

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Київський національний університет будівництва і архітектури

П.Ф. Марчук

ІНЖЕНЕРНІ ПИТАННЯ РЕКОНСТРУКЦІЇ ТЕПЛОГАЗОПОСТАЧАННЯ, ОПАЛЕННЯ І ВЕНТИЛЯЦІЇ

Конспект лекцій спецкурсу
для студентів спеціальності 7.120101
«Архітектура будівель і споруд»,
спеціалізація «Реконструкція будівель і споруд»

Київ 2006

УДК 728.1
ББК 85.11
М30

Рецензенти: Л.Г. Бачинська, заступник декана архітектурного факультету, доцент, канд. архіт
О.П. Любарець, доцент, канд. техн. наук.

Затверджено на засіданні кафедри теплогазопостачання і вентиляції, протокол № 6 від 19 грудня 2005 року.

Марчук П.Ф. Інженерні питання реконструкції М30 теплогазопостачання, опалення і вентиляції: Конспект лекцій. – КНУБА, 2005. – 56 с.

Розглянуто загальні питання реконструкції будівель і споруд, а також основні питання реконструкції систем теплогазопостачання, опалення і вентиляції. Наведено основні принципи, проектні і технологічні рішення і схеми реконструкції інженерних систем, пов'язані з реконструкцією і розширенням цивільної, житлової і промислової забудови населених місць.

Призначено для студентів спеціальності 7.120.101 «Архітектура будівель і споруд» при вивченні дисципліни «Спеціальні інженерні питання реконструкції будівель і споруд».

УДК 728.1
ББК 85.11

© П.Ф. Марчук, 2006
© КНУБА, 2006

Зміст

	Стор.
Вступ	4
<i>Лекція 1</i> Загальні питання реконструкції будівель і споруд.....	5
<i>Лекція 2</i> Реконструкція систем теплопостачання	10
<i>Лекція 3</i> Реконструкція систем опалення.....	22
<i>Лекція 4</i> Реконструкція систем вентиляції	33
<i>Лекція 5</i> Реконструкція систем газопостачання.....	42
Список літератури.....	52

Вступ

Одним із важливих напрямків будівельного виробництва є реконструкція раніше побудованих будівель і споруд з метою збереження історично важливих або архітектурно цінних будівель, надання існуючим будівлям нових властивостей (покращання архітектурного вигляду, зміни планування, пристосування до нових потреб людини, до яких спочатку будівля не призначалася тощо), зміни експлуатаційних характеристик (зменшення втрат теплоти через стіни, дах, зміна освітлення і вентиляції, заміна внутрішніх інженерних мереж і іншого обладнання), закріплення (підсилення) фундаментів, стін, перекриттів для подовження термінів експлуатації і використання будівлі, подовження термінів експлуатації, збільшення пропускної спроможності і надійності інженерних мереж. У більшості випадків реконструкція будівель і споруд має свої особливості і залежить від мети її виконання, сучасного стану і призначення будівлі, як в процесі її проектування і будівництва, так і після реконструкції. Тому є необхідність в учбовому процесі питання реконструкції вивчати як окрему дисципліну.

В програмі вивчення дисципліни “Спеціальні інженерні питання реконструкції будівель і споруд” окремо виділено розділ «Теплогазопостачання, опалення і вентиляція», метою вивчення якого є ознайомлення студентів з питаннями реконструкції систем теплопостачання, газопостачання, опалення, вентиляції та кондиціонування повітря, методик розрахунків елементів конструкцій, основ проектування теплогазопостачання і вентиляції з урахуванням елементів побудованих раніше, надання їм нових властивостей і характеристик у відповідності з новими вимогами.

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

Лекція 1. Загальні питання реконструкції будівель і споруд

Питання реконструкції будівель і споруд охоплюють велику сферу діяльності спеціалістів (інженерів, архітекторів). Це, перш за все, реконструкція, яка має за мету збереження історично важливих, або архітектурно цінних будівель від руйнування, капітального ремонту будівлі чи зміни призначення або експлуатаційних характеристик (зменшення втрат теплоти через стіни, вікна, дах, зміни освітлення і вентиляції, заміна внутрішніх інженерних мереж і іншого обладнання), продовження термінів експлуатації, збільшення пропускної спроможності і надійності інженерних мереж тощо.

З метою спрощення поставленого перед нами завдання ми звужуємо поставлену проблему до розгляду питань реконструкції будівель і систем теплогазопостачання, опалення і вентиляції з урахуванням зменшення енерговитрат.

