

Г.С. Ратушняк, Г.С. Попова

**ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ
ТА ЕКСПЛУАТАЦІЯ СИСТЕМ
ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ**

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Вінницький державний технічний університет

Г.С. Ратушняк, Г.С. Попова

**ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ
ТА ЕКСПЛУАТАЦІЯ СИСТЕМ
ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ**

Затверджено Ученою радою Вінницького державного технічного університету як навчальний посібник для студентів спеціальності “Теплогазопостачання та вентиляція”. Протокол № 13 від 4 липня 2002 р.

Вінниця ВДТУ 2002

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Вінницький державний технічний університет

Г.С. Ратушняк, Г.С. Попова

**ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ
ТА ЕКСПЛУАТАЦІЯ СИСТЕМ
ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ**

Навчальний посібник

Всі цитати, цифровий, фактичний
матеріал та бібліографічні відомості
перевірені
Написання одиниць відповідає
стандартам

Зауваження рецензентів враховані

Автори: Г.С. Ратушняк
Г.С. Попова

Вимогам, які пред'являються
до інструктивно-методичної
літератури відповідає.
До друку і в світ дозволяю на
основі § 2 п. 15 "Єдиних пра-
вил..."

Проректор з навчальної та
науково-методичної роботи

_____ В.О. Леонт'єв

Затверджено на засіданні
кафедри ТГП
Протокол № від 2002 р.
Зав. кафедрою ТГП

Вінниця ВДТУ 2002

ББК 38.6-05
УДК 728.1
Р25

Р е ц е н з е н т и :

Пономарчук А.Ф., доктор технічних наук, професор (ВДТУ)

Ткаченко С.Й., доктор технічних наук, професор (ВДТУ)

Корженко Є.С., кандидат технічних наук, заступник начальника територіального Управління Вінницької обласної інспекції енергозбереження

Рекомендовано до видання Ученою радою Вінницького державного технічного університету Міністерства освіти і науки України

Ратушняк Г.С., Попова Г.С.

Р 25 Енергозбереження та експлуатація систем тепlopостачання.

/Навчальний посібник. – Вінниця: ВДТУ, 2002. – 120 с.

Наведені шляхи розв'язання питання енергозбереження в житловому будівництві, в промисловості та в системах ТГПіВ, а також основні питання експлуатації систем тепlopостачання. Даний матеріал буде корисним для студентів спеціальності теплогазопостачання і вентиляція а також для проектувальників і експлуатаційників даних систем.

ББК 38.6-05
УДК 728.1

© Г.С. Ратушняк, Г.С. Попова, 2002

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

Ратушняк Георгій Сергійович – професор кафедри теплоенергетики та газопостачання та інженерного забезпечення будівництва, кандидат технічних наук є автором понад 180 опублікованих наукових та навчально-методичних робіт, в тому числі 22 винаходів. На основі 30-річного науково-педагогічного досвіду підготував і опублікував 45 навчально-методичних посібників, серед яких 7 навчальних посібників для студентів вузів будівельних спеціальностей.

Наукові інтереси Ратушняка Г.С. направлені на розробку енерго- й ресурсозберігаючих технологій, методологій й технічних засобів з раціонального використання природного середовища в результаті антропогенної діяльності. Займається вирішенням проблеми педагогіки, що пов'язана з активізацією пізнавальної діяльності студентів шляхом впровадження прогресивних технологій навчання. Лауреат першої міністерської премії “За досягнення в навчально-виховній та науково-педагогічній роботі” та обласної педагогічної премії. Є дійсним членом Академії будівництва України, професором Міжнародної Кадрової Академії.

Попова Галина Сергіївна – старший викладач кафедри теплоенергетики та газопостачання і інженерного забезпечення будівництва є автором більше 20 опублікованих наукових та навчально-методичних робіт, в тому числі 2 навчальних посібників. Приділяє значну увагу впровадженню в навчальний процес прогресивних технологій навчання, що базуються на використанні сучасних досягнень науки й техніки.

Навчальне видання

Георгій Сергійович Ратушняк
Галина Сергіївна Попова

ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЯ СИСТЕМ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ

Навчальний посібник

Оригінал-макет підготовлено авторами

Редактор В.О. Дружиніна

Навчально-методичний відділ ВДТУ
Свідоцтво Держкомінформу України
серія ДК № 746 від 25.12.2001
21021, м. Вінниця, Хмельницьке шосе, 95, ВДТУ

Підписано до друку

Гарнітура Times New Roman

Формат 29,7×42¹/₄ Папір офсетний
Друк різнографічний Ум. друк. арк.
Тираж 100 прим.
Зам №

Віддруковано в комп'ютерному інформаційно-видавничому центрі
Вінницького державного технічного університету
Свідоцтво Держкомінформу України
серія ДК № 746 від 25.12.2001
21021, м. Вінниця, Хмельницьке шосе, 95

ЗМІСТ

Передмова	5
1 Сучасний стан та перспективи розвитку енергозбереження в будівлях та системах ТГПіВ	6
1.1 Стан енергозбереження у світовій практиці	6
1.2 Структура державних органів, які займаються енергозбереженням, та їх задачі	7
1.3 Напрямки розв'язання проблеми “Енергозбереження в будівництві” України	9
1.4 Напрямки програми реформування і розвитку житлово-комунального господарства з енергозбереження	13
2 Енергозбереження в житловому будівництві та в системах ТГПіВ . . .	16
2.1 Джерела втрат теплової енергії	16
2.2 Теплова ізоляція стін	16
2.3 Теплоізоляція покрівлі	20
2.4 Підвищення теплоізоляційних якостей вікон	21
2.5 Можливості модернізації систем ТГПіВ	24
2.6 Системи регулювання	24
2.6.1 Використання різних систем регулювання	26
2.6.2 Центральне регулювання	26
2.6.3 Індивідуальне регулювання	28
2.7 Радіаторні екрани	31
2.8 Кабельна система опалення	32
2.9 Облік теплової енергії	32
2.10 Шляхи зниження витрат теплової енергії на опалення	35
2.11 Методика розрахунку використання енергії	37
3 Енергозбереження в промисловості	41
3.1 Державна політика з енергозбереження в промисловості	41
3.2 Теплове обладнання	43
3.2.1 Системи спалювання палива	43
3.2.2 Пальники	43
3.2.3 Печі	45
3.2.4 Установки виробництва пари	46
3.2.5 Котли	47
3.3 Системи стислого повітря	48
3.4 Система газозабезпечення	49
3.5 Системи вентиляції	50

4	Поновлювальні джерела енергії	53
4.1	Сонячна радіація	53
4.2	Теплові насоси	56
4.3	Біогаз у побуті	58
4.4	Природні джерела енергії	60
4.4.1	Грунтова вода	60
4.4.2	Енергія вітру	62
4.4.3	Термальні ресурси Землі	63
5	Експлуатація зовнішніх систем теплопостачання	65
5.1	Сучасний стан та перспективи розвитку експлуатації систем теплопостачання	65
5.2	Структура служби експлуатації систем теплопостачання	67
5.3	Загальні принципи організації технічної експлуатації інженерних систем	68
5.4	Технічний нагляд і приймання теплових мереж в експлуатацію	70
5.5	Пуск систем теплопостачання	73
5.6	Технічне обслуговування теплових мереж	78
5.6.1	Обслуговування теплових мереж	78
5.6.2	Випробування теплових мереж	81
5.6.3	Ремонт теплових мереж	85
5.7	Налагодження теплових мереж	94
5.7.1	Основні вимоги до налагодження теплових мереж	94
5.7.2	Налагодження режиму відпускання тепла	95
5.7.3	Пускове налагоджування	98
5.7.4	Гідравлічні режими теплопроводів і паропроводів	99
5.7.5	Налагодження теплових пунктів і місцевих систем	99
6	Захист теплових мереж від корозії	103
6.1	Захист теплових мереж від внутрішньої корозії	103
6.2	Захист теплових мереж від зовнішньої корозії	105
	Література	115
	Додатки	116

Передмова

В нашій державі останнім часом приділяється суттєва увага регулюванню енергозбереження в житлово-цивільному будівництві. Встановлено, що Україна тільки на 43% може забезпечити потреби в паливі за рахунок своїх національних ресурсів. Промисловість щорічно непродуктивно витрачає біля 3 млрд. кВт.год електричної та 6 млн. Гкал теплової енергії. Питома вага затрат енергії на одиницю національного прибутку перевищує європейський рівень вдвічі. Втрати паливно-енергетичних ресурсів в комунально-побутовій сфері досягають 50...60%.

Єдиний шлях стабілізувати стан енергоспоживання в Україні – це енергозбереження до 43...47% всього енергоспоживання. Зменшити витрати енергоресурсів в комунально-побутовому секторі можна за рахунок застосування по квартирних систем опалення, запровадження новітніх технологій модернізацій та реновації індивідуальних систем енергопостачання, встановленні надійних приладів обліку тепло енергії, води та газу. Адже витрати на купівлю або видобуток однієї тонни органічних енергоресурсів більш ніж у двічі перевищують затрати на заходи, що спрямовуються на економію однієї тонни умовного палива.

Неосвоєним джерелом енергії є відновлювальні місцеві енергоресурси, потенціал яких досягає понад 100 млн. т. умовного палива. Використання таких енергоресурсів становить щорічно лише 0,02%.

В навчальному посібнику дається характеристика сучасного стану та перспектив енергозбереження в будівлях та в системах теплогазопостачання і вентиляції, викладені сучасні шляхи енергозбереження в житловому будівництві і промисловості. Розглядаються питання енергозбереження за рахунок поновлювальних джерел енергії, експлуатації зовнішніх систем теплопостачання та захист теплових мереж від корозії.

При викладенні матеріалу навчального посібника використані сучасна нормативна база України, результати наукових досліджень та практичний досвід проектування й експлуатації систем теплопостачання. Матеріал посібника враховує специфіку програм дисциплін, що вивчаються при підготовці фахівців із спеціальності “Теплогазопостачання і вентиляція” й призначений для активізації самостійної роботи студентів.

Автори щиро вдячні рецензентам за поради та зауваження, врахування яких сприяло покращанню змісту даного навчального посібника, а також співробітникам обчислювального центру Грицун Л.В. та Франишин Т.О. за комп'ютерний набір та верстку.

1 СУЧАСНИЙ СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ В БУДІВЛЯХ ТА СИСТЕМАХ ТГПІВ

1.1 Стан енергозбереження у світовій практиці

Енергозбереження - це процес, який дає можливість скоротити потреби в паливно-енергетичних ресурсах /ПЕР/ а також забезпечити максимальну ефективність їх використання.

Питання енергозбереження вперше зайняло суттєве місце серед західних країн світу на початку енергетичної кризи /1972 р./. Кризові наслідки 1973 та 1979-1980 років призвели до збільшення цін на нафту, природний газ й вугілля. Енергетичні кризи стимулювали у всьому світі прийняття та реалізацію національних та регіональних програм енергозабезпечення. За рахунок реалізації цих програм питомі втрати ПЕР на виробництво продукції зменшилися на 20-40%, а також було знижено абсолютний рівень споживання палива. Так, втрати енергії на місцеві системи опалення в країні Європейської співдружності Данії на 1м² площі, яка опалюється, зменшилося з 1972 року на 45%. Це стало можливим за рахунок розв'язання питання енергозбереження в існуючих будівлях та системах ТГПіВ /теплогазопостачання і вентиляції/, підвищення вимог до нових будинків і більш ефективної передачі енергії.

За останні роки ціни на ПЕР стабілізувалися, але реалізація програми енергозбереження отримала статус однієї з найважливіших державних програм у високорозвинутих країнах /США, Японії, Англії, Німеччини та інших/. Майже всі розвинуті країни прийняли відповідні законодавчі акти і створили державні та регіональні органи з управління та стимулювання заходів енергозбереження і пов'язаних з ними питань охорони навколишнього середовища. Так, наприклад, вся діяльність держави з питань енергозбереження у Німеччині здійснюється за “Законом економії енергії”, у Японії – на основі “Закону про раціональне використання енергії”, у США за “Законом про чисте повітря”.

Україна відноситься до держав, які задовольняють свої потреби в ПЕР за рахунок власного їх видобування приблизно на 50%. Добування власних ПЕР здійснюється в складних гірничо-геологічних умовах, що робить їх неконкурентоспроможними з імпортованими ПЕР. Це в першу чергу відноситься до добування нафти і газу.

Ефективність використання ПЕР в економіці України дуже низька. Енергоємність валового внутрішнього продукту вдвічі вища, ніж в промислово розвинутих країнах і продовжує зростати.

В серпні 1994 р. Верховною Радою України було прийнято закон про енергозбереження. В черні 1995 р. був підписаний наказ про створення Державного комітету з енергозбереження.

З метою аналізу існуючого стану і підвищення ефективності енергозбереження в Україні у 1996 р. розроблена комплексна державна програма

енергозбереження /КДПЕ/. Програма КДПЕ призначена для практичного використання на підприємствах, в господарствах, на місцевому, галузевому та державному рівнях. Вона містить найважливіші заходи з питань енергозбереження, які дають вагомий народногосподарський ефект.

На період 1996-2000 рр. програмою КДПЕ прогнозувалося завершення економічного спаду в Україні. За рахунок використання найбільш ефективних і недорогих заходів з енергозбереження в Україні передбачалася економія паливно-енергетичних ресурсів в об'ємі 39 млн. тонн палива в умовному обчисленні. Але, як показує аналіз, економія палива очікується в кількості 12 млн. тонн, або 30% від об'єму, який прогнозувався. Це пов'язано з економічною кризою України, значним зростанням цін на ПЕР, більшість з яких імпортується.

Другий етап Програми передбачає забезпечення економії ПЕР за рахунок використання якісного обліку втрат всіх видів енергоресурсів.

Третій етап програми, який розрахований до 2010 року, потребує значних капітальних вкладень на створення виробництва з використанням нових енергоефективних технологій, відмови від виробництва неефективної, з точки зору витрат енергоресурсів, продукції, створення ефективного механізму економічного впливу на політику енергозбереження.

1.2 Структура державних органів, які займаються енергозбереженням, та їх задачі

Державним органом виконавчої влади, який підпорядкований Кабінету Міністрів України, є Державний комітет України з питань енергозбереження /Держкоменергозбереження України/. Він здійснює державне управління в сфері енергозбереження, забезпечує проведення єдиної державної політики в цій сфері та підвищення ефективності роботи з раціонального використання й економної витрати паливноенергетичних ресурсів, координує діяльність міністерств і відомств з питань енергозбереження і діяльність підприємств, які входять в сферу їх управління.

Комітет узагальнює практику використання законодавства з питань, які знаходяться в його компетенції, розробляє і виносить на розгляд Президента України, Кабінету Міністрів України пропозиції по вдосконаленню законодавства. В рамках своїх повноважень комітет організовує виконання актів законодавства України та здійснює систематичний контроль за їх реалізацією.

Основними задачами Держкоменергозбереження є:

- проведення єдиної державної політики в системі енергозбереження, розроблення механізму її реалізації;
- визначення основних напрямків державної політики в області стандартизації енергозбереження і нормування втрат паливно-енергетичних ресурсів, контроль за виконанням цих нормативів;

- участь в розробленні загальнодержавної енергетичної програми і програм розвитку галузей паливно-енергетичного комплексу, контроль їх реалізації в частині енергозбереження;

- проведення заходів для підвищення енергоефективності в усіх галузях народного господарства, соціальної сфери і побуту;

- забезпечення пріоритетності вимог енергозбереження в процесі господарської, управлінської та інших діяльностей, що пов'язані з добуванням, переробкою, транспортуванням, збереженням, виробництвом і використанням паливно-енергетичних ресурсів;

- організація і проведення державної експертизи з питань енергозбереження.

З метою забезпечення раціонального і ефективного використання газу при Держкомнафтогазі створено Державну інспекцію з ефективного споживання газу /Держгазінспекція/, основною задачею якої є здійснення контролю за раціональним та ефективним використанням газу як палива і сировини на підприємствах. Формою контролю є обстеження підприємств з проведенням замірів /інструментальних/ роботи використовуваного обладнання.

Контроль за раціональним використанням електричної та теплової енергії у споживачів, незалежно від їх відомчої приналежності і форм власності, здійснюється органами Державного енергетичного нагляду України. В систему органів Державного енергетичного нагляду входить:

- головна державна інспекція з енергетичного нагляду;

- структурні підрозділи державного енергетичного нагляду, які знаходяться в енергетичних організаціях Міністерства енергетики та електрифікації України.

В структурі Міністерства енергетики та електрифікації України створено Національний центр енергозбереження України. Основними напрямками діяльності цієї організації є:

- розроблення і запровадження методів і засобів контролю за станом енергозбереження при виробництві, транспортуванні та використанні теплової і електричної енергії;

- участь в розробленні національної програми з енергозбереження;

- розроблення показників ефективності використання електричної та теплової енергії.

В рамках цієї організації створюється служба енергетичного аудиту, відділ маркетингу, відділ реклами енергозбереження.

Базовою організацією Національного комітету України з нових та поновлювальних джерел енергії та енергозбереження є інститут Проблем енергозбереження Національної Академії Наук України, який працює за такими напрямками:

- міжгалузеві і національні проблеми паливно-енергетичного комплексу;

- розроблення національної стратегії, концепції і програми розвитку енергетики та енергозбереження, які враховуючи питання державної енергетичної політики;
- законодавче, нормативно-технічне, інформаційне і програмно-інструментальне забезпечення енергозбереження;
- створення нових і вдосконалення існуючих енергозберігаючих технологій, обладнання та приладів;
- нетрадиційна енергетика та поновлювані джерела енергії;

В інституті Київ ЗНПЕП з 1994 року працює Центр енергозбереження в житлово-громадському будівництві, в якому готуються нові нормативи енергозбереження в будинках, ведеться науково-дослідницька та проектно-конструкторська робота, що спрямована на впровадження в будівництво енергозберігаючих технологій.

1.3 Напрямки розв'язання проблеми “Енергозбереження в будівництві” України

В Україні значні витрати паливно-енергетичних ресурсів при експлуатації житлового фонду. Сьогодні на одного мешканця в рік на утримання житла витрачається 1,3...1,4 т умовного палива, а на опалення 100 м² загальної площі житлових будинків в рік витрачається приблизно 5,6...8,7 т умовного палива. В розрахунку на 1 м² загальної площі на теплопостачання житла в Україні витрачається в 1,5 разу більше енергоресурсів, ніж в США і в 2,5...3,0 рази більше, ніж в Швеції.

В усіх технічно розвинутих країнах протягом останньої чверті віку переглянуті вимоги нормативних документів до рівня теплозахисту будинків, які збільшуються з кожною новою редакцією. За кордоном проблема енергозбереження розв'язується комплексно, за рахунок зниження енергоспоживання всіх побудованих, та тих, що будуються, будинків. Найбільш високих результатів досягають при підвищенні теплозахисних якостей всіх зовнішніх захищень будинків: стін, покриттів, перекриттів, заповнень світлових прорізів. Такий підхід закріплений нормативами. За рахунок енергозбереження за останні 10...25 років у розвинутих країнах досягнуто зменшення енергоспоживання на експлуатаційні потреби будинків на 20%.

В колишньому СРСР і в Україні також нормативним шляхом робили спробу скорочення тепловитрат під час будівництва будинків. Спочатку для цього використовувались коефіцієнти, які підвищували необхідний опір теплопередачі. Далі здійснювався перехід до економічної оцінки теплозахисних властивостей захисних конструкцій за критерієм приведених затрат. Але це значних результатів не принесло. Тому виникла задача, для реалізації якої розроблена науково-технічна програма “Енергозбереження в будівництві”. Основною задачею цієї програми є зміни нормативної бази з метою підвищення теплозахисних якостей житлових будинків, переведення будівельної індустрії, крупнопанельного, блочного та цегляного бу-

дівництва на використання енергоефективних багатошарових конструкцій зовнішніх стін із щільних теплоізоляційних матеріалів, виробництво необхідної їх кількості.

За період до 2000 р. виконана така робота:

- переглянута номенклатура житлових будинків, цивільних будинків і вилючені з використання морально застарілі, енергозатратні, які не відповідають тепловим вимогам, типові проекти;

- для проектів, які рекомендуються для використання, затверджені та використані технічні рішення теплоспоживних захисних конструкцій;

- для можливості використання прийнятих конструктивних рішень затверджена і використовується Програма розвитку виробництва ефективних теплоізоляційних матеріалів і виробів для утеплення стін і трубопроводів теплових мереж;

- Київ ЗНПЕПом затверджені і введені в дію нові, значно наближені до сучасного закордонного рівня нормативи опору теплопередачі захисних конструкцій (табл. 1.1), обов'язкові для проектування нових і реконструкції існуючих житлових і громадських будинків (наказ Мінбудархітектури України від 23 грудня 1993 р. за № 247);

- введені в дію нові нормативи питомого теплоспоживання всіх видів будинків, або контрольні показники питомих втрат тепла на опалення 1 м^2 загальної площі, Вт/м^2 , що дає можливість оцінювати теплову ефективність будинків в цілому ще на стадії розробки проектів і широко використовується в практиці експертних органів;

- затверджена і поетапно реалізується галузева науково-технічна програма “ Енергозбереження в житлово-цивільному будівництві”.

Враховуючі різні кліматичні умови територія України диференційовано розділена на 4 кліматичні зони (табл. 1.2)

Введення цих нормативів забезпечує зниження втрат тепла через стіни в 2...2,5 рази, а через вікна - в 1,3...1,6 рази.

При розробці проектів житлових та громадських будинків показники опору теплопередачі конструкції стін і вікон не можуть бути нижче нормативних. Нові нормативи термічного опору захисних конструкцій чітко зорієнтовані на використання багатошарових зовнішніх стін, а також ефективних кладок з дрібних блоків й цегли із засипкою різними утеплювачами та інших рішень.

На Україні лише 15% потужностей будівельних комбінатів випускають житлові будинки з тришаровими стіновими панелями, в той час, як у Швеції – 80%, в Данії – 60%, Норвегії – 100%.

Значні тепловтрати, до 40%, несуть недосконалі конструкції вікон. Тому потрібно запроваджувати прогресивні теплозахисні вікна, які підвищують опір теплопередачі в 2,5...3 рази (табл. 1.3).

Таблиця 1.1 - Нормативи опорів теплопередачі зовнішніх конструкцій житлово-громадських будинків і споруд нового будівництва, реконструкції і капітального ремонту

Захисні конструкції	Нормативні значення опорів теплопередачі захисних конструкцій, (м ² °C)/Вт			
А. Нове будівництво				
1 Крупнопанельні, монолітні та об'ємно-блочні з утепленням: а) з полімерних матеріалів б) з мінераловати або інших матеріалів	2,5 2,2	2,4 2,1	2,2 1,9	2,0 1,8
2 Блочні: а) з ніздрюватого бетону б) з пористим заповнювачем	2,0 1,8	1,9 1,7	1,7 1,5	1,5 1,3
3 Цегляні з керамічних каменів та дрібних блоків: а) повнотілі з утепленням б) багатошлітинні	2,2 1,6	2,1 1,5	1,9 1,4	1,7 1,2
Покриття і перекриття				
4 Покриття і перекриття горищ (окрім “теплих”)	2,7	2,5	2,4	2,0
5 Перекриття над проїздами і холодними підвалами, які спілкуються з зовнішнім повітрям	3,0	2,9	2,4	2,2
6 Перекриття над підвалами, які не опалюються: а) зі світловими прорізами в стінах б) без світлових прорізів в стінах	2,5 2,3	2,4 2,2	2,2 2,0	2,0 1,8
Вікна і балконні двері	0,5	0,42	0,42	0,39
Б. Реконструкція, капітальний ремонт				
1 Зовнішні стіни	2,2	2,1	1,9	1,7
2 Покриття і перекриття горищ	2,5	2,4	2,2	2,0
3 Перекриття на проїздами і підвалами	Як для нового будівництва			
4 Вікна і балконні двері	Як для нового будівництва			

Таблиця 1.2 - Поділ території України на температурні зони

Температурні зони	Кількість градусодіб (г.-д.)	Географічний район (область України)
I зона	>3501	Рівненська, Тернопільська, Хмельницька, Житомирська, Вінницька, Київська, Чернігівська, Черкаська, Кіровоградська, Полтавська, Сумська, Харківська, Донецька, Волинська
II зона	3001-3500	Львівська, Івано-Франківська, Чернігівська, Дніпропетровська, Запорізька
III зона	2501-3000	Закарпатська, Одеська, Миколаївська, Північна частина Автономної республіки Крим
IV зона	<2500	Південна частина Автономної республіки Крим

Таблиця 1.3 – Витрати тепла за рахунок проникнення повітря через вікна

Кратність повітрообміну	Оцінка інфільтрації	Річні втрати	
		Тепла, ГДЖ	Мазуту, кг
0,5	мінімальна	5,2	181
1,0	допустима	10,4	262
1,5	надмірна	15,6	393
2,0	шкідлива	20,8	524

Новими нормативами також підвищуються теплозахисні якості конструкцій перекриттів над підвалами, проїздами, а також покрить. Конструкції будівель, які опалюються з температурою до 18°C, і повинні мати опори теплопередачі не більші за приведені в таблиці (табл. 1.4).

Таблиця 1.4 - Опори теплопередачі (R) для конструкцій будинків, які опалюються

Конструкції	R, м ² °C/Вт
1 Зовнішні стіни з питомою вагою матеріалу не менше 100 кг/м ³	5
2 Зовнішні стіни з питомою вагою матеріалу більше 100 кг/м ³ і стіни підвалів	3,3
3 Стіни між приміщеннями, які опалюються і які не опалюються	2,5
4 Підлога над підвалом, перекриття між приміщенням і неопалюваним горищем	5
5 Горище, конструкції даху	6,3
6 Вікна, зовнішні двері, світлові ліхтарі, скляні стіни	0,48

Другий важливий напрямок економії енергоресурсів – це удосконалення систем інженерного забезпечення будинків. Ця робота включає в себе розроблення прогресивних технічних рішень з децентралізації теплопостачання, виробництво і запровадження автоматичних регуляторів індивідуального обліку тепла, гарячої і холодної води, газу.

Таким чином основними напрямками програми “Енергозбереження в будівництві”, які відповідають напрямкам світової співдружності, є:

- подальше підвищення теплозахисних властивостей захисних конструкцій будинків масового будівництва;
- запровадження у будівництво приладів автоматичного регулювання витрат тепла, гарячої води, газу;
- комплексна модернізація існуючих схематичних технічних рішень систем теплопостачання і опалення, включаючи підвищення технологічного рівня теплових джерел і теплових генераторів;
- використання нетрадиційних джерел енергії /поновлювальних/

Така програма включає в себе 4 підпрограми з умовними назвами “Теплоізоляція”. “Облік”, “Модернізація”, “Нетрадиційні джерела енергії” (табл. 1.5).

Всі завдання з енергозбереження, які реалізуються Держкомом містобудування через таку Програму, забезпечують реальну окупність і значну, таку, яка очікується, економію об’ємів палива – до 12...15 млн.т. в умовному обчисленні в рік на рівні 2010 року з врахуванням проблем нового будівництва.

1.4 Напрямки програми реформування і розвитку житлово-комунального господарства з енергозбереження

Програмою реформування і розвитку житлово-комунального господарства на 2002-2005 роки та на період до 2010 року, яка схвалена постановою Кабінету Міністрів України від 14 лютого 2002 року № 139, передбачено питання “Зменшення витрат та втрат енергоносіїв у житлово-комунальному господарстві, проведення ефективної енергозберігаючої політики”. В ній зазначено, що у будівельній сфері та житлово-комунальному господарстві споживається 75 млн.тонн умовного палива, що становить близько 30 відсотків щорічного витрачання палива. Житловий фонд та інші об’єкти соціальної сфери споживають 85% енергоресурсів. Підприємства житлово-комунальних господарств та інші споживачі щороку використовують близько 10 млрд.кВт.год. електроенергії та 8,5 млрд.куб.метрів природного газу. Витрати енергоресурсів на одиницю виготовленої продукції та наданих комунальних послуг більше ніж у 2...3 рази перевищують зарубіжні показники.

Цією програмою передбачено розробку нормативно-методичних документів, що регламентують організацію виконання та реалізацію заходів з енергозбереження в житлово-комунальному господарстві, які повинні забезпечити:

**Таблиця 1.5 - Перелік програм і методів енергозбереження
з визначенням їх питомої ваги в загальній програмі**

Програма Енергозбереження в будівництві	Підпрограми	Методи енергозбереження	Питома вага, %	Загальна питома вага, %
	Теплоізоляція	Підвищення термічних опорів захисних конструкцій: - зовнішніх стін - підлоги і покрівлі - вікон - теплопроводів	34,2 10,8 5,0 2,3	54,3
	Облік	Облік споживання тепла і газу: - квартирний облік гарячої води - квартирний облік тепла для опалення - квартирний облік споживання газу	9,7 13,9 2,0	25,6
	Модернізація	Модернізація інженерного обладнання: - удосконалення теплових пунктів і систем теплоспоживання - удосконалення теплогенераторів	4,7 15,4	20,1
	Нетрадиційні джерела тепла	Використання нетрадиційних джерел тепла в системах інженерного обладнання: - використання теплових насосів - використання сонячних колекторів	1,3 0,7	2
	Всього			100

- створення механізму стимулювання ощадливого споживання енергоносіїв;

- спрямування частини коштів від штрафних санкцій за неефективне використання паливно-енергетичних ресурсів на встановлення будинкових засобів обліку та регулювання енергоресурсів;

- створення галузевого інноваційного фонду у житлово-комунальній сфері, кошти якого мають витрачатися на оснащення житла засобами регулювання та обліку води і теплової енергії.

У цьому документі регіональні адміністрації зобов'язуються проводити ефективно енергозберігаючу політику у таких напрямках:

- установити жорсткий контроль за виконанням Програми поетапного оснащення наявного житлового фонду приладами обліку витрачання та споживання води і теплової енергії;
- передбачити у проектах місцевих бюджетів кошти на фінансування робіт, пов'язаних з оснащенням житлового фонду приладами обліку та регулювання споживання води і теплової енергії;
- залучати інші джерела фінансування для впровадження приладів обліку;
- запровадити диференційовані тарифи на послуги з тепло-, водопостачання, що надаються за нормами або показниками приладів обліку;
- розширити мережу спеціалізованих підприємств з монтажу, сервісного обслуговування та ремонту приладів обліку в регулювання споживання холодної, гарячої води, теплової енергії тощо.

Виконання Програми енергозбереження у будівельному комплексі та житлово-комунальному господарстві на 2001-2005 роки та на перспективу і Програми поетапного оснащення наявного житлового фонду засобами обліку витрачання та регулювання споживання води і теплової енергії забезпечить у комунальній теплоенергетиці зменшення питомих витрат на виробництво теплової енергії до 164,7 кг у.п./Гкал у 2005 році та економію 1360 тис.тонн у.п. та на перспективу у 2010 року – 3900 тис.тонн у.п.

Прогнозується до кінця 2005 року знизити енергоємність не менше ніж на 18 відсотків, досягти економії паливно-енергетичних ресурсів близько 13,2 млн. тонн у.п. /620 млн.гривень/, а до 2010 року знизити рівень споживання паливно-енергетичних ресурсів не менше, ніж на 30 відсотків.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ ДЛЯ ПЕРЕВІРКИ ЗНАНЬ

1. Проаналізуйте стан енергозбереження у світовій практиці та в Україні.
2. Наведіть назви державних структур, які займаються питанням енергозбереження.
3. Поясніть, якими завданнями займаються окремі державні структури енергозбереження.
4. Перерахуйте основні напрямки розв'язання проблеми “Енергозбереження України”.
5. Як виконуються нормативи опорів теплопередачі зовнішніх захисних конструкцій в житловому будівництві?
6. Поясніть вплив втрат тепла через вікна на теплозахисні властивості будівель.
7. Поясніть суть питомої ваги підпрограм в загальній програмі “Енергозбереження в будівництві”.
8. Наведіть суть Програми реформування і розвитку житлово-комунального господарства на 2002-2005 роки та на період до 2010 року з питання енергозбереження.

2 ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ В ЖИТЛОВОМУ БУДІВНИЦТВІ ТА В СИСТЕМАХ ТГПів

2.1 Джерела втрат теплової енергії

Приблизно четверта частина палива, що спалюється в Україні, витрачається для теплопостачання житлових будинків. Значні витрати теплової енергії в Україні пов'язані з системами центрального теплопостачання, де спалюється більша частина палива (табл. 2.1), яка витрачається на опалення, вентиляцію і гаряче водопостачання.

Таблиця 2.1 – Розподіл теплової енергії між споживачами систем центрального теплопостачання на Україні з врахуванням втрат теплової енергії

Джерело втрат	Втрата теплової енергії	
	млн. ГДж	доля в %
Опалення	876	59,3
Вентиляція	23	1,5
Гаряче водопостачання	299	20,2
Втрати:		
- при виробництві тепла	232	-
- в теплових мережах	47	-
- загальні втрати	247	19,0
Взагалі	1477	100

На сучасному рівні розвитку втрати тепла в будівлях можуть бути зменшені більш ніж на третину. Реалізувати ці резерви в повній мірі можливо за двома основними напрямками:

- утеплення захисних конструкцій будинків;
- модернізація систем теплоспоживання.

Найбільш доцільним є перший напрямок, після реалізації якого можна отримати ефект і для другого. Через захисні конструкції будинку, що опалюється, в атмосферу потрапляє значна кількість теплової енергії. Чим гірші теплоізоляційні якості захищень, тим більша втрата теплової енергії через них.

2.2 Теплова ізоляція стін

Раніше теплоізоляційні властивості стін оцінювалися за їх товщиною і матеріалом. Вважалося що для України захисні властивості стіни

- в півтори цеглини (380 мм) – недостатні,
- в дві цеглини (510 мм) – нормальні,
- в 2,5 цеглини (640 мм) – відповідають тепловому захисту будинку.

Згідно з нормативами України використовувати стіни з монолітної цегляної кладки неефективно. Тому раціональним способом утеплення стін повинно стати використання шару з ефективного утеплювача.

При будівництві нових будинків теплоізоляційний шар з мінеральної вати, пористої пластмаси або інших утеплювачів розташовують всередині стінової конструкції. В таких випадках використовують криничну кладку, яка складається з двох повздовжніх стін розташованих на відстані у дві цеглини одна від одної з'єднаних конструктивними зв'язками. Для запобігання просіданню утеплювача висота безперервного ізоляційного шару має бути не більше одного метру (рис. 2.1). Крім того встановлюють жорсткі горизонтальні діафрагми, наприклад з армованого цементно-піщаного розчину.

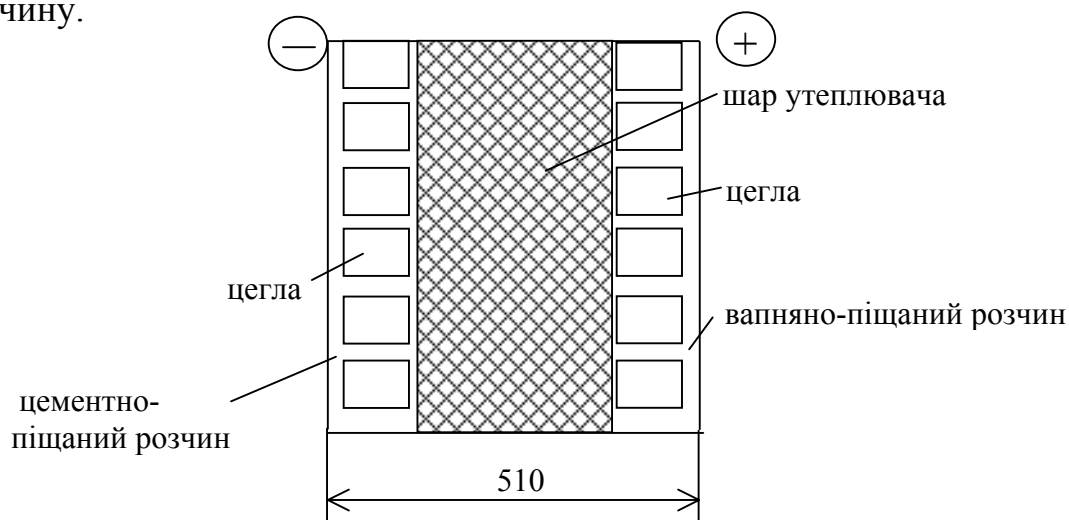


Рисунок 2.1 - Схема цегляної кладки з ефективним утеплювачем

Залежність характеристики коефіцієнта теплопередачі багат шарової конструкції від її товщини наведена на рис. 2.2.

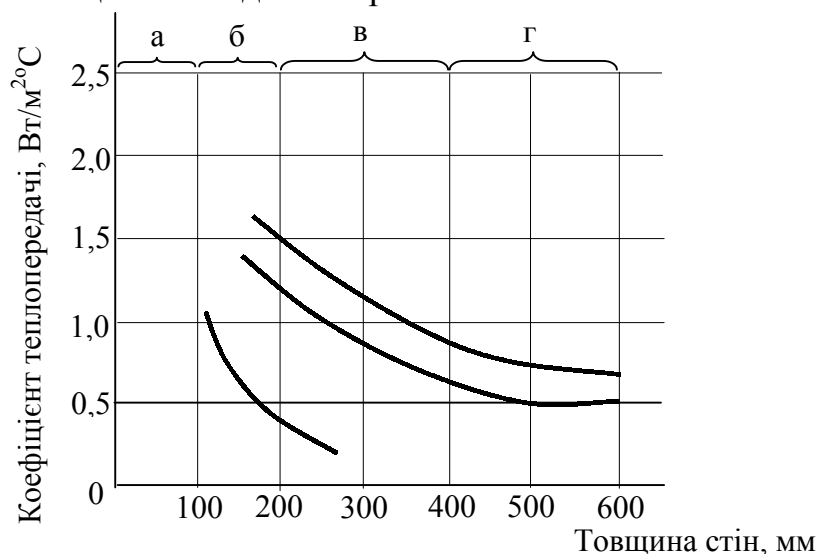


Рисунок 2.2 – Залежність характеристики коефіцієнта теплопередачі зовнішньої стіни (із шарів суцільної силікатної цегли, мінеральної вати та штукатурки) від загальної товщини стіни

На рис. 2.2 в залежності від товщини стінки і її матеріалу виділені:

- а) зона надвисокої ефективності;
- б) зона високої ефективності;
- в) зона низької ефективності;
- г) зона неефективного будівництва.

