквартальних коефіцієнтів	+	–	–	+
Розробка «мініпроєктів» утеплення кожної квартири як частини загального типового проєкту утеплення будинку	–	+	–	–
Розробка «мініпроєктів» модернізації системи опалення кожної квартири з індивідуальним лічильником тепла, як частини загального типового проєкту модернізації системи опалення будинку, узгодженого з теплопостачальною організацією, постачальником тепла дому	–	–	+	+
Безоплатна передача кожному власнику квартири «мініпроєктів» утеплення та модернізації системи опалення	+	–	–	–
Розробка регіональних програм пільгового кредитування	+	+	–	–
Вибір (призначення) компанії генпідрядника (замовника) для виконання робіт на пільгово-кредитованих об'єктах	+	–	–	–
Розробка схем фінансування з залученням коштів держави, місцевих рад, джерел тепла та власників квартир	+	+	+	–

Закінчення таблиці 15.1

Назва роботи (заходів)	Місцеві органи влади	ХНУМГ ім. О. М. Бекетова	Харківська МРК «Теплоенергія»	Теплопостачальні організації
Реалізація пільгового проєкту модернізації системи опалення	–	+	+	+
Реалізація пілотних проєктів теплоізоляції різних типів будівель	+	+	+	–
Розробка регіональних програм підвищення енергоефективності будівель шляхом модернізації систем опалення та впровадження технічних рішень для зменшення втрат тепла	+	+	+	–
Масове утеплення будівель з модернізацією систем опалення та залученням усіх бажаючих підрядників	+	–	–	–
Поетапний всебічний моніторинг та оцінка ефективності виконаних робіт	+	–	–	–

Ще раз наголошую: термомодернізуючи власне житло, кожен власник не лише зменшує особисте споживання тепла, а й робить свій внесок у вирішення загальнодержавного завдання з енергозбереження.

Фінансування всіх робіт повинно бути поділено за джерелами на «централізоване» і «індивідуальне».

«Централізоване» – єдиним замовником, власником будинку, за участю місцевих рад і державних органів.

«Індивідуальне» – тобто за участю кожного власника квартири. При цьому, безумовно, мають бути передбачені різні форми субсидій або державної підтримки для малозабезпечених верств населення.

Запропоновані пропозиції щодо можливості та необхідності централізованого фінансування робіт базуються на наявному в Україні значному досвіді державних органів і місцевих рад щодо облаштування автономних систем опалення з квартирними котлами на газовому паливі замість централізованих систем теплопостачання. Фактично витрати державних коштів на такі роботи, що припадають на одну квартиру, в рази перевищували витрати нашого проєкту.

Потрібний чіткий плановий підхід держави до вирішення питання термомодернізації як самих будівельних огорожувальних конструкцій житлових будівель, так і їх внутрішньобудинкових систем опалення.

У цій багатогранній та масштабній роботі повинні бути залучені не тільки проектні, комплектуючі та будівельно-монтажні організації, але й що особливо важливо, місцеві органи влади, ОСББ, ЖСК, ЖЕКи, які обслуговують будинки, самі власники квартир.

Особливе місце в усій цій роботі повинні займати теплопостачальні організації, оскільки всі роботи повинні проводитись або з їх безпосередньою участю, або при їх активному доброзичливому сприянні і грамотному технічному нагляді.

П'ятий рівень – відновлення систем гарячого водопостачання. Системи централізованого гарячого водопостачання практично зруйновані та відключені в більшості міст та населених пунктів України через суттєву внутрішню корозію чорних сталевих трубопроводів, які не мають ніякого захисту. Лише місто Запоріжжя є винятком, де продовжує успішно працювати централізована система гарячого водопостачання завдяки впровадженому ще в 80-ті роки минулого століття вакуумному деаераційному захисту труб з баками-акумуляторами та захисною плівкою в баках від повторного заповнення киснем.

У деяких інших містах, де системи централізованого гарячого водопостачання продовжують частково експлуатуватися, це відбувається лише завдяки колосальним наднормативним витратам на ремонти та утилізацію втрат тепла і води.

Наукою та практикою давно вже доведено, що найпростішим, надійним, швидким та екологічним способом приготування гарячої води в житлових будинках, об'єктах житлово-комунального господарства та медицини є електричний підігрів в ємнісних бойлерах. Саме електричний підігрів гарячої води знайшов найбільше поширення у всьому світі. Широке поширення електричного підігріву в Україні стримується лише станом розподільних мереж. Джерел електроенергії в країні достатньо. Необхідна часткова вибіркова реконструкція електричних мереж та трансформаторних підстанцій. У найменшій мірі, ніж необхідна реконструкція, потрібний і корінний перегляд підходу до вирішення цього питання електропостачальними та теплопостачальними організаціями.

При цьому слід зазначити той факт, що децентралізовані установки гарячого водопостачання продовжують успішно працювати, якщо в самому будинку внутрішньобудинкові металеві труби виконані з оцинкованих труб.

Життя вимагає відновлення гарячого водопостачання у всіх мікрорайонах, містах і населених пунктах України. Можливі кілька варіантів відновлення гарячого водопостачання.

Розглядаючи питання реновації централізованих систем гарячого водопостачання в межах мікрорайонів, варто наголосити, що всі внутрішньобудинкові системи гарячого водопостачання в житлових будинках по-

требують повної заміни – незалежно від обраного варіанту відновлення системи в цілому по мікрорайону.