Енергетика будь-якої країни є вирішальним чинником прогресу її економіки, а отже й рівня добробуту громадян і, за тих чи інших обставин, є імпульсом, або гальмом її розвитку. Енергетика в Україні набула особливого значення, адже в багатьох галузях господарства паливно-енергетична складова в собівартості продукції сягає 50%. Ці показники значно перевищують досягнуті показники розвинутих країн і свідчать про значні резерви у використанні паливно-енергетичних ресурсів (ПЕР) і економії енергії, що повинно призвести до зниження собівартості продукції і підвищення її конкурентноздатності. Тому енергозбереження для України є одною з найбільш важливих проблем, вирішення яких безпосередньо межує з проблемою виживання і забезпечення самостійності країни.

Новий критерій оцінки розвитку країн, що з'явився в останні десятиліття, – це частка енергії, виробленої із нетрадиційних і відновлюваних джерел (сонячна і вітрова енергія, біопродукти, гідроенергія, термальні води, енергія морських хвиль). У економічно розвинених країнах вона сягає від 16% (Туреччина, Канада, Швейцарія) до 22% (Австрія, Фінляндія, Швеція) і має чіткі тенденції до збільшення у майбутньому.

Аналізуючи структуру промислового виробництва, власну ресурсну базу та прогнозовані обсяги споживання ПЕР, можна дійти

висновку, що майбутнє економіки України, а отже і держави в цілому, передусім залежить від здатності створити дієві правові механізми заохочення до значного підвищення ефективності використання ПЕР та зменшення споживання ПЕР через заходи енергозбереження, впровадження вигідних умов кредитування енергозберігаючих заходів та від збільшення в енергобалансі частки власних енергоносіїв – вугілля, торфу, різних видів газу, енергії відновлюваних джерел.

За даними Інституту загальної енергетики НАН України потенціал енергозбереження України оцінюється на рівні 42 – 48%. Основна економія ПЕР може бути здійснена у промисловості – 38%, в комунально-промисловій сфері – майже 30% і безпосередньо в паливно-енергетичному секторі – 17%. Важливо зазначити, що витрати на видобуток або на купівлю органічного палива на сьогодні в 2 – 2,5 рази вищі, ніж витрати на забезпечення економії палива за рахунок енергозберігаючих технологій.

Залишається нереалізованим значний потенціал енергозбереження у житлово-комунальному господарстві. Особливу увагу необхідно приділити питанням впровадження лічильників обліку споживання енергоносіїв, які суттєво впливають на стан енергозбереження та розрахунків за спожиті енергоносії.

Протягом 1994 – 1999 рр. в Україні створено потужності з виробництва лічильників споживання газу, води, теплової та електричної енергії. На жаль, програми встановлення лічильників виконуються не повною мірою. Так, оснащення лічильниками споживачів теплової енергії (будинковий облік) складає 2,3%, холодної води (будинковий облік) – 17,5%, гарячої води (будинковий облік) – 2,2%, і це в той час, коли основного ефекту можна досягнути при поквартирному обліку, до якого ми практично ще не приступили. Значна частина встановлених лічильників теплової енергії, холодної та гарячої води не приймається в експлуатацію, а розрахунки ведуться за значно завищеними нормами споживання.

За останні роки значно змінився стан обліку витрат природного газу. НАК «Нафтогаз України» одним із пріоритетних напрямків діяльності вважає забезпечення населення газовими лічильниками. Тільки у 2004 році встановлено 643600 таких приладів, що на 127 тисяч більше, ніж у 2003 році. Всього встановлено 4,8 мільйона

побутових газових лічильників, які забезпечують точний облік 67 відсотків витрат природного газу, що поставляється населенню. Причому першочергово встановлюються лічильники у будинках і квартирах, де газ використовується для опалення. На 1 січня 2005 року забезпеченість такого житла лічильниками газу досягла 84,4 відсотка, що дало можливість скоротити споживання газу населенням на 4,4 мільярди кубічних метрів у порівнянні з 1996 роком.

Отже, пріоритетним завданням щодо скорочення енергоспоживання в галузях народного господарства та побуті є передусім удосконалення обліку споживання та контролю за втратами ПЕР, повсюдне застосування регуляторів подачі енергії та ефективних енергозберігаючих технологій.

В Україні 25-30% палива (біля 70 млн. т у.п.) витрачається на виробництво теплоти для опалення будинків. Наведемо орієнтовний розподіл втрат теплоти через конструкції будинку і вентиляцію: через стіни – 35 %; вікна – 25 %; перекриття – 10 %; вентиляцію – 30 %.