Для крупнопанельних будинків необхідно використовувати тришарові стінові панелі, в яких між двома шарами залізобетону розташовують шар утеплювача (рис. 2.3). Для таких стін основною проблемою є влаштування зв'язків між панелями. Жорсткі зв'язки міцно з'єднують конструкції, але їх теплозахисні властивості низькі. Більш досконалішими з теплотехнічної точки зору є панелі з гнучкими зв'язками, але для їх влаштування потрібно використовувати арматуру з нержавіючої сталі.

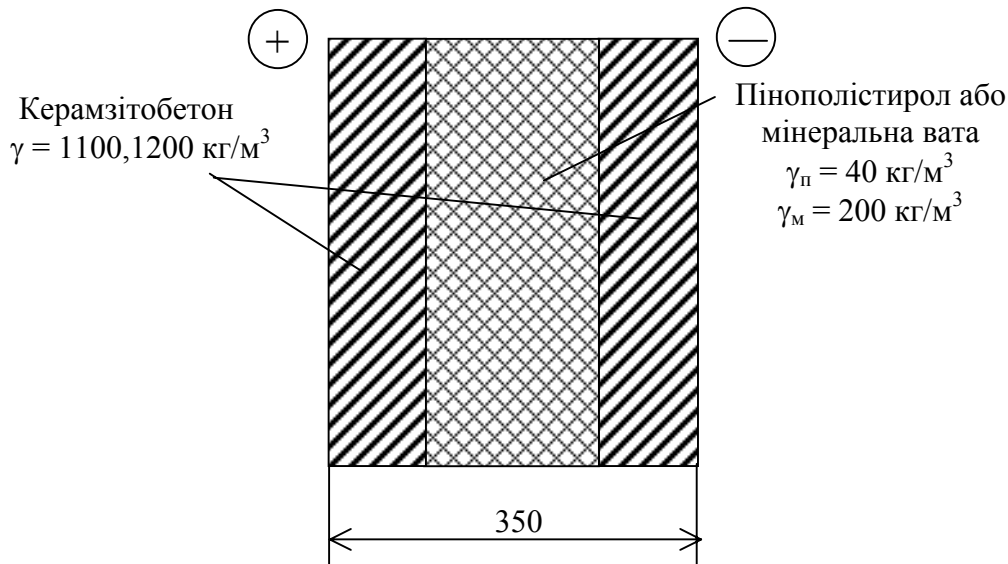


Рисунок 2.3 – Тришарова панель

При утепленні існуючого будинку до стіни кріплять додатковий теплоізоляційний шар. Його можна розташувати з зовнішньої або внутрішньої сторін стіни. При розташуванні утеплювача з зовнішньої поверхні є такі переваги:

- утеплюється вся поверхня стіни, враховуючи вузли примикання плит перекрыть (при виході назовні вони можуть стати теплопровідними включеннями);
- масивна частина стіни, яка розташовувалася до утеплення в зоні низьких температур, після реконструкції переміщувалася в теплу зону (це захищає від передчасного руйнування, яке викликане сезонним коливанням температур і атмосферою вологою);
- підвищуються теплоакумуляційні властивості стін, в результаті чого тепловий комфорт всередині будинку повинен підвищуватись;

- утеплення здійснено без зменшення корисної площі будинку;
- роботи з утеплення будинку проводяться без порушень нормальної життєдіяльності його мешканців.

Якщо фасади будинків представляють архітектурну або історичну цінність, то в цих випадках утеплення здійснюють з внутрішньої сторони.

Для теплоізоляції стін найчастіше використовують мінеральну вату, яка може кріпитись до фасадної площини стіни за допомогою рейок з наступним облицюванням оздоблювальними матеріалами. Жорсткі мінераловатні плити також використовують у якості ізолювального матеріалу, а також використовуються металеві сітки по шару мінераловатної ізоляції з наступним кріпленням до них оздоблювальної плитки (рис. 2.4).

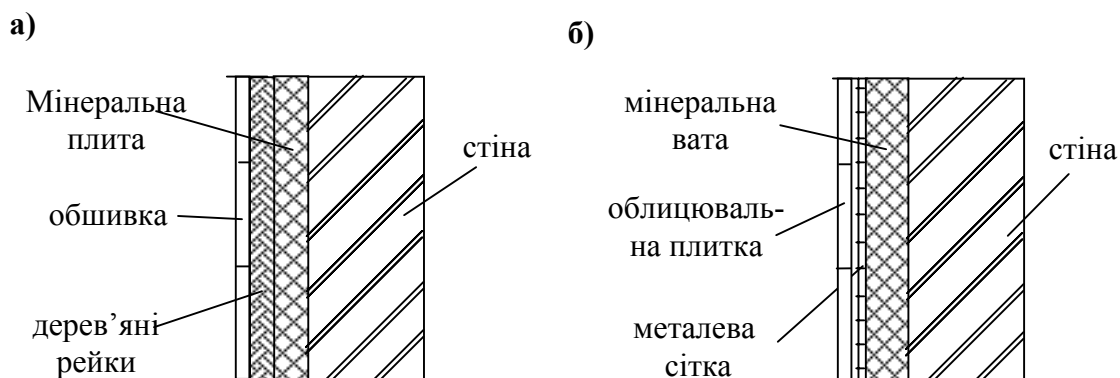


Рисунок 2.4 - Приклади кріплення ізолювального матеріалу до поверхні стіни:

а) за допомогою рейок; б) за допомогою металевої сітки

Ведеться розробка захисних конструкцій, які мають високі експлуатаційні характеристики. Найбільшого розповсюдження отримали теплоізоляційні матеріали з мінераловатних плит, теплоізоляційного волокна і пінопласти (полістирольні, поліуретанові, фенолорезольні і поліізоціануратні).

Пінопласти мають властивості, які необхідні для захисних конструкцій, – невеликий питомий об'єм – від 20 до 60 кг/м³, низький рівень вологостійкості – 0,5...3% від маси утеплювача, незначну паропровідність і достатню механічну міцність. Але вони недостатньо вогнетривкі та їх вартість більша, ніж теплоізоляційних матеріалів з мінеральної вати і скловолна.

Плитні утеплювачі з мінеральної вати і скловолна дешевші, більш вогнетривкі. Але в 2,5...3,5 рази важчі, ніж пінопласти, а головне - їх вологостійкість в 100 разів більша, ніж у пінопластів. В умовах експлуатації це різко зменшує довговічність мінераловати і скловолна. Вибір типу утеплювача визначається техніко-економічними розрахунками.

2.3 Теплоізоляція покрівлі

Діючий норматив опорів теплопередачі покрівлі встановлено на рівні $2...3 \text{ м}^2\text{град}\cdot\text{С/Вт}$, що приблизно в 2,5 разу перевищує попередні значення (в Данії в межах $4...6,6 \text{ м}^2\text{град}\cdot\text{С/Вт}$).

В Україні більшість будинків мають неопалюване горище. Утеплення зводиться до влаштування додаткового теплоізоляційного шару. Для утеплення дахового перекриття використовується насипний або плитний утеплювач. Плитний утеплювач з мінераловатних матів або інших теплоізоляційних матеріалів укладають шаром до 200 мм з влаштуванням над ним захисного шару попереджувальної стяжки. Товщина насипного утеплювача може прийматись до 250 мм і більше. Шар утеплювача над ділянками перекриття розташованими біля зовнішніх стін, повинен бути на 30...50 мм товщий, ніж усього перекриття. Теплоізоляційні якості насипного утеплювача з часом погіршуються, тому цей шар періодично потрібно рихлити.

Утеплення покрить має тим більш відносний ефект на зменшення тепловтрат будинку, чим нижча його висота (чим менше поверхів) (рис. 2.5):

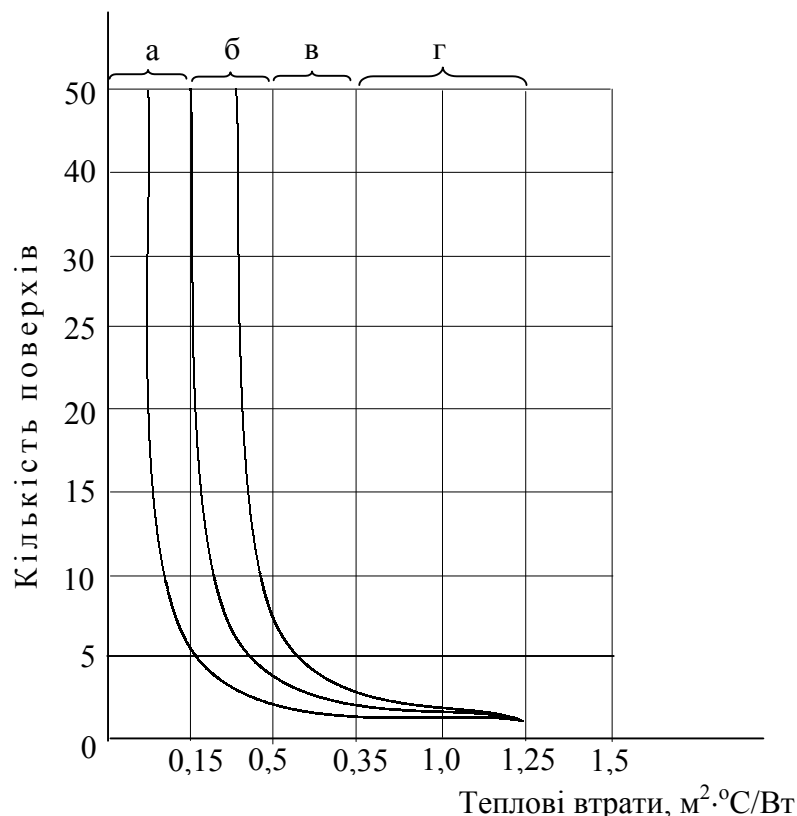


Рисунок 2.5 - Вплив кількості поверхів на теплові втрати приміщення

На рис. 2.5 в залежності від впливу кількості поверхів на теплові втрати приміщення виділені:

- а) зона надвисокої ефективності;

- б) зона високої ефективності;
- в) зона низької ефективності;
- г) зона неефективного будівництва.

Значно збільшилась за останній час кількість типів стінових і горіщних панелей, у яких в якості теплоізоляційного шару використовується мінераловатний плитний утеплювач. Широка номенклатура щільності ізоляційних матеріалів із скло- і шлаковати (відповідно, густина $16...130 \text{ кг/м}^3$ і $90...200 \text{ кг/м}^3$), висока вогнетривкість і технологічність монтажу від рулонів до плит ($1200...3000 \text{ мм}$) робить їх використання ефективним у багатьох випадках будівельних конструкцій.

Багато закордонних фірм продемонструвало ефективне використання алюмінієвої фольги з паперовою підосною, яка підвищує їх міцність тим, що армується спеціальними нитками. Такою фольгою обертають плитний утеплювач, щоб виключити його паропроникність, а значить і зволоження. Окрім того, в захисних конструкціях знижуються тепловтрати завдяки відбиттю у внутрішню частину інфрачервоної частини теплового потоку. Зварювання алюмінієвої фольги, яка має основу з поліетиленової плівки, з мінераловатним утеплювачем забезпечує міцність зчеплення, робить такі теплоізоляційні елементи водо- і паронепроникними, розширює галузь використання мінераловатних утеплювачів.

2.4 Підвищення теплоізоляційних якостей вікон

В кліматичних умовах України використовуються вікна з подвійним склінням. Через вікна втрачається близько половини того тепла, яке надходить від опалювальних приладів системи опалення багатоповерхового житлового будинку. Поліпшення якості вікон з точки зору теплоізоляції можна досягти підвищенням їх термічного опору і поліпшенням якості заповнення притворів. Нормами встановлено на більшості території нашої держави мінімальний термічний опір вікон не менше $0,5 \text{ м}^2 \cdot \text{град} \cdot \text{С, Вт}$.

Поліпшити якість теплоізоляції вікон можна при збільшенні кількості шарів скла. Разом з тим, сучасні технології відкривають нові можливості модернізації вікон без збільшення їх масивності. Одна з таких можливостей полягає в нанесенні на скло тепловідбиваючого покриття, що призначено для частини спектра світла, яке використовується вдень. Покриття характеризується високим коефіцієнтом відбиття в тепловому діапазоні випромінювання, яке спрямовано із приміщення назовні. Теплозахисні покриття є захистом для проникнення тепла з поверхонь радіаторів опалення і від нагрітих внутрішніх стін назовні.

Поліпшити якість вікон можна також шляхом створення герметичного простору між склом. Тут раціональним є використання склопакетів. Теплоізоляційні якості склопакетів іще більше поліпшаються, якщо простір між склом заповнити аргоном або іншим інертним газом, який зменшує теплопровідність міжвіконного простору.

Теплоізоляційні якості конструкцій різних вікон наведені в таблиці 2.2 та на рис. 2.6.

Таблиця 2.2 – Теплозахисні якості існуючих вікон та пропонованих варіантів їх заміни

Конструкція вікна	Тип	Розміри		Опір тепло-передачі м ² °C/Вт	Коефіцієнт тепло-провідності, К Вт/м ² °C	Конструкція вікна для заміни
		висота, мм	ширина, мм			
а) існуючі вікна						
Дерев'яна по- двійна рама, два скла без прокладки	ОС 15.09	1464	880	0,35	2,86	Дерев'яні окремі рами три скла (од- не скло + подвійний склопакет)
	ОС 15.12	1464	1146	0,34	2,94	
	ОС 15.15	1464	1483	0,339	3,0	
	ОС 18.18	1759	1760	0,34	2,95	
	ОС 18.21	1759	2060	0,31	3,2	
	ОС 21.18	2059	1760	0,31	3,26	
	ОС 21.24	2059	2310	0,31	3,291	
б) пропонувані варіанти заміни вікон						
Дерев'яні окремі рами три скла (одне скло + по- двійний скло- пакет)	ОС 15.09	1464	880	0,61	1,64	
	ОС 15.12	1464	1146	0,6	1,67	
	ОС 15.15	1464	1483	0,56	1,79	
	ОС 18.18	1759	1760	0,51	1,96	
	ОС 18.21	1759	2060	0,50	2,0	
	ОС 21.18	2059	1760	0,50	2,0	
	ОС 21.24	2059	2310	0,49	2,05	

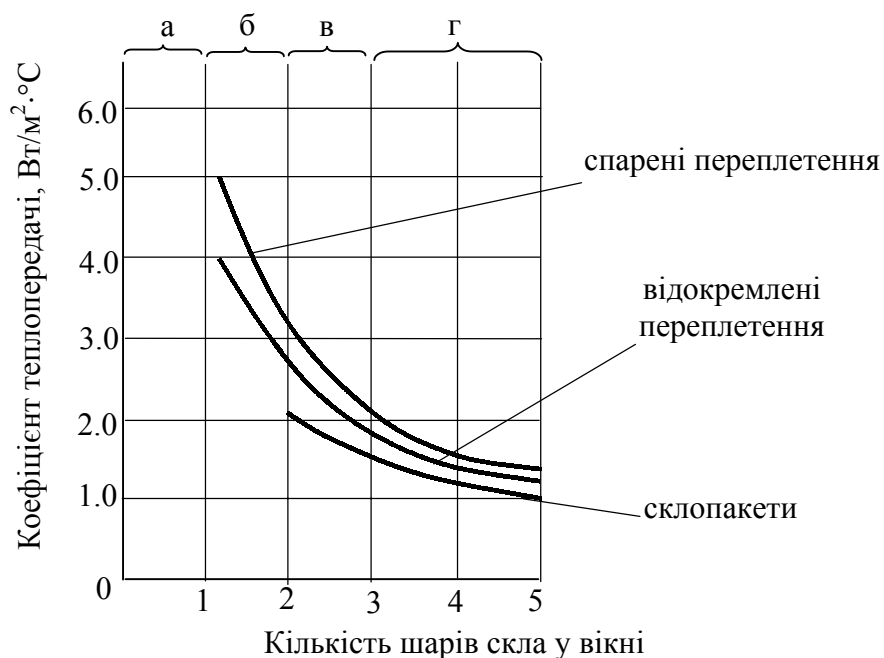


Рисунок 2.6 - Теплові втрати при різних конструкціях вікон
а – зона небезпечної ефективності; б- зона високої ефективності;
в – зона низької ефективності; г – зона неефективного будівництва.

Доцільним є використання в сучасних забудовах третього скла, що зменшить теплові втрати на 20...30%.

Інфільтрація - це проникнення зовнішнього повітря через щілини захисних конструкцій. Кількість повітря, яке інфільтрується, залежить від площі щілини та різниці тиску повітря назовні і всередині. Різниця тисків виникає від вітру, а також від різниці в щільностях холодного і теплого повітря. В багатоповерхових будинках різниця тисків більша і тому в них потрібно особливо ретельно ущільнювати щілини.

Повністю герметизувати вікна практично неможливо і в цьому немає потреби, бо таким чином забезпечується природна вентиляція. Оптимальний вентиляційний ефект досягається при провітрюванні, коли на короткий час відкриваються вікна або балконні двері. Після здійснювання провітрювання вікна повинні бути щільно закритими, щоб не було протягу.

Ущільнення шва між вікном і віконною коробкою показано на рис. 2.7.

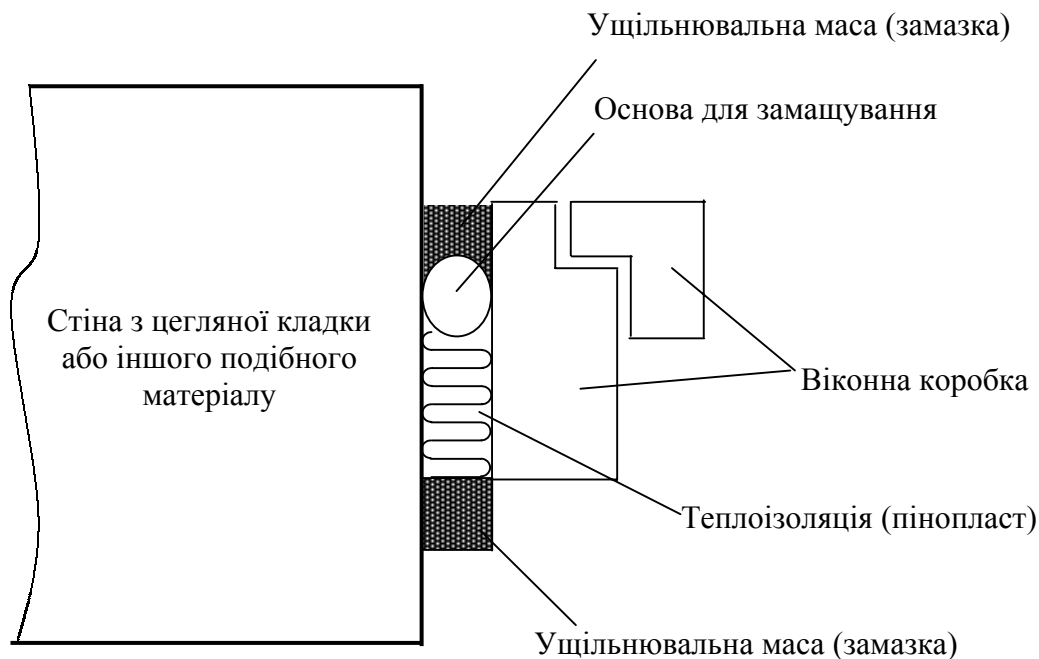


Рисунок 2.7 – Ущільнення шва між стіною і віконною коробкою

Повітронепроникність вікон добре забезпечується стрічковими утеплювачами. Для вікон з нещільними притворами використовують паралонові жгути, а при їх відсутності щілини потрібно закривати матеріалом і заклеювати папером.

Встановлення ущільнювальних прокладок зменшує забруднення скла і рам, підвищує температуру на внутрішній поверхні вікна в середньому на 1,5...2°C, виключає утворення конденсату на внутрішній поверхні зовнішнього скла. В результаті ущільнення притворів підвищується теплозахист вікон в середньому на 20%.

2.5 Можливості модернізації систем ТГПіВ

Доля житлового сектору у загальному споживанні енергії значна. Відсутність зручних засобів регулювання систем опалення призводить до перегрівання, або до недогрівання приміщень. На споживання енергії в будинку впливають такі фактори: клімат, характеристики будинку, системи опалення, ставлення споживачів.

Найбільш сприятливими засобами зниження затрат є: поліпшення теплоізоляції будинків і трубопроводів; запровадження сучасних заходів регулювання систем теплопостачання і гарячого водопостачання; підвищення ефективності роботи теплогенеруючого устаткування. Сучасне та якісне технічне обслуговування забезпечує економічність експлуатації будинків і систем теплопостачання протягом всього періоду експлуатації.

Досвід Західної Європи свідчить, що значної економії енергії можна досягти шляхом модернізації систем теплопостачання в житлових будинках. Зміна існуючої оплати за енергію системою індивідуального врахування фактичного об'єму споживання (система обліку тепла) також представляє можливість економії енергії за рахунок більш економного відношення до неї споживачів. Такими шляхами можна зекономити до 40% енергії.

Оснащення системи теплопостачання сучасними засобами обліку та регулювання дозволить отримати значну економію при відносно низьких капіталовкладеннях і строках окупності, а саме: отримати економію енергоресурсів; підвищити тепловий комфорт, безпеку та надійність систем; запровадити систему оплати за фактичний об'єм споживання енергії.

Модернізація захисних конструкцій будинків або системи опалення повинна здійснюватися разом з модернізацією системи регулювання, яка забезпечує зменшення витрат теплової енергії. Модернізація систем опалення полягає у встановленні відповідних регуляторів і теплогенеруючого устаткування.

Модернізація систем опалення і гарячого водопостачання могла б значно зменшити потреби України в паливо-енергетичних ресурсах. Розрахунки показують, що резерв енергозбереження в цій галузі складає приблизно 15 млн. т умовного палива в рік, це майже 5% від загальної потреби держави в паливі.

2.6 Системи регулювання

Засоби регулювання – це необхідний елемент будь-якої системи опалення, який дозволяє оптимізувати її роботу.

Регулятори і прилади обліку споживання енергії в системах опалення повинні використовуватись разом. Якщо споживач не отримує інформації про об'єм споживаної ним енергії, то він не зацікавлений в економії енергії і своїх засобів за допомогою пристроїв регулювання.

Індивідуальний облік є ефективним тільки тоді, коли споживач має можливість регулювати витрати тепла залежно від своїх особистих потреб.

Задачею регулювання системи є підтримання постійності якого-небудь фізичного параметра або його зміни у відповідності з програмою, що розроблена. В системах опалення цими параметрами є температура всередині приміщення і температура теплоносія. Подача тепла коригується у відповідності з вимогами. При цьому використовується тільки така кількість тепла, яка потрібна для створення необхідного клімату всередині приміщень.

Для підтримання бажаної мікрокліматичної температури користувач може вручну регулювати навантаження радіатора за допомогою терморегулятора. Можливість регулювання теплового навантаження необхідна, оскільки споживання тепла в приміщенні постійно змінюється в залежності від погодних умов і вимог споживача. Доцільним є заміна ручного управління на автоматичне, принципова схема якого наведена на (рис. 2.8).

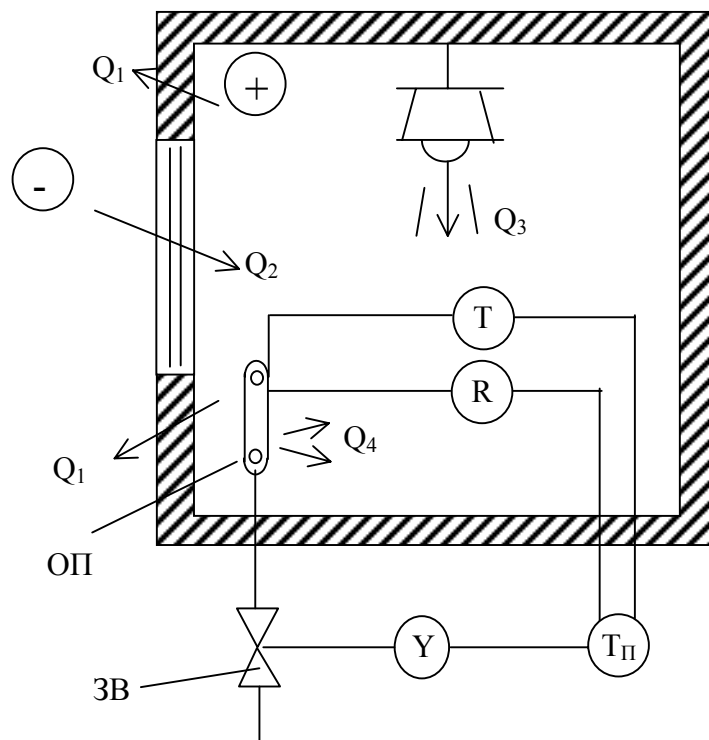


Рисунок 2.8 - Автоматичне регулювання температури приміщення:
 ЗВ – запірний вентиль; ОП – опалювальний прилад; Q_1 – теплові втрати приміщення; Q_2 – надходження тепла від сонячної енергії; Q_3 – надходження тепла від світла; Q_4 – надходження тепла від системи опалення; R – регулятор тепла; T – датчик температури; $T_{\text{п}}$ – прилад, за допомогою якого автоматично встановлюється потрібна температура; Y – прилад управління регульовальним клапаном

На теплове навантаження впливають теплові втрати і теплові надходження. Величина тепловтрат залежить від стану захисних конструкцій будинку та від різниці температур зовнішнього і внутрішнього повітря. Теплові надходження включають в себе сонячне тепло, а також тепло від

джерел світла або іншого обладнання і людей. Порівнюючи величину бажаної кімнатної температури з фактичною, при її регулюванні їх різницю можна звести до мінімуму.

2.6.1 Використання різних систем регулювання

В системах центрального тепlopостачання теплове навантаження регулюється централізовано на джерелах тепlopостачання або на ЦТП в залежності від температури зовнішнього повітря шляхом зміни температури теплоносія. При такому регулюванні неможливо врахувати індивідуальні вимоги споживачів, які пов'язані, наприклад, з особливими властивостями захисних конструкцій або бажанням мати свій мікроклімат. Якщо обладнати тепловий пункт будинку місцевою системою автоматичного регулювання, то можна буде врахувати перераховані вимоги.

Центральні системи опалення будинку з вбудованими котельнями обладнані лише засобами ручного регулювання. Ефект цих засобів обмежений, тому що мешканці рідко ними користуються. Модернізація систем з влаштуванням засобів автоматичного регулювання дозволить зменшити витрати палива в котельні.

Можливість регулювання температури всередині приміщення мешканцями обмежена кранами, які встановлені на радіаторах, а у випадку з конвекторами – регулюються заслонкою. В більшості випадків ці пристрої відсутні, або не працюють. Обладнавши радіатор автоматичними регуляторами, можна підтримувати необхідну температуру з використанням теплонадходжень. Вартість трудозатрат при такій модернізації залежить від конструкції системи опалення. Для вертикальної однотрубною системи ці затрати будуть більшими, ніж для двотрубною.

Незалежно від того, встановлені регулятори чи ні, необхідними умовами ефективної роботи системи є її гідравлічна ув'язка, яка сприяє економії енергії, забезпечуючи необхідні витрати теплоносія.

В цілому ефективна система управління складається з двох елементів: центрального управління в котельній або тепловому пункті; індивідуальні радіаторні засоби регулювання.

2.6.2 Центральне регулювання

Перевага центрального регулювання: зменшення втрат при розподілі тепла; підвищення ефективності роботи радіаторних терморегуляторів; зменшення часу роботи систем опалення з врахуванням фактичних потреб.

Зменшення втрат при розподілі досягається шляхом зниження температури теплоносія в теплопроводах, вона регулюється в залежності від фактичного теплового навантаження будинку з врахуванням температури зовнішнього повітря і теплозахисних характеристик будинку.

Додаткова економія може бути отримана в результаті зниження температури приміщення шляхом зменшення температури теплоносія або відключення котла в період зниження теплоспоживання, наприклад, в нічний

час. Якщо немає небезпеки замерзання системи ефективність роботи систем опалення може бути підвищена шляхом відключення пальникових пристроїв на цей період. Центральне регулювання забезпечує ефективність роботи пристроїв індивідуального регулювання, виконуючи роботу попереднього грубого регулювання з наступним більш точним коректуванням радіаторними терморегуляторами, діапазон індивідуального регулювання яких зменшується. Функції центрального регулювання виконує блок центрального управління.

За допомогою блока центрального управління можна отримати додаткову економію. Необхідними елементами центрального регулювання є: регулювання температури теплоносія в залежності від природних умов; зниження температури теплоносія або відключення системи в ті періоди часу, коли воно не потрібно (вночі).

Існує декілька способів зміни температури теплоносія в системі центрального регулювання. Перший спосіб полягає в тому, що температура води на виході з котла підтримується на постійному рівні, а температура води в підвідному трубопроводі системи опалення регулюється підмішуванням води із зворотного трубопроводу. Для підтримання постійної температури води на виході з котла необхідно забезпечити відповідне управління роботою пальників. Інший спосіб пов'язаний із зміною температури води на виході з котла при безпосередньому управлінні роботою пальників. В цьому випадку включення і відключення та безперервний контроль роботи пальників здійснюється в залежності від температури зовнішнього повітря. Цей спосіб використовується для низькотемпературних котлів, які можуть працювати при низькій температурі теплоносія. Такий тип управління дозволяє підвищити ефективність роботи котла за рахунок зменшення часу його холостої роботи і витрат теплової енергії на зупинку котла.

При регулюванні у відповідності з погодними умовами на теплових пунктах центрального теплопостачання в якості виконавчого механізму використовуються регулюючі клапани або елеватори.

Регулювальні клапани використовуються в системах із залежними та незалежними приєднаннями до теплової мережі. Регулювання за допомогою елеватора використовується тільки в системах із залежним приєднанням до теплової мережі без теплообмінників, або там, де вода системи центрального теплопостачання надходить безпосередньо у трубопровід будинку. За допомогою елеватора зворотна вода змішується з водою із підвідного трубопроводу для отримання необхідної температури. Окрім цього вода в системі опалення будинку циркулює за рахунок різниці тиску в трубопроводах системи центрального теплопостачання і необхідність в додатковому циркуляційному насосі відпадає.

При регулюванні в індивідуальному тепловому пункті (ІТП) використовуються ті ж принципи, що і при центральному регулюванні (рис. 2.9). Температура приміщень регулюється в залежності від погодних умов. В

ІТП використовується в якості регуляторів регулювальний клапан або елеватор.

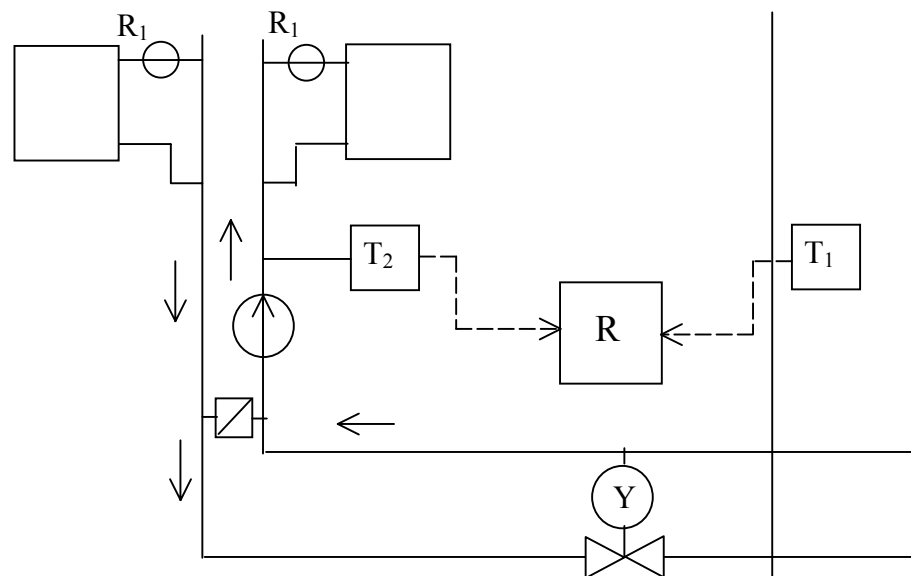


Рисунок 2.9 - **Центральне регулювання системи опалення:**

R – регулятор; T₁ – датчик температур в приміщенні;
T₂ – датчик температур в системі; Y – прилад управління регулювальним клапаном; R₁ – індивідуальний регулятор біля опалювального приладу

2.6.3 Індивідуальне регулювання

Оскільки центральне регулювання не враховує індивідуальні вимоги змін теплового навантаження в окремих кімнатах, то потрібно, щоб всі радіатори були обладнані індивідуальними регуляторами.

Перевагою індивідуального регулювання є можливе використання теплонаходжень та задоволення індивідуальних вимог споживачів.

Задачею індивідуального регулювання є підтримання температури в приміщенні на постійному заданому рівні за допомогою регулювання витрат теплоносія через радіатор. Так, при використанні теплостатичних вентилів замість звичайних можна економити до 10% енергії.

Індивідуальні регулювальні органи, ручні або термостатичні вентилі встановлюються на вході води в радіатор і призначаються для регулювання витрат води в залежності від дійсного теплового навантаження приміщення. Термостатичні вентилі виконують подвійну функцію: по-перше, споживач має можливість регулювати температуру в приміщенні в залежності від своїх потреб; по-друге, термостатичні вентилі підтримують задану температуру в приміщенні.

В однотрубних системах, якщо система опалення має замкнені ланки і крани для ручного регулювання, в яких використовується перехід на автоматичне регулювання температури, регулювання в приміщеннях здійснюється через заміну існуючих вентилів на клапани з великою пропускною

спроможністю (RTD-G) (табл. 2.3, 2.4) практично без будь-яких додаткових змін у системі.

Таблиця 2.3 - Радіаторні терморегулятори RTD

Тип	Модель	Діапазони температур, °C
RTD4500	Вмонтований датчик	6-26
RTD4502	Дистанційний датчик	6-26
RTD4520	Вмонтований датчик з обмеженою максимальною температурою	6-26
RTD4550	Дистанційний датчик з обмеженою максимальною температурою	6-21
RTD4552	Елемент дистанційного керування	6-21
RTD3562	Елемент дистанційного керування	6-28
RTD3565	Елемент дистанційного керування	6-28
RTD3568	Елемент дистанційного керування	6-26

Таблиця 2.4 - Клапани RTD-G

Тип	Модифікація	Шифр за стандартом ISO 7-1		Максимальний тиск		Випробувальний тиск	Максимальна температура води
		вхід	вихід	робоч.	ΔP		
		R _p	R	МПа	МПа		°C
RTD-G	Кутовий	1/2	1/2	1,0	0,02	1,6	120
	Прямий	3/4	3/4				

Одноквартирні та малоповерхові багатоквартирні будівлі, що оснащені двотрубними системами опалення, легко піддаються модернізації. З цією метою потрібно демонтувати всі вентилі з ручним керуванням і оснастити радіаторні терморегулятори фірми Данфос RTD клапанами типу RTD-N (табл. 2.5, рис. 2.10).

Радіаторні терморегулятори RTD фірми Данфос (Україна) автоматично підтримують задану температуру в приміщенні незалежно від зміни погодних умов та надходження тепла від сонячної радіації, людей, освітлення, електро побутових приладів тощо.

Таблиця 2.5 - Клапани RTD-N

Тип	Модифікація	Шифр за стандартом ISO 7-1		Максимальний тиск		Випробувальний тиск	Максимальна температура води
		вхід R _p	вихід R	робоч.	ΔP		
				МПа	МПа		
RTD-N	Кутовий	3/8	3/8	1,0	0,06	1,6	120
	Прямий						
RTD-N25	Кутовий	1	1				
	Прямий						

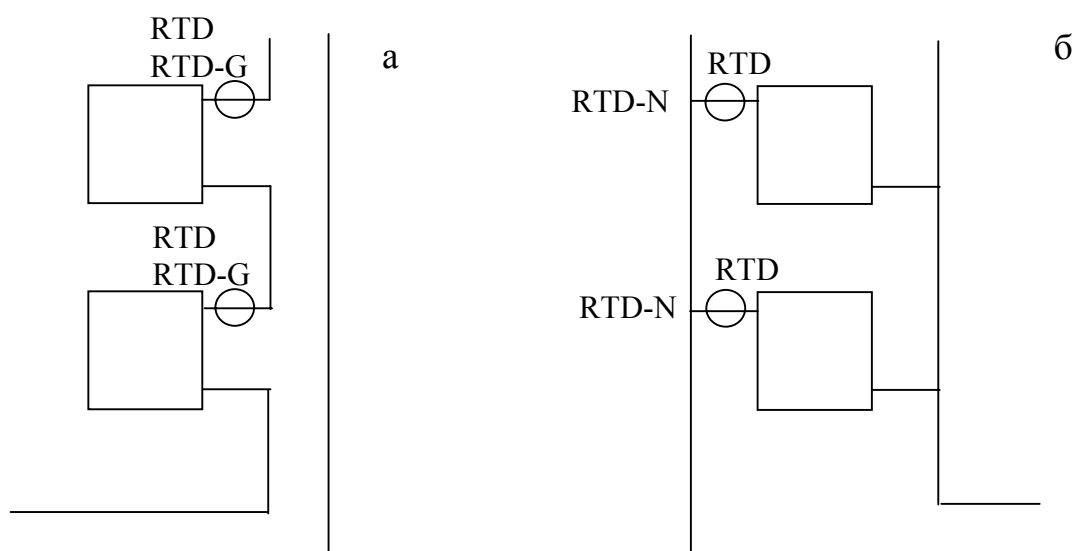


Рисунок 2.10 - Індивідуальне регулювання для одноконтурної (а) та двоконтурної (б) систем опалення

За допомогою запірного клапана RLV (табл. 2.6) можна здійснювати виключення окремого радіатора з метою його демонтажу або для технічного обслуговування, не спускаючи води з трубопроводів системи опалення в цілому.

Оснащення спеціалізованої системи опалення житлових будинків терморегуляторами Данфоса дає змогу залежно від типу будівлі і параметрів опалювальної системи заощадити понад 20% енергії, що споживається.