Перший варіант – повна заміна зношених внутрішньоквартальних мереж гарячого водопостачання на нові попередньо ізольовані трубопроводи з пластику.

Другий варіант – перенесення підігріву гарячої води з ЦТП (ТРС) в ІТП, тобто безпосередньо в кожен житловий будинок або інші будівлі. При цьому внутрішньоквартальні мережі гарячого водопостачання повністю ліквідуються.

Приготування гарячої води передбачається на ІТП, у підвалі кожної будівлі замість одного ЦТП. При цьому ЦТП фактично ліквідується як установка для приготування гарячої води.

Третій варіант – установка в кожній квартирі ємнісних електropідігрівачів.

У першому та другому варіантах фінансування повинно відбуватися за рахунок місцевих органів влади та держави. У третьому варіанті фінансування відбувається переважно за рахунок власників квартир.

При обґрунтуванні другого варіанту слід підкреслити той факт, що встановлення нових ІТП для приготування гарячої води замість одного діючого ЦТП не є обґрунтованим техніко-економічним рішенням. Розрахунки та практика свідчать про те, що гарячу воду вигідніше і простіше гріти в одному місці та подавати по трубах до групи будівель.

На сьогодні немає нагальної потреби детально досліджувати питання щодо оптимальної кількості ЦТП для мікрорайону. Відповідь на це питання була отримана ще в 80-ті роки минулого століття в роботах ряду авторів. Правильність теоретичних розробок минулих років підтвердила піввікова практика експлуатації в Україні.

Кількість ЦТП (ТРС) і відповідно їх потужність значно впливає на експлуатаційні витрати, оскільки чим більше вузлів приготування гарячої води, тим, звісно, значно зростають експлуатаційні витрати. Найбільші експлуатаційні витрати виникають при повному перенесенні приготування гарячої води в ІТП кожної будівлі та ліквідації всіх зовнішніх мереж гарячого водопостачання.

Перший варіант. Відновлення гарячого водопостачання шляхом повної заміни всіх гарячоводних і циркуляційних трубопроводів, внутрішньоквартальних теплових мереж мікрорайону на попередньо ізольовані пластикові труби. Трубопроводи гарячого водопостачання працюють при мінімальній температурі 65 °С і тиску не більше 6,0 атм. Така температура для пластикових трубопроводів не вимагає рішення питання компенсації, тобто встановлення нерухомих опор і компенсаторів.

Відносно низька температура гарячої водопостачальної системи 65 °С дозволяє застосовувати найпростіші конструкції пластикових попередньо

ізолюваних труб. З наявних на сьогодні даних від виробників це можуть бути вироби, представлені на рисунках 15.1–15.3 або будь-які інші, які відповідають вимогам (температурі та тиску) для трубопроводів гарячого водопостачання, що можуть укладатися в старих лотках, зберігаючи існуючу конфігурацію теплотраси [56].

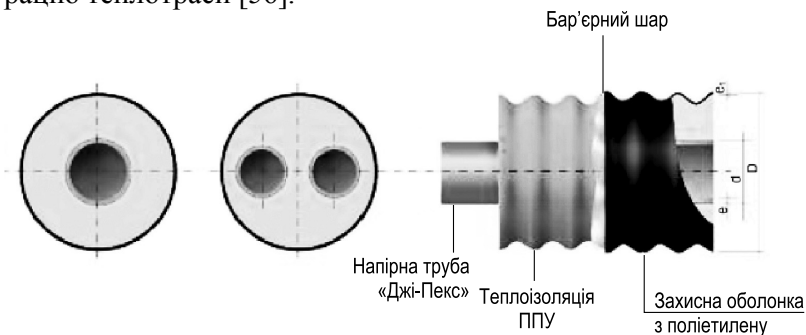


Рисунок 15.1 – Конструкція труби ІЗОПРОФЛЕКС

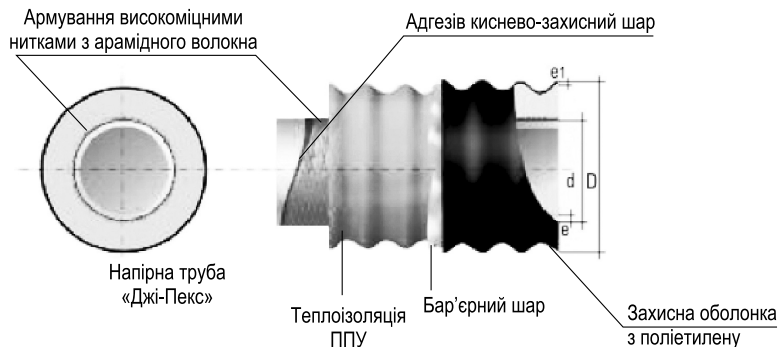


Рисунок 15.2 – Конструкція труби ІЗОПРОФЛЕКС-А

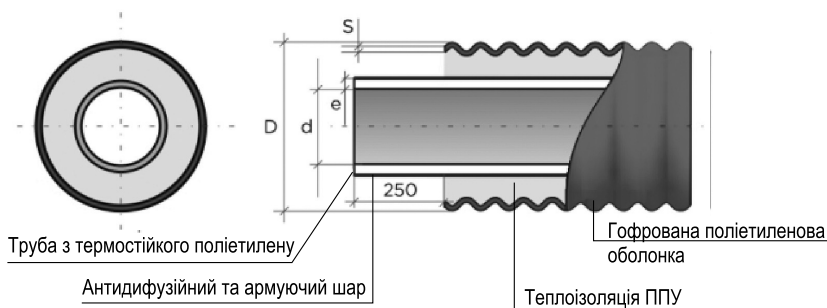


Рисунок 15.3 – Конструкція труби SMITFLEX-P

Після демонтажу старих труб лотки засипають піском. Нові попередньо ізолювані трубопроводи укладають на піщану основу, без використання

ковзних опор. Крім того, можливе прокладання нових труб за новою радіальною схемою між тепловим розподільчим пунктом (ТРП) і будинками.