З метою зменшення втрат теплоти Мінбудархітектури України наказом №247 від 27 грудня 1993р. введено нормативні вимоги до показників теплопередачі огорожуючих конструкцій будинків, які обов'язково потрібно враховувати при проектуванні об'єктів нового будівництва і їх реконструкції.

Значна частина будинків України, які підлягають реконструкції, мають огорожуючі конструкції з низькими показниками опору теплопередачі, що призводить до значних перевитрат енергоресурсів на їх опалення. З метою зменшення втрат теплоти проводиться утеплення стін будинків, заміна вікон і балконних дверей. Встановлено, що утеплення стін і встановлення менш теплопровідних вікон при будівництві житлових будинків збільшує одночасні витрати на 10-12%, але завдяки значній економії палива на опалення вони окупаються протягом 4-4,5 років.

Утеплення стін будинку може виконуватись, як з зовнішньої, так із внутрішньої сторони (рис. 1.). В якості утеплювача використовуються: цегла глиняна, пінобетон автоклавний і неавтоклавний, керамзитобетон, пінополістерольні і мінераловатні плити тощо. Переваги і недоліки зовнішнього і внутрішнього утеплення стін наведено у табл. 1.

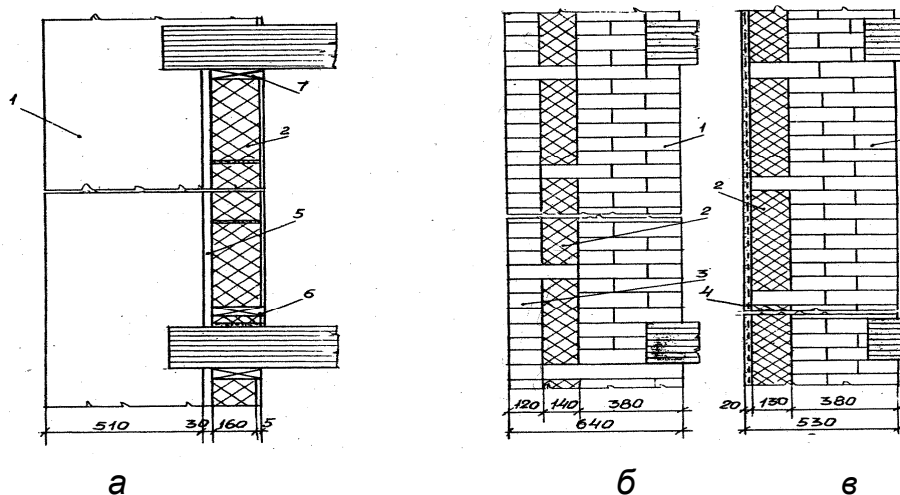


Рис. 1. Утеплення зовнішніх стін:

а – утеплення з внутрішньої сторони; б – утеплення з зовнішньої сторони і облицювання цеглою; в - утеплення з зовнішньої сторони з декоративною штукатуркою; 1- несуча частина стіни; 2 – плити утеплювача; 3 – облицювальна цегла; 4 – декоративна штукатурка; 5 – повітряний прошарок; 6,7 – відповідно отвори притоку та витяжки повітря.

Таблиця 1

Переваги і недоліки теплової ізоляції стін будинків з зовнішньої і з внутрішньої сторони

Спосіб ізоляції	Переваги і недоліки
Зовні	<p style="text-align: center;"><u>Переваги</u></p> <ol style="list-style-type: none"> Ізоляційний шар, покриваючи стики і теплопровідні включення, знижує втрати теплоти. Конструктивний шар стіни залишається в зоні плюсових температур, амплітуда сезонних температурних змін зменшується, в результаті чого зростає довговічність будинку. Є можливість покращити архітектурний вигляд будинку. Є можливість виконання робіт без втручання в життя мешканців. <p style="text-align: center;"><u>Недоліки</u></p> <ol style="list-style-type: none"> Відносно високою є вартість. Немає можливості використовувати в будинках, які представляють архітектурну цінність.
Зсередини	<p style="text-align: center;"><u>Переваги</u></p> <ol style="list-style-type: none"> Менша вартість. Зберігається вигляд унікальних фасадів будинків, які представляють архітектурну цінність. <p style="text-align: center;"><u>Недоліки</u></p> <ol style="list-style-type: none"> Зменшується корисна площа будинку. Необхідною є перестановка опалювальних приладів і перекладка труб системи опалення. Конструктивний шар стіни залишається в зоні від'ємних температур, амплітуда сезонних температурних коливань збільшується, в результаті чого скорочується довговічність будинку. Виникає необхідність улаштування пароізоляційного шару. Намокання теплоізоляції при неякісному влаштуванні пароізоляційного шару або при порушенні його цілності в процесі експлуатації, може призвести до зниження ефективності теплової ізоляції стін.