Таблиця 2.6 - Запірний клапан RLV

Тип	Модифікація	Номінальний діаметр	Шифр за стандартом ISO 7-1		Максимальний робочий тиск	Випробувальний тиск	Максимальна температура води
			з системою	з радіатором			
RLV	Кутовий	10	3/8	3/8	1,0	1,6	120
	Прямий						
	Кутовий	15	1/2	1/2			
	Прямий						
	Кутовий	20	3/4	3/4			
Прямий							

2.7 Радіаторні екрани

Правила монтажу радіатора центрального опалення зобов'язують розташовувати їх на зовнішніх стінах під підвіконником. Таке розташування створює корисний тепловий комфорт у приміщенні, забезпечує відповідну циркуляцію повітря та рівномірний у цій системі опалення розподіл температур. Таке розміщення радіатора з огляду на його випромінювання спричиняє підвищення температури внутрішньої поверхні стіни, що сприяє додатковій втраті тепла.

Радіаторний екран – це композитивний матеріал, в якості якого використовують гнучку пінопластову стрічку товщиною -5 мм; зпінений поліетилен; алюмінієву фольгу тощо.

Алюмінієва фольга відбиває 90-97% тепловипромінювань, які потрапляють на стіну поза радіатором. Пінопласт чи поліетилен підвищує в цьому місці коефіцієнт тепловипромінювання приблизно на 8%.

Випромінювання, відбите від фольги, повертається на поверхню, що його віддала, а також у приміщення. Отже, підвищує інтенсивність тепловипромінювання. Внаслідок встановлення радіаторних екранів значення випромінювання можна підвищити майже на 15%.

Витрати тепла через стіну за радіатором, що екранована фольгою, нижчі на 30-45% від витрат через стіну без екрана. В деяких випадках це приводить до зменшення потужності радіатора на 8%.

2.8 Кабельна система опалення

Система кабельного опалення, так звана тепла або комфортна підлога уже сьогодні використовується в країнах Західної Європи. Одним із провідних європейських виробників кабельних систем є датська фірма ДЕ-УІ.

Кабельна система опалення використовується в житлових будинках, офісах, майстернях та будь-яких приміщеннях, де потрібне комфортне тепло. Вона складається із нагрівального кабеля, терморегулятора і монтажної стрічки і може встановлюватись у підлогах усіх типів. Теплу підлогу можна з успіхом монтувати не тільки у нових будинках, але і під час ремонту звичайних квартир.

Кабельна система опалення забезпечує комфортне тепло в порівнянні з радіаторами. Це можна пояснити тим, що нагріте по всій площі підлоги повітря піднімається вгору, поступово охолоджуючись. Тепла підлога створює оптимальний тепловий комфорт. Така система опалення викликає малу циркуляцію повітря, а це в свою чергу позитивно впливає на санітарно-гігієнічні умови в приміщенні.

Завдяки оптимальному, з технічної точки зору, розташуванню в підлозі і надзвичайно точній системі регулювання температури з допомогою термостата середня температура знижується з 22° до 20°C (тепловтрати зменшуються приблизно на 20%).

Термін експлуатації електронних терморегуляторів, що використовуються в цій системі, відповідає сучасному рівню електроніки. Періодичність їх заміни приблизно така, як заміна нагрівача в традиційному котлі. Термін служби нагрівального кабеля приблизно такий, як і самого будинку, в якому встановлена система обігрівання.

Система кабельного обігрівання при встановленні в бетон може бути двох видів: прямої дії, тобто звичайна система і система акумуляції тепла. Система акумуляції тепла полягає в тому, що нагрівальний кабель покривається товстим шаром (не менше 10 см) бетону, який накопичує тепло, що його виробляє кабель в пільговий період, тобто в період дешевої електроенергії. Щоб користуватися багатотарифною системою обліку енергії достатньо встановити багатотарифний лічильник, який окремо враховує денне і нічне споживання електроенергії.

2.9 Облік теплової енергії

Основна мета енергозберігаючої політики в галузі – довести до раціонального науково-обґрунтованого рівня споживання гарячої води та теплової енергії населенням, знизити питомі витрати палива і електроенергії на виробництво комунальних послуг. Серед найважливіших заходів, що спрямовані на енергозбереження, є впровадження приладів обліку витрат і регулювання споживання води та теплової енергії.

Житловий фонд України є основним об'єктом уваги з точки зору обладнання його засобами обліку витрат та регулювання споживання води й теплової енергії. Він є складною структурою, що пов'язана з різними формами власності, розподілом між багатьма відомствами та містами й селами, має багато типів будинків і квартир. В існуючому житловому фонді квартирні вводи систем теплопостачання (холодна і гаряча вода) не мають об'ємно-конструктивних рішень щодо можливості встановлення засобів обліку і регулювання споживання ресурсів. Експлуатація будинків знаходиться на низькому рівні. Потреба в матеріальних і фінансових ресурсах щодо ремонту та реконструкції житла задовольняється на рівні 10...15%. Теплозахисні характеристики захисних конструкцій будинків у порівнянні з країнами Європи у 2...2,5 рази гірші. Таким чином разом з впровадженням засобів обліку потрібно розв'язувати питання теплової ізоляції будинків, яка за розрахунками має вплив на зменшення витрат і втрат тепла більше як на 50%.

Кабінетом Міністрів України від 27 листопада 1995 року за №947 прийнята постанова "Про програму поетапного оснащення наявного житлового фонду засобами обліку та регулювання споживання води і теплової енергії на 1996 - 2000 роки". Головною метою програми є максимальне зменшення потреби держави в енергоресурсах за рахунок скорочення споживання води і теплової енергії, яке за підрахунками на першому етапі (1996 – 1998 роки) мало становити 15...20%, на другому – 30...50%. Загальні затрати на реалізацію програми мали окупатись протягом 2...4 років. Однак через нестачу бюджетних коштів і низьку платоспроможність населення наведена програма не була виконана. Так, наприклад, в Одесі, із запланованих 2800 приладів в 1996 – 1999 роках було встановлено всього 120 приладів.

Низькі темпи робіт щодо впровадження засобів обліку енергоносіїв стають фактором, який гальмує нарощування їх вітчизняного виробництва. Аналіз ефективності встановлених засобів споживання енергоносіїв в Рівненській, Івано-Франківській, Дніпропетровській, Полтавській та Львівській областях свідчить, що споживання води і теплової енергії в побуті і на об'єктах соціально-культурного значення значно зменшується. Так, згідно з одержаними даними економія холодної води в м. Дніпропетровську в існуючому житловому фонді становить до 63%, у м. Львові – 86%, у м. Рівному – 70%. В той же час на деяких будинках економія енергоресурсів незначна і становить у Рівному – 1 - 4%, а у Чернігові – 2 - 4%. В середньому економія води згідно з даними, які надійшли з областей, становила 24%.

Зробити висновки щодо ефективності застосування лічильників теплової енергії в існуючому фонді немає можливості через малу кількість їх впровадження. Середній рівень економії теплової енергії за даними областей на об'єктах соціально-культурного значення становить 52% (у Рівному споживання теплової енергії зменшилось на 89- 97%, у Івано-Франківську – 7- 66%, у Житомирі – 8 - 66%, у Львові до 50%). Проведений експеримент у Києві на

масиві Позняки підтверджує, що у будівлях, обладнаних приладами обліку і регулювання у комплексі із заходами енергозбереження, мешканці можуть економити до 20 - 30% енергії, що споживається.

Метод обліку теплоти, що споживається, потрібно приймати в залежності від категорії споживача, яка визначається за величиною його теплового навантаження.

До першої категорії відносяться споживачі з тепловим навантаженням опалення, що дорівнює або перебільшує 12,6 кДж/год (3 Гкал/год). Також до цієї категорії незалежно від величини теплового навантаження відносяться такі споживачі: промислові підприємства, підприємства комунально-побутового обслуговування, спортивні споруди, центральні й квартальні теплові пункти житлових або адміністративних районів і навчальних комплексів.

До другої категорії належать споживачі з витратою на опалення від 4,2 до 12,6 кДж/год (від 1 до 3 Гкал/год).

До третьої категорії відносяться споживачі з витратою теплоти на опалення меншою за 4,2 кДж/год (1 Гкал/год).

Для обліку кількості теплоти на опалення у споживачів першої категорії рекомендується встановлювати: реєструючі витратоміри і реєструючі вимірники температури або тепломіри. Для такого ж обліку у споживачів другої категорії рекомендується: реєструвальні витратоміри (або у випадку їх відсутності – гарячоводяні водоміри); реєструвальні вимірники температури або тепломіри. Для обліку кількості води на опалення у споживачів третьої категорії рекомендується встановлювати: гарячоводяні водоміри та показувальні тепломіри. Для обліку теплоти на гаряче водопостачання у споживачів I і II категорії рекомендується: водоміри (холодноводяні або гарячоводяні в залежності від місця їх встановлення), реєструвальні вимірники температури або тепломіри. Для обліку кількості теплоти на гаряче водопостачання у споживачів III категорії рекомендується встановлювати: водоміри (холодноводяні або гарячоводяні в залежності від місця їх встановлення) та показувальні термометри.

Для точного обліку відпущеного споживачам тепла використовують сучасні електронні теплोलічильники ТОР і ТУР, які розроблені ВСКТБ “Тороїд” (м. Вінниця) і НИКТИ ГХ. Вони рекомендуються для автоматичного вимірювання кількості теплоти в закритих водяних системах теплопостачання.

В залежності від діаметра умовного проходу витратоміра теплोलічильник ТОР має ряд модифікацій: 50, 65, 80, 100, 150, 200. Прилад складається з електричного витратоміра типу ИПРЕ-1, комплекту вимірювання різниці температур КТСП-01 і обліково-реєструвального пристрою на мікропроцесорній основі (теплोलічильник).

Теплोलічильник має цифрові відлікові пристрої кількості теплової енергії, об’єму і температури теплоносія, часу напрацювання, струмові сигнали 0...5 мА, що пропорційні температурі теплоносія в подвідному і

зворотному трубопроводі, а також телеметричні датчики кількості теплової енергії і об'єму теплоносія. Температура може бути від 25 до 150°C в підвідному і від 5 до 10°C в зворотному трубопроводі з різницею температур від 20 до 130°C. Максимальна і мінімальна витрати теплоносія залежать від діаметра умовного проходу трубопроводу з теплоносієм. Похибка вимірювання кількості теплової енергії $\pm 2,5\%$.

Теплолічильник ТУР виконано на базі ультразвукового витратоміра і складається з акустичного перетворювача витрати, комплексу вимірювання різниці температур і теплолічильника, який розроблений на базі однокристального мікропроцесора типу 1816-BE35. Цей теплолічильник призначений для експлуатації на ТЕЦ, котельних, контрольно-розподільних пунктах, центральних теплових пунктах промислових підприємств. Він має цифровий відліковий пристрій кількості теплоти (вимірюється в ГДж), об'єму теплоносія в (м³), температури теплоносія в підвідному і зворотному трубопроводах (°C), часу напруцювання (год), телеметричні датчики кількості теплоти і об'єму теплоносія.

В залежності від діаметра умовного проходу акустичного перетворювача витрат передбачається використовувати чотири модифікації теплолічильника ТУР – 200, 300, 400, 600. Прилад встановлюється в підвідному трубопроводі, що відповідає Правилам ПР 34-70-010-85.

Допустима різниця температур 20...130°C при зміні температури теплоносія в підвідному трубопроводі 25...160°C, а в зворотному трубопроводі від 5 до 7°C. Похибка вимірювань кількості теплоти лічильником становить $\pm 2,5\%$, а при зміні об'єму теплоносія $\pm 1,5\%$.

Широкого розповсюдження набули лічильники, які випускає спільне українсько-датське підприємство приладів обліку СП “ДИВАЙС” ОПО “Харківтеплоенерго”. Лічильники фірми “ДАНФОСС” (Данія), на основі яких вони розроблені, користуються великим попитом в країнах Європи. Тепловимірювальні системи СП “ДИВАЙС” містять набір температурних датчиків, обчислювач і витратомір (ультразвуковий, турбінний або індукційний) діаметром від 15 до 200 мм, які забезпечують проведення вимірювань від 0,03 м³/год до 1200 м³/год. Ці теплолічильники забезпечують точність вимірювань з повним переліком необхідної інформації й тривалим зберіганням в пам'яті таких даних: повна витрата енергії; повна витрата води; лічильник годин роботи; температура на вході; температура на виході; різниця температур; дійсна тепла потужність; пікова потужність; миттєва витрата; пікова витрата; коди помилок; тарифи та інші дані.

2.10 Шляхи зниження витрат теплової енергії на опалення

Величина річних експлуатаційних витрат на систему опалення сягає 60...80% її вартості. В зв'язку з цим необхідно виявити й реалізувати можливість зниження окремих складових цих витрат, основною з яких з врахуванням росту вартості є витрати теплової енергії.

Передбачити зменшення витрат палива на опалення можна в процесі проектування будинків і їх експлуатації.

Питання зниження витрат тепла необхідно врахувати безпосередньо при розробці проектів опалення. Так, використання панельнопроменевих систем опалення з нагрівальними елементами в зовнішніх стінах будинку збільшує розрахункові тепловтрати в порівнянні із звичайними системами водяного опалення. При влаштуванні систем опалення з нижнім розведенням невиробничі витрати теплоти в магістральних трубопроводах нижчі, ніж в системах з верхнім розведенням при прокладанні розподільних магістралей на даху. Суттєвого ефекту економії теплової енергії можна досягти при розробці систем опалення з пофасадним регулюванням, який дозволяє використовувати сонячну радіацію й врахувати напрямок й швидкість вітру по окремих фасадах будинку.

При експлуатації будинків необхідно розробляти заходи зі зменшення невиробничих витрат теплоти, які можуть бути викликані неякісним утепленням будинків або недоліками в роботі систем опалення. Надмірні тепловтрати можуть бути викликані відсутністю або неякісним ущільненням світлових отворів та інших отворів будинку, в результаті чого збільшується інфільтрація зовнішнього повітря в приміщеннях, що опалюються. Великі щілини в обрамленнях вікон й дверей, розбите скло вікон, відсутність пружин на входних дверях можуть бути причиною значного переохолодження сходових кліток, а також і опалюваних приміщень, що до них прилягають.

В холодну пору року в будинках підвищеної поверховості часто спостерігається надмірно високий повітрообмін в порівнянні з його розрахунковою величиною, що збільшує інфільтрацію зовнішнього повітря та тепловтрати. Це трапляється тому, що системи природної витяжної вентиляції розраховуються на температуру зовнішнього повітря $t_z=5^{\circ}\text{C}$. Зі зменшенням величини t_z збільшується природний тиск, а отже, й кількість повітря, яке видаляється з опалюваного приміщення. Тому для запобігання переохолодження приміщень необхідно в зимовий період здійснювати регулювання системи природної вентиляції частковим прикриванням отвору витяжних шахт.

Додаткові тепловтрати можуть траплятись в панельних будинках при неякісному виготовленні панелей, особливо при порушенні в них теплоізолювального шару. Коефіцієнт теплопередачі зовнішніх захищень зростає при підвищенні вологості матеріалу захисних конструкцій. Вогкість зовнішніх стін може збільшитись при порушенні гідроізоляції в цокольній частині будинку та у випадку, коли атмосферні опади потрапляють на стіни. Слабким місцем в цьому відношенні часто є стики панелей, якщо вони недостатньо герметизовані. Вогкість стін не тільки збільшує тепловтрати, але й погіршує санітарно-гігієнічні умови в приміщеннях.

Причиною зайвих тепловтрат можуть бути відсутність або незадовільний стан теплової ізоляції магістральних трубопроводів, які прокладені в опалюваних приміщеннях.

Значні невикористані втрати можуть бути в невідрегульованих системах опалення, при підвищеному діаметрі сопла елеватора в порівнянні з його розрахунковою величиною. В системах опалення, які приєднані до теплових мереж ТЕЦ, суттєві перевитрати теплової енергії часто спостерігаються в перехідні періоди (навесні і восени), коли мінімальна температура води мережі, яка необхідна для теплообмінників гарячого водопостачання, набагато перевищує ту температуру, що вимагається за графіком якісного регулювання систем опалення. В перехідний період зменшення витрат теплоти можна досягти автоматичним регулюванням систем опалення.

2.11 Методика розрахунку використання енергії споживачами

Існуючий метод оцінювання споживання теплової енергії, що рекомендований “Нормами и указаниями по нормированию расхода топлива и тепловой энергии на отопление жилых и общественных зданий, а также на хозяйственно-бытовые нужды в Украине”, КТМ 204 України 244-94, зорієнтований і ґрунтується на укрупнених показниках. Цей метод не може об’єктивно відобразити споживання теплової енергії для конкретного споживача. Тому доцільним є використання поквартирного методу розрахунку теплової енергії, що використовується на опалення і гаряче водопостачання.

Визначення кількості теплової енергії, що використовується споживачем на опалення, виконується за такою методикою.

Кількість теплової енергії в будь-якому приміщенні визначається за сумарною поверхнею нагрівальних приладів, що встановлені в цьому приміщенні, а також розгалужень трубопроводів системи центрального опалення в них.

До приладів опалення конвективно-випромінювальної дії відносяться: радіатори чавунні секційні; радіатори сталеві штамповані панельні та литотрубні; труби чавунні ребристі; труби сталеві гладкі й ребристі з гладких труб; конвектори настінні, плінтусні й інші.

Спочатку виконується розрахунок для укладання договорів із споживачем при розрахунках за теплову енергію щомісячно протягом року.

Розрахункова теплопередача приладів $Q_{\text{пр}}$ протягом року:

- для двотрубних водяних систем опалення:

$$Q_{\text{пр}}^{\text{P}} = \left[\frac{F_{\text{пр}} \cdot \kappa' \cdot \frac{\epsilon}{t_{\text{сер.пр}} - t_{\text{в}}} \cdot 24 \cdot n_{\text{о}} \cdot Q_{\text{заг}}^{\text{P}}}{12 \cdot \kappa'' \cdot \hat{a}_1} \right] \cdot \frac{(t_3^{\text{с}} - t_{\text{в}})}{(t_3 - t_{\text{в}})}, \text{Дж/міс} \quad (2.1)$$

- для однетрубних водяних систем опалення:

$$Q_{\text{пр}}^{\text{P''}} = \left[\frac{F_{\text{пр}} \cdot \kappa_2 \cdot \kappa' \cdot \frac{\theta}{t_{\text{сер.пр}}^{\text{P}} - t_{\text{в}}} \cdot 24 \cdot n_o \cdot Q_{\text{заг}}^{\text{P}}}{12 \cdot \kappa'' \cdot \hat{a}_1} \right] \cdot \frac{(t_3^{\text{с}} - t_{\text{в}})}{(t_3 - t_{\text{в}})}, \text{Дж/міс} \quad (2.2)$$

де F - площа приміщення споживача (абонента), що опалюється, м^2 ;
 $F_{\text{заг}}$ - загальна площа приміщень громадського користування, м^2 ;
 $Q_{\text{пр}}^{\text{P}}$ - тепловіддача нагрівальних приладів протягом місяця, Дж/міс ;
 $F_{\text{пр}}$ - поверхня нагрівання приладів протягом місяця, м^2 або екм ;
 κ' - розрахунковий коефіцієнт теплопередачі, $\text{Дж}/(\text{м}^2 \cdot \text{год} \cdot ^\circ\text{C})$;
 $t_3^{\text{с}}$ - середня температура зовнішнього повітря за опалювальний період, $^\circ\text{C}$;
 $t_{\text{сер.пр}}^{\text{P}}$ - середня температура опалювального приладу, $^\circ\text{C}$;
 t_3 - розрахункова температура зовнішнього повітря для опалювання, $^\circ\text{C}$;
 θ - температурний напір, $^\circ\text{C}$:

$$\theta = \frac{T_{\text{п}}^{\text{P}} + T_3^{\text{P}}}{2} - t_{\text{в}}; \quad (2.3)$$

$T_{\text{п}}^{\text{P}}$ - розрахункова температура теплоносія в підвідному трубопроводі, $^\circ\text{C}$;
 T_3^{P} - розрахункова температура теплоносія в зворотному трубопроводі, $^\circ\text{C}$;
 $t_{\text{в}}$ - розрахункова температура в приміщенні, $^\circ\text{C}$;
 κ'' - коефіцієнт, що враховує зміни тепловіддачі в залежності від способу встановлення приладу;
 β_1 - коефіцієнт, що враховує зниження температури води відносно розрахункового значення внаслідок охолодження в трубопроводі;
 κ_2 - коефіцієнт, що враховує зміни тепловіддачі приладу в залежності від відносної витрати води;
 n_o - кількість діб в опалювальному сезоні;
 $Q_{\text{заг}}^{\text{P}}$ - розрахункова кількість теплової енергії на опалення приміщень громадського користування (сходові клітки, фойє тощо), Дж/год .

Кількість теплоти, що додатково надходить у приміщення від трубопроводу системи опалення, який прокладено відкрито, оцінюється за формулою:

$$g = \pi \cdot D \cdot l \cdot \kappa^{\text{сер}} \cdot b_{\text{т}} \cdot (t_{\text{ст}} - t_{\text{в}}) \cdot 24 \cdot n_o, \text{Дж/міс} \quad (2.4)$$

де D - зовнішній діаметр трубопроводу, м ;
 l - довжина трубопроводу, м ;
 $\kappa^{\text{сер}}$ - середній коефіцієнт теплопередачі, $\text{Дж}/(\text{м}^2 \cdot \text{год} \cdot ^\circ\text{C})$;
 $b_{\text{т}}$ - коефіцієнт, що залежить від місцезосташування трубопроводу в приміщенні (табл. 2.7);

$t_{ст}$ - температура стінки труби, що приймається рівною температурі теплоносія, °C;

Таблиця 2.7 - Значення коефіцієнта b_T

Місцерозташування трубопроводу в приміщенні, що опалюється	b_T
Стояк	0,5
Підвідний трубопровід до приладу	1,0
Зворотні труби, що прокладені біля підлоги	0,75
Гаряча магістраль під стелею	0,25

В кінці сезону опалення здійснюється перерахунок споживання теплової енергії кожним абонентом за формулою:

$$Q^{сер} = (Q_{пр}^p + Q_{заг}^p) \cdot \varphi, \text{ Дж/міс} \quad (2.5)$$

де φ - поправковий коефіцієнт:

$$\varphi = \frac{T_{п}^{сер} - T_{зв}^{сер}}{T_{п}^p - T_{зв}^p}$$

$T_{п}^{сер}$ – середньомісячна температура теплоносія в підвідному трубопроводі, °C;

$T_{зв}^{сер}$ – середньомісячна температура теплоносія в зворотному трубопроводі, °C;

або:

$$\varphi = \frac{\dot{e}^{\Phi}}{\dot{e}^p} = \frac{0,5 \cdot (T_{п}^{\Phi} - T_{зв}^{\Phi}) - t_b}{0,5 \cdot (T_{п}^p - T_{зв}^p) - t_b}, \quad (2.6)$$

де $T_{п}^{\Phi}$ – фактична середньомісячна температура теплоносія в підвідному трубопроводі, °C;

$T_{зв}^{\Phi}$ – фактична середньомісячна температура теплоносія в зворотному трубопроводі, °C;

Всі дані по опалювальних нагрівальних приладах приймаються за довідковою літературою та за розділом 3 дійсного навчального посібника.

Визначення кількості теплової енергії, що використовується споживачем на гаряче водопостачання, виконується за такою методикою.

Визначення розрахункового споживання енергії $Q_{гв}$ на гаряче водопостачання за формулою:

$$Q_{гв} = c \cdot G_{гв} \cdot \rho \cdot (t_g - t_x) \cdot 10^3, \text{ Дж/міс} \quad (2.7)$$

де $G_{гв}$ – щомісячна кількість гарячої води, що споживається абонентом за показами водоміру, м³;

c – теплоємність води, Вт/(кг·°C);

ρ – щільність води, кг/м³;

t_r – температура гарячої води за даними показів приладів в місцевих котельнях, ІТП й ЦТП, °С;

t_x – температура холодної води за даними міськводопроводу, °С.

Ця методика розрахунку теплової енергії абонентами дає можливість визначити фактичні витрати енергії та здійснити розрахунки із споживачами без встановлення в них приладів обліку, що заощадить кошти на їх встановлення та експлуатацію.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ ДЛЯ ПЕРЕВІРКИ ЗНАНЬ

1. Перерахуйте джерела втрат теплової енергії.
2. Як зменшити теплову ізоляцію стін?
3. Проаналізуйте можливості теплової ізоляції покрівлі.
4. Наведіть можливості підвищення теплоізоляційних якостей вікон.
5. Розкрийте суть модернізації систем ТГПіВ.
6. Проаналізуйте можливості використання різних систем регулювання.
7. Наведіть переваги радіаторних екранів.
8. Розкрийте суть кабельної системи опалення.
9. Охарактеризуйте переваги індивідуального регулювання.
10. Розкрийте суть радіаторних терморегуляторів.
11. Проаналізуйте питання енергоресурсозбереження в системах в теплопостачання і вентиляції.
12. Наведіть засоби обліку енергоносіїв, застосування лічильників тепла і води, що використовуються на Україні.
13. Яким чином обирають методи обліку тепла, що споживається?
14. Наведіть шляхи зниження витрат теплової енергії на опалення.
15. Проаналізуйте особливості роботи та технічні характеристики приладів на опалення і гаряче водопостачання.

3 ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ В ПРОМИСЛОВОСТІ

В 1990 році в структурі промислового виробництва України 71,2% становило виробництво засобів виробництва, а галузі, що випускали товари для споживчого ринку (товари для населення), – лише 28,8%. В той час при постійному нарощуванні об'ємів виробництва ресурсоємної і електроємної продукції, Україна поступово перетворилась з експортера паливних ресурсів в імпортера.

В колишньому СРСР паливно-енергетичний комплекс дотували за рахунок прибутку інших галузей, тобто ціни на енергоносії штучно були знижено. Енергоекономічні показники України порівнянні з іншими країнами були незадовільні. Так, виробництво електроенергії України в розрахунку на душу населення знаходиться на рівні європейських країн, таких як Франція, Великобританія (відповідно, 5,2 тис.кВт; 5,8; 5,7); доля її в промисловості становить 60%, в той час як у Франції ця величина становить 40% а у Великобританії - 35,8%.

На початку зростання цін з орієнтацією на світовий рівень в колишніх республіках ціни на електроенергію виросли значно більш високими темпами, ніж ціни на інші види продукції. Це різко прискорило інфляційний процес в Україні і призвело до того, що виручка за готову продукцію підчас не покривала затрати на енергоресурси, які на неї були витрачені. Енергетична складова собівартості продукції виросла практично в усіх галузях.

Більшість основних фондів промисловості в Україні є фізично і морально застарілими, потребують реконструкції або заміни. Дослідження, які виконані місцевими науковими організаціями України, показують, що енерговитрати на одиницю валового продукту в 2...3, а то й більше разів перевищують відповідні показники економічно розвинутих країн. Так, в 1990 році в Україні було витрачено ресурсів на 60% більше, ніж необхідно було б витратити.

В цих умовах необхідність вироблення і реалізації нових енергетичних стратегій України є актуальною. Поряд з розробкою програми розвитку галузей паливно-енергетичного комплексу, програми структурної перебудови економіки України, важливою складовою частиною цієї стратегії є здійснення державної політики енергозбереження.

3.1 Державна політика з енергозбереження в промисловості

Державна політика енергозбереження розрахована на період до 2010 року і передбачає такий потенціал для промисловості:

- орієнтацію на прогресивні технічні заходи підвищення рівня експлуатації енергетичних господарств споживачів електроенергії;
- величина загальної економії палива повинна бути збільшена при реалізації програм здійснення якісного рівня витрат всіх видів енергоносі-

їв, повної ліквідації дотацій на вартість енергоносіїв і здійснення середньозатратних проектів з використання нових технологій удосконалення сучасної структури економіки;

- здійснення міжгалузевих і внутрігалузевих структурних перебудов потребує значних капітальних вкладень для створення виробництв з використанням новітніх енергоефективних технологій, відмови від виробництва неефективної, з точки зору витрат енергоносіїв, продукції, створення ефективного механізму економічного впливу на політику енергозбереження. Наприкінці цього періоду, річне споживання енергоносіїв повинно бути знижено на 70-100 млн. тонн умовного палива в залежності від можливих розробок реформації економіки України.

Суттєве місце в енергозбереженні України займає промисловість. На сьогодні промисловість споживає близько 70% котельно-пічного палива і 64% теплової енергії від загального споживання всіх галузей національної економіки.

При запровадженні енергозберігаючих заходів в промисловості необхідно приділяти увагу енергоємним галузям і вдосконаленню структури промислового комплексу. Досягти цього можна шляхом:

- зменшення частки паливних галузей (електроенергетика та чорна металургія) в промисловому виробництві;
- зменшення в структурі промислового виробництва частки легкої і харчової промисловості;
- поліпшення структури виробництва матеріалів за рахунок підвищення темпів розвитку хімічної та нафтохімічної, лісної, деревинно обробної та целюлозопаперової промисловості і виробництва будівельних матеріалів;
- забезпечення розвитку машинобудування і металообробки.

Суттєві резерви підвищення використання ПЕР є в комунальній енергетиці. Сьогодні на балансі цієї галузі знаходяться в експлуатації близько 5 тисяч котелень, 12 тис. км теплових мереж (двотрубних). Річне вироблення тепла становить 48 млн. Гкал. На підприємствах використовується в рік близько 8 млрд. м³ природного газу, 400 тис. т вугілля і 300 тис. т рідкого палива, це 6,5% від загального споживання в Україні. Зменшення питомої витрати палива на вироблення теплової енергії є одним з основних показників економного використання паливних ресурсів. В 1999 році фактичні питомі витрати по підприємствах в цілому становили 170,2 кг/Гкал, що відповідає ККД котелень 83,9%. Тому для підвищення ефективності використання котельно-пічного палива в комунальній теплоенергетиці необхідними заходами буде заміна застарілих котлів типа НІИСТУ-5, Універсал, Енергія та аналогічних на нові з більшим коефіцієнтом ККД типу ВК, КБНГ, КСВа та інші.

Аналіз показує, що за результатами щорічних нормативних витрат палива перевитрачається майже 400 тис. т. умовного палива (у. п.) Розрахунки показують, що експлуатація застарілих котлів (в експлуатації знахо-

диться 10,5 тис. одиниць котлів НИИСТУ-5) приводить до більших ніж нормативних втрат палива, в рік близько 300 тис. т. у. п., що становлять більше 12 млн. доларів США при вартості за 1000 м³ газу 42 долари. У зв'язку з цим Наказом Президента України від 10.03.2000 р. "Про рішення Ради національної безпеки і безпеки України" від 14 лютого 2000 року "Про невідкладні заходи з подолання кризових явищ в паливно-енергетичному комплексі України" Кабінету міністрів України доручено переглянути державну програму енергозбереження і вжити додаткових заходів щодо впровадження на місцях енергозберігаючих технологій. Використовувати енергозберігаючі технології необхідно в усіх галузях національної економіки.

3.2 Теплове обладнання

3.2.1 Системи спалювання палива

Природний газ у великих кількостях використовується на промислових підприємствах в різних виробничих процесах з температурами від 70° до 1650°C (нижній діапазон температур використовується для процесів сушіння після пофарбування, попередньої сушки цегли і облицювальної плитки і для інших виробництв. Верхній діапазон температур використовується для плавлення металу, скла і матеріалів для виробництва мінерального волокна, а також для нагрівання металу перед тепловою обробкою).

3.2.2 Пальники

На промислових підприємствах використовується значна кількість типів пальників. Це звичайні пальники, які можна розділити на такі категорії:

- дифузійні пальники для обробки вогнем (пальники Бузена);
- пальники низького тиску (пальники з природною тягою);
- пальники з дуттям;
- пальники для форсованого запалювання;
- пальники спеціального призначення;
- інші типи пальників.

Управління роботою пальників для регулювання співвідношення газ-повітря, за оптимальним навантаженням оптимального режиму спалювання найчастіше здійснюється пневматичними або механічними засобами. В основному це виконується вручну.

Регулювання необхідної температури різних типів печей здійснюється за допомогою датчиків, які в свою чергу оптимізують тиск газу та повітря, яке подається. Управління регулювання за допомогою мікроелектронної апаратури і комп'ютерних моніторів виконується рідко або не виконується взагалі.

Для економії електроенергії та підвищення ефективності її використання потрібно передбачити такі заходи:

- визначення навантаження і якості спалювання палива, тобто вмісту надлишкового повітря, залишки неспалимих гідрокарбонатів, оксиду вуглецю і відповідне регулювання для оптимальної роботи пальників;
- забезпечення оптимального навантаження на всіх теплових установках;
- зниження температури відвідних газів шляхом попереднього прогріву повітря, яке нагрівається за допомогою рекупераційних пальників, рекуператорів або регенераторів;
- забезпечення необхідного аеродинамічного режиму роботи теплових агрегатів;
- оптимізація теплообміну в виробничому процесі шляхом заміни існуючих пальників на ті, що більше підходять для даного процесу, а також оптимальне їх розташування;
- зведення до мінімуму витрат енергії шляхом встановлення більш точного для автоматичного регулювання температури, часу обробки та інших параметрів.

Мікродифузійна технологія спалювання газу на сьогодні найефективніша серед застосовуваних в промисловості і теплоенергетиці. Порівняно з існуючими газовими пальниками, в яких використовується дифузійний механізм горіння або часткове попереднє змішування, пальники, що працюють за мікродифузійною технологією, дають змогу поліпшити всі характеристики горіння, а також технологічні й екологічні показники об'єктів, у складі яких вони експлуатуються.

Пальники МДГГ – прямоструминного типу. Вони характеризуються зниженою масою, легкістю монтажу, простотою і надійністю експлуатації, підвищеним ресурсом роботи, низьким рівнем шуму, широким діапазоном зміни навантаження, повним згоранням палива при коефіцієнті надлишку повітря в печі $\mu = 1,03 \dots 1,05$, коротким факелом. Конструкція пальників МДГГ дозволяє управляти розподілом температури і теплового навантаження в об'єкті. Їх застосування дає істотну економію палива (газу). Абсолютний економічний ефект визначається конкретними умовами. Залежно від об'єкта й області застосування економія газу при застосуванні пальників МДГГ складає 4...20%.

Сучасні технології енергозбереження спрямовані на скорочення теплових втрат з продуктами згорання й оптимізацію температурного поля в печах для зниження теплових втрат через кладку. МД-технології горіння підвищують ефективність використання палива за рахунок зниження коефіцієнта надлишку повітря. Другою складовою підвищення ефективності теплових агрегатів при використанні пальників МДГГ є короткий факел.

На цей час завод “Промгазппарат” опанував випуск мікродифузійних газових пальників серії МДГГ потужністю 1,2...25 МВт (таблиця 3.1), призначених для високоекономічного й екологічного чистого спалювання природного газу, а також технологічних газів різних виробництв, синтетичних газів, коксодомених газів тощо. Пальники МДГГ застосовуються в

котлах серії Е, ДЕ, ДКВР, КВГМ, ПТВМ і т.п., у печах випалу будівельних матеріалів і керамічних виробів, сушарках, у термічних нагрівальних і технологічних печах тощо.

Таблиця 3.1 – Технічні характеристики пальника МДГГ

Пальник МДГГ	35	75	150	250	500	800	1200	1800	2500
Теплова потужність, МВт	0,35	0,75	1,5	2,5	5,0	8,0	12,0	18,0	25,0
Тиск газу в коробі пальника, Па	1200			1500		2500			
Номінальна витрата газу, м ³ /год	35	75	150	250	500	800	1200	1800	2500
Аеродинамічний опір, Па	500			750		1000			
Коефіцієнт робочого регулювання	5			6		7			

Використання пальників типу МДГГ дозволяє підвищити рівень автоматизації і моніторингу регулювальних пристроїв витрат газу та повітря. Автоматика дозволяє роздільно тестувати всі механізми і датчики, у режимі налагодження записати режимну карту горіння, внести температурні і часові параметри процесу управління агрегатом.

3.2.3 Печі

Оскільки більшість печей, які використовуються у промисловості, мають великі за площею поверхні і працюють 24 години на добу практично круглий рік, то величина витрат енергії в них дуже велика. На сьогоднішній день ці печі знаходяться в незадовільному стані. В деяких випадках це пов'язано з проблемою нестачі запасних частин.

Підтримка оптимальної робочої температури і газового середовища в печі для виробництва певної продукції потребує швидкодіючих ефективних контрольно-вимірювальних приладів (КВП). Сучасне обладнання типу обчислювальних систем мікрокомп'ютерів і обчислювальних пристроїв для виробничих процесів використовується на великих установках в поєднанні з лічильниками і датчиками для здійснення технічного регулювання, управління і передачі інформації. Таке обладнання зустрічається рідко або відсутнє повністю на підприємствах.

До можливостей економії енергії, які не потребують особливих затрат, слід віднести:

- локалізацію теплових витрат в печах через технологічні отвори, дверцята та оглядові отвори печей з введенням необхідних змін і веденням ремонтних робіт;
- високий ступінь завантаження для зменшення питомої витрати енергії;

- здійснення безперервного контролю за використанням енергії шляхом установлення лічильників і регулювального обладнання;
- оптимізацію узгодженості процесів з точки зору споживача енергії, наприклад шляхом розрахунку і управління оптимізацією кривої нагрівання і роботи пальників для оптимізації роботи в цілому.

До інших можливостей економії енергії, які вимагають деяких капітальних затрат, потрібно віднести:

- зведення до мінімуму рівня теплових витрат розігрітих поверхонь печей шляхом їх ізоляції в максимальному ступені;
- оптимізація конструкції невеликих печей різного типу методом заміни вогнетривкої цегли на легкі ізоляційні матеріали (керамічне волокно). Особливо це стосується печей безпосередньої дії;
- повна заміна або реконструкція застарілих печей і інших елементів установок для теплової обробки;
- використання сучасної концепції управління роботою обладнання, зокрема, методів пропорційного управління, лямбда-датчиків, мікрокомп'ютерів і обчислювальних пристроїв. (Лямбда-датчик - це електричний пристрій, який вимірює концентрацію надмірного повітря під час спалювання або горіння.).

3.2.4 Установки виробництва пари

Конструкція установок виробництва пари на підприємствах містить центральну котельню, яка обладнана двома або більше газовими котлами потужністю 4-6 МВт кожний. Пара, звичайно, подається під тиском 6 Бар з деякими відхиленнями в об'ємі виробництва в літній або зимовий сезон.