Питання відновлення перекриття лотків плитами вирішується в кожному окремому випадку, залежно від глибини залягання або наявності проїжджої частини над теплотрасою.

Переваги першого варіанта:

- після заміни внутрішньоквартальних мереж гарячого водопостачання відновлюється функціональність усієї системи, оскільки теплообмінне й насосне обладнання на ЦТП (ТРП), як правило, залишається в робочому стані та не потребує заміни;
- найважливішою перевагою першого варіанту є збереження теплового навантаження гарячого водопостачання на діючому джерелі тепла або ТЕЦ.

Недоліки першого варіанта:

- необхідність відкриття існуючих каналів теплових мереж, пошкодження та відновлення дорожнього покриття і газонів;
- збереження залежності споживачів від графіків роботи теплопостачальної організації.

Переваги другого варіанта:

- можливість приготування гарячої води для власного будинку незалежно від інших будівель мікрорайону;
- зменшення вартості втрат тепла через внутрішньоквартальні мережі у вартості гарячого водопостачання;
- збереження теплового навантаження гарячого водопостачання на діючому джерелі тепла (ТЕЦ).

Недоліки другого варіанта:

- необхідність капітальних витрат на будівництво нового індивідуального теплового пункту. Для 16-поверхового житлового будинку загальні витрати становлять приблизно пів мільйона гривень (у доларовому еквіваленті за курсом того року);
- збільшення вартості експлуатаційних витрат у складі вартості гарячого водопостачання (додатковий персонал для обслуговування індивідуального теплового пункту, додаткові витрати на електроенергію для нового обладнання);
- збереження залежності споживачів від режимів і графіків роботи теплопостачальної організації;
- необхідність перекладки трубопроводів холодного водопостачання в межах мікрорайону для збільшення їх діаметрів у зв'язку з перенесенням підігріву води з однієї точки (ЦТП, ТРП) у кілька точок (ІТП);
- необхідність перекладки трубопроводів теплозабезпечення в межах мікрорайону виникає через зміну місця нагріву води та збільшення

теплого навантаження на вводи в кожен будинок. Розрахункове теплове навантаження на кожен ІТП збільшується на 80 %. Відповідно, зростає навантаження на ділянки підвідних теплових мереж. Таке збільшення теплового навантаження призводить до збільшення діаметрів труб на один–два типорозміри;

- необхідність часткової реконструкції системи електропостачання мікрорайону через збільшення споживаної потужності кожним ІТП через перенесення насосів, які раніше були встановлені в ЦТП (ТРС). В результаті впровадження другого варіанту все дороге, нормально працююче обладнання ЦТП і ТРС стає непотрібним. При цьому експлуатаційні витрати зростають у кілька разів.

В окремих випадках, коли глибина залягання теплотрас значна, доцільно прокладати нові безканалні мережі поверх існуючих каналів без демонтажу старих теплотрас. При цьому можна вибрати нову, більш раціональну конфігурацію мережі. В окремих випадках можливе радіальне прокладання мереж. Найважливішим питанням економічної роботи системи гарячого водопостачання є відновлення циркуляції в мережі. Часто це питання доводиться вирішувати знову, оскільки воно не було вирішене з самого початку. У деяких раніше спроектованих і протягом десятків років діючих системах централізованого гарячого водопостачання, незважаючи на наявність циркуляційного трубопроводу, фактично циркуляції гарячої води не було.

Переваги третього варіанта:

- автономність – гаряча вода є завжди за бажанням споживача;
- економія – повний контроль абонента за витратами на гаряче водопостачання;
- простота монтажу та експлуатації установки для приготування гарячої води;
- самостійне вирішення питання капітальних вкладень власниками квартир. При цьому можливе субсидування частини споживачів;
- значне зниження всіх експлуатаційних витрат на гаряче водопостачання порівняно з першим і другим варіантами.

До недоліків третього варіанта відносяться:

- електропостачальній організації у зв'язку зі збільшенням кількості електричних водонагрівачів необхідно збільшити або перерозподілити свої потужності, а також провести реконструкцію внутрішньо-будинкових і зовнішніх мереж;
- додаткові труднощі виникають у водопостачальних організаціях, оскільки їм потрібно забезпечити майже двократне збільшення подачі холодної води в квартири, як і в другому варіанті, а також виконати перекладку зовнішніх водопроводів;

– у випадку, коли джерелом теплопостачання є теплоелектроцентральною (ТЕЦ), масове відключення споживачів гарячої води призводить до зниження її техніко-економічних показників.

У третьому варіанті перевагою для електропостачальної організації є появлення додаткового споживача. Особливо важливо, що цей новий споживач прагнучиме використовувати електроенергію для нагріву гарячої води в нічний час – у період «провалу» графіків електроспоживання.

Розглядаючи перехід споживачів на автономне квартирне гаряче водопостачання як тенденцію розвитку енергетики, можна бачити в цьому позитивне явище в майбутньому, оскільки перехід на безпосередній електроподігрів води в квартирі підвищує ККД всієї енергосистеми за рахунок зменшення втрат при транспортуванні водяних теплоносіїв.