З метою зменшення тепловтрат через вікна і балконні двері для їх обладнання найбільшим доцільно використовувати склопакети. В табл. 2 наведено основні характеристики найбільш енергоефективних склопакетів.

Таблиця 2

Варіанти енергоефективних склопакетів.

Тип скління	Опір теплопередачі, $(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})/\text{Вт}$
Однокамерний склопакет із звичайним склом	0,35
Те ж, з заповненням газами	0,42
Однокамерний склопакет з одним теплозахисним покриттям на склі	0,54
Те ж, з заповненням газами	0,69
Двохкамерний склопакет із звичайним склом	0,50
Те ж, з тепловідбивним покриттям на одному склі	0,76
Те ж, з тепловідбивним покриттям і заповненням газами	1,0 і більше

Розрахунки показують, що для кліматичних умов України вікна з опором теплопередачі більшим $0,9 (\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})/\text{Вт}$ за опалювальний період пропускають в приміщення більше теплоти від прямої і розсіяної сонячної радіації, ніж втрати тепла через вікна. Такі вікна вже не є джерелом втрат і працюють як додатковий опалювач.

Запитання для самоперевірки

1. Які основні цілі реконструкції будівель і споруд?
2. Які основні методи реконструкції будинків?
3. Яке значення для України має енергозбереження?
4. Назвати основні нетрадиційні і відновлювані джерела енергії.
5. Які можливості енергозбереження є в Україні?
6. Які основні напрямки забезпечення впровадження енергозберігаючих технологій і обладнання в Україні?
7. Які напрямки енергозбереження у житлово-комунальному господарстві України?
8. Які напрямки зменшення затрат енергії на опалення будинків?
9. Назвати рішення Мінбудархітектури України, спрямовані на зменшення витрат енергії на опалення будинків.

10. Як зменшити витрати енергії на опалення при реконструкції будинків?
11. Які переваги і недоліки має теплова ізоляція стін будинків з зовнішньої і з внутрішньої сторони?
12. Які напрямки зменшення тепловтрат через вікна і балконні двері?

Лекція 2. Реконструкція систем тепlopостачання

Забезпечення тепловою енергією комунально-побутових та промислових споживачів здійснюється через систему тепlopостачання, яка представляє собою комплекс пристроїв, устаткування і трубопроводів, призначених для виробництва теплової енергії, транспортування її до споживачів і розподілу по будинках і спорудах. У відповідності з цим основними елементами системи тепlopостачання є: джерела тепла, мережа теплопроводів (трубопроводів) і пристрої для розподілу або передачі тепла.

Основна ознака, що визначає спосіб тепlopостачання – це джерело теплової енергії. Залежно від типу джерела тепlopостачання буває централізоване, децентралізоване і автономне.

Централізоване тепlopостачання здійснюється від теплоелектростанцій (ТЕЦ), районних або квартальних котелень. Децентралізоване – від котелень, обладнаних котлами малої потужності, призначених для тепlopостачання одного чи декількох будинків. Автономне – від печей, теплогенераторів чи котлів, призначених для тепlopостачання однієї квартири чи приміщення.

Основною перевагою централізованого тепlopостачання є можливість найбільш ефективно використовувати на ТЕЦ і великих котельнях низькосортні палива (вугілля) і паливо, яке можливо ефективно спалювати тільки на потужних установках (мазут). При спалюванні вугілля і мазуту у викидах продуктів спалювання містяться багато токсичних речовин, тому ТЕЦ і великі котельні обладнують системами очищення, нейтралізації і розсіювання продуктів згорання, розміщувати їх доцільно за межами житлової забудови.

До недавнього часу пріоритетний розвиток централізованого теплопостачання був характерним лише для країн колишнього СРСР і тільки деяких капіталістичних країн - Фінляндії, Данії, Норвегії. Але останнім часом такі системи почали впроваджувати й інші країни. Сьогодні централізоване теплопостачання знаходиться на рівні: Німеччина – 12%, Данія 47%, Польща – 50%. Це зумовлено значними техніко-економічними перевагами таких систем у зонах зі щільною концентрацією теплових навантажень. Однак в більшості цих країн джерела централізованого вироблення тепла працюють як системи комплексного виробництва електричної і теплової енергії (наприклад, у Німеччині такі системи охоплюють понад 60%, в Данії і Голландії аж 90%).