Вироблена пара використовується у виробничих потребах, а також для опалення виробничих приміщень, їдалень і адміністративних будинків. В деяких випадках енергію пари перетворюють за допомогою теплообмінників на енергію гарячої води для системи опалення.

В цілому система паропроводів має великі розгалуження через загальноприйняту методику будівництва центральних бойлерних на великих відстанях від місць використання пари. Як правило, паропроводи проходять поза приміщеннями, в підвішеному стані, на опорах. Від магістралі розгалуження ведуть у напрямках різних цехів.

Пара використовується в різних процесах практично на всіх промислових підприємствах. При цьому для багатьох виробничих ліній дуже зручно мати в наявності велику кількість енергії при температурі, яка вимагається. Але в багатьох випадках використання пари неефективне з точки зору затрат, оскільки контроль за споживанням енергії організований недосконалим чином, а підтримка температури і тиску невикористаної пари коштує дорого.

Характерною особливістю українських паропроводів є витрати тепла в трубопроводах, які ведуть до цехів, що використовують пару. Трубопро-

води погано або взагалі не ізолювані і мають протікання пари у місцях з'єднань протягом усієї мережі.

До можливостей економії енергії і підвищення ефективності її використання для паропроводів слід віднести:

- заміна пари на інші джерела енергії;
- зменшення витрат енергії через неізолювані трубопроводи.
- ліквідування втрат енергії в місцях протікання з фланцевих і різьбових з'єднань, сальників, вентилів, кранів та інше.

Для прикладу, протікання пари, яка виходить зі свистом і створює малу хмаринку, викликає втрати енергії рівні 1 кг пари/год, що приблизно становить 5,5 МВт/год або 800 м³ природного газу в рік; протікання пари, яке створює невелику хмаринку і деякий яскравий шум - це витрати пари, що рівні 5-3 кг пари/рік або 2000-4000 м³ природного газу в рік.

3.2.5 Котли

На більшості підприємств встановлені котли з камерою спалювання великого об'єму і двома (або більше) камерами спалювання меншого об'єму і такою ж кількістю димарів, які виведені через цегляну кладку котла. Ефективність котла такого типу без економайзера не дуже висока через високу температуру відвідних газів на виході і втрат внаслідок випромінювання і віддачі тепла через велику поверхню цегляної кладки.

При частих пусках або зупинках котла значні витрати енергії ідуть на підігрів великої цегляної кладки. Але більша частина газових котлів обладнана економайзерами, які значно підвищують ефективність спалювання палива. Звичайна енергія, яка утилізується за допомогою економайзерів, йде на попередній нагрів води, що подається в парові котли.

До можливостей економії енергії і підвищення ефективності її використання для котлів слід віднести:

- усунення протікань різного типу, наприклад, щілин в цегляній кладці для попередження доступу надмірної кількості повітря в камеру спалювання, з використання різних ущільнювачів, шляхом підтягування фланцевих з'єднань та інше;

- ізоляція поверхні котлів для зниження теплових втрат внаслідок конвекції і випромінювання тепла з їх поверхонь. Дана процедура виконується після ретельного вивчення креслень котла, для запобігання порушень роботи окремих вузлів через більш високий температурний режим роботи всіх вузлів;

- при використанні газових котлів потужністю більше 1 МВт необхідним є постійний контроль температури відвідних газів, а також контроль O₂ або CO₂ чи CO для забезпечення максимальної ефективності і якості спалювання палива при будь-якому навантаженні. Отримані дані дозволяють оператору налаштувати паливник на відповідний режим роботи. З цією метою оператор повинен мати в своєму розпорядженні набір контрольно-вимірювальних приладів (КВП) для швидкого контролю;

- в ході планування внесення змін в структуру підприємства або будь-якої іншої реконструкції виробництва раціональним є використання невеликих парових установок в безпосередній близькості до виробництва, яке використовує пар. Потужність таких установок розраховується в залежності від конкретних потреб.

3.3 Системи стислого повітря

Виробництво стислого повітря – це неефективний процес. Більше 90% електроенергії, яка витрачається для виробництва стислого повітря, витрачається у вигляді тепла. Менше 10% енергії, яка витрачається, перетворюється в корисну енергію. Погана конструкція і протікання в системі (протікання повітря із трубопроводів розподілення) сприяють подальшому зниженню ефективності ще на 30-50%.

Як правило, на підприємствах використовуються розташовані на загальній компресорній станції об'ємні поршневі компресори для централізації подачі стислого повітря по трубопроводу в будинки і окремі виробничі лінії. Потужність компресорів контролюється за допомогою запобіжного клапана, що призводить до того, що споживання електроенергії компресорами не змінюється навіть тоді, коли відпадає необхідність в подачі стислого повітря на короткий або тривалий періоди часу. Клапан просто стравлює повітря в атмосферу в той час, як компресор продовжує працювати. Існує також проблема чистоти стислого повітря. На деяких виробництвах актуальною є проблема подачі стислого повітря без домішок води і мастила.

Технічні можливості економії:

- усунення протікань з системи. Для пошуку протікань зручно користуватися ультразвуковими шукачами (портативний напівпровідниковий газовий шукач). Перевірка на наявність течій повинна здійснюватись щорічно. Протікання повітря через отвір діаметром 1,6 мм при тиску в системах 0,7 МПа відповідає 3 дм³/с або додатковій витраті енергії, яка рівна 1 кВт·год;

- якщо навантаження компресора не постійне за часом, то його продуктивність повинна контролюватись і управлятись;

- зниження навантаження шляхом відключення невикористаних інструментів;

- попередження холостої роботи при постійному нульовому навантаженні;

- регулярне чищення всмоктувального фільтра (падіння тиску на кожні 35 МПа з причини забруднення фільтра знижує ефективність роботи компресора на 2%);

- мережу необхідно розділити на секції, передбачивши можливість відключення окремих секцій за допомогою вентилів;

- якщо в одній системі використовуються різні рівні тиску, то потрібно розглянути можливість розділення цієї системи на дві або більше систем;
- вдосконалення системи управління роботою мережі компресорів для досягнення оптимальної пріоритетності процесів вмикання і вимикання;
- вивчення можливості заміни пневмоінструмента, наприклад, інструментом з електроприводом;
- використання можливості відбору (відновлення) тепла при наявності теплового навантаження.

3.4 Система газозабезпечення

Газ використовується безпосередньо в технологічних процесах, а також для виробництва пари і опалення приміщень.

Схема подачі газу містить основний лічильник і газорозподільчу станцію, яка отримує газ від регіональної газової станції, знижуючи тиск газу, який надходить, приблизно до 0,2 МПа. Від газорозподільчої станції газ транспортується по металевому газопроводу, який розташований на опорах над поверхнею землі. Газопровід має розгалуження на окремі цехи підприємства, де здійснюється зниження тиску газу до рівня, який потрібен для роботи пальників, що задіяні в технологічному процесі. З'єднання в розподільчій мережі зварні або фланцеві, в той час як з'єднання трубопроводів, які подають газ на пальники, різьбові з ущільненням із паклі. Типові фітинги, які використовуються на підприємствах, мають довгі гвинтові з'єднання і вентилі, що призначені для припинення і регулювання подачі газу.

Дані, отримані за допомогою проведення різних тестів з використанням чутливої електронної КВП на 30 крупних промислових підприємствах України, вказують на те, що близько 25% вентилів, різних кранів і з'єднань мають протікання газу, від невеликих до крупних масштабів.

У випадку, коли розподільча система має великі розгалуження в декілька кілометрів, які проходять і поза будинками, вона, як правило, обладнана тисячами з'єднань, вентилів, кранів та ін. За попередніми розрахунками витрати природного газу на деяких підприємствах становлять більше 1 млн. м³. В дійсності величина втрат значно вища.

Найбільш ефективний спосіб економії палива – усунення протікань природного газу. Всі газопроводи необхідно ретельно обстежувати у відповідності з розробленим планом. В першу чергу це відноситься до трубопроводів високого тиску з постійним переходом до систем з меншим тиском.

Найбільш зручний спосіб виявлення протікань - використання мильного розчину. Паралельно з пошуком і локалізацією протікань повинна працювати бригада слюсарів-ремонтників, яка усуває протікання з наступною повторною перевіркою вузлів, що ремонтуються, для уникнення протікань в майбутньому.

Широко застосовуються довгі різьбові з'єднання, які необхідно замінити на муфтові з ущільненням типу “метал до металу”, а встановлені крапни замінити на вентилі, наприклад шарові, що стійкі до впливу природного газу.

Протікання зручно встановити за допомогою портативного течешукача. Принцип дії електронних течешукачів такий: детектор може сприймати звукові випромінювання в вузькому діапазоні ультразвукових частот. Саме в цьому діапазоні випромінює звук більшість протікань стислого повітря і газу під тиском. За рахунок вузької частотної смуги, яка забезпечується фільтрами приладу, сторонні шуми відсікаються. За допомогою ультразвукового детектора протікань такого типу, можна буде швидко обстежувати всі трубопроводи на підприємствах і знайти протікання.

Однією з важливих функцій енергетичного менеджменту і аудиту є визначення і реєстрація кількості газу, який використовується в тому або іншому технологічному процесі. Для цього потрібно встановити постійні лічильники втрат газу або врахувати можливість підключення переносного лічильника, який можна використовувати для вимірювання споживання газу в декількох цехах.

Для вимірювання потоку газу використовуються як пристрої з нерухомими механічними частинами (діафрагмові витратоміри, вимірювальні трубки Вентурі, трубки Піто), так і пристрої з частинами, які обертаються (турбінні лічильники, ротаметри). Турбінні і ротаційні лічильники міряють швидкість проходження потоку газу.

3.5 Системи вентиляції

Вентиляційні системи використовують значну кількість від загального споживання енергії на підприємствах. Вони звичайно є елементами технологічних установок і засобами забезпечення в виробничих приміщеннях санітарно-гігієнічних умов. Ці системи значно впливають на споживання енергії системами опалення або охолодження будинків.

Споживання енергії працюючими вентиляторами дуже просто оцінити, виходячи з часу їх напруження. Але загальне споживання енергії з врахуванням нагрівання внутрішнього повітряного потоку може бути значно більшим (так споживання електроенергії постійнодіючою вентиляцією при потоці 3000 м³/год становить близько 20 000 кВт·год/рік). Але, якщо врахувати і споживання енергії на нагрівання повітря в холодні дні, то загальне споживання енергії буде близько 100 000 кВт·год/рік.

За даними споживання енергії на потреби вентиляції, а також за статистичними даними споживання електроенергії, можна приймати рішення про заходи, які необхідно впроваджувати для економії енергії.

Спочатку потрібно з'ясувати, яка реальна необхідність в вентиляції, а також чи змінилася ця необхідність з того моменту, коли конструювалася і споруджувалася вентиляційна система. Далі потрібно визначити парамет-

ри основного навантаження: теплове навантаження, вологість, наявність викидів різних газів, наявність в повітрі твердих часток та інше. Необхідно також з'ясувати розподіл цих параметрів за часом протягом дня, тижня, року. Часто системи вентиляції працюють з надмірною продуктивністю.

Модифікація вентиляційного пристрою або процесу може сприяти підвищенню ефективності самого технологічного процесу (заміна застарілих освітлювальних систем в приміщеннях, де працюють кондиціонери, приводить до економії 100 000 кВт·год/рік), а це приводить до додаткової економії близько 30 000 кВт·год/рік на установці кондиціонування повітря, при цьому потік повітря від системи вентиляції може бути зменшений.

При охолодженні або обігріві будинків за допомогою вентиляційних систем великі витрати можуть виникнути за рахунок інфільтрації зовнішнього повітря. Мінімізуючи час, протягом якого двері знаходяться у відкритому стані, використовуючи можливості створення закритих перехідних “камер” на дверях (тамбурів), використовуючи пластикові завіси або інші пристрої, можна ці втрати значно скоротити.

Протікання з вентиляційних повітроводів можуть збільшити втрати і тим самим збільшити навантаження на вентилятори. Протікання повітря може бути значним за рахунок погано з'єднаних повітропроводів прямокутного перерізу.

Важливим є також відключення вентиляторів в нічну пору, коли не здійснюються роботи. Частина вентиляторів також стоїть відключеною на час перезмінок і відведених перерв.

Необхідно узгодити існуючу продуктивність вентиляторів і необхідне навантаження. Після того, як буде знижене навантаження, необхідно знову узгодити продуктивність вентиляторів системи з навантаженням.

Автоматика управління вентиляційними системами повинна враховувати температуру зовнішнього повітря. В багатьох виробничих кімнатах рекомендується, щоб була встановлена одна центральна вентиляційна система, доповнена місцевими витяжними пристроями. Використання місцевих витяжних пристроїв дозволить зменшити навантаження на основну вентиляційну систему.

Поліпшення ефективності вентиляційної системи можна досягти, звернувши увагу на такі аспекти:

- визначаються втрати тиску в системі (втрати на тертя повітря в повітропроводах зменшаться на 75% при збільшенні внутрішнього діаметра на 50%);

- у випадку, якщо продуктивність управляється шляхом дроселювання якої-небудь заслінки, потрібно розглянути якісь інші способи управління роботою деяких невеликих вентиляторів, які працюють паралельно (управління шляхом включення або виключення необхідної кількості вентиляторів), управління швидкістю потоку повітря – безперервно або дискретними ступенями;

- ефективно можна управляти роботою вентиляторів шляхом змін частоти їх обертів. Це особливо корисно у випадку, коли вентиляційні системи тривалий час працюють зі зниженою продуктивністю. Якщо продуктивність постійно занадто висока, то потрібно змінити передатне число ремінного приводу вентилятора. Потрібно пам'ятати:

- а) подвоєння швидкості потоку подвоїть продуктивність;
 - б) подвоєння швидкості потоку збільшить тиск в 4 рази;
 - в) подвоєння швидкості потоку збільшить споживання енергії в 8 разів;
- необхідно уникати втрат в системі, які виникають внаслідок неправильного встановлення вентиляторів;
- потрібно замінити ті електродвигуни, які напрацьовують більшу кількість годин в рік, більш енергоефективними моторами;
- потрібно досліджувати, чи нема значних втрат в пасових приводах вентиляторів і в підшипниках.

Для ефективного використання вентиляційної системи її потрібно систематично обслуговувати.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ ДЛЯ ПЕРЕВІРКИ ЗНАНЬ

1. Поясніть суть питань енергозбереження в промисловості.
2. Покажіть можливості енергозбереження при використанні різних систем спалювання палива.
3. Розкрийте суть мікродифузійної технології спалювання газу.
4. Питання енергозбереження при використанні промислових печей.
5. Охарактеризуйте можливості економії енергії при використанні котлів на підприємствах.
6. Покажіть можливості енергозбереження при використанні стислого повітря.
7. Наведіть можливості заощадження газового палива на підприємствах.
8. Охарактеризуйте можливості ефективного використання систем вентиляції на промислових підприємствах.

4 ПОНОВЛЮВАЛЬНІ ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ

Згідно з Постановою Верховної Ради України “Про проект концепції розвитку паливно-енергетичного комплексу України до 2010 року” і за “Проектом національної енергетичної програми України до 2010 року” частка нетрадиційних та поновлювальних джерел енергії в загальних об’ємах виробництва електричної енергії становить 8%, що відповідає 13 тис. ГВт.год електроенергії і 28 тис. ГВт.год теплової. Це може забезпечити економію в об’ємі 7,1 млн.т умовного палива. В 2005 році в Данії приблизно 10% від усієї енергії, яка вироблятиметься, планується виробляти за рахунок поновлювальних джерел енергії.

До сучасних технологій виробництва нетрадиційних джерел енергії слід віднести:

- використання сонячної енергії для систем тепlopостачання за допомогою колекторів і систем пасивного сонячного опалення;
- використання геотермальної води для тепlopостачання;
- використання теплових насосів малої та середньої потужності для тепlopостачання окремих будинків і утилізації теплових викидів, а великої потужності – в теплонасосних станціях для заміни малих і середніх котелень;
- використання відходів сільськогосподарської продукції для отримання біогазу в якості палива;
- інші джерела енергії.

4.1 Сонячна енергія

Задача сонячної енергії – гріти воду для побутових потреб в теплу пору року там, де це економічно виправдано.

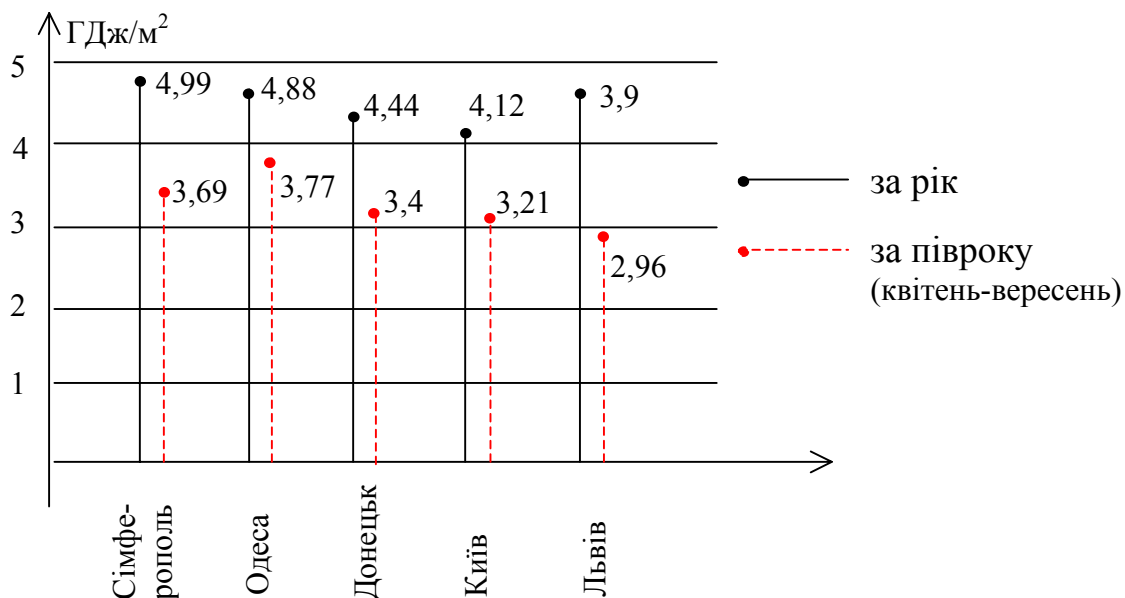


Рисунок 4.1 - Енергія сонячної радіації, яка досягає поверхні землі в містах України

На поверхню площею 20 тис. км² надходить стільки сонячної енергії, що нею можна забезпечити населення всієї земної кулі.

Використання сонячної енергії в багатьох країнах починає посідати важливе місце. Нагрівання води в побутових приладах набуло поширення в Австралії, Греції і на Середземному Сході. У США і Японії щорічно виробляється сонячної енергії на суму в кілька мільйонів доларів.

Геліоустановки (сонячні енергетичні установки) перетворюють сонячну радіацію на теплову (для нагрівання води до 50-60°C в лазнях, пральнях тощо, технологічної пари, прісної води або штучного холоду) або електричну (фотоелектрична, термоелектрична і термодинамічна) енергію. Геліоустановка з машинним циклом називається сонячною енергетичною станцією.

Роботи над створенням вискоєфективних сонячних електростанцій проводяться у США, Україні та інших країнах. У США діє одна станція потужністю 10 МВт і проектується ще кілька потужних (до 100 МВт). На сонячній енергії працює готель “Спортивний” (Крим), житлові будинки на Україні, в Дагестані. З 1985 року в Криму працює перша геліостанція потужністю 5 МВт. Використання теплових насосів або теплоти від акумуляторів сонячної енергії та океанських температурних градієнтів є перспективним, проте перебуває в стадії досліджень і розробок.

Собівартість виробництва електроенергії на сонячних ТЕС поки що висока. Одна з центральних проблем відновлення джерел енергії - накопичування енергії. Створення економічних надпровідникових кілець (реально найближчим часом) вирішить цю проблему. Нові надпровідники дають змогу у перспективі створити економічні накопичувачі сонячної енергії, які можуть стати конкурентами атомної і теплової енергетики. Важливим фактором при цьому є необхідність створити безпечні й економічно чисті електростанції. Пов'язані з охороною навколишнього середовища проблеми при експлуатації різних систем, які використовують сонячну енергію, легко вирішуються.

Більшість сонячних колекторів мають елементи, які показані на рис. 4.2.

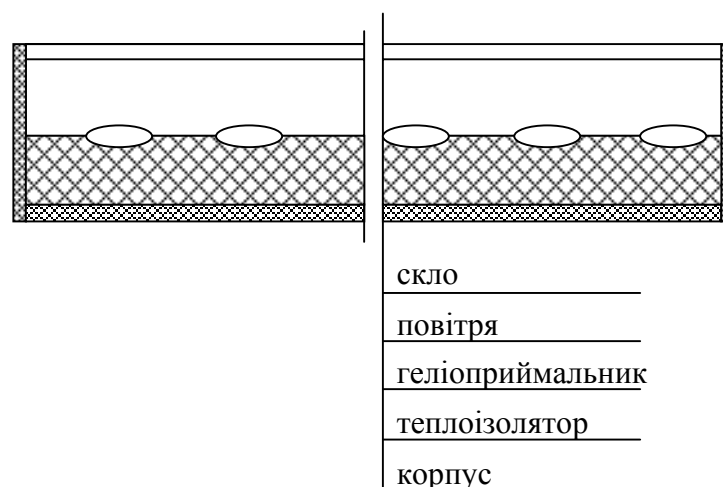


Рисунок 4.2 - Елементи сонячних колекторів

Найбільш ефективні сонячні колектори виготовляються з корпусом із алюмінію, з двома шарами скла і з геліоприймачем, який має покриття, що забезпечує мінімальні тепловтрати колектора при променевому теплообміні. Такі колектори достатньо дорогі, і це не завжди виправдовується додатковою їх теплопровідністю. Тому часто використовуються більш дешеві колектори зі стальними корпусами і геліоприймачами, які захищені одним шаром скла. Схема найпростішої геліоустановки наведена на рис. 4.3.

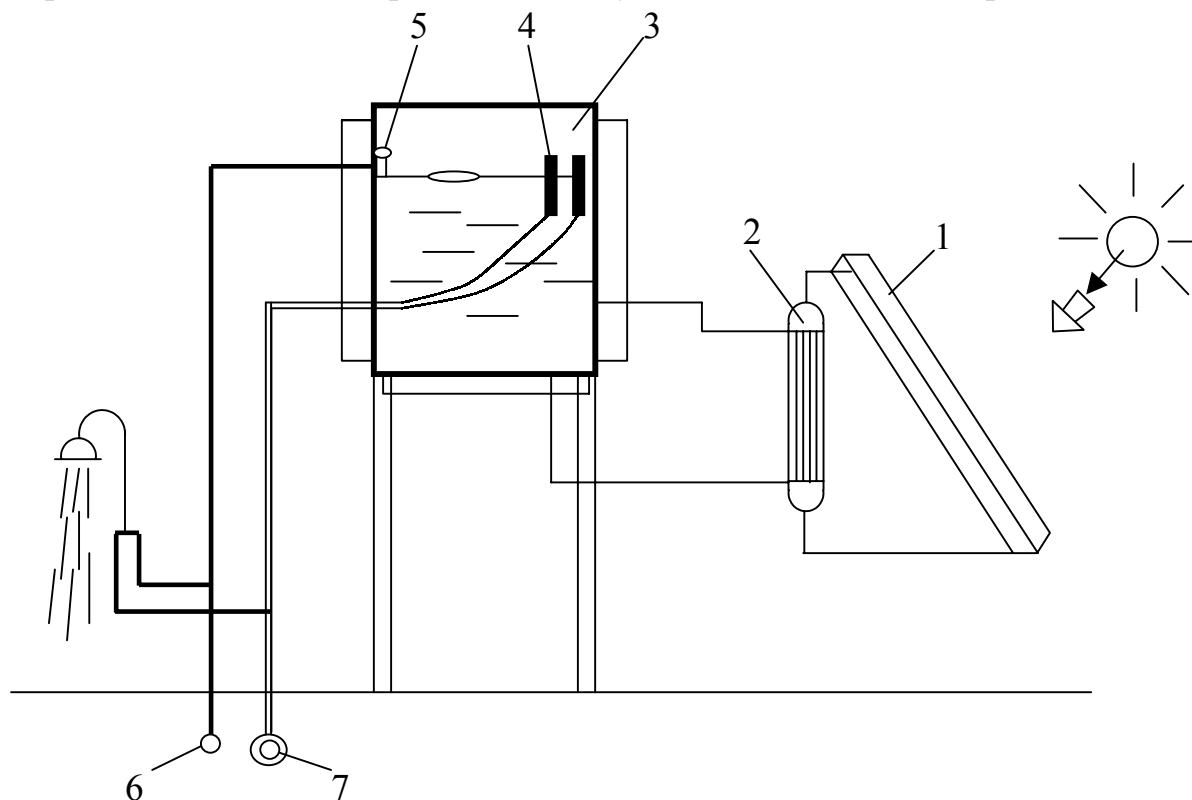


Рисунок 4.3 - Схема геліоустановки гарячого водопостачання:

- 1 – геліокотел; 2 – теплообмінники; 3 – резервуар-накопичувач;
4 – поплавок; 5 – поплавковий клапан; 6 – водопровід;
7 – трубопровід гарячого водопостачання

Схема складається з двох контурів циркуляції. В першому контурі знаходиться геліокотел 1, який має об'язані трубопроводами сонячні колектори, де вода циркулює при природному збудженні. Підігріта в сонячних колекторах вода під дією гравітаційного тиску направляється до теплообмінника 2, в якому тепло передається водопровідній воді, якою наповнено теплоізований резервуар-накопичувач 3. В результаті розшарування (стратифікації) температура води в баці буде однаковою. Найвищих значень температура води досягне в верхній зоні бака. Щоб мережа гарячого водопостачання отримала воду з найвищою температурою, запірний патрубок прикріплено до поплавка 4. Бак наповнюється через поплавковий клапан 5, що приєднаний до водопроводу 6, а підігріта в геліоустановці вода направляється споживачам по трубопроводу 7 гарячого водопостачання.

Сонячні системи гарячого водопостачання знаходять розповсюдження в установах відпочинку, в побутових приміщеннях, де можна використовувати засоби з метою скорочення затрат на придбання палива або на оплату теплоносіїв влітку.

4.2 Теплові насоси

Тепловий насос - це машина, яка сприймає теплоту оточуючого середовища а також енергію, необхідну для приведення мотора в дію для того, щоб передати теплоту з більш високою температурою споживачу.

В 1993 році в США було побудовано близько 1 млн. односімейних житлових будинків, з яких 246 тисяч було обладнано опалювальними тепловими насосами. Загальна кількість установлених в США теплових насосів становить 7,7 млн., що складає близько 11% загальної кількості опалювальних установок.

Сучасний об'єм продажу теплових насосів в Швеції складає близько 35 тис. комплектів на рік, а в Швейцарії щорічно встановлюється до 3 тис. одиниць теплонасосного обладнання.

Використання теплових насосів завжди потребує не тільки затрат енергії на привід, але й додаткових джерел теплоти. До таких джерел відносяться відпрацьована теплота і енергія оточуючого середовища. Оточуюче середовище як джерело енергії можна представляти тоді, коли його температурний рівень несуттєво відрізняється від температури, яка потрібна споживачу.

Джерелом енергії з оточуючого середовища може бути ґрунт, ґрунтові й поверхневі води, повітря, рослини, а також забудови (рис. 4.4).

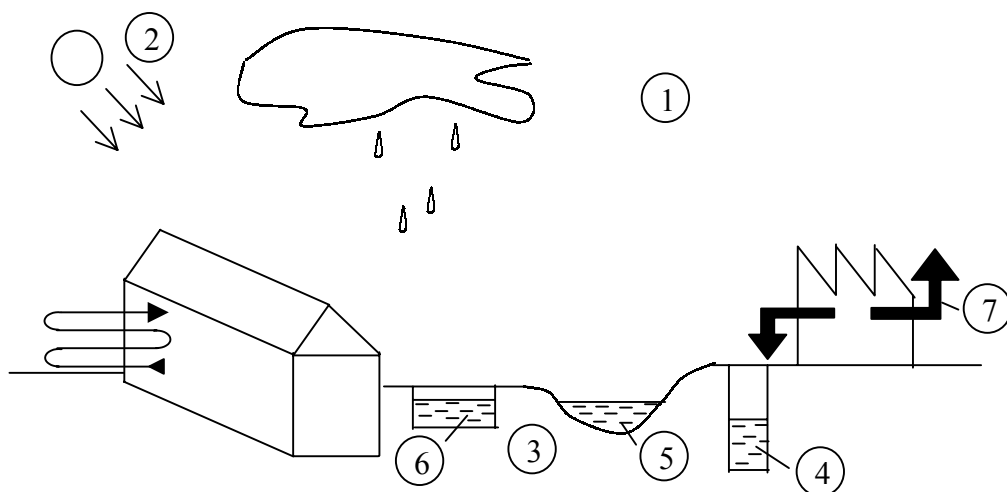


Рисунок 4.4 – Енергоносії та температурне поле оточуючого середовища:

- 1 – повітря 4...15°C; 2 – сонячна радіація 20...80°C; 3 – ґрунт 6...12°C;
- 4 – ґрунтові води 6...12°C; 5 – поверхневі води 5...15°C;
- 6 – стічні води 24...30°C; 7 – відпрацьоване повітря 12...30°C

Для того, щоб насос мав можливість забирати енергію від оточуючого середовища при відносно низькій температурі, до нього необхідно підвести механічну енергію, яка в більшості випадків перетворюється з електричну енергію. При теплонасосному опаленні вимагається приблизно втричі менше електричної енергії, ніж при прямому перетворенні електричної енергії в теплову, наприклад, в електрорадіаторах.

Є багато різних типів теплових насосів. Але найбільше розповсюджений компресорний парорідинний тепловий насос, який складається з чотирьох основних елементів: компресора, конденсатора, випарника і терморегулювального вентиля (рис. 4.5).

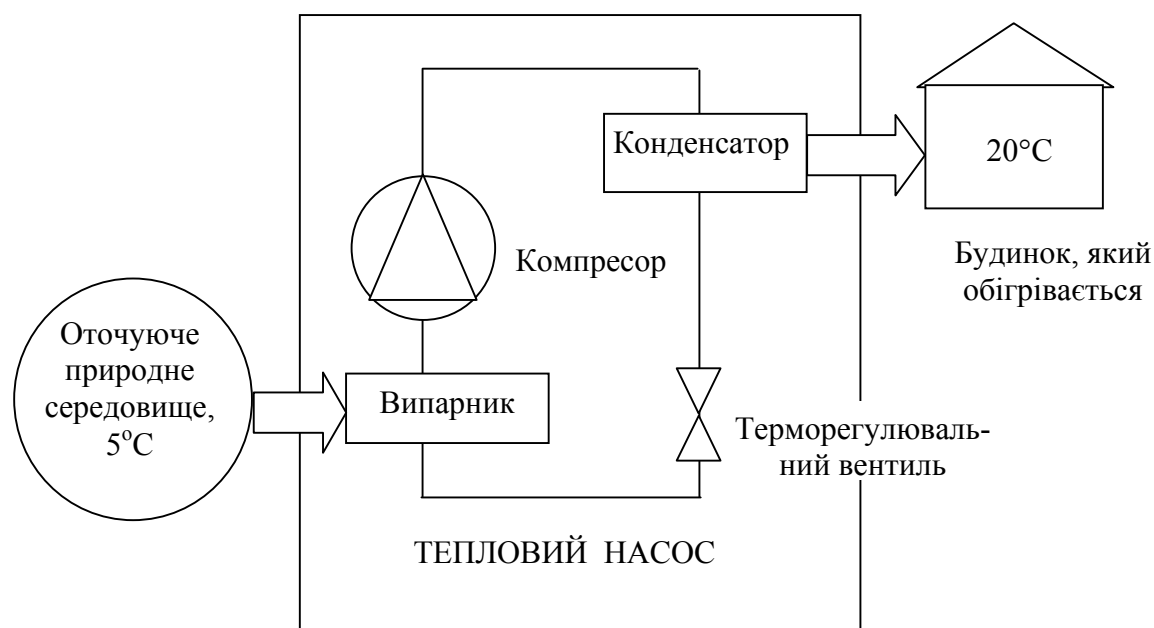


Рисунок 4.5 – Схема перетворювача природної енергії в тепловому насосі

Всі апарати теплового насоса заповнені легкокип'ячим холодним агрегатом, для якого температура оточуючого середовища є такою високою, що у випарнику починається кипіння рідкого холодоагента. Утворена пара відсмоктується компресором. При стискуванні в компресорі температура пари холодоагента підвищується настільки, що в конденсаторі, який омивається теплоносієм системи опалення, пара стискується, а теплота конденсації передається теплоносію, який при цьому нагрівається. На шляху до випарника рідкий холодоагент проходить через терморегулювальний вентиль, де різко знижується тиск рідини, після чого і починається її кипіння у випарнику, де цикл замикається.

Відношення виробленої теплової енергії до витраченої в компресорі роботи називають коефіцієнтом перетворення теплового насоса. Цей коефіцієнт залежить від різниці температур джерел. Якщо ця різниця відносно невелика, то величина коефіцієнта перетворення може бути досить високою, а при значній різниці температур коефіцієнт знижується.

Вважається, що ефективність опалювального теплового насоса забезпечується при коефіцієнті перетворення, рівному 3 і більше.

4.3 Біогаз у побуті

Одним із забутих джерел енергії, яке у наші часи набуло нового розповсюдження, є біогаз. Він використовувався ще в Стародавньому Китаї і знов “винайдений” у наш час. Біогаз успішно використовується в Японії, Чехії, Угорщині, Румунії.

У Німеччині вже існують цілі фабрики біогазу.

Біогаз – це газоподібний продукт, який отримують у результаті анаеробної, тобто такої, що утворюється без доступу повітря, ферментації (перепрівання) органічних речовин різного походження.

У кожному селянському господарстві протягом року збирається значна кількість гною, бадилля рослин, полови та інших відходів. Після розкладання вони використовуються як органічні добрива. При перепріванні цього гною виділяється кількість тепла у вигляді біогазу, що може використовуватися для побутових потреб.

Біогаз – це суміш газів. Його основні компоненти: метан (CH_4) – 55...70%, вуглекислий газ (CO_2) – 28...43% і в малій кількості інші гази, наприклад, сірководень (H_2S). У середньому 1 кг органічних речовин, що біологічно розклалися на 70%, дає 0,18 кг метану; 0,32 кг вуглекислого газу; 0,2 кг води і 0,3 кг нерозкладеного залишку.

Органічні відходи розкладаються внаслідок дії певних бактерій, тому велике значення має навколишнє середовище. Кількість виробленого газу значною мірою залежить від температури: чим тепліше, тим більша шкідливість і ступінь ферментації органічної сировини. Застосування надійної ізоляції дає змогу використовувати генератори біогазу не тільки влітку, але й взимку за 25-градусного морозу.

До сировини висуваються такі вимоги: вона повинна бути придатною для розвитку бактерій; містити речовини, які біологічно розкладаються, і містити значну кількість вологи (до 94%). Бажано, щоб середовище було нейтральне, без речовин, що перешкоджають розвитку та дії бактерій (зокрема, мила, хлору, пральних порошоків).

Для одержання біогазу бажано використовувати складні суміші: свіжий гній, полови, січку із різного бадилля.

У процесі ферментації рідина в резервуарі поділяється на три фракції. Верхня – кірка, утворюється з великих часток, що піднімаються разом із бульбашками газу. Цей шар через деякий час може стати настільки твердим, що перешкоджатиме виділенню біогазу. У середній частині накопичується рідина, а нижня, брудоподібна фракція, випадає в осадок. Бактерії найактивніші в середній зоні, тому суміш у ферментаторі потрібно перемішувати не менше двох разів на добу. Перемішувати потрібно без розгерметизації ферментатора за допомогою механічних пристроїв.

Будова ферментатора показана на рис. 4.6. Його краще влаштовувати в ямі.

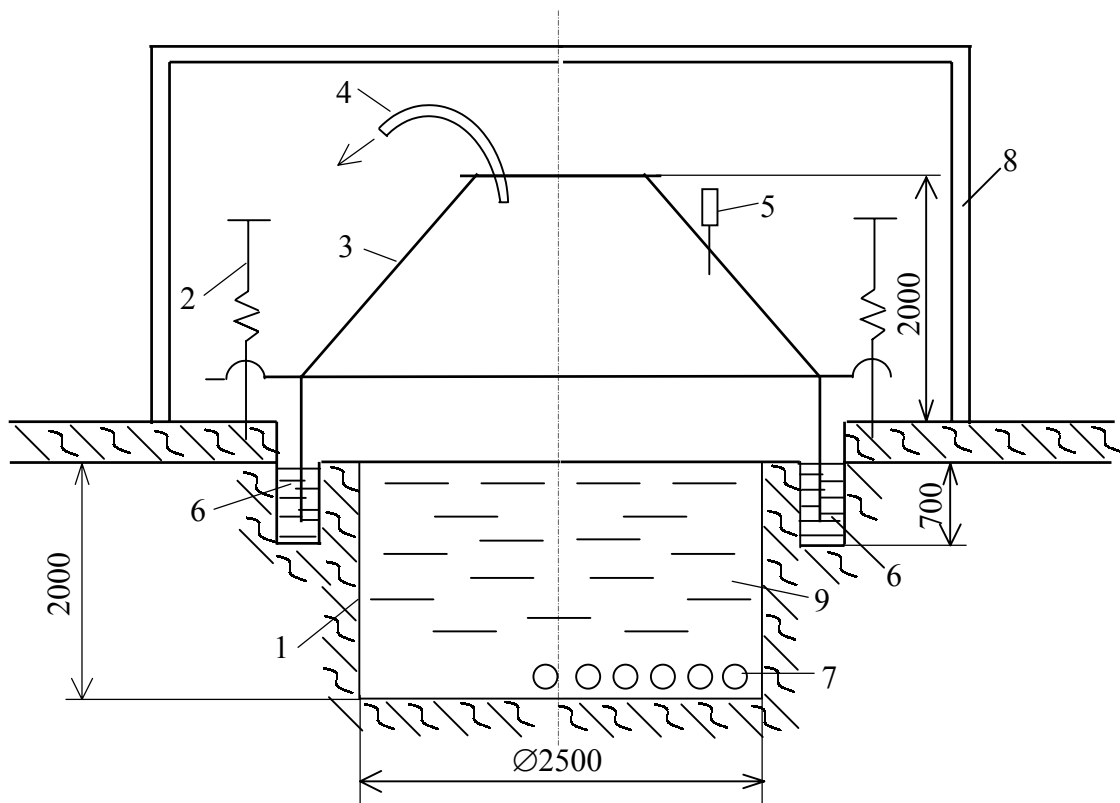


Рисунок 4.6 – Ферментатор біогазу:

- 1 – резервуар (об'єм 9,5 м³); 2 – напрямні ковпака; 3 – ковпак;
4 – труба споживача; 5 – манометр; 6 – гідрогерметизатор;
7 – підігрівач біомаси; 8 – каркас теплиці; 9 – біомаса

Це бетонний або металевий резервуар круглої чи квадратної форми глибиною 2...2,5 м і об'ємом від 4 м³ і більше (залежно від можливостей та потреб господарства). У середині його оштукатурюють цементним розчином. А якщо він металевий, то покривають двома шарами свинцевого сурику і двома шарами олійної фарби. Зовні у верхній частині резервуара роблять кільцевий жолоб глибиною 0,5...0,7 м. У нього встановлюють нижню частину металевого ковпака-накопичувача газу. Ковпак виготовляють з оцинкованої бляхи товщиною не менше 0,8 мм і захищають від корозії так само, як і резервуар.