З трьох розглянутих варіантів реновації систем гарячого водопостачання найбільш техніко-економічно обґрунтованим є перший – повна заміна трубопроводів на нові неметалеві попередньо ізольовані.

Другий варіант – влаштування ІТП в кожному будинку замість одного ЦТП не може розглядатися як рекомендований для масової реновації через необхідність значних додаткових витрат на реконструкцію всіх систем теплопостачання, водопостачання та частково мікрорайону. При цьому значно зростають і експлуатаційні витрати.

Таким чином, віддавши перевагу першому варіанту реновації, замінивши гарячководні та циркуляційні трубопроводи, відновивши та, за необхідності, здійснивши частковий ремонт теплообмінного, насосного обладнання та автоматики на центральному тепловому пункті (ЦТП, ТРС), ми відновлюємо працездатність усієї системи централізованого гарячого водопостачання з мінімальними витратами.

Слід підкреслити, що перший і другий варіанти зберігають навантаження гарячого водопостачання на ТЕЦ. Збереження теплового навантаження гарячого водопостачання на діючому джерелі теплової енергії – ТЕЦ є дуже важливим як для економічної роботи всієї системи теплопостачання, так і для подальшого функціонування самої ТЕЦ як когенераційного джерела тепла. Ще раз варто наголосити, що вибір методів (варіантів) відновлення гарячого водопостачання в Україні є індивідуальним завданням кожного муніципалітету та теплопостачальної організації, яке залежить від результатів дефектування та їх реальних можливостей.

При розв'язанні проблеми реновації систем гарячого водопостачання слід усвідомлювати, що затягування цього процесу змушує населення самостійно переходити до третього варіанту – встановлення електричних бойлерів у квартирах. Такі дії приведуть до свідомої руйнації централізованої системи гарячого водопостачання.

Система теплопостачання – це найскладніша з усіх інфраструктур життєзабезпечення і найбільш затратна та різностороння. Існує безліч напрямків – модернізація систем теплопостачання, утеплення будівель, організаційно-експлуатаційна робота, автоматизація та інші, які можуть дати підвищення енергоефективності.

Необхідно зробити так, щоб усі райони міста і населені пункти мали реальні сучасні регіональні програми розвитку систем і перспективні оптимізовані схеми теплопостачання. Ці програми і схеми повинні бути законом для всіх подальших дій власників джерел тепла, теплопостачальних організацій і споживачів тепла.

Потрібні відповідні законодавчі дії на найвищому рівні. Такі важливі законодавчі документи, як «регіональні програми» або «оптимізовані схеми», повинні розробляти уповноважені державою організації. Так відбувається у всьому цивілізованому світі.

Так було і в Україні до 1990-х років. Такими уповноваженими організаціями були: «Атомтеплопроект», ВНПІ «Енергопром», «Укрінжпроект», а також проєктні містобудівні інститути («Київпроект», «Харківпроект», «Укрміськбудпроект»). Це були організації, що мали повний набір висококваліфікованих спеціалістів.

Основні напрямки та завдання, які повинні бути вирішені в сучасних «регіональних програмах» або «оптимізованих схемах» теплопостачання України:

1. Повна заміна застарілих тепломереж. Необхідно здійснити заміну всіх старих, пошкоджених магістральних та внутрішньоквартальних мереж на попередньо ізольовані труби. Без цієї першочергової реновації будь-які заходи, спрямовані на підвищення ефективності джерел тепла, будуть марними, оскільки всі досягнення будуть втрачатися через витоки теплоносія та неефективну теплогідроізоляцію існуючих трубопроводів.

2. Приведення в відповідність об'єктів-посвідчувачів тепла та джерел тепла. Важливо привести в відповідність потужності та параметри джерел тепла з потребами та характеристиками об'єктів, що споживають тепло. Це вимагає комплексного підходу до модернізації джерел і тепломереж.

3. Максимальне використання існуючих теплоелектроцентралей (ТЕЦ). Для економії та більш ефективного використання ресурсів державі необхідно використовувати всі доступні ТЕЦ, незалежно від їхньої поточної приналежності. Це дозволить ефективніше постачати тепло населеним пунктам, мінімізуючи витрати на будівництво нових джерел тепла.

4. Дотримання розрахункових температурних графіків. Важливо дотримуватися температурних графіків та налаштовувати гідравлічні режими тепломереж і котлів. Це може здаватися елементарним завданням, але на практиці налаштування систем, особливо в умовах нерегульованих

елеваторних вузлів, потребує значної участі робочого персоналу. Налаштування таких систем вимагає комплексного підходу та значних часових і трудових витрат.

5. Установка регулюючих елементів на ІТП (індивідуальні теплові пункти). Реальне налаштування існуючих тепломереж можливе лише за умови установки розрахункових обмежувальних шайб і сопел елеваторів на кожному ІТП. Це кропітка робота, що вимагає висококваліфікованої праці. Однак для більш сучасного та ефективного налаштування необхідно буде замінити нерегульовані елеватори на регульовані або змішувальні насоси та встановити регулятори витрат на кожному вводі.

6. Визначення зон централізованого теплопостачання. Необхідно точно визначити зони централізованого теплопостачання, орієнтуючись на наявність тепломереж та потужностей джерел тепла. У районах, де неможливо подати тепло від діючих централізованих джерел, можна проєктувати індивідуальні (неелектричні) джерела тепла.