Тепло, отримане з теплофікаційних систем, вироблене в комплексних установках, із урахуванням капітальних і експлуатаційних витрат має найнижчу вартість. При цьому виробляється електроенергія із найвищим коефіцієнтом корисної дії (ККД). Застосування комплексних систем виробництва електричної і теплової енергії дозволяє економити 18-22% палива, зменшити експлуатаційні витрати на 20-25%, а шкідливі викиди CO₂ – приблизно на 20%.

У більшості випадків реконструкція житлових і промислових об'єктів у міських районах пов'язана зі збільшенням теплового навантаження. При цьому, як правило, існуюча система теплопостачання вільних потужностей не має. Тому в таких випадках найбільш доцільною є децентралізована або автономна системи теплопостачання.

Більша частина потужностей системи теплопостачання України введена в дію ще за часів бувшого СРСР і потребує заміни, оновлення і реконструкції. До основних сьогоднішніх проблем системи теплопостачання України можна віднести:

- високий ступінь спрацювання енергетичних потужностей;
- затримку у впровадженні нових технологій і обладнання комбінованого виробництва тепла і електричної енергії;
- незадовільний стан теплових мереж;
- відсутність сучасних систем обліку тепла, контролю та керування системами теплопостачання;

- дефіцит органічного палива, тому гостро стоїть необхідність максимального використання його теплоти;
- потреба вирішення екологічних проблем (очистка вихідних газів).

Котельне господарство України морально і фізично застаріло, має високий ступінь спрацювання і складається із котлів і обладнання, конструктивно розрахованих на використання дешевого палива. Тому його конструкція часто максимально спрощувалась, не передбачалась установка комплексної автоматики виробничих процесів, що дозволяло спрощувати технологію виробництва, економити високоякісні метали, знижувати вартість обладнання. Все це не дозволяє досягнути відносно високих показників в роботі систем теплопостачання і особливо у збереженні енергії.

У наш час вартість палива і паливний баланс України радикально змінився. Більшість котлів, які проектувалися для роботи на вугіллі, мазуті і газі працюють тільки на газі. Мазут при наявності газу використовується тільки як резервне або аварійне паливо. Вартість вугілля в Україні дещо завищена, а природного газу занижена у порівнянні з світовими цінами. Частка природного газу в балансі енергоресурсів, яка використовується в народному господарстві України, складає 45,5%, тому підвищення ефективності використання газу в теплопостачанні має велике значення. Досягти цього підвищення можливо тільки через заміну і модернізацію котельного господарства. Сьогодні вітчизняне котлобудування програє в конкуренції з закордонними виробниками, тому в більшості випадків доводиться використовувати котли західних компаній. Таке обладнання, хоча і досить дороге, але дуже надійне і якісне з довгим гарантійним періодом (більшим 3-х років) і відмінним сервісним обслуговуванням. Заміна обладнання котельних, яке морально і фізично застаріло, сучасними західними аналогами в більшості випадків окупається за 1-3 роки.

Біля 12-13 млрд. м³ газу кожного року використовується в комунальній теплоенергетиці і котельнях опалення промислових підприємств для опалення і технологічних потреб. Тут основними напрямками енергозбереження є заміна застарілого обладнання на більш ефективне, розповсюдження децентралізованого енергопостачання, когенерація. При цьому доцільно

використовувати розроблені в Інституті газу НАН України водогрійні котли (умовна назва АОМ, рис. 2.) потужністю від 150 кВт до 2 МВт з ККД 92%, які відрізняються наявністю вторинного випромінювача в радіаційній зоні і оребрених труб в конвективній зоні, що дало можливість суттєво знизити габарити котлів. Такі котли випускаються в горизонтальному (даховому) і в вертикальному виконанні.

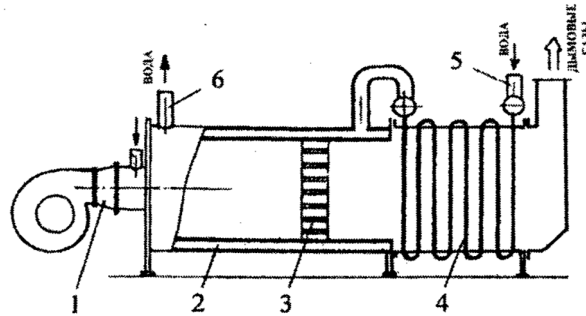


Рис. 2. Схема водогрійного котла середньої потужності серії АОМ:

1 – пальник; 2 – водоохолоджувана топка; 3 – проміжний випромінювач; 4 – конвективна частина; 5 – вхід води; 6 – вихід води.