Ферментатор заповнюють свіжим гноєм, а ще краще сумішшю коров'ячого, овечого, свинячого гною і 1/4 частини полови. Усе це заливають коров'ячою сечею і підігрівають до 50°C водою. Зверху опускають ковпак-накопичувач, у жолоб наливають воду.

Генератор починає працювати через 7-8 діб. У нічний час, коли біогаз не використовується і накопичується під ковпаком, він може перекинутись від тиску газу, тому зовні ковпака монтують штирові обмежники або притискають його тягарем. Для надійної роботи взимку ферментатор утеп-

люють, встановлюють над ним споруду у вигляді теплиці. Бажано, щоб поліетиленова плівка була чорною.

Практика свідчить, що в середньому на опалення будинку площею 40...50 м² і на 4-пальникову плиту потрібно 3...3,5 м³ газу на годину. У місцевій системі обігрівання можна використовувати й автоматичний опалювальний водонагрівач АОГВ-11, 33-У. Під час вибору розмірів і конструкції ферментатора можна орієнтуватись на варіант із підігріванням біомаси. Тоді буде змога регулювати продуктивність ферментатора залежно від потреб. Практика показує, що кожні 10°C підігріву біомаси подвоюють вихід газу із 1 м³ сировини. Із 1 м³ корисного об'єму ферментатора одержують 80...120 м³ газу. Його теплотворність приблизно 5500...6000 ккал/м³, а побутового газу – 7000 ккал/м³.

З біологічної точки зору бактерії, що виробляють метан, є в самій сировині. Культури їх у звичайних умовах розвиваються до трьох тижнів. А коли використовується готова “закваска” із попередньої порції, газ повинен надходити приблизно через тиждень. Бактерії, що виробляють метан, поділяють на три групи. Психофільні – ефективно працюють у діапазоні +5...+20°C. За дальшого підвищення температури розвиваються мезофільні бактерії з робочим діапазоном +30...+40°C. А коли ще вища температура, діють вже термофільні бактерії, які працюють у дуже вузькому діапазоні - +54...+56°C.

4.4 Природні джерела енергії

4.4.1 Грунтова вода

Найбільш сприятливим для більшої частини України джерелом низькопотенційного тепла є ґрунтова вода, яка зберігає протягом усього року постійну температуру на рівні +8-12°C, забезпечує ефективну роботу теплового насоса. Найпростіше використовувати воду з свердловин, які знаходяться в зоні прибережної фільтрації рік або інших природних водойм, куди можна скидати відпрацьовану воду. Якщо поблизу немає водойми, то ґрунтову воду, яка забирається з одної свердловини, потрібно після охолодження у випарнику закачувати в іншу, пробурену до того ж водоносного горизонту. При цьому буде забезпечуватись циркуляція води через водоносний шар, поверхня дотику якого служить для теплообміну з ґрунтовим масивом.

Можливість використання ґрунтової води пов'язана з визначенням географічних умов місцевості і геологічною будовою ґрунтового масиву.

За кордоном широко використовуються ґрунтові теплообмінники, які утворюються після укладки в траншеї глибиною 1,5...2 метри пластмасових трубопроводів, по яких циркулює рідина, що не замерзає. В багатьох випадках можуть знайти використання вертикальні ґрунтові теплообмінники, які виконані у вигляді свердловин із завареною знизу обсадною трубою.

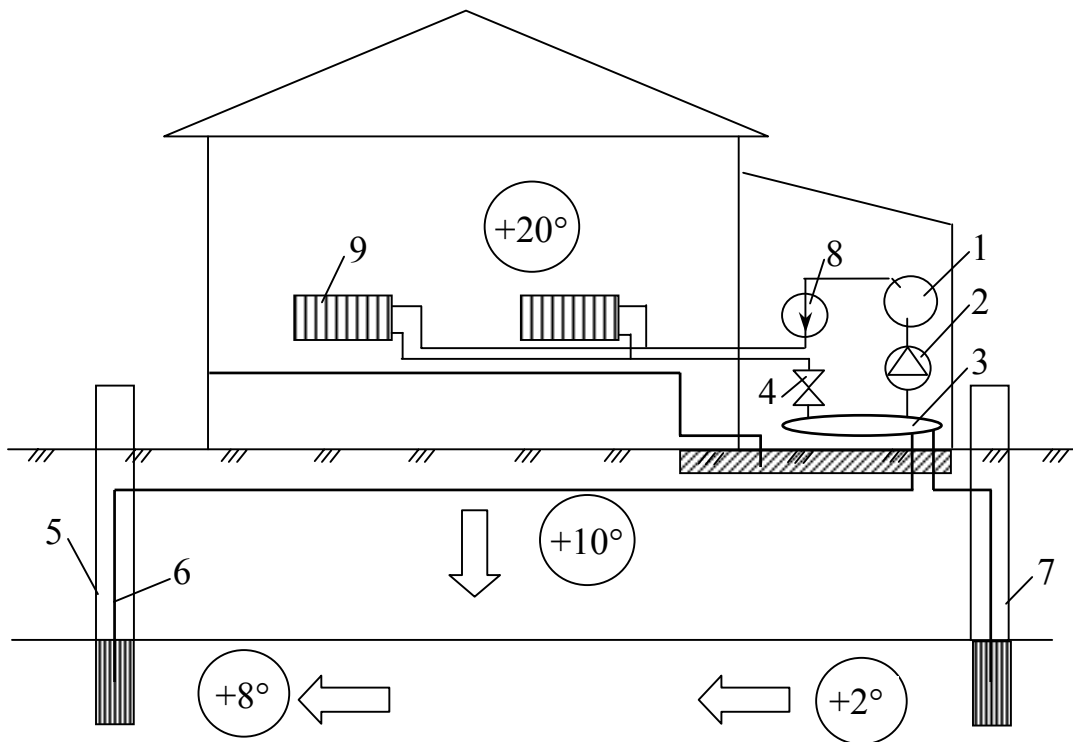


Рисунок 4.7 - Схема теплового насоса, який використовує теплоту ґрунтової води в системі водяного опалення:

1 - конденсатор; 2 - компресор; 3 - випарник; 4 – терморегулювальний вентиль; 5 - водозабірна свердловина; 6 - занурюваний насос; 7 - свердловина водоскиду; 8 - циркуляційний насос; 9 – опалювальний прилад

Для теплонасосного опалення будинків, які розташовані на морському узбережжі або поблизу інших водойм та не замерзають, може використовуватись вода з цих водойм.

В якості споживачів перетворюваної теплоти повинні використовуватись низькотемпературні системи опалення. Найбільш простим і ефективним пристроєм для перенесення теплоти конденсації холодного агента приміщенню, яке опалюється, є система парового фреонового опалення, але її використання обмежено тільки дуже невеликими установками з тим, щоб при аварійному викиді всієї кількості холодного агента в об'єм одного приміщення концентрація парів агента в повітрі приміщення не перевищила встановлених нормами межових значень.

Найбільш складним елементом теплонасосного опалення є перетворювач теплоти – теплові насоси.

Серійне виробництво теплових насосів в Україні поки ще не розгорнуто. Наявність на території України підприємств холодильного машинобудування дозволить розраховувати на швидкий прогрес в цій області.

Робота з тепловими насосами традиційно була зосереджена в південних районах, але в 1995 році був побудований садибний житловий будинок з теплонасосним опаленням в Київській області, де використовувалася тепла ґрунтова вода.

4.4.2 Енергія вітру

До поновлювальних джерел енергії відноситься енергія вітру. У відповідності зі своїм географічним положенням Україна не може розраховувати на високоефективні використання теплової енергії землі та припливної енергії океану, хоча не виключається можливість спорудження в окремих районах Криму і Закарпаття геотермальних установок місцевого значення.

З вітрогенеруючими установками пов'язане майбутнє в створенні і запровадженні енергетичних агрегатів потужністю 100 і 250 кВт, (рис. 4.8).

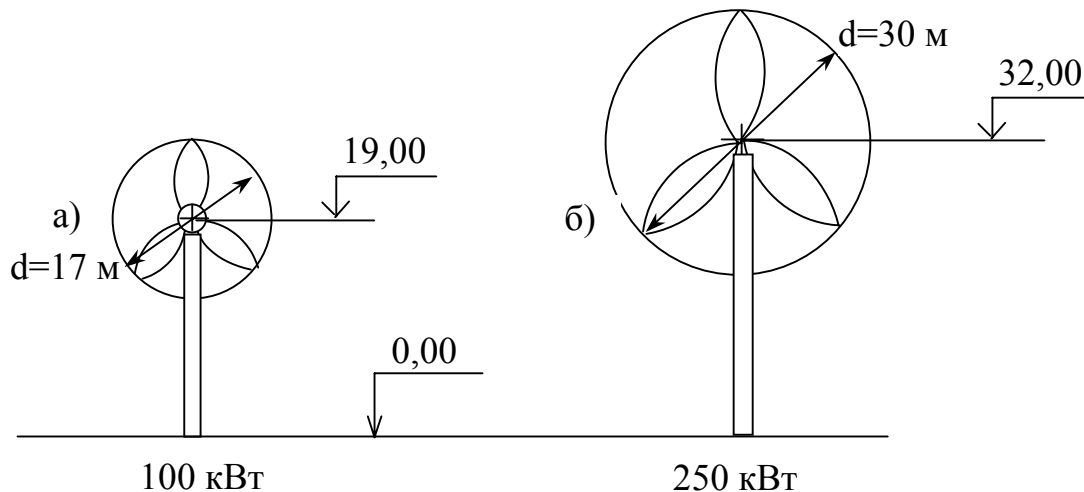


Рисунок 4.8 – Вітряки для отримання енергії: а) 100кВт; б) 250кВт.

Вітрогенеруючі турбіни виробляють конденційну електричну енергію напругою 380 вольт при частоті струму 50 герц. Номінальна потужність турбіни розвивається при швидкості вітру 12 м/с. Робочий діапазон швидкості вітру, при якому працює турбіна, від 5 до 22 м/с. У цьому діапазоні ротор турбіни обертається з постійною кутовою швидкістю, що забезпечується автоматичним встановленням кута атаки лопаті турбіни.

Енергія вітру невичерпна і характеризується доступністю й дешевизною. Її річні потенціальні запаси на Землі у сто разів перевищують запаси гідроенергії. Практично можна реалізувати лише 10-40% цих запасів, ККД використання вітру дорівнює лише 45%.

Принцип дії вітряних електростанцій (ВЕС) ґрунтується на перетворенні кінетичної енергії повітряного потоку, який рухається, в електричну. Вітер є одним з найпотужніших електричних джерел і може бути утилізований у великих масштабах. Вітроенергетичні установки використовують вітер у приземному прошарку на висоті до 50...70 м від поверхні Землі.

Перспективи вітроенергетики оцінюються в світі досить високо. Уряд Швеції вивчає проект про спорудження і розміщення на якорях у відкритому морі (20 км від берега) 300 вітрових електростанцій. Передбачається, що в результаті реалізації цього проекту до 2010р в Швеції ВЕС повністю замінять АЕС. Фірма "ЕВ Енеджі" спільно з Норвезьким науково-

дослідним інститутом електропостачання розробила вітрово-дизельну електростанцію потужністю 1МВт. У безвітряну погоду вона працює від дизельного, а при вітрі – від вітряного двигуна. Підраховано, що вітряно-дизельна електростанція в умовах Скандинавії витрачає на 50% менше нафтового палива, ніж дизельні електростанції.

4.4.3 Термальні ресурси Землі

Перспективним джерелом енергії є глибинна теплота Землі (термальні ресурси), яка акумулюється підземними водами (гідротермальні ресурси) і гірничими породами (петрогеотермальні ресурси). Розрізняють гідротермальні ресурси пластового і тріщинно-жильного типу. Родовища пластового типу розташовані поряд з водоносними горизонтами або комплексами, гірські породи яких мають властивість пропускати крізь себе рідкі й газоподібні матеріали і акумулювати їх у порожньому просторі. Це пористі і тріщинуваті гірські породи, які називають природними підземними колекторами.

Інтенсивність нагрівання земної поверхні зменшується від екватора до полюсів, оскільки сонячні промені падають на Землю під різними кутами залежно від широти. Із збільшенням глибини температура води підвищується. Розрахунки показують, що рівень її критичного стану повинен бути на глибині 12,5 км, а нижче вона має перебувати у вигляді надкритичної пари (наги), який зі збільшенням тиску не переходить у рідкий стан.

У гірських районах зустрічаються виходи термальних вод на поверхню у вигляді гарячих джерел (температура 70...100⁰С), а у вулканічних районах – гейзерів і парових струменів (Камчатка, Великі гейзери США).

За температурою термальні води поділяють на низько- (від 40 до 100⁰С) і високопотенціальні (100 до 300...350⁰С). У межах гідротермальних родовищ термальні води характеризуються різним ступенем солоності (від прісних до розсолів), а отже, і корозійної активності. Боротьба з корозійними впливами термальних вод на обладнання і прилади при експлуатації гідротермальних родовищ потребує підбирання відповідних корозійнотривких матеріалів і покриттів.

Експлуатація термальних ресурсів Землі характеризується технічною простотою і екологічною чистотою. Для цього використовуються свердловини фонтанного і насосного типів. Пластові тиски підвищуються з допомогою зворотного накачування в пласти відпрацьованих термальних вод. Це дає змогу добувати теплоту не тільки термальних вод, а й теплоту, акумульовану породами, які її вміщують.

Використання геотермальної енергії Землі, яка надходить з природних підземних джерел, збільшується майже на 15% щороку в усіх країнах. Геотермальні електростанції особливо перспективні в районах, де відсутні інші енергоресурси. Гео ТЕС загальної потужності близько 1500 МВт функціонують у 12 країнах світу. Геотермальні ресурси широко використовують в Росії, Італії, США (великі гейзери) а також в Новій Зеландії та Японії.

Петротермальні ресурси – теплота, акумульована в блоках гірських порід, нагрітих до 350°C і більше. Технологія вилучення цього виду теплоти Землі ґрунтується на створенні штучних циркулюючих систем.

Екологічно чистим джерелом енергії є енергія припливів і відпливів. Припливи і відпливи морів – періодичні коливання рівня моря, зумовлені силами тяжіння Місяця і Сонця. Припливоутворювальна сила Місяця, незважаючи на його значно меншу від Сонця масу, в 2,16 разу більша за Сонячну.

Використання енергії, утворюваної припливами, обмежено, головним чином, високою вартістю спорудження припливної електричної станції (ПЕС). Вартість спорудження ПЕС на р. Ранс (Франція) майже в 265 разів більша, ніж звичайної гідроелектростанції (ГЕС) такої самої потужності.

Аналіз показує, що частка участі альтернативних джерел у покритті світової потреби в енергії досить незначна: відсутня тенденція інтенсивного її збільшення в найближчому майбутньому.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ ДЛЯ ПЕРЕВІРКИ ЗНАНЬ

1. Охарактеризуйте можливості використання сонячної енергії.
2. Розкрийте суть роботи геліоустановки гарячого водопостачання.
3. Покажіть можливості використання теплових насосів.
4. За якою схемою здійснюється перетворення природної енергії в теплову?
5. Розкрийте можливості використання біогазу у побуті.
6. Охарактеризуйте роботу ферментатора біогазу.
7. Використання ґрунтової води як джерела енергії.
8. Покажіть можливості використання вітрової енергії.
9. Наведіть можливості використання глибинної теплоти Землі (термальні ресурси).

5 ЕКСПЛУАТАЦІЯ ЗОВНІШНІХ СИСТЕМ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ

5.1 Сучасний стан та перспективи розвитку експлуатації систем теплопостачання в Україні

В містах та інших населених пунктах для забезпечення тепловою енергією комунально-побутових і промислових споживачів використовують системи теплопостачання. При цьому потреби в тепловій енергії більш ніж 50% споживачів задовольняються централізованим теплопостачанням.

На вироблення однієї Гкал тепла питомі витрати палива в комунальній енергетиці України складають 180-200 кг умовного палива (у.п.) при 140-160 кг у.п. в інших державах. На теплопостачання існуючого житлового фонду України в середньому на рік витрачається близько 70-75 млн. т у.п. На опалення 100 м² житла витрачається близько 5,6-5,7 т у.п., або на одного мешканця – 1,3-1,4 т у.п., що в 1,5...2,2 разу більше, ніж в США, Данії та інших країнах.

На опалення будинків витрачається більше 43% всієї теплової енергії, яка виробляється, що в 2...3 рази перевищує відповідні витрати у західних країнах. На опалення багатоповерхових будинків в Україні витрачається 300 - 600 кВт·год/м² в рік. В цей час як в Німеччині не більше за 260 кВт·год/м² в рік, Швеції та Фінляндії – 135 кВт·год/м² в рік.

Непродуктивні витрати теплової енергії при транспортуванні її від виробника до опалювального приладу житлової кімнати в деяких областях сягають 40%. Річна потреба України в енергетичному паливі за даними 1994 р. становить близько 300 млн.т у.п., що відповідає 8,8·10⁶ Дж/рік. Таким чином, частка України складає 2,2%, тоді як чисельність населення країни менше 1% людства.

Якщо звернутись до досвіду західноєвропейських держав, наприклад Данії, то комплексне вирішення проблем енергозбереження привело до того, що в 1972 році Данія посідала друге місце після США у витратах теплоенергії на опалення 1 м² житлового фонду, а зараз має найкращі показники в світі і домоглася скорочення потреб в енергії на 43% при зростанні будівництва житлового фонду. Досвід західних країн свідчить, що встановлення одного терморегулятора на опалювальний прилад приводить до 15% економії тепла, а зниження на 1°C температури повітря в житловому будинку дає економію до 7% теплової енергії.

Потреби житлово-комунального сектора та промисловості в тепловій енергії забезпечуються системами теплопостачання від теплоелектроцентралі (ТЕЦ), районних, групових і місцевих котелень. Найпоширеніше в країні - централізоване теплопостачання від ТЕЦ і великих котелень, для якого потрібна розгалужена тепла мережа, що зв'язує джерело теплопостачання з масовим споживачем. Надійність і довговічність цих систем залежить від правильно прийнятих проектних рішень і якості їх технічної експлуатації.

Показовим є приклад аналізу технічного стану і результатів технічної експлуатації теплових мереж, який було здійснено для міста Харкова в 1995 році. У Харкові довжина магістральних мереж від ТЕЦ до центральних теплових пунктів (ЦТП) і частково розподільних до будинків становить 402 км. Ці мережі знаходяться на балансі підприємства “Харківські теплові мережі” (Харківенерго). Від ЦТП в котельнях до будинків міста розподільні мережі довжиною понад 1250 км перебувають на балансі “Харківтеплокомуненерго”. Протягом року, який досліджувався, на магістральних мережах було 472 пошкодження, в тому числі 61 пошкодження відбулося в опалювальний період, при цьому було замінено близько 9 км дефектних труб загальною масою 1118,3 т. Така велика кількість пошкоджень теплопроводів виникла внаслідок хімічної корозії зовнішніх поверхонь сталевих труб, дії блукаючих струмів, неякісного зварювання стиків і незадовільної якості будівельно-монтажних робіт.

Головними причинами інтенсивної хімічної корозії (322 пошкодження за рік) є зволоження поверхні теплової ізоляції поверхневими і ґрунтовими водами, що проникають у непрохідні, напівпрохідні й прохідні збірні залізобетонні канали через нещільності в з’єднувальних швах елементів каналів. Пошкодження від дії на трубопроводи блукаючих струмів (58 пошкоджень за рік) свідчать про відсутність на трасах теплових мереж необхідної кількості активних методів захисту у вигляді катодних станцій і контролю їх роботи там, де вони встановлені. Пошкодження через неякісне зварювання стиків труб (20 пошкоджень за рік) і неякісне будівництво елементів теплових мереж (6 пошкоджень за рік) свідчать про відсутність якісного входного і приймального контролю під час виконання будівельно-монтажних робіт і капітального ремонту мереж. Через появу свищів було замінено 10,2 км трубопроводів гарячого водопостачання. Із загальної кількості води, що витрачається, у системі гарячого водопостачання тільки 17,5% її було піддано силікатуванню. Всього по місту за 1995 рік в опалювальний період було 192 відключення за теплою і 767 за гарячою водою.

В місті Вінниця тепломережа знаходиться на балансі “Вінницятеплокомуненерго” і розподілена на чотири основні експлуатаційні райони. Загальна довжина магістральних теплових мереж складає 29,3 км (в тому числі по районах міста: E_{p1} – 7,7 км; E_{p2} – 6,9 км; E_{p3} – 7,1 км; E_{p4} – 7,6 км), а довжина розподільних мереж – 158 км (в тому числі по районах міста: E_{p1} – 43,6 км; E_{p2} – 39,2 км; E_{p3} – 39,2 км; E_{p4} – 36,4 км). Протягом 1999 року при експлуатації теплових мереж були зафіксовані такі пошкодження: від механічного зносу – 12 випадків; від хімічної корозії – 6 випадків; під дією блукаючих струмів – 2 випадки; пошкодження, що виникли від теплових розширень, – 3 випадки. За цей період підприємство “Вінницятеплокомуненерго” замінило трубопровід загальною довжиною 8 км.

Для зменшення витрат теплоти, економії енергоресурсів, зниження вартості при будівництві і капітальному ремонті магістральних та розпо-

дільних теплопроводів та покращання технічної експлуатації систем теплопостачання пропонуються такі шляхи:

- при новому будівництві й капітальному ремонті магістральних та розподільних теплопроводів відмовитись від подальшого застосування теплових мереж, які влаштовані в негерметичних непрохідних каналах із збірних лоткових елементів;
- широке застосування безканального прокладання мереж з твердою монолітною ізоляцією (пінополіуретанової) заводського виготовлення на поточній лінії;
- у мережах гарячого водопостачання застосовувати теплопроводи з емальованою внутрішньою поверхнею, що позбавить сталеві труби від внутрішньої корозії;
- підвищити ефективність катодних станцій, що забезпечують зменшення корозії стінок труб від дії блукаючих струмів;
- підвищити якість технічної експлуатації теплових мереж з систематичною перевіркою фактичних витрат теплоти тощо.

Довговічності експлуатації, надійності, ремонтпридатності, економічності та збереження енергоресурсів систем теплопостачання можна досягти шляхом спільних зусиль проєктантів, будівельників та експлуатаційників при суворому контролі їх діяльності з боку міських комунальних служб.

5.2 Структура служби експлуатації систем теплопостачання

Структура служби експлуатації залежить від одиничної потужності й кількості джерел теплової енергії, радіуса дії теплових мереж та інших місцевих факторів.

Визначено три основні групи експлуатаційних служб:

I група об'єднує системи теплопостачання загального користування від комунальних або промислових ТЕЦ разом з приєднаними до них котельнями районів;

II група - відокремлені системи квартального та районного теплопостачання від квартальних і районних котелень;

III група - відокремлені системи теплопостачання від місцевих та невеликих квартальних котелень.

В першій групі (вищій) всі елементи системи теплопостачання (джерела енергії, теплові мережі, споживачі) належать різним підприємствам і господарствам разом із своїми формами управління.

В другій групі джерела теплової енергії та теплові мережі належать підприємствам об'єднаних котелень і теплових мереж, в підпорядкуванні яких знаходиться розподіл і контроль використання теплової енергії різними житлово-комунальними господарствами (ЖКГ).

В третій групі вся система теплопостачання належить ЖКГ або підприємствам різних відомств.

Служби експлуатації II та III груп в своїй діяльності підпорядковані органам місцевого самоврядування. Виняток можуть становити промислові підприємства з особистими джерелами теплової енергії та які мають відповідні кваліфіковані кадри.

Вища форма організації служби експлуатації створюється в крупних культурних і промислових центрах, які мають декілька ТЕЦ і районних котелень, що об'єднані розвинутою тепловою мережею. Для їх експлуатації створюється підприємство теплових мереж (ТЕПЛОМЕРЕЖА), що підпорядковане районним енергетичним управлінням. Тепломережа отримує тепло від ТЕЦ і котелень, керує транспортом теплової енергії по зовнішніх теплових мережах, розподілом її по тепловим пунктах і контролює використання теплоти споживачами.

Діяльність підприємств Тепломережі поширюється на зовнішні теплові мережі в межах границь обслуговування. Границі обслуговування визначаються вихідними засувками на ТЕЦ і вхідними засувками в місцевих або центральних теплових пунктах.

Усі зазначені експлуатаційні організації зобов'язані здійснювати технічний нагляд за будівництвом, пуском і налагодженням систем теплопостачання, розробляти та контролювати режими відпускання тепла, забезпечувати їх технічне обслуговування, поточний і капітальний ремонт.

5.3 Загальні принципи організації технічної експлуатації інженерних систем

Технічна експлуатація інженерних систем - це підтримання їх у працездатному стані й забезпечення комфортних умов з найменшими затратами енергії, матеріалів і коштів.

Технічна експлуатація складається з технічного обслуговування і системи планово-запобіжних ремонтів (ПЗР). Система ПЗР, у свою чергу, охоплює планові огляди, перевірки, випробування а також поточний і капітальний ремонти. Чергування й їх періодичність визначаються: призначенням обладнання або мереж, вимогами до їх безвідмовності, конструктивними особливостями, а також умовами експлуатації.

Крім зазначених заходів служба технічної експлуатації в необхідних випадках забезпечує: нагляд за будівництвом і прийняття в експлуатацію систем та обладнання; пуск їх у роботу, випробування й налагодження; контроль і регулювання розрахункових параметрів.

Технічне обслуговування - важливий профілактичний захід, що передбачає: догляд за обладнанням і мережами; проведення оглядів; систематичні спостереження за справним станом обладнання; контроль режимів роботи; дотримання правил технічної експлуатації, інструкцій заводів-виробників і місцевих інструкцій; усунення дрібних дефектів та несправностей, що не вимагають зупинки обладнання або вимкнення мереж.

До технічного обслуговування належать також регулювання, чищення, продування, змащення й швидке, яке не потребує поточного ремонту, відновлення дієздатності обладнання, яке відключалося на період ремонту, або ділянки мережі.

Технічне обслуговування проводять у процесі роботи обладнання й мереж, у перервах, у неробочі дні та зміни. Його виконують силами експлуатаційного й експлуатаційно-ремонтного персоналу або доручають оперативному персоналу.

Обслуговування буває плановим (регламентованим) і нерегламентованим. Перше передбачено нормативною документацією й проводиться із заданою періодичністю, а друге виконується щодня.

Основні елементи системи ПЗР – це поточний і капітальний ремонт, а також планові огляди, перевірки й випробування.

Поточний ремонт – це основний профілактичний вид ремонту, що забезпечує довговічність і безвідмовність роботи обладнання й мереж. Його виконують у процесі експлуатації в неробочі дні та зміни. Поточний ремонт вимагає зупинки механізмів і машин, вимикання ділянок мережі. Здійснюється здебільшого без повного розбирання окремих вузлів і розкриття підземних мереж. Завдяки вчасній ревізії (чищенню, перевірці, змащуванню та заміні) окремих вузлів і деталей, а також налагодженню обладнання при цьому виді ремонту забезпечується подальша їх дієздатність.

Усі роботи, що відносяться до поточного ремонту, поділяють на дві групи: I – профілактичний ремонт, тобто плановий заздалегідь за обсягом і часом виконання; II – непередбачуваний ремонт, що його виконують терміново (скажімо на час стихійного лиха).

Поточний профілактичний ремонт проводять за планом-графіком, складеним на основі переліку необхідних робіт, потреба в яких була виявлена під час періодичних оглядів обладнання і мереж. Його здійснюють ремонтні підрозділи експлуатаційних служб за рахунок експлуатаційних витрат.

Капітальний ремонт – найбільш складний і повний вид ПЗР. До нього належать такі роботи, у процесі яких замінюють спрацьовані конструкції, вузли й деталі міцнішими або економічнішими з метою повного відновлення ресурсу обладнання або мережі. Усі об'єкти, які намічені для капітального ремонту, повинні мати детальний технічний опис ремонтних та налагоджувальних робіт із зазначенням їхніх обсягів. На роботи, що проводяться в процесі капітального ремонту, складається проектно-кошторисна документація. Капітальний ремонт виконують здебільшого централізовано спеціальні організації.

Капітальний ремонт буває комплексним; поточним; вибіркоvim (підтримувальним).

Складовою частиною ПЗР є огляди й перевірки (випробування).

Огляди плануються як самостійна операція для обладнання й мереж з відносно великою трудомісткістю ремонту. Вони охоплюють перевірку

стану обладнання, виявлення дефектів експлуатації й порушень правил техніки безпеки, уточнення складу та обсягу робіт для чергового поточного або капітального ремонту.

Перевірки (випробування) плануються як самостійна операція для особливо відповідального обладнання.

Проект з технічної експлуатації будинків та інженерних систем містить: її загальні принципи й організаційну структуру; зміст експлуатації на весь період служби системи або мережі; технологічні карти на основні види робіт з експлуатації та ремонту, перелік потрібних для цього сил і засобів; вказівки щодо постійного нагляду за інженерним обладнанням і мережами. Як додаток до проекту розробляється інструкція з технічної експлуатації.

5.4 Технічний нагляд і прийняття теплових мереж в експлуатацію

Якість виконання будівельно-монтажних робіт протягом всього періоду будівництва є гарантією надійності споруди. Служба експлуатації зобов'язана здійснювати технічний нагляд з початку будівництва, в період всіх стадій підготовки об'єкта та введення його в експлуатацію.

Технічний нагляд здійснює комісія з представників районних мереж, проектної та будівельно-монтажної організацій, а також станції теплопостачання. Комісія з технічного нагляду за будівництвом і з прийняття об'єктів теплопостачання повинна керуватись правилами проектування, будівництва та експлуатації. Нагляд і прийняття теплових мереж здійснюється за технічними умовами проектів, які узгоджені з тепломережею. Комісія повинна вимагати від виконавців робіт суворого дотримання всіх норм будівництва і проектних рішень.

Проміжне прийняття окремих видів робіт та вузлів теплопроводів здійснюється в процесі будівництва представниками замовника, експлуатаційної та будівельної організацій зі складанням тристоронніх актів. При прийнятті прихованих робіт акт оформляють з урахуванням зауважень представника проектної організації.

Нагляд і прийняття здійснюються з усіх видів будівельних і монтажних робіт в послідовності їх виконання:

- розмічування траси;
 - влаштування основи траси, повздовжнього дренажу, електричного захисту, зварювання труб;
 - розміщення опор та розтягування компенсаторів;
 - влаштування теплової ізоляції;
 - промивання і випробування мереж;
 - перекриття каналів;
 - засипання й розплановування ґрунту;
- а також інші операції, які передбачені проектом або інструкцією.

Поетапні результати нагляду оформляють актом прийняття. Наявність акта є дозволом на проведення наступних робіт. На всі відхилення від проекту повинні бути отримані узгодження проектних організацій.

Технічний нагляд здійснюється таким чином:

- матеріали і обладнання – перевіряють за сертифікатами заводів-виробників, що повинні відповідати проектним рішенням;
- будівельні конструкції (канали, камери, естакади та інші елементи) перевіряють на відсутність браку, який виникає при транспортуванні, та на якість з'єднань й складання вузлів;
- монтаж компенсаторів (сальникових) перевіряється на відсутність перекосів пересувних стаканів в корпусі й наявність достатньо вільного ходу стакана. Якість сальникового ущільнення й щільність набивки перевіряється вибірковою розбиранням компенсатора;
- п-подібна компенсація температурних подовжень перевіряється зовнішнім оглядом, а саме: оцінюється якість зварних стиків, допустимий радіус вигину колін;
- компенсувальна здатність перевіряється контрольним вибірковою розрізуванням трубопроводів перед компенсатором, при цьому розрізані кінці труб повинні розійтися на величину попереднього розтягування.

Компенсатори монтують після закріплення трубопроводу в нерухомих опорах таким чином, щоб на ділянці врізання компенсатора між торцями залишився розрив, який дорівнює довжині розтягнутого компенсатора. Монтаж компенсаторів оформляють актами прийняття.

Опори ковзання під час монтажу повинні бути зсунуті в напрямку нерухомої опори на величину переміщення, яка наведена для кожної опори в проекті, в залежності від температури зовнішнього повітря.

Запірну регульовальну і дренажну арматуру перевіряють за допустимим умовним тиском та на вільне щільне закриття. В окремій арматурі досліджують сальникову набивку, якість просочення набивного матеріалу. Звіряють з проектом дотримання місць розміщення арматури на трубопроводі: перекоє фланців при зварюванні викликає перенапругу фланцевого з'єднання і нерівномірного обтискування прокладок, що може викликати аварію.

Контроль теплоізоляційних робіт здійснюється шляхом замірів товщини шару, рівномірності ущільнення матеріалу, міцності бандажного кріплення. Теплофізичні властивості матеріалу перевіряють лабораторним аналізом.

Зварні стики, опори та інші елементи, які недосяжні для зовнішнього огляду, контролюються в процесі виконання робіт. На зварні стики теплопроводів безканального прокладання складають виконавчу схему з наведенням розмірів прив'язування стику відносно об'єктів, які можна бачити.

Разом з контролем якості робіт здійснюють технічний нагляд за дотриманням допустимих вільних зазорів між трубопроводами і будівельними конструкціями та правил компонування каналів і камер.

Усі відхилення від проекту заносять в дефектну відомість з визначенням строків і способів їх усунення.

Після завершення будівельно-монтажних робіт теплопровід пускається в пробну експлуатацію з метою налагоджування та випробування, яке здійснюється протягом 72 годин. Випробуванню підлягають також теплопроводи, насосні станції та обладнання теплових пунктів споживачів.

Пробним випробуванням перевіряються:

- теплопроводи – на теплові і гідравлічні втрати;
- елеватори – на отримання необхідного коефіцієнта змішування;
- водонагрівачі – на тепловий і гідравлічний ефект у відповідності з проектом;
- регулятори витрат, тиску й температури – на розрахункові режими;
- електро- й телемеханічне обладнання – на надійність роботи;
- внутрішні системи опалення – на нормальний прогрів при розрахункових витратах води;
- системи гарячого водопостачання – на щільність і ефективність дій всіх елементів, враховуючи і автоматику.

Постійний нагляд дозволяє попередити відхилення від проектних рішень, що в ряді випадків є причиною переробок, зривів строків будівництва й збільшення вартості споруди.

Загальним оглядом комісія встановлює якість робіт, наявність вільних проходів й майданчиків для поточного ремонту обладнання.

При прийманні насосів, електродвигунів, підігрівачів і різних ємностей звіряються паспортні дані з характеристиками, що прийняті в проекті. Оглядають обладнання, що встановлено, та його закріплення на фундаменті. Теплообмінники та ємності перевіряють на щільність заливанням водою під тиском. При необхідності здійснюють пробний пуск з метою визначення безшумної роботи агрегатів.

Перевіряють правильність встановлення запірно-регулювальної арматури, грязьовиків по відношенню до напрямку потоку води.

Контрольні прилади (що показують та реєструють) повинні бути розташовані на висоті, яка зручна для огляду з місця обслуговування.

Поверхня теплової ізоляції в межах теплового пункту повинна бути пофарбована в умовний колір. Приймальна комісія повинна стежити за тим, щоб фарбування здійснювалося після опресування обладнання по поверхні ізоляції, яка для цього підготовлена та просушена.

Особливі вимоги пред'являють під час технічного нагляду не тільки до якості монтажу елементів теплових пунктів, а й до якості оздоблень внутрішнього приміщення, оскільки тепловий пункт є місцем постійного перебування обслуговуючого персоналу.

Теплові мережі з робочим тиском більше 1,6 МПа і температурою теплоносія більше 115°C при діаметрі трубопроводів більше 100 мм приймаються в експлуатацію за участю інспектора Держміськтехнагляду і підлягають реєстрації в цих органах, а з робочим тиском 0,7 – 1,6 МПа і температурою теплоносія більше 115°C - без реєстрації в цих органах.

Закінчені будівництвом тепломережі й теплові пункти приймають в експлуатацію згідно з БН і П 3.01.04-87 та БН і П 3.05.04-85. Теплові мережі приймає в експлуатацію комісія в складі представників замовника, підрядчика та організації, яка експлуатуватиме побудовані теплові мережі.

Під час приймання будівельно-монтажна організація передає експлуатаційній організації таку виконавчу документацію:

- робочі креслення мереж з усіма змінами, що допущені в процесі будівництва й погоджені з проектною організацією;
- акти прихованих робіт поопераційного контролю;
- паспортні дані з характеристикою теплової мережі;
- копії сертифікатів на труби, зварні матеріали й фасонні частини заводського виготовлення;
- копії паспортів зварників і висновки про перевірку зварних стиків фізичними методами контролю.

Для отримання дозволу на пуск об'єкта в експлуатацію будівельно-монтажна організація повинна усунути недоробки, що зазначені в відомості. Трубопроводи, що були прийняті, але не були введені в експлуатацію протягом 6 місяців після їх випробування, підлягають повторному їх випробуванню на щільність та міцність організацією, яка їх буде експлуатувати.