Ці заходи допоможуть покращити існуючі системи теплопостачання, підвищити їх енергоефективність та забезпечити більш стабільне і надійне теплопостачання в містах та населених пунктах України.

7. Визначення видів палива, на якому працюватимуть існуючі та нові джерела тепла з реальним обґрунтуванням їхнього виробництва та логістики. Реальний вид палива не може вибиратися фахівцями та розробниками програм, ґрунтуючись на політичних чи екологічних вимогах. Ці вимоги, безумовно, повинні враховуватися, але головним залишається всебічне техніко-економічне обґрунтування виду палива та необхідності реконструкції джерела тепла.

8. Необхідні принципові рішення щодо збереження або ліквідації систем централізованого гарячого водопостачання як найбільш уразливої та найбільш зруйнованої частини системи теплопостачання. При цьому на перше місце у всіх системах теплопостачання, окрім тих, що мають джерела тепла – діючі ТЕЦ, повинна бути поставлена відмова від централізованого гарячого водопостачання з його заміною на децентралізоване квартирне для житлових будинків та індивідуальне для інших об'єктів від електричних ємнісних водонагрівачів. Весь світовий досвід найбільш розвинутих країн свідчить про постійне зростання частки електропостачання, оскільки за всіма показниками капітальних та експлуатаційних витрат електропостачання значно дешевше, якісніше та надійніше за будь-які інші способи приготування, транспортування та споживання тепла.

9. Будь-яка система теплопостачання складається з трьох тісно взаємопов'язаних частин: джерело, теплові мережі, внутрішньобудинкова система. Тому будь-яка регіональна програма обов'язково повинна передбачати реконструкцію внутрішньобудинкових систем опалення з

пристроєм комерційного обліку тепла для кожного споживача. Сучасний стан внутрішньобудинкових систем опалення вимагає повної заміни або реконструкції більше 80 % систем у всіх будівлях.

10. Необхідно розглянути можливість і необхідність реконструкцій ТРС (ЦТП), внутрішньоквартальних тепломереж та абонентських вводів (ІТП) шляхом зміни температурного графіка з параметрів 150–70 °С на параметри 95–70 °С. Зміна температур досягається за допомогою установки підмішуючих насосів на ТРС. Таке зниження температури дає можливість відмовитися від підмішуючих насосів та достатньо складної автоматики в кожному ІТП. У програмі має бути чітко розроблений весь ланцюжок комерційного обліку тепла, включаючи джерела, теплопередавальні станції та споживачів. Програма повинна аналізувати та оцінювати стан експлуатації систем теплопостачання та давати рекомендації щодо його вдосконалення.

Всі рішення, запропоновані в «програмах», включаючи автоматизацію, диспетчеризацію та заміну видів палива, повинні бути розглянуті з точки зору змін в експлуатаційній діяльності через необхідність змін кількості та якості обслуговуючого персоналу.

На мою думку, регіональні програми повинні містити також спеціальний розділ по утепленню існуючих будівель, побудованих у другій половині ХХ століття. Наявність такого розділу в програмі повністю обґрунтована, оскільки втрати тепла через «холодні» будівлі можна порівняти із сумою всіх невиробничих втрат тепла системою теплопостачання.

Враховуючи досвід страшної війни, в регіональних програмах обов'язково повинні бути конкретні заходи, технічні рішення, що передбачають підвищення надійності окремих складових та всієї системи теплопостачання в цілому в екстремальних ситуаціях. Мається на увазі мінімальне забезпечення теплом споживачів при негативних температурах зовнішнього повітря в разі виходу з ладу джерел тепла, теплових мереж та внутрішньобудинкових систем під час ліквідації аварійних ситуацій і руйнувань.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. ДБН В.2.5-39:2008. Інженерне обладнання будинків і споруд. Зовнішні мережі та споруди. Теплові мережі. – Чинний від 2009–01–07. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2009. – 56 с.
2. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010. Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Будівельна кліматологія. – Чинний від 2011–01–11. – Київ : ДП «Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій» (НДІБК), 2010. – 127 с.
3. ДСТУ Б А.2.4-9:2009 Правила виконання робочої документації теплової ізоляції обладнання і трубопроводів. – Чинний від 2009–01–24. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2009. – 13 с.
4. ДБН В.2.6-31:2021. Теплова ізоляція та енергоефективність будівель. – Чинний від 2022–01–09. – Київ : Міністерство розвитку громад та територій України, 2021. – 27 с.
5. ДБН В.2.5-67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціонування. – Чинний від 2014–01–01. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2013. – 149 с.
6. ДБН В.2.5-77:2014. Котельні зі зміною № 1. – Чинний від 2018–01–07. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2022. – 55 с.
7. ДСТУ Б EN 15251:2011. Розрахункові параметри мікроклімату приміщень для проектування та оцінки енергетичних характеристик будівель по відношенню до якості повітря, теплового комфорту, освітлення та акустики. – Чинний від 2013–07–01. – Київ : Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2012. – 71 с.
8. ДСТУ 9191:2022. Теплоізоляція будівель. Метод вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель. Чинний від 2023–01–03. – Київ : Технічний комітет стандартизації ТК 302 «Енергоефективність будівель і споруд», 2022. – 63 с.
9. ДСТУ Н Б В.3.23:2014 Настанова з виконання термомодернізації житлових будинків. Державні будівельні норми. – Чинний від 2015–10–01. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2014. – 71 с.
10. ДСТУ Б В.2.634:2008 Конструкції будинків і споруд. Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією. Класифікація і загальні технічні вимоги. – Чинний від 2009–06–01. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2008. – 50 с.
11. КТМ 204 Україна 24699. Галузева методика нормування витрат палива та відпуск теплової енергії котельнями теплового господарства. – Чинний від 1999–03–01. – Київ : Держбуд України, 1998. – 84 с.
12. ДСТУ Б В.2.5-33:2007 Інженерне обладнання будинків і споруд. Поквартирне постачання житлових будинків з теплогенераторами на газовому палеві з закритою камерою згоряння з колективними димоходами і димоходними системами. Загальні технічні умови. – Чинний від 2007–11–01. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2007. – 26 с.
13. ДСТУ EN 305-2001. Теплообмінники: Визначення експлуатаційних характеристик теплообмінників та загальна методика випробування для встановлення