В Інституті газу НАН України також розроблено поверхнево-контактні конденсаційні котли потужністю від 0,5 до 2,5 МВт (рис. 3.). В цих котлах нагрівання води відбувається через трубчаті поверхні топкової камери і прямий контакт зворотної води з гарячими продуктами горіння. В цих котлах є можливість використання вищої теплоти горіння газу (Q_v). При горінні газу виділяється водяна пара, яка звичайно викидається з продуктами горіння, при цьому втрачається частина енергії (Q_n - нижня теплота горіння газу). Різниця між нижньою і вищою теплотами горіння природного газу становить приблизно 11%. В конденсаційних установках використовується і енергія водяної пари, яка міститься в продуктах горіння, тому їх ККД по вищій теплоті горіння складає 94-96%, а по відношенню до нижньої теплоти горіння - понад 100%.

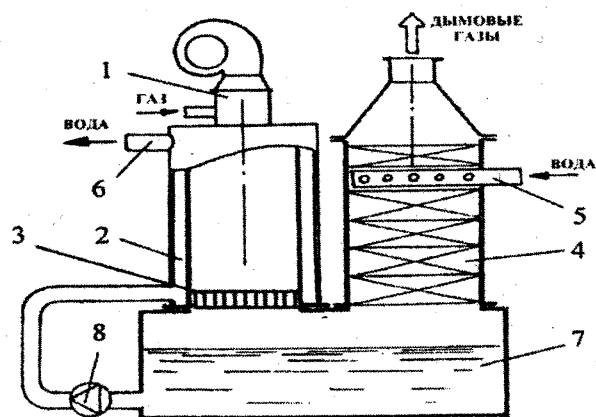


Рис. 3. Технологічна схема котла з конденсацією:

1 – пальник; 2 – водоохолоджувана топка; 3 – проміжний випромінювач; 4 – циркуляційна помпа; 5 – проміжна ємність, вхід води; 6 – насадка, вихід води

Одним із основних напрямів підвищення ефективності використання палива в промисловій і комунальній енергетиці є когенерація, тобто комплексне виробництво електричної, теплової і механічної енергії. Класичним прикладом когенерації можуть служити сучасні ТЕЦ. В останні роки з'явилися невеликі енергоустановки (мікро – ТЕЦ), які поєднують двигуни внутрішнього згорання, частіше всього дизельні, які працюють на природному газі і обертають синхронні електрогенератори (рис. 4.). Теплова енергія від системи охолодження циліндрів двигуна і відпрацьованих газів використовується для опалення і гарячого водопостачання. Такі системи відзначаються низьким рівнем шуму і незначними викидами окислів азоту і інших токсичних речовин. Монтуються вони зазвичай на технічному поверсі або в підвалі. Їх шум і рівень вібрації менші, ніж від приводів ліфтів або водяних помп. Такі мікро – ТЕЦ комбінуються з двигунами різної потужності і зручні для автономного забезпечення електричною і тепловою енергією окремих будинків чи кварталів. Особливо вигідно їх встановлювати в реконструйованих діючих котельнях з використанням наявної будівлі та інженерних мереж.

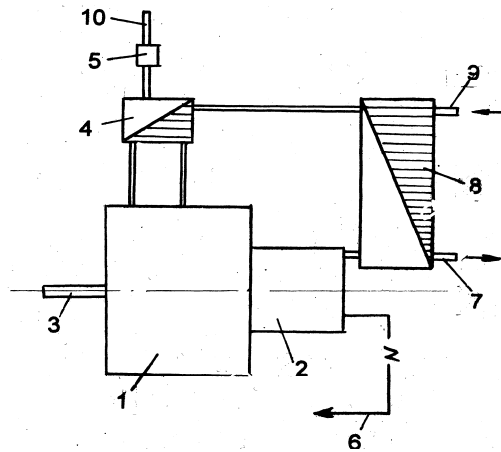


Рис. 4 Схема мікро – ТЕЦ:

1 – двигун внутрішнього згорання; 2 – електрогенератор; 3 – патрубок подачі палива (газ, мазут); 4 – теплообмінник утилізатор тепла; 5 – шумоглушник; 6 – електромережа; 7 – патрубок гарячої води (опалення, санітарно-гігієнічні потреби); 8 – пластинчатий теплообмінник; 9 – патрубок холодної води; 10 – система видалення продуктів згорання.