Перед введенням в постійну експлуатацію теплової мережу, враховуючи і всі відгалуження до абонентів, перевіряють на щільність та випробовують на максимальну (розрахункову) температуру теплоносія, а також промивають гідропневматичним способом.

5.5 Пуск систем теплопостачання

Пуск систем теплопостачання в промислову експлуатацію здійснює пускова бригада за програмою, яка складена приймальною комісією. Програма пуску передається черговим по центральному диспетчерському пункту (ЦДП) та районному диспетчерському пункту (РДП). В програмі пуску міститься пускова схема мережі з описом планів пуску теплопроводів і розташуванням робітників.

За основу пускової схеми приймається виконавча схема теплової мережі, яка діє або тільки споруджена. Для проведення пускових операцій теплова мережа ділиться на секційні ділянки. Для кожної ділянки вказується ємність, яка необхідна для розрахунку часу її заповнення, відмічається розташування грязьовиків, засувок на відгалуженнях, П-подібних та сальникових компенсаторів, камер з розміщенням в них приладів й дренажною арматурою, нерухомих опор.

В плані пуску мереж наводиться черговість і правила заповнення секційних ділянок, а також тривалість витримки тиску в різні періоди.

Планом розташування працівників передбачаються місця закріплення спостерігачів за станом компенсаторів, повітряних і спускних пристроїв, контрольних приладів. Керівник робіт в період пуску організує узгодженість

дії персоналу обслуговування. До пуску приступають після отримання дозволу чергового районної мережі. Про хід пускової операції керівник пускової бригади доповідає черговому, який відмічає в оперативному журналі час проведення окремих операцій, покази приладів, стан обладнання та інші дані.

Пуск теплових мереж складається з таких операцій: заповнення їх водою та забезпечення циркуляції води, перевірка на щільність (герметичність), промивання трубопроводів, включення абонентів і регулювання мережі. Правила та послідовність виконання цих робіт залежать від призначення теплових мереж, способу прокладання та часу пуску.

Пуск починається з заповнення секційної ділянки водопровідною водою, яка нагнітається в зворотну магістраль під напором підживлювального насосу. В період заповнення на зворотному трубопроводі перекриваються всі спускні крани й засувки на відгалуженнях. Відкритими залишаються лише повітрозбірники. При появі в них води без бульбашок повітряні крани закривають, а далі періодичним відкриванням (через 2-3 хв.) повітрозбірників здійснюється випуск повітря, що накопичилось. Після закінчення заповнення зворотної лінії відкриваються засувки на перетинках і аналогічно здійснюється заповнення підвідного трубопроводу секції. Після заповнення всієї секції здійснюється витримка, в межах від двох до трьох годин, для кінцевого виведення повітря, що накопичилося.

В теплу пору року мережі заповнюються холодною водою, а при температурі зовнішнього повітря нижче $+1^{\circ}\text{C}$ для запобігання замерзання воду рекомендується підігрівати до $+50^{\circ}\text{C}$.

Заповнення розподільних та квартальних мереж здійснюється після наповнення магістральних трубопроводів, а відгалужень до будинків - після наповнення розподільних і квартальних мереж. Заповнення теплових мереж з насосними підстанціями здійснюється через обвідні трубопроводи.

Опресування на щільність і міцність здійснюється на всіх підготовлених до пуску секційних ділянках. Після опресування системи здійснюють промивання трубопроводів (від бруду, окалини і шламу, які занесені в трубопровід під час монтажних або ремонтних робіт).

Промивання здійснюють в дві стадії: чорнове й чистове. Чорновим промиванням усувають легкі забруднення, для цього трубопроводи підключаються до водопровідних ліній з тиском до 0,4 МПа. Під цією напругою вода, що залишається в трубопроводі після опресування, виливається через відкриті дренажі. Чистове промивання здійснюють водою з міського водопроводу, яка подається в трубопроводи з швидкістю 3-7 м/с насосами мережі.

При підземному прокладанні мереж вимивання бруду, крупних частинок, окалини, піску здійснюють через відкриті дренажі та грязьовики, які встановлені на секційній ділянці в кінці трубопроводу (підвідного або зворотного). При наземному прокладанні чистове промивання здійснюють в процесі налагодження трубопроводів.

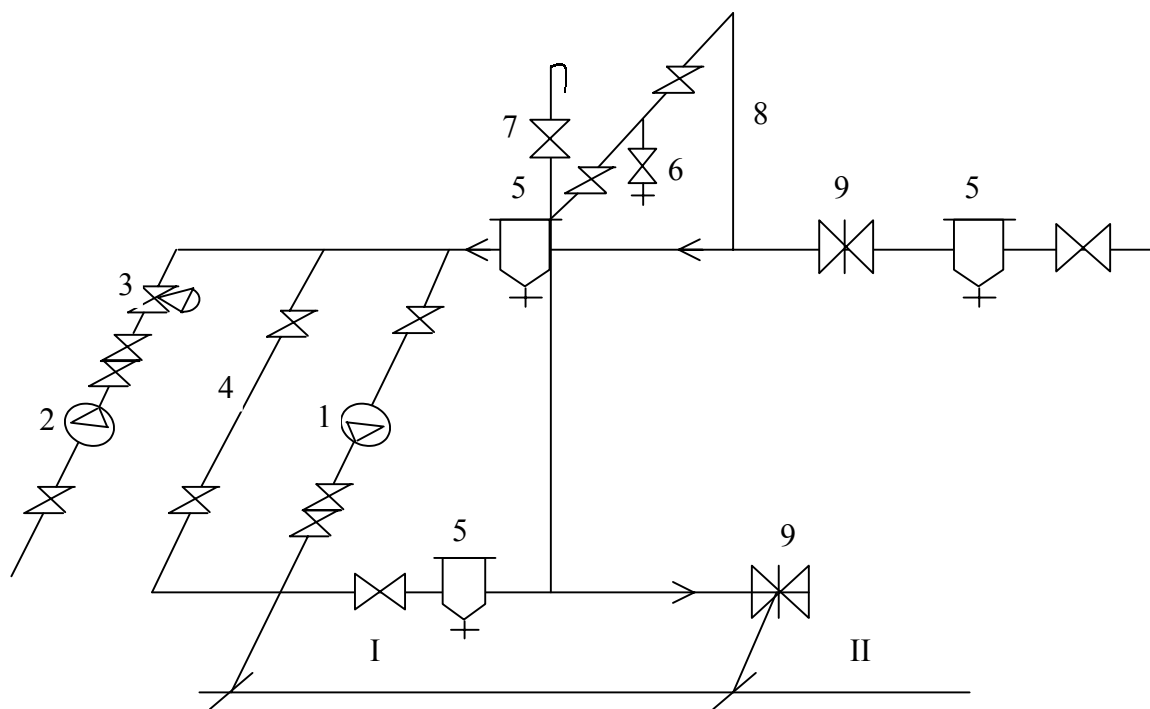


Рисунок 5.1 - Схема розташування пускових пристроїв в теплових мережах:

- 1- насос мережі; 2 - насос підживлення; 3 - регулятор підживлення;
 4 - перетинка насосу мережі; 5 - грязьовик; 6 - дренажний вентиль;
 7 - повітряний вентиль; 8 - перетинка мережі; 9 - засувка секційна,
 I - перша секційна ділянка, II - друга ділянка.

Ознакою закінчення чистового промивання є постійний гідравлічний опір грязьовиків (гідравлічний опір підвищується, якщо шлами накопичуються). Після чистового промивання грязьовики демонтують або видаляють з них сітки.

В залежності від довжини мережі промивання може здійснюватись по всій довжині магістралі або на окремих її ділянках з послідовним вмиканням кожної наступної ділянки після промивання попередньої. Загальні витрати води на гідравлічні випробування і промивання складають приблизно 2-3 ємності теплопроводу.

Для скорочення витрат промивної води і поліпшення чистоти труб особливо великого діаметра ($D=500$ мм) використовують гідропневматичне промивання, яке здійснюється шляхом нагнітання в воду стислого повітря під тиском до 0,3-0,4 МПа через декілька дренажних пристроїв. Стисле повітря перемішує в воді окалину, що осіла, та пісок і з підвищеною швидкістю викидає їх через інші спускні крани. В зв'язку з можливими гідравлічними ударами в мережі при гідропневматичному промиванні приймаються підвищені застережні заходи. В момент запуску повітря в трубопровід з

водою забороняється перебування спостерігачів в каналах і камерах. Після завершення барботування повітря повинен здійснюватись безперервний контроль за станом всіх елементів трубопроводів. Місця викиду водоповітряної суміші повинні бути огорожені.

Промивання ведеться до повного освітлення води, якість якої контролюється лабораторним аналізом. Наприкінці чистового промивання мережі заповнюються хімічно очищеною водою. Мережі з відкритим водозабором перед заповненням водою підлягають додатковій санітарній обробці проти бактеріальних забруднень за діючими нормами Держсанінспекції. Мережа дезинфікується додаванням в воду активного хлору в кількості 20...40 мг/л, з витримкою не менше 24 годин. Залишковий вміст хлору в воді повинен бути не більшим за 1 мг/л. Далі вода спускається й мережа підлягає повторному промиванню питною водою, яка нагріта до 70°C з вмістом кисню не більше як 0,05 мг/л.

Після деякого періоду циркуляції води (через грязьовики), який потрібен для перевірки стану компенсаторів, арматури, опор та ін., здійснюється підключення стаціонарних підігрівачів для підігрівання мереж. Операція підігрівання здійснюється повільно. Швидкість розігрівання води в трубопроводі не повинна перевищувати 30°C в годину. При поступовому підігріванні мережі до робочої температури спостерігачі ведуть нагляд за роботою компенсаторів, за станом ущільнення й теплоізоляції та за переміщенням опор. Дрібні дефекти (протікання через дренажі, повітрозбірники, ущільнення сальників) усуваються в процесі прогрівання, тому що з часом виявлені несправності можуть збільшитися. Для усунення значних несправностей необхідно зупинити роботу мережі.

Після усунення дефектів теплопровід запускається в 72-годинну контрольну експлуатацію, під час якої здійснюється періодичний випуск повітря через повітрозбірники. Засувки на перетинках мережі закриваються, а вода з перетинок між засувками для запобігання її замерзання зливається. Якщо в термін контрольної експлуатації не буде порушень в роботі, мережа здається в постійну експлуатацію.

Якщо на зворотних трубопроводах є насосні підстанції, то насоси повинні вмикатись в роботу до підключення споживачів. Насоси підстанцій на підвідних трубопроводах повинні вмикатись після включення абонентських вводів для поступового збільшення наявної напруги в мережі.

При виконанні всіх робіт персонал, що обслуговує мережі, повинен мати ватний спецодяг і рукавиці для запобігання випадків обпікання. Поблизу теплопроводу, що працює, повинні знаходитись тільки працівники, які виділені для пуску, ті, що пройшли інструктаж з техніки безпеки і добре знають правила роботи з гарячими трубами й обладнанням. Після промивання (продування) трубопроводів складають відповідний акт.

Пуск паропроводів залежить від розмірів мережі. Спочатку запускаються паропроводи на магістральних ділянках, а далі поступово запускаються відгалуження.

Пуск паропроводів починається з гідравлічного опресування на міцність і щільність. Злита вода після опресування використовується для чорнового промивання паропроводу. Чистове промивання паропроводів водою не використовують, його замінюють продуванням парою. Продування холодних паропроводів без попереднього їх прогрівання не дозволяється тому, що виникає висока небезпека конденсації і гідравлічних ударів. Операція заповнення передбачає прогрівання паропроводу. Запуск пари на прогрівання паропроводу здійснюють після повного виведення води після опресування через пускові й постійні дренажі.

Прогрівання починають повільним відкриттям головних засувки на ТЕЦ. Незначні витрати пари на початку прогрівання попереджають захоплення конденсату парою, що приводить до гідравлічних ударів великої потужності та до деформації трубопроводів, оскільки в паропроводі, що наповнюється в першу чергу, нагрівається верхня частина труби, яка намагається зігнути трубопровід дугою догори. Після того, як із спускних дренажів виходить суха пара, що свідчить про завершення прогрівання, дренажі закриваються. Далі паропровід деякий час витримують під невеликим надмірним тиском. Цей час використовують для перевірки стану трубопроводів і ліквідації дефектів, що виникли. Після переконання в тому, що конструкція надійна, здійснюють випускання пари з максимальною швидкістю, яка потрібна для захоплення дрібних і значних частинок бруду, окалини й викидання цього шламу через кінцеві випускні штуцери або спеціальні кінцеві засувки.

Для скорочення витрат пари на очищення труб від оксиду заліза рекомендується додавати 1-% розчин їдкого натру (каустика). Дозування каустика здійснюється через повітрозбірники на головній ділянці паропроводу в період прогрівання.

Після продування паропровід переводиться на розрахунковий режим роботи. В період пуску можливо послаблення болтових з'єднань, щільності сальників та забруднення дренажних пристроїв. Всі несправності усувають після пуску, тому на деякий час повинен бути організований більш частий обхід траси.

Операції пуску конденсатопроводів виконують аналогічно пуску мережі. Для попередження конденсації вологи на поверхні трубопроводу і теплової ізоляції незалежно від пори року заповнення й промивання здійснюють водою з температурою не менше 45°C. Наприкінці промивання конденсатопровід негайно заповнюють конденсатом або хімічно очищеною водою для контрольного промивання. Під час контрольного промивання перевіряють якість вихідного й скинутого в дренаж конденсату. Контрольне промивання ведуть до встановлення необхідного складу солі в конденсаті.

Пуск теплових пунктів, підстанцій і вводів здійснюється до випробувань щільності й міцності обладнання й трубопроводів. Перевірку щільності й міцності здійснюють гідравлічним опресуванням, яке виконується в

теплу пору року, коли температура в приміщенні не нижча $+5^{\circ}\text{C}$. Перед опресуванням теплові пункти відключають від теплової мережі шляхом закриття вхідної арматури і встановлення заглушок у фланцеві з'єднання з арматурою.

Після випробування тепловий пункт разом з місцевою системою промивають водопровідною водою до повного освітлення, а далі воду зливають повністю. Теплові пункти заповнюють водою з мереж за пусковим графіком, яким встановлюється черговість підключення абонентів. Наповнення здійснюють поступовим відкриттям запірної арматури на зворотний трубопровід. Коли з'явиться вода в повітряних кранах, їх закривають, а потім повільно відкривають запірну арматуру на підвідному трубопроводі. Наповнення місцевих систем через зворотний трубопровід запобігає руйнуванню радіаторів високим тиском води в підвідному трубопроводі.

У випадках, коли статична висота споживачів перебільшує тиск в зворотному трубопроводі, кінцеве заповнення вводів здійснюють з позначки трубопроводів при частково відкритій арматурі на зворотному трубопроводі вводу. Необхідний надлишковий тиск регулюється наступним налагодженням регулятора підпору або дросельних шайб на зворотному трубопроводі.

Абонентів включають в експлуатацію після усунення всіх дефектів, які виявлені під час випробувань. Абонентські системи включають в роботу від головної магістралі до кінцевих відгалужень. Після включення всіх абонентів регулюють витрату, температуру й тиск води в теплових пунктах з метою забезпечення розрахункових режимів їх експлуатації.

5.6 Технічне обслуговування теплових мереж

5.6.1 Обслуговування теплових мереж

Теплові мережі обслуговує бригада слюсарів-обхідників, склад якої не менше двох осіб, на закріплених за ними ділянках мережі.

В об'єм робіт з обслуговування теплової мережі входить:

підтримування в справному стані всього обладнання, будівельних та інших конструкцій теплових мереж шляхом проведення своєчасного їх огляду й ремонту;

спостереження за роботою компенсаторів, опор, арматури, дренажів, КВП та інших елементів обладнання із своєчасним усуненням несправностей;

усунення надлишкових (більших за нормативні) втрат тепла шляхом своєчасного відключення ділянок мережі, що не працюють;

виведення води, що накопичилась в камерах і каналах, а також ліквідація проникнення ґрунтових вод в канали й камери;

своєчасне відновлення зруйнованої ізоляції;

усунення гідравлічних витрат в мережі, які перебільшують нормативні, за рахунок регулярного промивання й очищення трубопроводів;

вчасне виведення повітря через повітряники з теплопроводів та недопущення підсмоктування повітря шляхом постійної підтримки надлишкового тиску у всіх точках мережі та системах споживання;

підтримування в мережі й на теплових пунктах споживачів необхідних гідравлічних і теплових режимів при систематичній перевірці параметрів в характерних точках мережі й на теплових пунктах;

забезпечення розрахункового теплоносія по теплових пунктах споживачів;

прийняття заходів з попередження, локалізації та ліквідації несправностей і аварій в мережі.

Обхід теплопроводів, теплових камер, каналів, технічних підвалів проводять за графіком не рідше як один раз на два тижні протягом опалувального сезону й один раз на місяць у міжопалувальний період.

Під час обходу виконують такі роботи: перевіряють затягнення болтів усіх фланцевих з'єднань; без зусиль затягують сальники компенсаторів до моменту припинення витікання; змазують штоки засувки; перевіряють стан дренажних і повітряних каналів; видаляють повітря з мережі та перевіряють стан КВП.

Нагляд за станом підземних теплопроводів у місцях можливої небезпеки щодо зовнішньої корозії й зволоження теплоізоляції здійснюють не рідше як один раз на 2 роки шляхом розкриття ґрунту (шурфуванням). Кількість планових шурфувань встановлюють залежно від довжини мережі, типів прокладання й теплоізоляції конструкції, кількості і корозійних пошкоджень труб. На кожні 5 км траси має бути не менше як один шурф.

Накопичену в теплових камерах воду безперервно або періодично виводять через дренажні пристрої або відкачуванням пересувними насосами.

Систематичний контроль за витоками теплоносія здійснюють за величиною підживлення теплових мереж. Середньогодинна величина витoku за рік не повинна перебільшувати 0,25% від об'єму води в трубопроводах теплових мереж і систем теплоспоживання. Фактичний середньогодинний витік теплоносія за звітний період визначається:

для закритих систем – шляхом ділення загальної кількості підживлювальної води (за винятком витрат води на початкове заповнення системи) на кількість годин, коли система в звітному періоді знаходиться в заповненому стані;

для систем з безпосереднім водозабором – як різниця величин підживлення і кількості води на гаряче водопостачання споживачів, які враховано приладами за звітний період.

Розрахункова річна витрата підживлювальної води, яка враховує можливі коливання на протікання протягом року в залежності від режимних умов роботи системи, приймається рівною 0,5% об'єму води в трубопроводах теплової мережі та приєднаних до них систем теплоспоживання. Об'єм води в трубопроводах мереж в системах теплоспоживання можна визначити за питомими величинами (табл. 5.1 та табл. 5.2).

При витоках теплоносія, що перевищує встановлені норми, вживаються термінові заходи до знаходження місць витoku та усунення нещільностей.

Таблиця 5.1 - Питомий об'єм води в трубопроводах теплової мережі в залежності від діаметра труб

Діаметр труби, Д _{ум.} , мм	Питомий об'єм води, м ³ /км	Діаметр труби, Д _{ум.} , мм	Питомий об'єм води, м ³ /км
25	0,6	400	135
40	1,3	450	170
50	1,4	500	210
100	8	600	300
125	12	700	390
150	18	800	508
200	34	900	640
250	53	1000	785
300	75	1100	947
350	101	1200	

Таблиця 5.2 - Питомий об'єм води в системах теплоспоживання при різних перепадах температури в залежності від типу систем теплоспоживання, м³·год/Гкал

Тип системи теплоспоживання	Перепад температур води в системі теплоспоживання, °С			
	95-70	110-70	130-70	150-70
З радіаторами висотою 500 мм	19,5	17,6	15,1	13,3
З радіаторами висотою 1000 мм	31	28,2	24,2	21,6
З конвекторами плінтусними та панельною системою	9,2	6	4	3
З ребристими трубами	14,2	12,5	12,8	9,2
Опалювально-вентиляційна система, яка обладнана калориферами	8,5	7,5	6,5	5,5

Якість води для підживлення теплової мережі повинна задовольняти вимоги, що наведені в табл. 5.3.

За результатами огляду обладнання теплової мережі й самої траси при обходах, а також після проведення шурфувань оцінюють стан обладнання, трубопроводів, будівельно-ізоляційних конструкцій, інтенсивність і небезпечність процесу зовнішньої корозії труб та розробляють необхідні

заходи щодо усунення виявлених дефектів або несправностей. Дефекти, які не можуть бути усунені без відключення теплопроводу, але не представляють безпосередньої небезпеки для надійної експлуатації, заносять до журналу ремонтів для їх ліквідації в період найближчого відключення теплопроводу або в період ремонту. Дефекти, що можуть спричинити аварію мережі, усувають негайно.

Таблиця 5.3 - Якість води для підживлення водяної теплової мережі при різній максимальній температурі підігріву води мережі

Показники якості води	до 75°C	76-100 °C	101-200 °C
Розчинений кисень, мг/кг	0,1	≤ 0.1	0,05
Частинки, що дисперговані у воді	5	5	5
Карбонатна жорсткість, мг-екв./кг	1,5	0,7	0,7
Показник рН	6,5-8,5	6,5-8,5	6,5-8,6
Залишкова загальна жорсткість при використанні води продування котлів (допускається в закритих системах теплопостачання), мг-екв./кг	-	0,1	0,05
Умовна сульфатно-кальцієва жорсткість	-	-	В межах величин, які викликають випадіння з розчину
Вільна вуглекислота	Повинна бути відсутня		

Огляд теплової мережі інженерно-технічним персоналом проводиться за затвердженим графіком, але не рідше як один раз на рік. Усі роботи, виконані під час обходу мережі, фіксують в експлуатаційному журналі.

5.6.2 Випробування теплових мереж

Випробування теплових мереж бувають пускові і експлуатаційні.

Пускові випробування здійснюють після спорудження нових мереж або після капітального ремонту. Вони призначені для визначення придатності споруди до експлуатації.

Допустима зміна різних характеристик споруди періодично перевіряється експлуатаційними випробуваннями. Зміна характеристик споруди виникає з часом в процесі експлуатації. Їх викликають накопичення шлаків, корозія, зміна теплозахисних властивостей теплової ізоляції та інші фактори.

Пускові і експлуатаційні випробування діляться на опресування, гідравлічні випробування, теплові випробування, випробування на максимальну температуру теплоносія.

Всі види випробувань здійснюються за спеціальною програмою, яка враховує їх мету.

Опресування призначено для визначення щільності механічної міцності трубопроводів, арматури та обладнання. Опресування теплових мереж (безканальних і в непрохідних каналах) здійснюються в два етапи: попереднє опресування, остаточне опресування.

Попереднє опресування виконується після закінчення робіт на великих ділянках до встановлення на трубопроводах компенсаторів, засувки і до закриття каналів або засипання траншей.

Мета опресування – перевірка міцності зварювання під пробним надмірним тиском 1,6 МПа протягом часу, який потрібен для огляду і простукування стиків. Простукування виконують молотком масою 1,5 кг з ручкою довжиною 0,5 м. Удари наносять по обидві сторони шва на відстані від стику близько 150 мм.

Остаточне опресування виконується після завершення всіх робіт і встановлення на трубопроводі всіх елементів обладнання, але до влаштування теплової ізоляції. Надмірний тиск опресування доводиться не більше, як до 1,25 разу більше робочого, але не менше 1,6 МПа в підвідних та 1,2 МПа в зворотних трубопроводах. Тривалість опресування визначається часом, який потрібен для огляду мереж. Остаточне опресування виконується при відключених теплових пунктах надмірним тиском, який створюється насосами мережі. Під час випробувань циркуляція води в мережі здійснюється через відкриті кінцеві перетинки, а необхідний тиск випробування досягається шляхом поступового прикриття засувки на зворотному колекторі до тої пори, доки перепад тиску між підвідним і зворотним трубопроводами на ТЕЦ не досягне 0,1-0,3 МПа.

Опресування мереж, які доступні для огляду під час експлуатації, здійснюються за один прийом після завершення всіх робіт. Випробування краще здійснювати в теплу пору року водопровідною водою при зовнішній температурі, яка більше за 1°C, а якщо температура повітря менше за 1°C – підігрітою до температури +50...60°C водою.

Опресування обладнання теплових пунктів разом з місцевими системами здійснюються в два прийоми. Трубопровід та обладнання, що вимкнено від мережі, заповнюють водою з міського водопроводу. Необхідний тиск випробування створюється опресувальними насосами з ручним або механічним приводами. Для перевірки щільності зварних і фланцевих з'єднань, обладнання, арматури і трубопроводів в систему спочатку нагнітається вода під робочим тиском. Далі надмірний тиск доводиться до 1,25 разу більше робочого, але не нижче норм, що встановлені для кожного виду обладнання. Тривалість випробувань приймається не менше 10 хвилин.

Результати випробувань мереж і теплових пунктів на кожному етапі вважають задовільними, якщо в період їх проведення падіння тиску не буде більше встановленої межі, а в зварних швах, фланцевих з'єднаннях і арматурі відсутні розриви, протікання та інші ушкодження. При виявленні

розривів та інших пошкоджень вода з мережі зливається, дефектні шви вирубуються і переварюються, нещільності усуваються затягуванням болтів й зміною набивки. Після цього опресування повторюють.

Теплові мережі опресовують щорічно в кінці сезону опалення для виявлення дефектів, а також після капітального ремонту.

Гідравлічні випробування призначені для визначення фактичних гідравлічних характеристик трубопроводів. Їх проводять не рідше одного разу на два роки. Результати випробувань оформляють актом.

При гідравлічних випробуваннях одноразово вимірюють тиск, втрати і температуру теплоносія в характерних точках мережі (місця зміни діаметрів та перетинки мережі). В контрольних точках встановлюють еталонні манометри, ртутні термометри з ціною поділки 1°C і нормальні вимірювальні вимірювачі діафрагми.

Випробування здійснюють при відключених теплових пунктах на максимальних і зменшених до 80% від максимальних витратах води. Циркуляція води в мережах і розгалуженнях забезпечується вмиканням кінцевих перетинок.

Втрати тиску на ділянках відвідних та зворотних трубопроводів, що досліджуються, розраховують за формулою, Па:

$$\Delta P = (P_1 - P_2) + 9.81 \cdot (Z_1 - Z_2) \cdot \rho, \quad (5.1)$$

де P_1, P_2 – покази манометрів на початку та в кінці ділянки, Па;

Z_1, Z_2 – геодезичні позначки в точках розташування манометрів, м;

ρ - щільність теплоносія при відповідній температурі, кг/м^3 .

За даними замірів тиску в підвідному та зворотному трубопроводах будують реальний п'єзометричний графік, за втратами води на ділянках визначають розрахунковий графік тиску.

Порівнянням встановлюють відхилення реального від розрахункового графіка, зміни коефіцієнтів тертя на ділянках і наявність забруднених ділянок.

При гідравлічному випробуванні паропроводів геодезичні позначки місцевості не враховуються.

Теплові випробування проводять один раз на три роки з метою визначення фактичних втрат теплоти в мережах і стану теплової ізоляції, а також порівняння їх із розрахунковими й нормативними значеннями. Необхідність теплових випробувань викликана руйнуванням теплової ізоляції, заміною її на окремих ділянках, а також заміною окремих конструкцій. Для отримання стабільних результатів випробування здійснюють в кінці сезону опалення, коли вся конструкція теплопроводу і ґрунт, який її оточує, прогріті достатньо рівномірно.

Перед випробуванням відновлюють ізоляцію, яка зруйнована, висушують камери і канали, перевіряють роботу дренажних пристроїв. Випробування виконують на всій тепловій мережі або на окремих її ділянках та

відгалуженнях. Теплові пункти споживачів відключаються, а циркуляцію води здійснюють через перетинки. Під час випробувань заміряють втрати і температуру теплоносія на початку і в кінці досліджуваної ділянки для підвідного та зворотного трубопроводів. Встановлюють стійкий режим циркуляції, при якому знімають декілька показань через кожні 10 хвилин.

Фактичні питомі втрати тепла:

$$g_{\psi 1} = \frac{c(G_1 - 0,25G_{\pi})(\tau_{11} - \tau_{12})}{3600 - l} \quad , \quad (5.2)$$

$$g_{\psi 2} = \frac{c(G_1 - 0,75G_{\pi})(\tau_{21} - \tau_{22})}{3600 - l} \quad . \quad (5.3)$$

де $g_{\psi 1}$, $g_{\psi 2}$ – фактичні питомі втрати тепла в підвідному та зворотному трубопроводах, кВт/м;

G_1 , G_{π} – середні втрати води мережі, відповідно, в підвідному трубопроводі та живильної води, кг/год;

τ_{11} , τ_{12} – середні температури на початку і в кінці підвідного трубопроводу, °С;

τ_{21} , τ_{22} – середні температури на початку і в кінці зворотного трубопроводу, °С;

l – довжина ділянки, м;

c – питома теплоємність води, Дж/кг °С.

Порівнянням фактичних тепловтрат з розрахунковими встановлюють якість ізоляції. Для порівняння фактичних тепловтрат з нормативними тепловтратами їх перераховують за середньорічними температурами води в підвідному і зворотному трубопроводах і середньорічною температурою навколишнього середовища.

Теплові втрати паропроводів визначають за змінами ентальпії, вологості пари і кількості конденсату, який випадає.

Випробування на максимальну температуру теплоносія проводять один раз на два роки наприкінці опалювального періоду. Мета випробувань - контроль надійності конструкції, роботи компенсаторів, зміщення опор, для визначення дійсних напруг і деформацій найбільш навантажених елементів мережі. Дані випробувань використовують для оцінки ступеня старіння металу, який тривалий час працює під високим тиском і температурою.

Випробування здійснюють при включених споживачах з циркуляцією теплоносія через кінцеві перетинки. В період випробувань температура теплоносія підвищується до максимальної зі швидкістю 30°С/год. У кінцевих точках мережі максимальна температура витримується не менш як 30 хвилин. При цьому вимірюють фактичні подовження трубопроводів. Фактичні переміщення фіксованих точок елементів мережі порівнюють з розрахунковими і встановлюють дійсну напругу в характерних точках тепломе-

режі. Якщо фактичні подовження трубопроводів перевищують розрахункові більше як на 25%, потрібно шукати місця затиснення труб, прогинання чи зсуву нерухомих опор або інші причини, які викликають цю різницю.

Під час експлуатації теплових мереж неминучі окремі пошкодження їхніх елементів. Після ліквідації цих пошкоджень з'ясовують причини, що їх викликали, та вживають необхідних запобіжних заходів.

5.6.3 Ремонт теплових мереж

Ремонт теплових мереж – це комплекс технічних заходів, що забезпечує підтримання й відновлення початкових експлуатаційних якостей окремих елементів.

Поточний і капітальний ремонти теплових мереж проводять за планами, складеними на основі виявлених дефектів під час оглядів мережі й випробувань. Затрати на непередбачуваний ремонт не повинні перевищувати 20% загальних затрат, що виділяються на поточний ремонт. Плановий поточний (профілактичний) ремонт слід проводити не рідше одного разу на рік.

Капітальний ремонт на мережах, що працюють без перерви, проводять один раз на два-три роки одночасно з ремонтом теплових ввідів, індивідуальних теплових пунктів, контрольно-вимірювальних приладів і теплоспоживаючих установок. На мережах, що мають сезонну перерву, капітальний ремонт виконують один-два рази на рік.

До виконання ремонтних робіт складають відомість обсягу робіт і кошторис, які уточнюють після розкриття та огляду обладнання, а також готують графіки ремонтних робіт. Плани-графіки зупинки тепломереж на проведення ремонтних робіт після погодження з місцевими органами влади затверджує головний інженер експлуатаційної організації. При складанні планів-графіків ремонту слід брати до уваги, що максимальна тривалість вимикання гарячого водопостачання не повинна перевищувати 12 днів. Плани-графіки ремонту теплових мереж, теплових пунктів і систем теплоспоживання мають бути пов'язані між собою за строками виконання робіт.

Надійна експлуатація й довговічність роботи обладнання систем теплопостачання в основному визначається якістю його профілактичного ремонту. Все обладнання повинно пройти ретельну ревізію, ремонт і випробування. Своєчасність і якість ремонту обладнання систем теплопостачання дозволяє збільшити норми міжремонтного ресурсу цього обладнання (табл. 5.4). Норми витрат матеріалів на капітальний і поточний ремонти теплових мереж наведені в табл. 5.5, 5.6, 5.7.

**Таблиця 5.4 - Норми міжремонтного ресурсу та строків служби
обладнання систем теплопостачання**

Елементи обладнання систем теплопостачання	Строки ремонтів		Строк служби, років
	капітального	поточного	
Теплопроводи теплових мереж	У міру необхідності	щорічно	30
Трубопроводи системи опалення житлових будинків	“	“	30
Засувки чавунні на трубопроводах систем опалення й теплових мереж	1 раз в 3 роки	“	5-7
Засувки чавунні на трубопроводі холодної води	“	“	4-6
Засувки чавунні на трубопроводах гарячого водопостачання	“	“	2,5-3
Засувки сталеві	“	“	30
Вентилі муфтові	“	“	5
Грязьовики	“	“	30
Повітрозбірники	“	“	30
Елеватори сталеві	“	“	30
Водяні підігрівачі для систем опалення	1 раз в 7 років	“	7-9
Водяні підігрівачі для систем гарячого водопостачання	1 раз в 3 роки	“	3-5
Насоси для холодної води	1 раз в 4 роки	“	4-6
Насоси для системи опалення	1 раз в 6 років	“	5-7
Насоси для гарячого водопостачання	1 раз в 3 роки	“	2-3
Водоміри	щорічно	“	3
Зворотні клапани на трубопроводі систем опалення	-	“	4-6
Зворотні клапани на трубопроводі холодної води	—	“	2-4
Зворотні клапани на трубопроводі гарячого водопостачання	—	“	1-2

**Таблиця 5.5 - Норми витрат матеріалів на капітальний ремонт
1 км теплових мереж в рік**

Матеріал	Діаметр труб, мм						
	50	80	100	150	200	250	300
1	2	3	4	5	6	7	8
Водяна двотрубна теплова мережа в непрохідних каналах							
Труби сталеві, т	0,42	0,67	0,98	1,5	2,82	4,4	5,9
Прокат чорних металів, т	0,05	0,06	0,07	0,07	0,14	0,15	0,17
Електроди, кг	2,3	3,6	5,2	8,4	14,8	22	30,4
Кисень, л	115	180	260	420	740	1100	1520
Ацетилен, л	21	33	47	76	153	200	274
Засувки сталеві на 10 км, шт	2	2	2	2	2	2	2
Сальникові компенса- тори на 10 км, шт	1	1	1	1	1	1	1
Листова сталь товщи- ною 35...60 мм, т	-	-	-	-	0,06	0,1	0,127
Бітумний праймер, т	0,005	0,008	0,008	0,013	0,017	0,022	0,027
Ізоляційна мастика, т	0,024	0,034	0,043	0,065	0,086	0,108	0,131
Ізол (два шари товщи- ною до 2 мм) тис.м ²	0,041	0,064	0,072	0,108	0,142	0,143	0,218
Крафт-папір, тис. м ²	0,024	0,037	0,043	0,065	0,086	0,108	0,131
Мінераловатні шка- ра-лупи, м ²	1,71	1,9	1,96	2,66	3,42	-	-
Мінераловатні мати, м ²	-	-	-	-	-	4,96	5,68
Металева сітка № 12, тис. м ²	-	-	-	-	-	0,1	0,113
Дріт оцинкований ді- аметром 0,8...1,2 мм, т	0,012	0,013	0,014	0,017	0,018	0,018	0,019
Азбест сорту YI-YII, т	-	-	-	-	-	0,54	0,612
Цемент 300, т	-	-	-	-	-	2,06	2,36
Пароніт вальцований, т	0,084	0,153	9,204	0,288	0,473	0,596	0,768
Азбошнур, кг	0,17	0,31	0,41	0,96	1,28	1,52	2,08
Термостійка гума, кг	0,086	0,156	0,208	0,344	0,64	0,76	1,04
Бетон 200, м ³	1	1	1	1	-	-	-
Бетон 300, м ³	-	-	-	-	1,24	1,24	1,6
Сталь СТЗ, т	0,055	0,055	0,055	0,055	0,093	0,093	0,136
Цегла звичайна, шт	100	100	100	100	100	100	100
Будівельна деревина, м ³	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
Пиломатеріали, м ³	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08

Продовження табл.5.5

1	2	3	4	5	6	7	8
Водяна двотрубна теплова мережа при безканальному прокладанні							
Труби сталеві, т	0,507	0,81	1,22	2,03	3,54	5,5	7,37
Прокат чорних металів, т	0,063	0,07	0,076	0,085	0,282	0,171	0,208
Електроди Е-42, кг	3	4,5	6,5	10	18,5	28	38
Кисень, л	150	225	325	500	925	1400	1900
Ацетилен, л	27	41	59	90	100	252	342
Засувки сталеві на 10 км, шт	2	2	2	2	2	2	2
Сальникові компенсатори на 10 км, шт	-	-	-	-	1	1	1
Цемент 300-400, т	2,07	2,4	2,54	3,31	4,35	5	5,75
Пісок, т	0,83	0,98	1,02	1,42	2,04	2,18	2,76
Дріт для армобетону діаметром 3...5 мм, т	0,155	0,18	0,19	0,2	0,211	0,22	0,23
Бітумогумова мастика, т	0,322	0,373	0,394	0,53	0,65	0,75	0,86
Бризол теплостійкий, тис.м ³	0,266	0,308	0,326	0,44	0,536	0,625	0,712
Дріт оцинкований діаметром 1,2 мм, т	0,0012	0,0014	0,0015	0,002	0,002	0,0022	0,0022
Металева сітка №12, тис. м ²	0,065	0,075	0,079	0,11	0,126	0,145	0,164
Азбест сорту УІ, т	0,312	0,361	0,382	0,49	0,577	0,577	0,75
Пароніт вальцований, кг	0,11	0,2	0,36	0,40	0,8	0,95	1,3
Азбошнур діаметром 8...32 мм, кг	0,22	0,39	0,52	0,85	1,61	1,9	2,6
Термостійка гума діаметром 8...32 мм, кг	0,11	0,2	0,26	0,43	0,8	0,95	1,3
Будівельна деревина, м ³	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Пиломатеріали, м ³	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Водяна двотрубна теплова мережа в прохідних, напівпрохідних каналах і відкритих місцях							
Труби сталеві, т	0,338	0,54	0,812	1,33	2,35	3,66	4,9
Прокат чорних металів, т	0,042	0,05	0,045	0,059	0,1	0,11	0,124
Електроди Е-42, кг	2	3	4,3	7	12,3	18,6	25,3
Кисень, л	100	150	215	350	615	930	1265
Ацетилен, л	18	27	39	63	110	167	228

Продовження табл. 5.5

1	2	3	4	5	6	7	8
Засувки сталеві на 10 км, шт	2	2	2	2	2	2	2
Сальникові компенсатори на 10 км, шт	-	-	-	-	1	1	1
Листова сталь товщиною 35...60 мм, т	-	-	-	-	0,664	0,1	0,12
Бітумний праймер, т	0,004	0,006	0,007	0,011	0,014	0,018	0,022
Ізоляційна мастика, т	0,02	0,031	0,036	0,054	0,072	0,09	0,109
Ізол (два шари товщиною до 2 мм) тис.м ²	0,033	0,052	0,06	0,09	0,119	0,15	0,182
Крафт-папір, тис. м ²	0,02	0,031	0,036	0,054	0,072	0,05	0,109
Мінераловатні шкаралупи, м ²	1,38	1,5	1,63	2,22	2,84	-	-
Мінераловатні мати, м ²	-	-	-	-	-	4,13	4,73
Металева сітка № 12, тис. м ²	-	-	-	-	-	0,082	0,094
Дріт оцинкований діаметром 0,8...1,2 мм, т	0,009	0,01	0,011	0,014	0,017	0,012	0,016
Азбест сорту YI-YII, т	-	-	-	-	-	0,45	0,51
Цемент 300, т	-	-	-	-	-	1,805	2,04
Пароніт вальцований, т	0,072	0,13	0,17	0,24	0,39	0,5	0,63
Азбошнур, кг	0,143	0,26	0,34	0,57	1,07	1,26	1,73
Термостійка гума, кг	0,072	0,13	0,17	0,28	0,53	0,63	0,86
Бетон 200, м ³							
Цегла звичайна, шт	100	100	100	100	100	100	100
Будівельна деревина, м ³	0,033	0,033	0,033	0,033	0,033	0,033	0,033
Пиломатеріали, м ³	0,066	0,066	0,066	0,066	0,066	0,066	0,066

Примітка: норми витрат матеріалів на капітальний ремонт 1 км теплових мереж в рік для трубопроводів з діаметром труб більшим 300 мм наводяться в довідковій літературі.