- експлуатаційних характеристик усіх теплообмінників (EN 305: 1997, IDT). – Чинний від 2003–07–01. – Київ : Держспоживстандарт України, 2001. – 16 с.
14. Про теплопостачання : Закон України № 2633-IV від 02 червня 2005 р. // Відомості Верховної Ради. – 2005, № 28, ст. 373.
 15. Про комерційний облік теплової енергії та водопостачання : Закон України від 22 червня 2017 р. № 182 // Відомості Верховної Ради. – 2017, № 34, ст. 370.
 16. Правила технічної експлуатації теплових установок і мереж: затв. М-вом палива та енергетики України від 14.02.2007 наказ № 71. Зареєстровано у Міністерстві юстиції України 5.03.2007 за № 197/13464. – Чинний з 2007–03–05. – Харків : Форт, 2007 – 176 с.
 17. Про комбіноване виробництво теплової та електричної енергії (когенерацію) та використання скидного енергопотенціалу : Закон України від 05.04.2005 № 2509-IV // Відомості Верховної Ради. – 2005, № 20, ст. 278.
 18. Про енергетичну ефективність : Закон України 1818-IX від 21.10.2021// Відомості Верховної Ради. – 2022, № 2, ст. 8.
 19. Про енергетичну ефективність будівель : Закон України від 22.06.2017 № 2118-VIII // Відомості Верховної Ради. – 2017, № 33, ст. 359.
 20. Методика визначення енергетичної ефективності будівель : Наказ Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово комунального господарства України № 169 від 11.07.2018.
 21. ДСТУ CEN/TR 15459-2:2017 Енергоефективність будівель. Методика економічного оцінювання для енергетичних систем будівель. Частина 2. Пояснення та обґрунтування EN 15459-1. Модуль М1-14 (CEN/TR 15459-2:2017, IDT). – Чинний від 2024–03–01. – Київ : Технічний комітет стандартизації ТК 302 «Енергоефективність будівель і споруд», 2023. – 55 с.
 22. Єнін П. М. Теплопостачання (частина I «Теплові мережі і споруди») : навч. посіб. / П. М. Єнін, Н. А. Швачко. – Київ : Кондор, 2007. – 244 с.
 23. Ковальчук В. А. Теплопостачання : навч. посіб. / В. А. Ковальчук, Т. С. Мацнєва ; Рівн. нац. ун-т водн. госп-ва та природ-ня. – Рівне : НУВГП, 2013. – 300 с.
 24. Пластинчасті теплообмінники в промисловості : монографія [Л. Л. Товажнянський та ін.] ; за заг. ред. Л. Л. Товажнянського; Харків. нац. техн. ун-т «ХПІ». – Харків : НТУ «ХПІ», 2004. – 232 с.
 25. Пластинчасті теплообмінні апарати : монографія / [О. М. Тарадай, О. І. Гуров, Л. М. Коваленко]; за ред. Н. М. Зінгера. – Харків : Прапор, 1995. – 192 с.
 26. Теплозабезпечення великих міст України: поточний стан і напрями модернізації : кол. монографія [М. О. Кизим, Є. І. Котляров, В. Є. Хаустова та ін.]; за ред. М. О. Кизима, Є. І. Котлярова ; Науково-досл. ц-тр інд-них пробл. р-тку НАН України. – Харків : ФОП Лібуркіна Л. М., 2021. – 340 с.
 27. Пирков В. В. Особливості проектування сучасних систем водяного опалення : підручник / В. В. Пирков ; Комп-я «Данфосс». – Київ : П ДП «Такі справи», 2003. – 176 с.
 28. Пирков В. В. Сучасні теплові пункти. Автоматика та регулювання : підручник / В. В. Пирков ; Комп-я «Данфосс». – Київ : П ДП «Такі справи», 2008. – 252 с.
 29. Тарадай О. М. Наукові основи розробки та промислового освоєння пластинчатих теплообмінників у системах теплопостачання : дис. ... д-ра техн.