Дослідження і розрахунки, проведені в розвинутих країнах, а також роботи різних організацій в колишньому СРСР, показують що при тепловому навантаженні нижчому за 50 Гкал/год (5900-6000 нм³/год природного газу) спалювання газу в котельнях і розподіл тепла споживачам у вигляді гарячої води через теплові мережі є економічно не вигідним. Як свідчить закордонний досвід, ефективним є використання газу в котельнях, які набираються з модулів і розташовані безпосередньо у споруді, яка обслуговується. При цьому знижуються затрати:

- на експлуатацію в 1,5 – 2 рази;
- капіталовкладення в 1,5 – 2 рази;
- матеріалоемність на одиницю навантаження в 3 – 4 рази;
- витрати палива в 1,7 рази;
- вартість тепла на 30 – 35%.

Модульні котельні по розташуванню поділяються на прибудовані, вбудовані і надбудовані. Надбудовані котельні, тобто розташовані на технічному поверсі або на даху будинку, мають переваги з таких міркувань:

- звільняються підвальні приміщення;
- поліпшується пожежна безпека споруди;
- зникає ризик загазованості нижніх поверхів і необхідність механічної вентиляції котельні;
- усувається необхідність влаштування високих димових труб.

Інститутом УкрНДІнжпроект розроблено посібник «Рекомендації з проектування дахових, вбудованих і прибудованих котельних установок та установлення побутових теплогенераторів, що працюють на природному газі», в якому викладено основні вимоги і пропозиції рішень облаштування дахових, вбудованих і прибудованих котельних установок.

Децентралізовані та автономні джерела тепlopостачання характеризуються розосередженим у житловому районі викидом продуктів згорання за відносно низької висоти димових труб і коминів, що негативно впливає на екологічний стан довкілля. Тому при переході на автономні джерела енергії потрібно враховувати екологічний аспект - рівень забруднення повітря шкідливими компонентами продуктів спалювання. Перехід на автономні джерела тепла не завжди виправданий і потребує виваженості. З урахуванням цього можна дати такі рекомендації щодо вибору джерел тепла для дахових котелень:

- вибрані котли повинні мати мінімальні паспортні дані (показники) токсичності викидів;
- уникати котлів і газових блоків з інжекційними пальниками та природною тягою, для яких через їх конструктивні особливості є неможливими режимне та екологічне налагодження, реалізація технічних заходів з зменшення утворення окислів азоту і оксиду вуглецю та викидання їх в атмосферу, ускладнені умови регулювання горіння і коефіцієнта надлишку повітря, погіршення показників роботи при зміні метеорологічних параметрів зовнішнього повітря (вологість, вітер);
- необхідно використовувати котли з максимальним ККД і мінімальною температурою викидних газів і коефіцієнтом надлишку повітря;
- котлоагрегати повинні забезпечувати широкий діапазон регулювання теплової потужності в межах зміни теплового навантаження без зміни складу продуктів спалювання;
- система регулювання котельні повинна забезпечувати економічну роботу системи опалення в усьому діапазоні зміни теплової потужності;
- котлоагрегат повинен бути захищений від конденсації водяної пари з продуктів згорання при зменшенні його теплової потужності.

Ще одним важливим аргументом модернізації котельного господарства України є ратифікація Кіотського протоколу, тому що Україна є одною з країн, яка дає найбільшу кількість викидів двоокису вуглецю. Вміст CO₂ у ВВП України складає 9,5 кг/долл., тоді як в США – 0,6 кг/долл. Міри з раціонального використання палива дають найбільший ефект зменшення викидів CO₂. Тому при вирішенні проблеми модернізації котельного господарства можливо значно зменшити викиди CO₂, що може дозволити продавати квоти і заробляти на цьому кошти для подальшої модернізації теплового господарства.