**Таблиця 5.6 - Норми витрат матеріалів на капітальний ремонт
одної трубопровідної арматури в рік**

Матеріал	Діаметри трубопроводів обв'язки обладнання, мм						
	50	80	100	150	200	250	300
1	2	3	4	5	6	7	8
Для засувок							
Набивка сальникова, кг	0,06	0,08	9,1	0,12	0,14	0,16	0,19
Пароніт, гума технічна, кг	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5
Болти з гайками, кг	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5
Порошок для прити- рання, кг	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
Бронза, кг	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4
Масло індустріальне, кг	0,1	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4
Гас, л	0,2	0,3	0,4	0,5	0,5	0,5	0,6
Солідол, кг	0,1	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4
Ганчір'я, кг	0,1	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4
Для кранів муфтових і фланцевих							
Набивка сальникова, кг	0,08	0,12	0,18	0,25	0,31	-	-
Пароніт, гума технічна, кг	0,2	0,3	0,5	0,6	0,8	-	-
Болти з гайками, кг	0,2	0,3	0,5	0,6	0,8	-	-
Бронза, кг	0,15	0,24	0,36	0,48	0,6	-	-
Порошок для прити- рання, кг	0,04	0,06	0,09	0,12	0,16	-	-
Масло індустріальне, кг	0,15	0,24	0,36	0,48	0,6	-	-
Гас, л	0,3	0,5	0,7	1,0	1,2	-	-
Солідол, кг	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	-	-
Ганчір'я, кг	0,15	0,24	0,36	0,48	0,6	-	-
Для вентилів запірних і регулювальних							
Набивка сальникова, кг	0,08	0,09	0,12	0,14	0,15	0,19	-
Пароніт, гума технічна, кг	0,2	0,2	0,3	0,4	0,4	0,5	-
Порошок для прити- рання, кг	0,04	0,04	0,06	0,07	0,07	0,09	-
Масло індустріальне, кг	0,15	0,18	0,22	0,27	0,3	0,38	-
Гас, л	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	0,8	-
Солідол, кг	0,1	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	-
Ганчір'я, кг	0,15	0,18	0,22	0,27	0,3	0,38	-

Продовження табл. 5.6

1	2	3	4	5	6	7	8
Для клапанів зворотних							
Набивка сальникова, кг	0,01	0,02	0,02	0,03	0,04	0,04	0,05
Пароніт, гума технічна термостійка, кг	0,15	0,18	0,22	0,27	0,27	0,33	0,36
Порошок для прити- рання, кг	0,01	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04	0,05
Масло індустріальне, кг	0,14	0,18	0,22	0,27	0,32	0,36	0,45
Фарба масляна, кг	0,04	0,05	0,06	0,08	0,08	0,1	0,13
Бронза, кг	0,12	0,15	0,18	0,22	0,27	0,3	0,37
Болти з гайками, кг	0,06	0,07	0,09	0,11	0,13	0,13	0,15
Гас, л	0,06	0,07	0,09	0,09	0,13	0,15	0,22
Ганчір'я, кг	0,12	0,15	0,18	0,22	0,27	0,3	0,37
Солідол, кг	0,15	0,2	0,25	0,3	0,35	0,4	0,5

Таблиця 5.7 - **Норми витрат матеріалів на поточний ремонт
1 км двотрубних теплових мереж в рік**

Матеріал	Діаметр труб, мм						
	50	80	100	150	200	250	300
Болти з гайками діаметром 16...27 мм, шт	20	20	20	20	20	30	30
Крани і вентиля бронзові діаметром 15...50 мм на 10 км, шт	2	2	2	2	2	2	2
Манометри 10...16 кгс/см ² на 10 км, шт	2	2	2	2	2	2	2
Люки чавунні для камер на 10 км, шт	1	1	1	1	1	1	1
Мінераловатні шкаралупи, м ³	1,9	2,2	2,45	3,35	4,25	4,25	-
Мінераловатні мати, м ³	-	-	-	-	-	-	6,2
Металева сітка № 12, тис. м ²	-	-	-	-	-	-	0,14
Дріт оцинкований діаметром 0,8...1,2 мм, т	0,015	0,018	0,02	0,021	0,025	0,025	0,02
Азбест сорту YI-YII, т	-	-	-	-	-	-	0,76

Продовження табл. 5.7

1	2	3	4	5	6	7	8
Пароніт вальцований товщиною 4...5 мм, кг	0,5	1,0	1,5	2,2	3,5	3,5	5,6
Азбошнур діаметром 8...32 мм, кг	1	2	3,1	5,2	9,6	10,7	15,6
Термостійка гума діаметром 8...32 мм, кг	0,5	1	1,5	2,1	5,1	6,4	7,1
Масло індустріальне СУ-50, кг	0,2	0,4	0,62	1,04	1,92	2,6	3,12
Автол, кг	0,1	0,2	0,31	0,52	0,96	1,34	1,56
Графіт (порошок), кг	0,03	0,06	0,09	0,16	0,29	0,35	0,47
Солідол, кг	0,2	0,4	0,62	1,04	1,92	2,78	3,12
Труби, кг	18,5	29,5	51,7	76,4	142	189	211

Примітка: норми витрат матеріалів на поточний ремонт 1 км двотрубних теплових мереж в рік для діаметрів труб більших 300 мм наводяться в довідковій літературі.

Для повсякденної роботи й проведення поточного ремонту обладнання систем теплопостачання в коморі слюсарної майстерні завжди повинні бути: прокладки паронітові кожного розміру діаметром 50...150 мм - 4 шт.; діаметром 200...300 мм - 4 шт.; діаметром 350-1200 мм - 2 шт.; гума технічна термостійка товщиною 3...4 мм - 10 кг; прокладки для кришок засувок кожного розміру по 1 шт.; набивка сальникова 12,5...25 мм - 10...20 кг; льняна суха підмотка - 15...20 кг; сурик - 30 кг; графіт (порошок) - 2 кг; масло машинне - 5 кг; заглушки з листової сталі товщиною 3 мм; кожного розміру фланцевих з'єднань трубопроводів - по 2 шт.; металеві заглушки для муфт діаметром 15...50 мм - по 10 шт.; муфти діаметром 15...50 мм - по 10 шт.; трійники діаметром 15...32 мм - по 6 шт.; хрестовини діаметром 15...32 мм - по 6 шт.; кутики діаметром 15...32 мм - по 6 шт.; порошки або паста для трубопровідної арматури - 1 кг; ключі газові № 1,2,3,4 по 3 комплекти; ліхтарі акумуляторні - 2 шт.; протигази промислові - 3 комплекти; окуляри захисні - 4 пари; костюми ватні - 3 комплекти; костюми брезентові - 4 комплекти; костюми прогумовані - 4 комплекти; рукавиці гумові - 4 пари; рукавиці брезентові - 10 пар; запобіжні пояси з мотузками - 2 комплекти; газоаналізатор - 1 шт.; труби сталеві кожного розміру по 20...30 м; гас - 2 л; кисень - 5 балонів; ацетилен - 3 балони; карбід кальцію - 100 кг; ганчір'я - 30 кг; цвяхи різні - 10 кг; пиломатеріали - 1 м³.

Сучасна ліквідація аварій в системах теплопостачання в більшості залежить від наявності визначеного запасу матеріалів, інструменту, запасних частин, спецодягу в коморі слюсарної майстерні. З розрахунку на

1000 м протяжності теплових мереж та 100 одиниць встановленої трубопровідної арматури необхідно тримати аварійний запас матеріальних ресурсів в коморі в такій кількості: труби сталеві кожного розміру по 7...11 м; болти з гайками М9 - М25 кожного розміру - по 10 шт.; муфти кожного розміру діаметром 15...50 мм - по 4 шт.; засувки до муфт кожного діаметра - 15...50 мм - по 4 шт.; заглушки з листової сталі товщиною 3 мм для фланцевих з'єднань кожного розміру - по 2 шт.; відводи сталеві кожного розміру - по 1 шт.; крани або вентиля діаметром 15...50 мм - по 2 шт.; засувки сталеві діаметром 50...350 мм - кожного розміру по 1 шт.; компенсатори сальникові кожного розміру по 1 шт.; елеватори кожного розміру по 1 шт.; робочі колеса по 1 комплекту на всі працюючі насоси; вали по 1 шт. на кожний встановлений насос; підшипники по 1 комплекту на кожний працюючий насос; електродвигуни по 1 шт. на кожний тип працюючих насосів; фланці сталеві кожного розміру - по 2 шт.

Відповідно до відомостей обсягу робіт заготовляють потрібні матеріали, запасні частини та вузли, розробляють технічну документацію на обладнання, що його мають реконструювати. Укомплектовують і приводять у справний стан інструменти, пристосування та підіймально-транспортні механізми. Формують ремонтні бригади, проводять інструктаж та перевіряють знання протипожежних заходів і заходів з техніки безпеки.

Бригади починають виконувати ремонтні роботи після одержання оформленого наряду і коли немає в трубопроводах або в іншому обладнанні, що підлягає ремонту, надлишкового тиску.

Не допускається проводити ремонтні роботи при надлишковому тиску в мережі й на теплових пунктах. У разі нещільності запірної арматури ділянку мережі або тепловий пункт, що підлягають ремонту, відключають за допомогою заглушок.

Після закінчення ремонту теплові мережі й теплові пункти промивають і випробовують на герметичність та розрахункову температуру, як зазначалося раніше.

У процесі ремонту обладнання проводять приймання окремих відремонтованих вузлів. Обладнання після ремонту приймає комісія, яку очолює головний інженер. Під час приймання теплових мереж і теплових пунктів з капітального або поточного ремонту перевіряють виконання всіх робіт за відомістю обсягу робіт, у якій роблять позначки про якість їх виконання. Приймаючи обладнання з капітального ремонту, перевіряють також роботу обладнання під навантаженням протягом 24 годин.

На виконані й прийняті ремонтні роботи складають приймальний акт, у якому відображають обсяг та характер проведеного ремонту по окремих елементах обладнання. Якість капітального ремонту остаточно оцінюють після роботи обладнання під навантаженням протягом місяця. Акти приймання з усією технічною документацією з ремонту зберігають в експлуатаційній організації разом з паспортами відповідного обладнання й теплопроводів.

Організації, що експлуатують тепломережі, повинні мати таку технічну документацію: паспорт теплотраси за формою; план траси в масштабі 1:500; профілі траси у вертикальному 1:50 і горизонтальному 1:50 масштабах; креслення теплових камер у масштабі 1:20; креслення прокладення транзитних теплопроводів по технічних підвалах будинків.

У процесі огляду мереж на кресленнях роблять позначки із зазначенням дати, місця шурфування та інших видів обстеження. Після ремонту мереж на кресленнях позначають його місце, дату виконання, а також обсяг та характер виконання робіт.

5.7 Налагодження теплових мереж

5.7.1. Основні вимоги до налагодження теплових мереж

Налагодження водяних теплових мереж здійснюють з метою забезпечення нормального теплопостачання споживачів. В результаті налагодження створюються необхідні умови для роботи систем опалення, припливної вентиляції, кондиціювання повітря, гарячого водопостачання та підвищуються техніко-економічні показники (ТЕП) централізованого теплопостачання за рахунок збільшення пропускної спроможності теплових мереж, ліквідації прогрівів, зменшення витрат електроенергії на перекачування теплоносія.

Налагодженню підлягають всі ланцюги централізованого теплопостачання: джерело тепла; теплова мережа; теплові пункти; системи теплоспоживання.

Налагоджувальні роботи здійснюють в три етапи:

1-й етап - обстежують та випробують систему теплопостачання з наступним розробленням заходів, що забезпечують ефективність її роботи;

2-й етап - виконують заходи, що розроблені;

3-й етап - регулюють систему.

В результаті обстеження виявляють фактичні експлуатаційні режими, уточнюють тип та стан обладнання, визначають характер теплового навантаження, необхідність та об'єм випробувань теплових мереж та обладнання.

В процесі налагоджувальних робіт випробовують пропускну здатність теплової мережі та комунікацій джерела тепла, визначають фактичну характеристику насосів мережі, випробовують калориферні установки. При необхідності теплові мережі випробовують на тепловтрати, міцність та компенсуювальну спроможність при максимальній температурі води мережі.

На основі даних обстеження та випробувань розробляють режими і заходи, що забезпечують ефективність роботи теплової мережі:

розраховують фактичне теплове навантаження;

розробляють режими відпускання тепла;

визначають розрахункові витрати води мережі;

розраховують дросельні та змішувальні пристрої для теплових пунктів;

здійснюють гідравлічний розрахунок зовнішніх мереж;
розробляють гідравлічний режим роботи теплової мережі;
складають перелік заходів, які необхідно вжити перед регулюванням.
При налагоджуванні передбачають такі роботи:
усунення дефектів будівельних конструкцій та обладнання;
приведення схем та обладнання теплових мереж, теплових пунктів і систем теплоспоживання у відповідність з рекомендаціями, що ґрунтуються на розрахунках, які передбачені в проектному рішенні та за розробленими гідравлічними й тепловими режимами;
оснащення всіх ланцюгів систем теплопостачання необхідними контрольно-вимірювальними приладами у відповідності з вимогами нормативних документів;
автоматизація окремих вузлів систем теплопостачання;
влаштування насосних і дросельних станцій;
встановлення дросельних та змішувальних пристроїв.

До регулювання систем теплопостачання приступають тільки тоді, коли перевіркою встановлено виконання всіх розроблених заходів з налагоджування. В процесі регулювання перевіряють прогрівання установок, що використовують тепло при теплових та гідравлічних режимах, які прийняті проектом, а також відповідність фактичних втрат теплоносія розрахунковим. При необхідності корегують діаметри отворів сопла елеваторів та дросельних діафрагм й налаштовують автоматичні регулятори.

Ефективність налагоджування теплових мереж характеризується такими показниками:

скорочення витрат палива за рахунок ліквідації перегрівання систем теплоспоживання;

скорочення витрат електроенергії на перекачування теплоносія за рахунок зниження питомої витрати води мережі та відключення насосних станцій;

забезпечення можливості підключення до мереж додаткових споживачів;

скорочення витрат палива на вироблення електроенергії за рахунок зниження температури води в зворотних трубопроводах теплової мережі.

5.7.2 Налагодження режиму відпускання тепла

Нормальна робота джерела тепла, мереж і споживачів потребує постійного контролю за станом обладнання, а також дотримання режимів відпускання тепла відповідно до параметрів, які задані.

Узгоджене завантаження всіх ланок системи досягається налагодженням.

Режим відпускання тепла планується на основі добових та річних графіків навантаження системи.

Добові графіки складає диспетчерська служба тепломережі за попередніми прогнозами погоди і видає на станцію за добу до виконання робіт.

Добовий графік - це документ, в якому наводяться параметри й годинні норми втрат теплоносія для всього району та норми завантаження теплофікаційного обладнання.

При складанні заявочних графіків норма відпускання тепла житлово-побутовому споживачу корегується згідно з даними теплоспоживання цього району за попередні роки. Заявочні режими роботи обладнання корегуються в оперативному порядку за отриманими диспетчером інформаційними повідомленнями, які надійшли від чергових по районних мережах.

Персонал, який обслуговує ТЕЦ, зобов'язаний суворо дотримуватися заявочних режимів і контролювати параметри теплоносія тому, що недогрів води мережі приводить до зменшення температури в приміщенні, а перегрівання теплоносія створює умови для перевитрат тепла та електроенергії.

Відхилення температур води в підвідному і зворотному трубопроводах мережі від розрахункових допускається в межах $\pm 2^{\circ}\text{C}$.

Всі порушення режимів відпускання і споживання тепла враховують при фінансових розрахунках між "ТЕПЛОМЕРЕЖЕЮ" і споживачами.

При регулюванні режимів для великих мереж слід враховувати, що споживачі, які розташовані недалеко від станції, починають отримувати тепло за новими параметрами швидше, ніж споживачі, які розташовані на значній відстані. Ці запізнення можуть складати тривалий час. Для запобігання перевитрат тепла або його нестачі у різних споживачів здійснюють центральне регулювання.

Центральне регулювання корегується місцевим регулюванням. Початок місцевого регулювання в різних районах мережі координується диспетчером центрального диспетчерського пункту (ЦДП).

Кількість тепла, що надходить від джерела в теплову мережу, Вт:

$$Q = c \tau G, \quad (5.4)$$

де c - питома теплоємність теплоносія, Дж/кг $\cdot^{\circ}\text{C}$;

G - втрата теплоносія, кг/с;

τ - температура теплоносія, $^{\circ}\text{C}$.

Подачу тепла можна регулювати шляхом зміни втрат теплоносія або температури. При зміні температури регулювання буде якісним, а при зміні втрат - кількісним. При одноразових змінах втрат і температури регулювання буде якісно-кількісним. Кожний вид регулювання має свої позитивні і негативні сторони.

При кількісному регулюванні можна економити електроенергію за рахунок зменшення її витрат при перекачуванні теплоносія. Але при такому регулюванні з'являється можливість розрегулювання теплової мережі й абонентів, яка пов'язана із змінами витрат води в тепловій мережі. В процесі якісного регулювання розрегулювання виключено, але можливі перевитрати електроенергії. Найбільшого розповсюдження отримало центральне якісне регулювання.

При розробленні режиму центрального якісного регулювання будують графік температур теплоносія в залежності від температури зовнішнього повітря. На основі такого графіка визначають розрахункові втрати теплоносія. Режим центрального регулювання розробляють за характерним (найбільшим) тепловим навантаженням. Для інших споживачів з навантаженням, відмінним від характерного, здійснюють дорегулювання за допомогою місцевого або індивідуального регулювання.

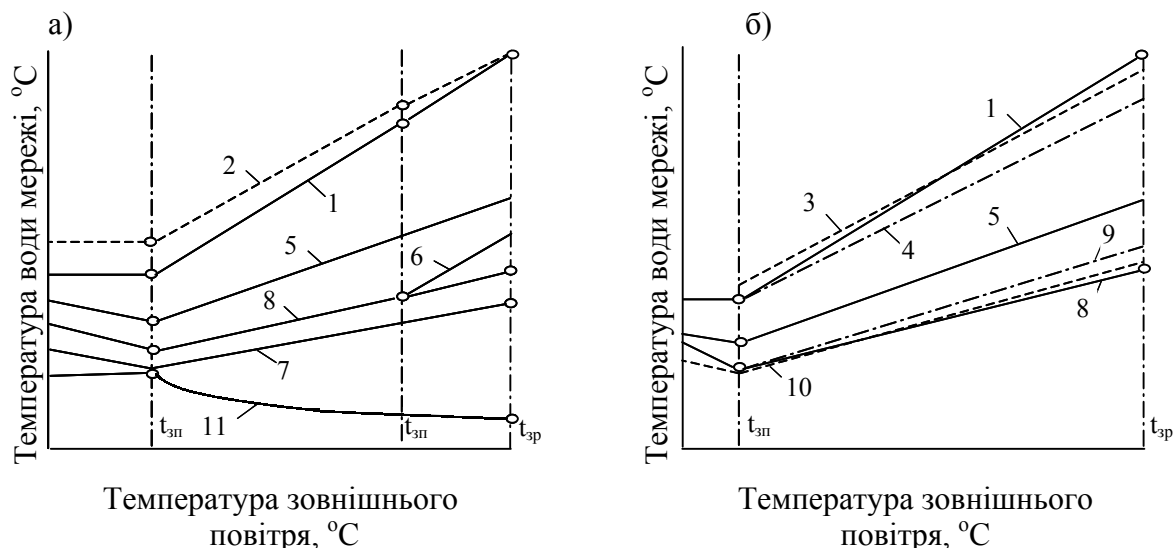


Рисунок 5.2 - Приблизні графіки температури води в тепловій мережі в залежності від температури зовнішнього повітря: а - для закритої системи тепlopостачання; б - для відкритої системи тепlopостачання, 1 - температура води в підвідному трубопроводі при опалювальному графіку; 2- те ж, при підвищеному графіку; 3 - те ж, при корегованому графіку; 4 - те ж, при пониженому корегованому графіку; 5 - те ж, після змішувального пристрою; 6 - температура води після системи вентиляції при рециркуляції повітря; 7 - те ж після підігрівача 1 ступеня при підвищеному графіку; 8 - температура води після системи опалення при опалювальному графіку; 9 - те ж, при пониженому корегованому графіку; 10 - те саме, при підвищеному корегованому графіку; 11 - температура води після водопідігрівачів гарячого водопостачання при паралельній схемі; $t_{зп}$ - точка зламу температурного графіка; $t_{зв}$ - розрахункова температура зовнішнього повітря для систем вентиляції; $t_{зр}$ - розрахункова температура зовнішнього повітря.

Найбільшим навантаженням теплової мережі в житловій зоні, як правило, є опалювальне навантаження. Друге за величиною - навантаження гарячого водопостачання. Режим центрального регулювання теплових мереж житлової зони розробляють, орієнтуючись на опалювальне навантаження з урахуванням гарячого водопостачання.

На промислових підприємствах режим центрального регулювання розробляють з урахуванням вентиляційного навантаження, якщо тепло подається на потреби вентиляції.

Центральне регулювання парових мереж полягає в автоматичній підтримці на постійному рівні тиску пари на виході з джерела теплопостачання.

5.7.3 Пускове налагоджування

Пускове налагоджування необхідна для забезпечення розрахункового розподілу теплоносія в мережах, де велика кількість відгалужень, а також для забезпечення економічної роботи теплоспоживного устаткування. Якщо на вводах є автоматичні регулятори, то задача пускового налагодження полягає в налагоджуванні регуляторів витрат на пропускання розрахункових витрат води при розрахунковому гідравлічному режимі мереж.

При відсутності абонентських регуляторів налагоджування здійснюють: програмним методом; методом опору; методом нормальних витрат.

Програмний метод передбачає налагоджування режимів шляхом послідовного підключення споживачів до мережі. Найбільш просте регулювання досягається послідовним підключенням абонентів в напрямку від кінця мережі до станції або від джерела тепла до кінця мережі.

Для кожного абонента встановлюється певна пускова витрата води. Ця величина залежить від кількості абонентів, які підключені до мережі, а також від норм витрат води кожним споживачем і черговістю їх підключення до мережі. Пускові витрати на вводі визначаються з умови заповнення мережі розрахунковою витратою води і відключенням від мережі абонентів, які підключаються до мережі пізніше. За рахунок включення кожних наступних абонентів пускові витрати на кожному вводі поступово знижуються і після включення останнього абонента у всіх споживачів встановлюються нормальні розрахункові витрати води.

Пускове регулювання за методом опору полягає у встановленні на кожному абонентському вводі розрахункового опору, який відповідає режиму експлуатації. Розрахунковий опір ввів визначається з п'єзометричного графіка, який побудовано за розрахунковими витратами води.

Для розроблення програми регулювання повинні бути відомі характеристики всіх ділянок мережі. При регулюванні перевіряють відповідність фактичного опору вводу розрахунковим значенням. Невідповідність усувають налагодженням. Результати налагоджування перевіряють за показами приладів витрат і тиску на підвідному й зворотному трубопроводах.

Метод опорів використовують для пускового регулювання мереж з будь-якою кількістю споживачів, при будь-якій послідовності включення та в будь-якій точці мережі.

Метод нормальних витрат використовують для пускового регулювання водяних мереж в тих випадках, коли важко встановити гідравлічні характеристики ділянок мережі.

Регулювання починається з встановлення в магістральних мережах постійних витрат при суворому дотриманні постійного розрахункового тиску насоса мережі. Циркуляція води здійснюється через кінцеві перетинки. Далі шляхом послідовного включення кожного абонента, починаючи з

джерела, досягається нормальна розрахункова витрата води на ввіді. Із збільшенням кількості абонентів, які підключаються до мережі, та зміною витрат води й напорів в мережі здійснюють додаткове перерегулювання.

5.7.4 Гідравлічні режими теплопроводів і паропроводів

Дотримання розрахункового розподілу теплоносія мережі є ознакою гідравлічної стійкості мережі та безаварійного теплопостачання. Регулювання гідравлічних режимів може бути забезпечено централізовано із джерела теплопостачання, а також місцевими та індивідуальними засобами регулювання. Задача налагоджування полягає в тому, щоб встановити допустимі зміни тиску мережі, при яких забезпечується безперервність розрахункового теплопостачання.

Черговий персонал станції й районних мереж, який здійснює регулювання гідравлічних режимів, а також диспетчер, який керує роботою мережі, повинні знати результати вимірювань на всіх ділянках мережі та абонентських ввідів. Ці значення допомагають персоналу, який обслуговує мережу, визначити місця аварій та приймати рішення щодо їх ліквідації.

Гідравлічні режими паропроводів достатньо стійкі, в них не спостерігається різких змін тиску при включенні або відключенні окремих споживачів. Відсутність гідравлічної залежності від споживачів полегшує використання місцевого кількісного регулювання шляхом простої зміни ступеня відкриття засувки.

Налагоджування паропроводів здійснюється для уточнення значень дійсних температур і тиску в найбільш значних відгалуженнях при максимальних і мінімальних витратах пари.

5.7.5 Налагодження теплових пунктів і місцевих систем

Теплові пункти і підстанції - це вузли управління місцевими системами опалення, вентиляції та гарячого водопостачання. Тому налагоджувати обладнання в них здійснюють разом з місцевою системою.

Особливості систем опалення зумовлені використанням змішувальних пристроїв, які потребують дотримання необхідного перепаду тиску на ввіді. До особливостей систем гарячого водопостачання слід віднести різко виражену нерівномірність навантаження, що постійно порушує розрахункові гідравлічні режими в зовнішній мережі. Протягом сезону опалення всі види теплового навантаження потребують додаткового місцевого регулювання.

Перед налагоджуванням теплових пунктів і місцевих систем необхідно встановити гідравлічні опори при розрахункових витратах води. При значній різниці фактичних і проектних витрат напору (більших за 10-20%) системи повинні бути ретельно промиті.

Контроль витрат тиску в системах необхідно здійснювати для визначення достатності напору для нормальної роботи елеватора, калорифера або іншого устаткування.

Низький коефіцієнт змішування знижує циркуляцію води в приладах опалення, а збільшений поліпшує розподіл води та завдяки запасу тепло-віддачі нагрівальних приладів виключає недогрів приміщення.

Збільшення коефіцієнта змішування здійснюється шляхом підбору перерізу сопла елеватора за формулою:

$$d_c = d_{1c} \frac{1 + u_1}{1 + u}, \quad (5.5)$$

де d_c - потрібний діаметр сопла елеватора, мм;

d_{1c} - діаметр сопла встановленого елеватора, мм;

u - необхідний коефіцієнт змішування;

u_1 - встановлений коефіцієнт змішування.

В окремих випадках заміна сопла елеватора пов'язана з неточністю виготовлення окремих частин елеватора або з завищенням опору місцевих систем. Для зменшення надмірно високих коефіцієнтів змішування необхідно збільшити опір системи опалення шляхом прикривання вхідної засувки на ввіді або шляхом встановлення дросельної шайби. При насосному змішуванні регулювання коефіцієнта змішування здійснюється клапанами регулювання на перетинці насосів.

Прогрів нагрівальних приладів визначається за допомогою ртутних термометрів або термощупів, які встановлені на вході і виході кожного стояка. При рівномірному прогріванні опалювальних приладів температура теплоносія на виході з стояків повинна бути однаковою. Відрегульовані витрати води в стояках відмічаються положенням стрілок на дисках прохідних кранів.

Досвід експлуатації свідчить, що розрахункові витрати тепла на опалення будинків не завжди збігаються з дійсною потребою. Корегування теплового навантаження системи опалення здійснюється шляхом вибіркового термографування приміщень, які опалюються, та зовнішнього повітря. Термографуванням встановлюються дійсні втрати через зовнішні захисні конструкції і відповідність цих втрат кількості тепла, що його отримує приміщення з мереж. За уточненим режимом споживання тепла і фактичним перепадом температур мережі вводяться поправки на величину втрат теплоносія.

При налагоджуванні підігрівачів гарячого водопостачання спочатку уточнюють їх гідравлічні й теплові характеристики. Далі здійснюють гідравлічні випробування для різних режимів водозабору і при мінімальній температурі води мережі. Регулювання нагрівання водопровідної води доцільно здійснювати до температур 50-55°C, тому що при таких температурах значно послаблюється солевідкладення в трубах водопідігрівачів, а також послаблюється корозія в трубах системи розгалуження.

В системах гарячого водопостачання багатоповерхових будинків однакові напори води в водорозбірних кранах налаштовують шляхом підбору діафрагм. Діафрагми встановлюють на кожному розгалуженні в квартиру

або в приміщення з водорозбірними приладами. Отвори в діафрагмах зменшують поступово по поверхах будинку.

Особливу увагу приділяють контролю температури зворотної води. Підвищена температура зворотної води свідчить про перегрів будинку та порушення санітарних норм в житлових приміщеннях, а також про перевитрати палива та електроенергії. Перегрів приміщень в ряді випадків викликаний зайвим встановленням нагрівальних приладів. Тому в період робіт з налагоджування перевіряється відповідність фактичної кількості підігрівачів проектній.

В теплових пунктах з паровим теплоносієм роботи з налагоджування полягають у визначенні лімітних витрат пари та налагоджуванні систем приймання зворотного конденсату. Особливу увагу приділяють догляду за дренажним устаткуванням, тому що несправне дренавання паропроводів збільшує витрати тепла й конденсату, а також створює загрозу гідравлічних ударів. У відкритих схемах збору конденсату регулюється його охолодження до 95-100°C а також забезпечується його безперервне відкачування на теплову станцію.

За результатами робіт з налагоджування складають режимні карти, в яких наводять максимальні значення теплового навантаження, параметри теплоносія, рекомендовані перепади тиску й температур, коефіцієнти змішування й номери елеваторів тощо. Режимні карти є керівним документом для експлуатаційника.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ ДЛЯ ПЕРЕВІРКИ ЗНАНЬ

1. Проаналізуйте сучасний стан та перспективи розвитку експлуатації систем тепlopостачання в Україні.
2. Наведіть структуру служби експлуатації систем тепlopостачання.
3. Розкрийте загальні принципи організації технічної експлуатації інженерних систем.
4. Наведіть види робіт та технічну документацію, що супроводжують проведення технічного нагляду і приймання теплових мереж в експлуатацію.
5. Наведіть технічну документацію для організацій, що експлуатують теплові мережі.
6. Проаналізуйте види робіт, що їх виконують під час пуску теплових мереж, паропроводів та теплових пунктів і введів в експлуатацію.
7. Охарактеризуйте складові частини технічного обслуговування теплових мереж.
8. Поясніть, з якою метою здійснюється обхід теплових мереж.

9. Розкрийте суть випробувань теплових мереж.
10. Наведіть основні роботи та технічні заходи для проведення поточного ремонту теплових мереж.
11. Наведіть основні роботи та технічні заходи для проведення капітального ремонту.
12. Назвіть головні вимоги до налагоджування теплових мереж і розкрийте його суть.
13. Поясніть, які роботи виконують при налагоджуванні режиму відпускання тепла.
14. Проаналізуйте, з якою метою та за якими методами здійснюється пускове налагоджування теплових мереж.
15. Порівняйте гідравлічні режими теплопроводів з водяним теплоносієм і паропроводів при здійсненні їх налагоджування.
16. Обсяги робіт та технічні заходи при налагоджуванні теплових пунктів і місцевих систем.
17. Наведіть формулу визначення потрібного діаметра сопла елеватора.
18. Як здійснюється корегування теплового навантаження системи опалення?
19. Як налаштовують однакові напори води в водорозбірних кранах в системах гарячого водопостачання?

6 ЗАХИСТ ТЕПЛОВИХ МЕРЕЖ ВІД КОРОЗІЇ

Боротьба з корозією є одною з важливих задач служби експлуатації. Корозія скорочує строк служби теплових мереж до 10...15 років, що становить близько 30% від нормативної тривалості експлуатації. В практиці експлуатації теплових мереж відомі випадки, коли корозія виводила з ладу нові теплові мережі через 5-6 років.

Максимальної швидкості корозія досягає при температурах 70...85°C, при яких більшість часу працюють підвідні трубопроводи водяних теплових мереж. Паропроводи мають більшу тривалість служби (20...30 років), тому що вони експлуатуються при температурах більших за 100°C.

В діючих теплопроводах виникає внутрішня і зовнішня корозія.

6.1 Захист теплових мереж від внутрішньої корозії

Внутрішню корозію трубопроводу викликає кисень, який міститься у воді мережі або конденсаті. В присутності розчиненого вуглекисню корозійна активність кисню зростає. У водяній мережі кисень головним чином потрапляє з підживлювальною водою. Насичення мережної води і конденсату киснем повітря здійснюється через нещільності обладнання та завдяки підсмоктуванню повітря на ділянках розрідження і в відкритих конденсатних баках.

Процес внутрішньої корозії протікає по-різному, в зв'язку з чим розрізняють локальну та розосереджену корозію.

Локальна корозія спостерігається найчастіше в низьких застійних ділянках трубопроводів, обладнання, приладів, де накопичується конденсат, шар шламу, бруду та корозійні відкладення. При локальній корозії на поверхні металу з'являються окремі ділянки глибоких пошкоджень. З часом процес локальної корозії приводить до наскрізного протравлення металу, що виводить з ладу вузли обладнання та ділянки мережі значної довжини. Зосереджена дія кисню на обмежену поверхню створює умови для швидкого протікання процесу корозії. Локальну корозію викликають головним чином відключення теплопроводів і арматури на них для ремонту. Спорожнені трубопроводи і обладнання деякий час омиваються повітрям, а невеликі накопичення вологих шламів в застійних зонах служать джерелом місцевої корозії. Процес корозії, що розпочався, продовжує розвиватись і після наповнення труб теплоносієм.

В паропроводах окремі ділянки ураження (пітінги) виникають під шаром конденсату при припиненні подачі пару.

В водяних мережах і конденсатопроводах поряд з локальною корозією спостерігається розосереджена корозія, що руйнує трубопроводи на значних ділянках. Швидкість розосередженої корозії менша за локальну, але її небезпека не менш значна, тому що вона постійно виводить з ладу

великі ділянки теплопроводів. Підвідні водяні трубопроводи кородують швидше за зворотні, в яких концентрація кисню зменшена.

Попередження внутрішньої корозії має велике значення для збільшення строку експлуатації системи тепlopостачання та економії тепла й електроенергії. В результаті корозії безповоротно втрачається метал, корозійні наліти в трубах підвищують їх жорсткість, збільшуються гідравлічні опори і витрати електроенергії на транспортування теплоносія. При окисленні металу об'єм продуктів, що утворюються внаслідок цього процесу, збільшується в 3...4 рази, за рахунок чого зменшується поперечний переріз труб, що погіршує їх експлуатаційні властивості, особливо для труб малого діаметра. Корозійні продукти, що змиті водою зі стінок труб, розносяться по всій системі, забивають проходи в опалювальних приладах і арматуру, що викликає їх розрегулювання. Це знижує тепловиробництво підігрівачів.

Для попередження локальної корозії в трубах і арматурі, що тимчасово відключені, потрібно забезпечити повне виведення вологи. Кращим засобом запобігання поглинання конденсатом кисню є його збирання і повернення за закритою схемою. В закритих схемах конденсат від споживача надходить в збірні баки під тиском, тому контакт конденсату з повітрям виключається. Але використання закритих схем пов'язано з перевитратами обладнання і матеріалів на влаштування мережі конденсатопроводів. На великих підприємствах, які мають розгалужену мережу парових теплоспоживачів різних параметрів, закрите збирання конденсату влаштувати важко, а при малих витратах пари - і економічно невигідно. На таких об'єктах експлуатується відкрита схема збирання конденсату за безнапірним або малонапірним самопливним конденсатопроводом. Безнапірна місткість конденсату в самопливних конденсатопроводах і збірних баках призводить до значних витрат тепла (до 15...20% від загальних витрат пару). Окрім цього, вільний злив і відкрита поверхня рівня в приймальних баках сприяє переохолодженню конденсату. Переохолоджений до температур 50...80°C конденсат інтенсивно збагачується киснем з повітря, чим і можна пояснити підвищену корозію конденсатопроводів і обладнання на них.