- наук : 05.23.03 – вентиляція, освітлення і теплогазопостачання / Тарадай Олександр Михайлович ; Харків. держ. техн. ун-т буд-ва та арх-ри. – Харків, 1998. – 302 с.
30. Яременко М. О. Рациональні режими відпуску теплоти централізованими та автономними джерелами при їх сумісному функціонуванні : дис. ... канд. техн. наук : 05.23.03 – вентиляція, освітлення і теплогазопостачання / Яременко Марина Олександрівна ; Харків. нац. ун-т буд-ва та арх-ри. – Харків, 2012. – 155 с.
 31. Кириленко І. Г. Сумісна робота високотемпературних та низькотемпературних джерел тепла на єдину теплову мережу : дис. ... канд. техн. наук : 05.23.03 – вентиляція, освітлення і теплогазопостачання / Кириленко Ірина Георгіївна ; Харків. нац. ун-т буд-ва та арх-ри. – Харків, 2014. – 140 с.
 32. Чернокрилюк В. В. Підвищення ефективності роботи теплогенераторів малої потужності на різних видах палива : дис. ... канд. техн. наук : 05.23.03 – вентиляція, освітлення і теплогазопостачання / Чернокрилюк Володимир Васильович ; Харків. нац. ун-т буд-ва та арх-ри. – Харків, 2015. – 190 с.
 33. Фоміч С. В. Міська система централізованого гарячого водопостачання з вакуумною деаерацією : дис. ... канд. техн. наук : 05.23.03 – вентиляція, освітлення і теплогазопостачання / Фоміч Сергій Володимирович ; Харків. нац. ун-т буд-ва та арх-ри. – Харків, 2018. – 140 с.
 34. Малявина О. М. Прогнозування надійності трубопроводів розподільних теплових мереж статистичними методами : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.23.03 – вентиляція, освітлення та теплогазопостачання / Малявина Ольга Миколаївна ; Харків. держ. акад. міськ. госп-ва. – Харків, 2013. – 24 с.
 35. Urban renovation of the hot water supply system / O. Taraday, S. Fomich, O. Gvozdetzkiy// Reliability and Durability of Railway Transport Engineering Structures and Buildings : 6th International Scientific Conference. – Transbud 2017, Kharkiv (Ukraine), 2017 yr., 19–21 April, Kharkiv (Ukraine), 2017. – Vol. 116. – P. 1–7.
 36. Taraday O. Modern Heating Systems for Multi-Story Residential Buildings / O. Taradai, V. Bugai, O. Gvozdetzskii, Y. Burda, S. Diachenko // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. – 2024. Vol. 1376. – P. 1–11.
 37. Комбіновані системи тепlopостачання з поновлюваними джерелами тепла / О. Редько, О. Тарадай, В. Чернокрилюк, Є. Єсін // Енергозбереження. Енергетика. Енергоаудит. – 2014. – № 10 (129). – С. 42–46.
 38. Тарадай О. М. Вибір базисного періоду для стичного моделювання нерівномірності водоспоживання / О. М. Тарадай, О. В. Гвоздецький, С. В. Фоміч // Збірник наукових праць Українського державного університету залізничного транспорту. – № 174. – 2017. – С. 18–27.
 39. Причини масових відмов систем централізованого гарячого водопостачання / О. М. Тарадай, С. В. Фоміч, Є. С. Єсін, М. М. Болотських // Науковий вісник будівництва : наук.-техн. зб. / Харків. нац. ун-т буд-ва та арх-ри. – Харків : ХНУБА, 2017. – Вип. 1 (87). – С. 188–191. – (Серія: Будівництво).
 40. Тарадай О. М. Дослідження динаміки зміни споживання гарячої води населенням / О. М. Тарадай, С. В. Фоміч, В. Б. Поволочко // Науковий вісник

- будівництва : наук.-техн. зб. / Харків. нац. ун-т буд-ва та арх-ри. – Харків : ХНУБА, 2017. – Вип. 2 (88). – С. 203–206. – (Серія: Будівництво).
41. Аналіз роботи систем обліку витрати теплової енергії в Харківському регіоні / О. Ф. Редько, О. М. Тарадай, І. Г. Кириленко, М. О. Яременко // Науковий вісник будівництва : наук.-техн. зб. / Харків. держ. техн. ун-т буд-ва та арх-ри. – Харків : ХДТУБА, 2008. – Вип. 46. – С. 233–241. – (Серія: Будівництво).
 42. Централізоване поквартирне опалення з регулюванням та комерційним обліком відпуску тепла / О. М. Тарадай, Л. Л. Покровський, О. Ф. Редько, М. О. Яременко // Вентиляція, освітлення та теплогазопостачання : зб. наук. праць / Київ. нац. ун-т буд-ва та арх-ри. – Київ : КНУБА, 2010. – Вип. 14. – С. 36–42.
 43. Тарадай О. М. Можливості зниження аварійності мереж централізованого гарячого водопостачання шляхом деаерації води / О. М. Тарадай, С. В. Фоміч, П. М. Гламаздін // Вентиляція, освітлення та теплогазопостачання : зб. наук. праць / Київ. нац. ун-т буд-ва та арх-ри. – Київ, № 19. – 2016. – С. 117–124.
 44. Основні напрями модернізації систем теплопостачання для вирішення завдання зниження споживання природного газу в Україні / О. М. Тарадай, М. О. Яременко, В. В. Чорникрилюк, Є. С. Єсін // Науковий вісник будівництва : наук.-техн. зб. / Харків. нац. ун-т буд-ва та арх-ри. – Харків : ХНУБА, 2014. – Вип. 3 (77). – С. 120–123. – (Серія: Будівництво).
 45. Робота централізованої системи гарячого водопостачання з баками акумуляторами / О. М. Тарадай, С. В. Фоміч, В. С. Бугай // Науковий вісник будівництва : наук.-техн. зб. / Харків. нац. ун-т буд-ва та арх-ри. – Харків : ХНУБА, 2017. – Вип. 4 (90). – С. 211–215. – (Серія: Будівництво).
 46. Поквартирна децентралізація систем теплопостачання існуючих багатоповерхових житлових будинків на базі діючих джерел теплоти / О. М. Тарадай, С. В. Фоміч, В. С. Бугай, Є. Д. Шахненко // Науковий вісник будівництва : наук.-техн. зб. / Харків. нац. ун-т буд-ва та арх-ри. – Харків : ХНУБА, 2017. – Вип. 3(89). – С. 166–172. – (Серія: Будівництво).
 47. Значне зниження витрат палива шляхом впровадження сучасних методів реновації абонентів / О. М. Тарадай, М. О. Яременко, С. В. Фоміч, Є. С. Єсін // Науковий вісник будівництва : наук.-техн. зб. / Харків. нац. ун-т буд-ва та арх-ри. – Харків : ХНУБА, 2016. – Вип. 1 (83). – С. 158–161. – (Серія: Будівництво).
 48. Reconstruction of heating systems of existing residential buildings by means of equipping apartment heating systems with heat meters / O. Taraday, O. Sigal, V. Bugai, N. Pavliuk, Y. Shakhnenko // Науковий вісник будівництва : наук.-техн. зб. / Харків. нац. ун-т буд-ва та арх-ри. – Харків : ХНУБА, 2019. – Вип. 3 (97). – С. 70–74. – (Серія: Будівництво). DOI: 10.29295/2311–7257–2019–97–3–70–74.
 49. Математичне обґрунтування підходу до оплати за послуги теплопостачання під час термомодернізації житлових будинків / О. М. Тарадай, Н. Г. Ланцберг, В. С. Бугай, С. В. Фоміч // Енергоефективність в будівництві та архітектурі : наук.-техн. зб. / Київ. нац. ун-т буд-ва та арх-ри. – Київ : КНУБА, 2017. – Вип. 9. – С. 232–237.
 50. Economic dependence of the consumer on the feasibility to regulate the heat supply system / O. Taradai, V. Bugai, O. Gvozdetskyi, S. Diachenko // Industrial machine

- building civil engineering : наук. вісн. / Полтав. нац. техн. ун-т ім. Ю. Кондратюка. – Полтава, 2022. – Вип. 2 (59). – С. 52–57. – (Серія: Будівництво та цивільна інженерія).
51. The possibility of combined regulation of heat supply systems as the basis of energy efficiency / O. Taradai, V. Bugai, O. Gvozdetskyi, S. Diachenko // Industrial machine building civil engineering : наук. вісн. / Полтав. нац. техн. ун-т ім. Ю. Кондратюка. – Полтава, 2022. – Вип. 1 (58). – С. 74–81. (Серія: Будівництво та цивільна інженерія).
52. Досвід поетапного переобладнання загальнобудинкової вертикальної системи опалення в поквартирну горизонтальну / О. М. Тарадай, В. С. Бугай, О. В. Гвоздецький, С. В. Дяченко // Збірник наукових праць Українського державного університету залізничного транспорту. – Харків : 2023. – № 206. – С. 53–62. – (Серія: Теплоенергетика).
53. Реконструкція систем опалення житлових будинків зі збереженням діючих джерел теплоти / О. М. Тарадай, М. О. Яременко, Н. Ю. Павлюк, С. В. Дяченко // Thermophysics and Thermal Energy Engineering. Інститут технічної теплофізики НАН України – Київ, 2024. – Вип. 2(46). С. 83–91. – (Серія: Комунальна та промислова енергетика, відновлювана енергетика, енергоефективність).
54. Analysis the actual application of boiler houses using different types of fuel / O. Taradai // Science and society: modern trends in a changing world : 8th International scientific and practical conference – 2024, Vienna (Austria), 2024 yr., 8–10 July. – Vienna (Austria), 2024. – P. 56–60.
55. Тарадай О. М. Аналогово-диференційований метод розрахунків тарифів на опалення житлових будинків / О. М. Тарадай, М. О. Яременко, Є. С. Єсін // Науковий вісник будівництва : наук.-техн. зб. / Харків. нац. ун-т буд-ва та арх-ри. – Харків : ХНУБА, 2015. – Вип. 3 (81). – С. 151–154. – (Серія: Будівництво).
56. Тарадай О. М. Спеціальний курс з теплопостачання [Електрон. ресурс] : конспект лекцій для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти всіх форм навчання зі спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія, галузі знань 19 – Архітектура та будівництво, освітня програма «Цивільна інженерія») / О. М. Тарадай, О. В. Гвоздецький, С. В. Дяченко ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2025. – 189 с. – Режим доступу: <https://eprints.kname.edu.ua/68006/>, вільний (дата звернення: 29.04.2025). – Назва з екрана.

Наукове видання

ТАРАДАЙ Олександр Михайлович

ТЕПЛОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

МОНОГРАФІЯ

Відповідальний за випуск *Ю. І. Чайка*

Комп'ютерне верстання *С. В. Дяченко*

Підп. до друку 25.04.2025. Формат 70×100/16.
Ум. друк арк. 23,7. Обл.-вид. арк. 18,27. Тираж 200 пр.
Зам. № ЗВ-0000420.

Видавець:

Харківський національний університет
міського господарства імені О. М. Бекетова,
вул. Чорноглазівська (Маршала Бажанова), 17, Харків, 61002.
Електронна адреса: office@kname.edu.ua
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:
ДК № 5328 від 11.04.2017.

Виготовлено ФОП «Чужовська З. В.»
вул. Шахтарська, 5, Київ 04074, Україна