Для зменшення корозії, теплових втрат і самого конденсату важливим заходом для відкритих схем збирання конденсату є постійна підтримка температури конденсату не більше 98°C і організація його безперервного відсмоктування.

Найважливішою умовою підвищення строку служби водяних теплових мереж є підтримка в трубопроводах надмірного тиску не менше 0,05 МПа, що попереджує підсмоктування повітря.

Найбільш сприятливими місцями для знаходження і виведення повітря, що потрапило в мережу, є верхні точки підвідних стояків в місцевих системах.

Безперервне поповнення циркуляційної води мережі приводить до постійних змін якості води. В закритих водяних мережах з нормальним

підживленням за період опалення здійснюються 8-15-кратні зміни води, а в відкритих системах кратність обміну мережної води значно вища. Отже, чим швидше здійснюється процес оновлення води в замкнутій системі, тим меншою буде різниця якостей мережної і підживлювальної води. Неякісна підготовка підживлювальної води приводить до прискорення корозії і заміщення труб і нагрівальних приладів брудом і шламом.

В якості інгібіторів (сповільнювачів) корозії рекомендується використовувати додавання силікату натрію (рідке скло) або гексаметофосфату натрію в підживлювальну воду, за допомогою яких на внутрішній поверхні труб утворюються захисні плівки. Рідке скло також поліпшує деаерацію води.

Якість води мережі встановлюється систематичним аналізом проб з колекторів ТЕЦ та районних котелень, які відбираються в декількох проміжних точках мережі та у абонентів. Контроль за станом внутрішніх поверхонь трубопроводів здійснюється за допомогою індикаторів, що встановлюються на характерних ділянках підвідних та зворотних ліній.

Корозійний індикатор представляє собою шліфований з обох сторін диск діаметром 60 мм і товщиною 2...3 мм з центральним отвором 10 мм. Індикатор виготовляють з того ж металу, що й трубу, яка контролюється. Індикаторні диски закріплюють по 3...5 шт. через 40 мм на стержні і встановлюють в трубі ребром до потоку води. Перед встановленням диски знежирюють ефіром або спиртом і зважують. Через певний час індикатори виймають з труби і ретельно відчищають корозійний наліт. За величиною зменшення маси пластини визначають швидкість корозії, а за станом поверхні - глибину і нерівномірність локального роз'їдання металу.

Допустима швидкість корозії не повинна перевищувати за 0,05 мм/рік. При проникності більшій 0,2 мм/рік швидкість корозії вважається аварійною. При аварійній корозії необхідно терміново підвищити якість обробки підживлювальної води.

Корозійні наліти, що виявлені всередині труб, потрібно знімати чищенням або промиванням, тому що змиті продукти корозії, шламові відкладення підвищують загальну жорсткість теплофікаційної води.

6.2 Захист теплових мереж від зовнішньої корозії

Зовнішня корозія металу виникає внаслідок хімічних або електрохімічних реакцій, що виникають під впливом навколишнього середовища. При хімічній корозії метали безпосередньо вступають в хімічні сполуки з активними газами і рідинами, що насичують середовище. В електрохімічному процесі корозії руйнування металу здійснюється в результаті дії електrolітів, при якому разом з хімічною взаємодією виникає рух електричного струму. В ґрунтах знаходяться агресивні елементи, які викликають електрохімічні реакції, тому в ґрунті виникає ґрунтова корозія. Ґрунтовий

корозії найбільш підлягають трубопроводи, що прокладені безканально, внаслідок того, що хімічні сполуки вимиваються вологою з ґрунту і теплоізоляції, мають вільний доступ до поверхні труб. При каналних прокладаннях ґрунтова корозія зустрічається рідше, тому що стінки каналів і повітряний прошарок захищають метал від контакту з ґрунтовою вологою.

Зовнішня корозія найбільш активно протікає при прокладанні мереж по території звалищ, поблизу зливів фекальної та зливної каналізації а також на територіях хімічних, металургійних та інших заводів.

Повноцінний захист труб від зовнішньої корозії здійснюється шляхом використання комплексу технічних заходів, що розробляються з урахуванням всіх особливостей місцевих умов. В загальному випадку комплексні засоби захисту передбачають підготовку траси трубопроводів і вибір способу прокладання. Ефективність захисту залежить від того, наскільки повно враховані властивості ґрунту, режими роботи мереж та інші особливості.

При проектуванні траси особливе значення має хімічний аналіз ґрунтів. Корозійні властивості ґрунтів оцінюються за величиною питомого омичного опору. Електричний опір ґрунту вимірюють вздовж траси через кожні 100...200 м на відстані до 3...4 м від осі трубопроводу за допомогою сталевих електродів, які забивають в ґрунт. В електричний ланцюг між стержнями пропускають постійний струм та заміряють опір, за яким розраховують питомий опір ґрунту (рис. 6.1).

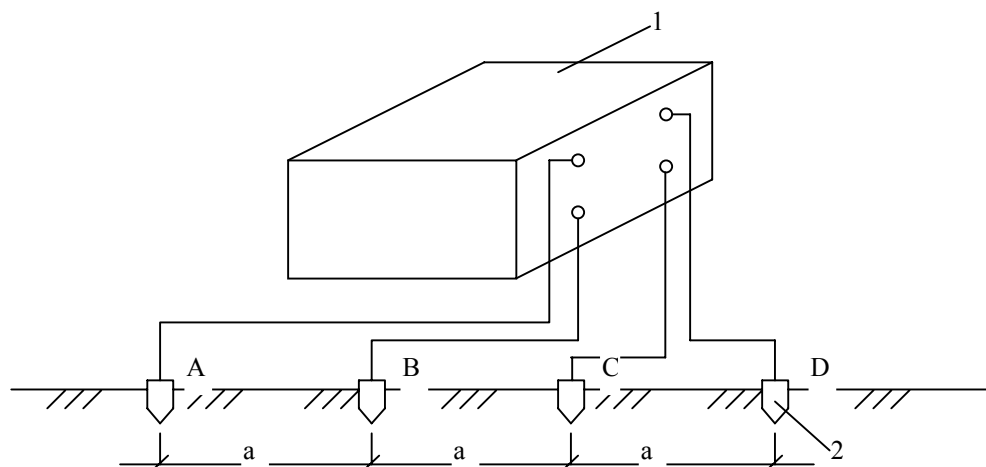


Рисунок 6.1 - Схема польових вимірювань питомого опору ґрунту з чотириелектродною установкою:

1 - прилад МС- 07; 2 - електроди;
а - інтервал між електродами по осі траси.

Питомий опір ґрунту ρ розраховується за прямим показом приладу за формулою:

$$\rho = 2\pi a R, \text{ Ом}\cdot\text{м} \quad (6.1)$$

де a - відстань між двома сусідніми електродами, м;

R - опір за показами приладу, Ом.

Після порівняння даних польових та лабораторних вимірювань (табл. 6.1) отримують достовірні відомості про корозійну активність ґрунту.

Таблиця 6.1 - Ступінь корозійної активності ґрунтів

Метод визначення	Низька	Середня або нормальна	Підви- щена	Висока	Вельми висока
За величиною пито- мого опору ґрунту $\rho_{гр}$, Ом	> 100	2 - 100	10 - 20	5 - 10	< 5
За втратою маси сталевого зразка, г	До 1	1 - 2	2 - 3	3 - 6	6
За щільністю струму поляризації, mA/cm^2	< 0,05	0,05 – 0,30		> 0,30	

Ділянки з підвищеною агресивністю ґрунту потрібно обходити. Якщо обвід траси пов'язаний з великими матеріальними витратами або в зв'язку з місцевими умовами здійснити неможливо, то використовують оброблення ґрунту для нейтралізації його агресивних властивостей. Одним із таких способів є заміна ґрунту в основі траси і засипка чистим піском. Кислі ґрунти обробляють вапном, молотою крейдою та іншими реагентами.

Для захисту зовнішньої поверхні труб теплових мереж застосовують антикорозійні покриття: масляно-бітумні (завтовшки 0,015...2 мм); скло-емалеві (0,5...0,6 мм); органосилікатні (0,25...0,45 мм); епоксидні (0,35...0,4 мм).

Для основного шару теплоізоляційних конструкцій не допускається застосовувати матеріали, що зазнають гниття, містять речовини, які сприяють корозії трубопроводів і захисного покриття. Їхня середня густина не повинна перевищувати 400 кг/м^3 , а теплопровідність - $0,07 \text{ Вт/м} \cdot ^\circ\text{C}$ при температурі матеріалу 25°C . При безканальному прокладанні ці показники не нормуються.

Основний теплоізоляційний шар виконують із таких матеріалів і виробів: при безканальному підземному прокладанні - бітумоперліт, бітумо-керамзит, бітумовермикуліт, пінополімербетон, армопінобетон, пінополіуретан, фенольний поропласт ФЛ; при підземному прокладанні в непрохідних каналах - мати зі скловолокна в рулонах, мати мінераловатні прошивні з покривним матеріалом зі склотканини або з металевої сітки, плити з мінеральної вати на синтетичному зв'язнику тощо; при підземному прокладанні в тунелях і надземному - напівциліндри та сегменти з пінопласту ФРП, перлітоцементу, вулканітових плит, а також матеріали та вироби, що їх застосовують при підземному прокладанні в непрохідних каналах.

Як покривний шар, що захищає теплову ізоляцію, застосовують стрічку полівінілхлоридну липку ПВХ, склопластик рулонний РСТ, склоплас-

тик фенольний покривний ФСП, склотекстоліт, склорубероїд, армопласт-масові матеріали АПМ, ізол, бризол, азбоцементну штукатурку по металевій сітці, стрічки й листи з алюмінію й алюмінієвих сплавів, сталь тонколистову оцинковану тощо.

Характеристики окремих матеріалів наведено в табл. 6.2 і 6.3.

Таблиця 6.2 - Характеристика бризолу середньої Бр-С і підвищеної Бр-П міцності та ізолу

Показник	Бр-С	Бр-П	Ізол
Межа міцності при розриві, Па, не менше	$8 \cdot 10^5$	$15 \cdot 10^5$	$8 \cdot 10^5$
Відносне подовження, % не менше	70	72	79
Остаточне подовження, %	15-35	15-33	25
Еластичність (кількість подвійних перегинів), не менше	10	12	-
Водопоглинання за 24 год, % (г/м^3), не більше	0,5	0,3	22
Гнучкість на стержні діаметром 10 мм (не повинно бути тріщин) при температурі, °С	-5	-15	-15
Використання при температурі повітря, °С	Від 30 до -5	Від 45 до -15	Температуростійкість 150°С
Електричний опір, Ом·см	10^{10}		
Ширина полотна, мм (за узгодженням зі споживачем бризол може бути іншої товщини і ширини)	425 ± 25		800 і 1000 ± 5
Товщина полотна, мм	$1,5 \pm 0,2$		$2 \pm 0,2$
Довжина рулону, м (площа, м^2)	50 ± 1		10 або $15 \pm 0,5$

Примітка: Бризол Бр-П можна використовувати до -25°C за умовами його зберігання до моменту використання в приміщенні, яке має температуру 20...25°С.

Для теплової ізоляції трубопроводів теплових мереж, як правило, слід передбачати повноскладальні й комплектні теплоізоляційні конструкції заводського виготовлення, а також труби з тепловою ізоляцією повної заводської готовності. Конструкція теплової ізоляції не повинна допускати деформації ізоляційного шару і сповзання ізоляційного матеріалу в нижню частину конструкції. Застосування засипної ізоляції трубопроводів, що прокладаються в каналах, не допускається.

Таблиця 6.3 - Порівняльна характеристика бітумного і полімерного покриттів

Показники	Тип покриття		
	Бітумні	Липкі стрічки	
		поліхлор-вінілові	поліетиле-нові
Загальна товщина покриття, мм	3 – 9	0,6 – 0,7	0,65 – 0,75
Щільність, г/см ³	1,0 – 1,1	1,2 – 1,3	0,92 – 0,94
Розривне зусилля, Па	$(1 - 5) \cdot 10^5$	$(160 - 200) \cdot 10^5$	$(110 - 180) \cdot 10^5$
Відносне подовження, %	120 – 140	200 – 400	400 – 650
Питома міцність, Па	$(0,15-0,25) \cdot 10^5$	$0,30 \cdot 10^5$	$(0,30-0,35) \cdot 10^5$
Водопоглинання, %	0,05 – 0,07	0,3 – 0,4	0,02 – 0,03
Температура плавлення, °С	85 – 95	115 – 120	105 – 115
Температура, нижче якої не рекомендується виконувати ізоляційні роботи, °С	-25	5	-20
Об'ємний електричний опір, Ом·см	10^8	10^{13}	10^{14}

Гранична товщина теплоізоляційних конструкцій нормується БНіП 2.04.07-86 і становить від 60 до 200 мм.

Крім захисту зовнішньої поверхні сталевих теплопроводів від безпосередньої дії вологи нанесенням антикорозійних покриттів необхідно також згідно з БНіП 2.04.07-86 передбачати електрохімічний захист трубопроводів теплової мережі в таких випадках:

а/ при безканальному прокладанні в ґрунтах підвищеної, високої та дуже високої активності й у полі небезпечної дії блукаючих струмів;

б/ при прокладанні в непрохідних каналах - у полі небезпечної дії блукаючих струмів при занесенні каналів ґрунтом.

Велику роль в захисті мереж від зовнішньої корозії має режим експлуатації. Різкі зниження витрат теплоносія в трубах приводять до переохолодження теплоізоляції і проникнення в неї вологи, яка після відновлення розрахункових витрат повністю не виводиться. Зміни стану зволоження і висушування теплоізоляції сприяють корозії підвідних трубопроводів. Для зменшення сезонних коливань витрат теплоносія потрібно максимально використовувати літнє навантаження гарячого водопостачання, скоротити термін простою мереж в ремонті, застосовувати гаряче промивання труб, для чого використовувати різні відходи тепла на ТЕЦ, наприклад, циркуляційну воду конденсаторів, турбін та інші заходи. Безканальне прокладання мереж з різко змінюваним тепловим навантаженням недопустиме. Слід враховувати, що в непрохідних каналах, як і в безканальних

прокладеннях, корозія посилюється, коли використовується засипна ізоляція з легкозагниваючих органічних матеріалів і матеріалів, які містять сірністі сполуки. Тому всі теплоізоляційні матеріали повинні перевірятися на корозійність і хімічну чистоту.

Профілактичні засоби боротьби з корозією повинні передбачати контроль стану металевих поверхонь та періодичну перевірку рівня ґрунтових вод. У випадку зміни проектної позначки рівня води або накопичення верхових вод необхідно прийняти міри з осушення траси.

Електричну корозію металу викликає блукаючий електричний потенціал між ґрунтом і трубопроводом. Джерелом блукаючих струмів є трамвайні та електрофіковані залізні дороги постійного струму. Частина зворотних струмів по рейках розсіюється в ґрунті і потрапляє в труби (рис.6.2).

В порівнянні з ґрунтом трубопровід має менший омичний опір, тому поблизу теплопроводу більша частина струму проходить по ньому і знову виходить в ґрунт до відсмоктувальних рейок і шин тягової підстанції.

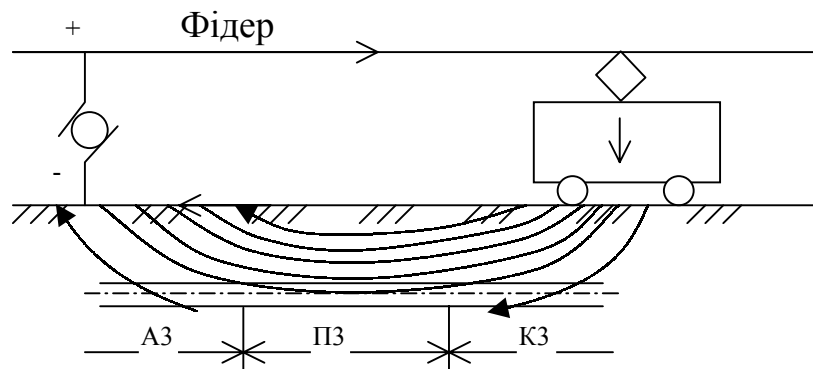


Рисунок 6.2 - **Схема розповсюдження блукаючого струму:**

АЗ - анодна зона; ПЗ – перехідна зона; КЗ – катодна зона.

Блукаючі струми рухаються від катодної (КЗ) до анодної (АЗ) зони поляризації. Ці зони розділені нейтральною перехідною зоною (ПЗ). На катодній зоні трубопровід має від'ємний потенціал по відношенню до ґрунту, а на анодній зоні - позитивний. Електрокорозія виникає в анодній зоні.

Корозія під впливом блукаючих струмів протікає швидко, але захоплює невеликі ділянки труб, які розташовані поблизу зони розсіювання електрики. Основну трудність боротьби з електрокорозією являє часта зміна величини і місця концентрації блукаючих струмів, тому при розробці конкретних заходів боротьби необхідна попередня електророзвідка місцевості.

Засоби захисту мереж від блукаючих струмів діляться на пасивні і активні. До пасивного захисту відносяться заходи, які збільшують перехідний опір між ґрунтом і трубопроводом. Найпростіше цього можна досягти прокладанням мереж якомога далі від джерел розсіювання струму без перетину або зближення з рейковими шляхами електрифікованого транспорту.

Допустимі відстані між теплопроводом, що прокладається паралельно з рейковими шляхами транспорту, повинні бути не менше 2 м від крайньої трамвайної рейки та 10 м від крайньої рейки електрифікованої залізниці. При необхідності прокладання з меншими відстанями слід застосовувати підвищені антикорозійні покриття, використовувати прокладання в каналах, в металевих (рис. 6.3) або залізобетонних футлярах.

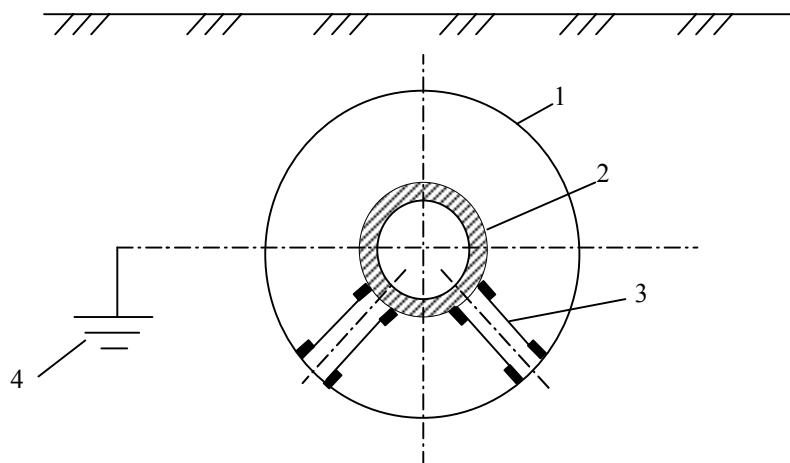


Рисунок 6.3 - **Схема розміщення трубопроводу в металевому футлярі:**
1 – футляр; 2 - трубопровід; 3 – діелектрична опора; 4 – заземлювач

Перетини з рейками повинні виконуватись в каналах або футлярах із заглибленням від підшови рейок до верху підземної споруди не менше 1 м. По обидва боки від перетину на кінцях каналів і футлярів споруджують камери для спостереження за антикорозійним захистом та ізоляцією. В цих камерах розміщують прилади для вимірювання електричного потенціалу та водовідливні насоси.

До активних засобів захисту відносяться дренажні, катодні та протекторні пристрої. Дренажний захист призначений для відведення струму від трубопроводів до джерела. За принципом дії електродренажі бувають прямі та поляризовані. Прямі електродренажі мають двосторонню провідність струму. Використовують їх рідко, коли стікання струму з рейок малі. Поляризовані дренажі забезпечують одностороннє пропускання струму за допомогою вентильних пристроїв (випрямлячів) або поляризованих реле. Використовують їх при позитивному або знакозмінному потенціалі трубопроводів по відношенню до землі. Струм з трубопроводів, які мають підвищений позитивний потенціал в порівнянні з рейками, протікає по електричному ланцюгу до рейок (рис. 6.4).

При цьому руйнування трубопроводів не буде, тому що струм відводиться організовано по ланцюгу. Випрямляч усуває зворотний рух струму з рейок, коли потенціал рейок стає вищим за потенціал на трубопроводі.

Катодний захист використовують для усунення електрохімічної корозії трубопроводу на ділянках з високою агресивністю ґрунту, а також від блукаючих струмів з невеликим позитивним потенціалом. При катодному

захисті трубопроводи підключають до від'ємного полюса постійного джерела струму. Позитивний полюс джерела струму з'єднують з анодним заземлювачем, що розміщений поблизу трубопроводів. Струм з анодного заземлення розсіюється в ґрунті і потрапляє на труби, що наводить на них катодну полярність. При такому русі струму руйнується лише анодне заземлення.

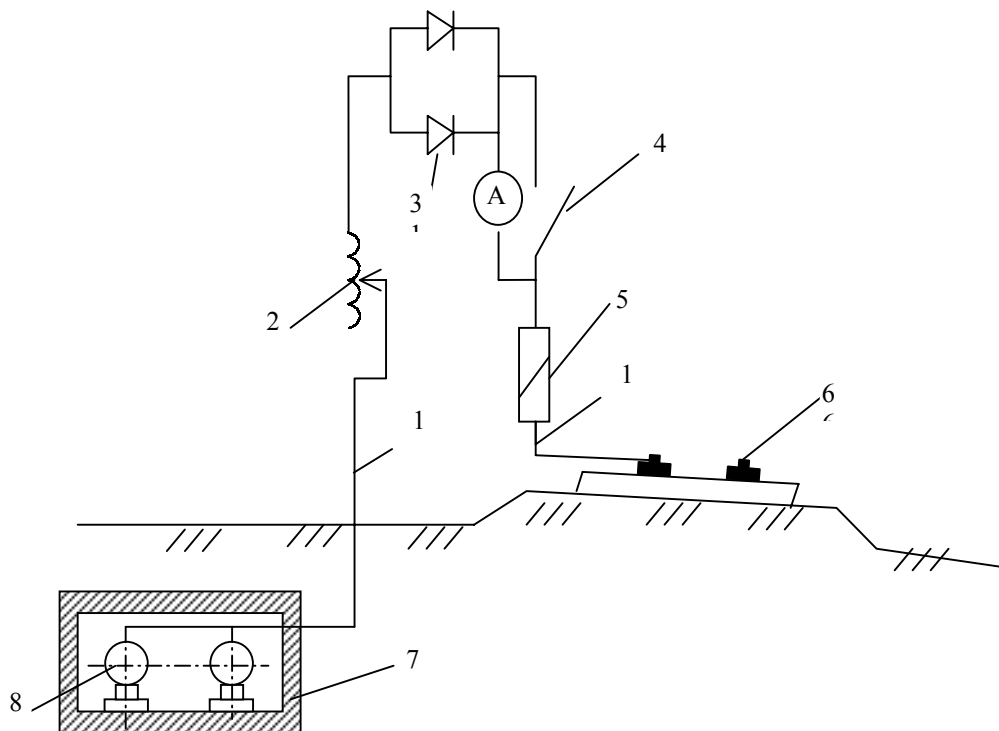


Рисунок 6.4 - **Схема поляризованого електродренажу:**

1 - кабель; 2 - реостат; 3 - селеновий випрямляч; 4 – вимикач;
5 - плавкий запобіжник; 6 - рейки; 7 - канал; 8 – трубопровід

Протекторний захист ґрунтується на тому, що на захищуваних трубопроводах досягають катодної полярності за допомогою протекторів (рис. 6.5), які утворюють великий від'ємний потенціал по відношенню до ґрунту.

В результаті, як і при катодному захисті, струм від протектора, який виконує роль анода, розтікається в ґрунті, та коли потрапляє на труби, наводить на них катодну полярність. Під впливом стоків струму на теплопроводи руйнується протектор.

Швидкість електричної корозії тим вища, чим більшою буде сила блукаючого струму і меншим омичний опір споруди. Щоб підвищити електричний опір теплопроводів, довгі ділянки труб необхідно ізолювати між собою від електричного струму. Якщо на цій ділянці не передбачена арматура, то раціональним буде штучно секціонувати ділянки електроізолювальними фланцевими з'єднаннями (рис.6.6).

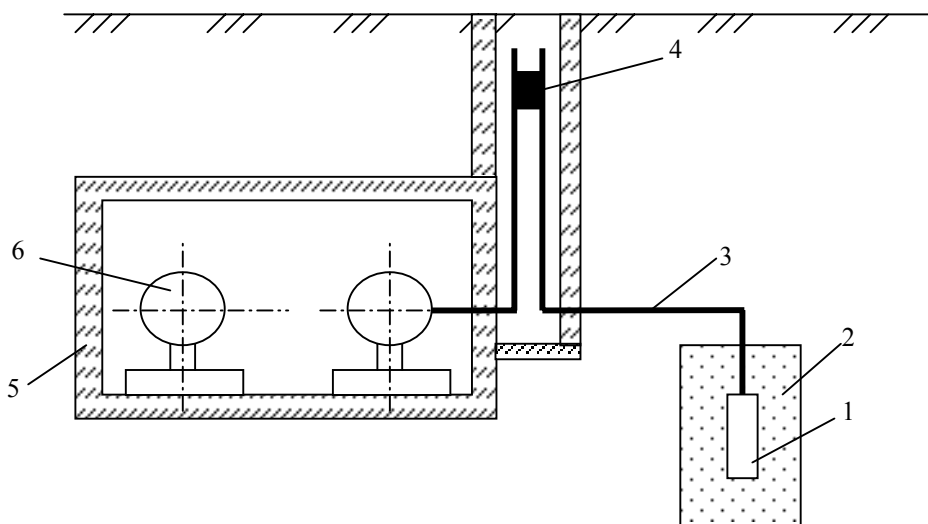


Рисунок 6.5 - **Схема протекторного захисту трубопроводів.**

1 – протектор з магнієвих сплавів; 2 – обмащення; 3 – кабель;
4 – контактний вивід; 5 – канал; 6 – трубопровід

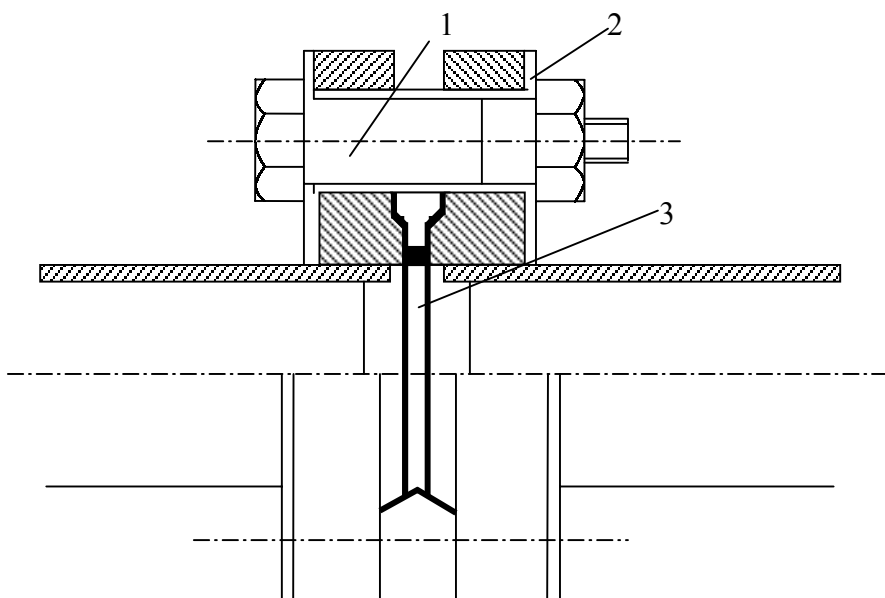


Рисунок 6.6 - **Електроізолювальне фланцеве з'єднання трубопроводів:**

1 - паронитова втулка; 2 - паронитова шайба; 3 - паронитова прокладка

Ефективність катодного та протекторного захисту значно поліпшується при збільшенні повздовжньої провідності споруди, яка захищається. З цією метою в місцях встановлення засувок, сальникових компенсаторів роблять шунтувальні перетинки (рис. 6.7). Перетинки необхідно встановлювати між підвідним і зворотним трубопроводами для зрівняння різниці потенціалів, що виникають і внаслідок неоднакового розігріву металу.

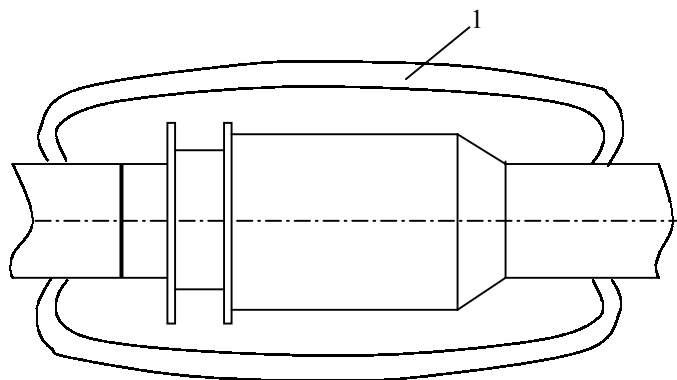


Рисунок 6.7 - **Шунтувальна перетинка на сальниковому компенсаторі:**
1- перетинка з кабелю, троса або стрічкового заліза

Рухомі та нерухомі опори на ділянці трубопроводу, яка захищається, повинні виконуватись з діелектричних матеріалів і мати електричну ізоляцію від ґрунту. Електричні методи захисту підземних прокладань не повинні погіршувати роботу захисних засобів сусідніх підземних комунікацій. Контроль і спостереження за станом теплопроводу здійснюється з допомогою контрольно-вимірювальних приладів, які розміщені в камерах.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ ДЛЯ ПЕРЕВІРКИ ЗНАНЬ

1. Поясніть як здійснюється захист теплових мереж від внутрішньої корозії.
2. Поясніть з якою метою використовують корозійні індикатори.
3. Яким чином виникає зовнішня корозія металу?
4. Поясніть як можна визначити питомий опір ґрунту.
5. Порівняйте ґрунти за ступенем корозійної активності.
6. Наведіть порівняльні характеристики ізоляційних матеріалів.
7. Розкрийте суть електрохімічної корозії металу і порівняйте методи активного захисту трубопроводу від корозії.

ЛІТЕРАТУРА

1. Арсентьев Г.В. и др. Тепловое оборудование и тепловые сети. - М.: Энергоатомиздат, 1988. – 325 с.
2. Беляев В.С., Хохлова Л.П. Проектирование энергоэкономичных и энергоактивных гражданских зданий. Учебное пособие для студентов вузов. – М.: Высш.школа, 1991. – 255 с.: ил.
3. Богуславский Л.Д. Снижение расхода энергии при работе отопления и вентиляции. – М., 1980.
4. Гигиенический комфорт жилища: Обзорная информация.-1982.-№9.-М.
5. Документ, на який чекає вся країна // Міське господарство України. – 2001. – № 2. – с. 3-15.
6. Жилые здания повышенной тепловой эффективности: Обзорная информация. – 1986. - № 1.- М.
7. Казимиров Н. Теплопередача через окно // Строительные материалы, технологии. – 1998. - № 14.
8. Мхитарен Н.М. Энергосберегающие технологии в жилищном и гражданском строительстве. – К.: Наукова думка, 2000. – 420 с.
9. Оболенский Н.В. Архитектура и солнце. – М., 1989.
10. Ратушняк Г.С., Попова Г.С. Експлуатація систем тепlopостачання та вентиляції. – Вінниця: ВДТУ, 2001. - 122 с.
11. Селиванов Н.П. Энергоактивные солнечные здания. – М., 1982.
12. СНИП 2.04.05-91 «Отопление, вентиляция и кондиционирование». – К.: Украинский научно-исследовательский и проектный институт по гражданскому строительству: 2001. – с. 44.
13. Украина: Энергосбережение в зданиях // Збірник.
14. Табунщиков Е.А., Хромиз Д.Ю. Тепловая защита ограждающих конструкций и сооружений. – М., 1978.
15. Утилизация тепла и холода в системах вентиляции и кондиционирования с помощью воздушных рекуперативных теплообменников. Обзорная информация. – 1982. - № 5. - М.
16. Хацко Ю. Енергія вашої квартири. – Львів, видавництво “СПОЛОМ”, 2001. – 93 с.
17. Энергосбережение в системах теплоснабжения вентиляции и кондиционирования воздуха. Справочное пособие / Л.Д. Богуславський, В.И. Мевчек. Под ред. Л.Д. Богуславського. – М.: Стройиздат, 1990, - 624 с.
18. Энергосбережению – государственное регулирование // Міське господарство України. – 200. - № 2. – с. 23-33.
19. Эффективные системы отопления зданий / Под общей ред. В.Е. Минина. - М.: Стройиздат, 1988. - 216 с.

Додаток А
ДЕРЖАВНА ІНСПЕКЦІЯ З ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ
обласна (регіональна) державна інспекція

адреса, реквізити

тел., факс

АКТ № _____
ПЕРЕВІРКИ СТАНУ ДОТРИМАННЯ ВИМОГ НОРМАТИВІВ З
ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ У ЖИТЛОВОМУ БУДІВНИЦТВІ

м. _____ “ _____ ” _____ 200__ р.

1. Об'єкт _____
назва об'єкта, що перевіряється,

адреса

Замовник _____
назва організації

Директор _____
прізвище, ініціали, телефон, факс

Характеристика об'єкта _____

2. Характеристика проектно-кошторисної документації.

2.1. Генеральна проектна організація _____
назва, адреса

Директор _____
прізвище, ініціали, телефон, факс

Головний інженер (архітектор) проекту _____
прізвище, ініціали, телефон, факс

2.2. Ліцензія на виконання проектно-кошторисної документації _____

2.3. Перелік субпідрядних спеціалізованих проектних організацій _____

2.4. Наявність в проекті розділу “Заходи з енергозбереження”, теплотехнічного розрахунку, включаючи розрахунки опору теплопередачі захисних конструкцій _____

2.5. Характеристика систем опалення, водо-, газо-, теплопостачання _____

2.6. Конструктивно-технологічні та планувальні рішення будинку, які забезпечують зниження енерговитрат при будівництві та експлуатації

2.7. Характеристика систем вентиляції

2.8. Система обліку та типи лічильників холодної та гарячої води, газу, тепла, електроенергії

3. Будівельна організація (фірма) генпідрядник.

3.1.

назва

адреса

3.2. Директор

прізвище, ініціали, телефон, факс

3.3. Начальник ділянки (виконроб)

прізвище, ініціали, телефон

3.4. Субпідрядні будівельні організації

3.5. Ліцензія на виконання будівельних робіт

реєстраційний номер

3.6. Дозвіл інспекції ДАБК на будівництво

дата видачі, №

3.7. Перелік основних будівельно-монтажних робіт, обстеження та випробування яких оформляються актами:

- пароізоляція перекриттів

- теплоізоляція та звукоізоляція перекриттів, стін, перегородок

- відповідність конструкції температурних швів проекту

- відповідність герметизації стиків панельних будинків проекту

- виконання теплової ізоляції трубопроводів, засувки та устаткування

3.8. Перелік і наявність технічних актів на роботи:

- гаряче водопостачання (зовнішнє) _____
- _____
- теплопостачання від тепломережі (зовнішнє) _____
- _____
- газифікація та її випробування _____
- _____
- електроосвітлення та силове обладнання _____
- _____
- гідравлічне випробування систем холодного і гарячого водопостачання та опалення _____
- _____

3.9. Наявність журналу авторського нагляду, кількість внесених зауважень до проекту, в тому числі з виконання вимог нормативів з енергозбереження

4. Відповідність будівельних, стінових, теплоізоляційних, гідроізоляційних матеріалів, конструкцій вікон сертифікатам якості.

5. Фактичний стан об'єкта щодо додержання вимог нормативів з енергозбереження (доповнення до СНиП 11-3-79**; СНиП 2.08.01-89*; СНиП 2.08.02-89*; СНиП 2.04.01-85*; СНиП 2.04.05-91*).

6. Висновки.

Представники інспекції

прізвище, ініціали, посада

_____ / _____ /

Відповідальний представник підприємства

прізвище, ініціали, посада

_____ / _____ /

Додаток Б
ДЕРЖАВНА ІНСПЕКЦІЯ З ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ
ЦЕНТРАЛЬНА ДЕРЖАВНА ІНСПЕКЦІЯ

_____ обласна (регіональна) державна інспекція

_____ адреса, реквізити

_____ тел., факс

ПРИПИС

До актів обстеження _____ “ ____ ” _____ 200__ р.

Керівнику підприємства: _____

- розробити заходи щодо усунення недоліків, відмічених в цьому приписі та видати наказ з визначенням термінів виконання та відповідальних осіб, наказ та розроблені заходи в двотижневий термін подати в Державну інспекцію з енергозбереження;
- не пізніше 15 числа першого місяця кожного кварталу повідомляти Державну інспекцію письмово про хід виконання цього припису та фактичну економію паливно-енергетичних ресурсів, одержану в результаті виконання приписів;
- виконання зауважень, викладених в приписі, обов'язкове (Закон України “Про енергозбереження” від 1 липня 1994 р. № 74/94-ВР, Постанова Кабінету Міністрів України від 29 травня 1996 р. № 575; доповнення та зміни до СНиП 2.08.01-89 “Жилые здания”; СНиП 2.08.01-89 “Общественные здания и сооружения”; СНиП 2.04.05-91 “Отопление, вентиляция, кондиционирование”; СНиП 2.04.01-85 “Внутренний водопровод и канализация зданий”; СНиП П-3-79** “Строительная теплотехника”).

З метою усунення недоліків і підвищення ефективності використання паливно-енергетичних ресурсів керівництву підприємства запропоновано:

№ п/п	Зміст пункту припису	Термін виконання	Орієнтовна економія ПЕР

Всього пунктів припису _____

Державний інспектор з енергозбереження

/ _____ /
/ _____ /

М.П.

З результатами перевірки ознайомлені

/ _____ /

_____ директор, головний інженер

М.П.

Акт перевірки та результати перевірки на _____ листах передані за вх. № _____
“ ____ ” _____ 200__ р.