Останнім часом у зв'язку з різними причинами не працюють котельні промислових підприємств, від яких подавалось тепло в житлові будинки для їх опалення і гарячого водопостачання. Тому пропонується влаштувати автономне квартирне тепlopостачання з використанням котлів невеликої потужності, які працюють на газовому паливі. Але при цьому виникає багато складностей. Система квартирної тепlopостачання не повинна застосовуватися в будинках, запроектованих і побудованих з централізованим тепlopостачанням. Це пов'язано передусім з необхідністю влаштування системи видалення диму, оскільки в багатоповерховому будинку, згідно з нормативною документацією, на одному поверсі (рівні) до стовбура димоходу можна підключити тільки один газохід від одного теплогенератора. Тому потрібно обладнати додаткові комини. Такі вимоги при проектуванні будинку потребують конкретних інженерних рішень, в раніше збудованих будинках виконати такі вимоги важко. Не вирішується проблема видалення диму і влаштуванням зовнішніх газоходів, вони повинні бути виготовлені з корозієстійкого матеріалу і з теплоізоляцією, яка б перешкоджала охолодженню продуктів згорання, конденсації вологи і її замерзанню в холодний період опалювального сезону, а це важко зробити. Для тепlopостачання таких будинків найбільш доцільно влаштувати дахові котельні, що може забезпечити потреби всіх жителів зі значно меншими затратами.

Значна частина теплоти втрачається в теплових мережах при транспортуванні його від джерела, де воно виробляється до споживача. Загальна довжина магістральних ділянок теплових

мереж в Україні становить 23704 км (в перерахунку на двотрубну систему). Експлуатація теплових мереж супроводжується втратами тепла від зовнішнього охолодження - 12-20% від теплової потужності (нормоване значення – 5%) і витоками теплоносія в межах 5-20% від його витрат в мережі (нормоване значення – 0,5%). Експлуатаційні витрати електроенергії на перепомпування теплоносія становлять 6-10%, а витрати на підготовку води - 15-25% від вартості теплової енергії. Значне перевищення нормативних втрат пов'язане з високим ступенем спрацювання обладнання централізованих систем тепlopостачання, особливо, теплових мереж – до 70% і більше. Теплові мережі є найбільш ненадійним елементом системи централізованого тепlopостачання. На них припадає понад 85% виходів з ладу по системі в цілому. В Україні трубопроводи теплових мереж, прокладені в підземних прохідних і непрохідних каналах, становлять 84%, безканальна підземна прокладка складає біля 6% і надземна (на естакадах і опорах) - до 10%. Значна частина теплових мереж, прокладених в підземних непрохідних каналах, періодично або постійно затоплюються ґрунтовими чи поверхневими водами. Про незадовільний стан тепло- і гідроізоляції трубопроводів, зношеність і низьку якість монтажу і експлуатації обладнання теплових мереж свідчить статистика аварійності. Так, 90% аварійних відмов припадає на подавальні трубопроводи, 10% - на зворотні, з них 65% аварій відбувається через зовнішню корозію та 15% - через дефекти монтажу (переважно це розриви зварних швів).

За оцінкою експлуатаційників, для того, щоб привести вітчизняне тепlopостачання до нормального стану, в нього вже в найближчий час необхідно вкласти біля 50 млрд. грн.

Більшість теплових мереж в Україні прокладено в збірних залізобетонних підземних непрохідних каналах, які займають значну частину території вулиць і кварталів (ширина 0,9 - 2,4 м, висота 0,9 - 1,5 м – за зовнішнім обміром), для їх монтажу і демонтажу при ремонті доводиться копати широкі і глибокі траншеї, розбирати бетонне перекриття і дорожні покриття. При паралельному прокладанні інших підземних комунікацій згідно ДБН 360-92* доводиться витримувати значні нормативні відстані від каналів теплових мереж (наприклад, до газопроводів низького і середнього

тиску – 2,0 м). При будівництві їх практично неможливо ізолювати від проникнення ґрунтових і поверхневих вод.

При ремонті і реконструкції теплових мереж найбільш доцільно використовувати попередньо ізольовані пінополіуретановим матеріалом сталеві труби (ПІТ) і нові технології їх прокладання, які в останні роки освоєні багатьма підприємствами України. Ізоляційне футерування є особливістю ПІТ (рис. 5.).

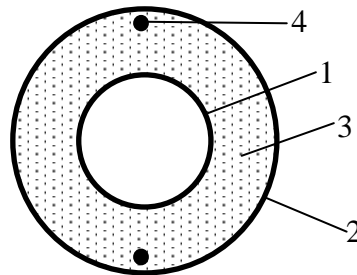


Рис. 5 Переріз попередньо ізольованої сталеві труби:

1 – сталева робоча труба; 2 – поліетиленова ізоляційна труба;
3 – поліуретанова піна; 4 – мідні провідники системи електронного нагляду.

У процесі виготовлення в заводських умовах міжтрубний простір між сталеною робочою (1) і поліетиленовою ізоляційною (2) трубами заповнюється під тиском поліуретановою піною (3), яка рівномірно, не залишаючи порожнин, розподіляється по всій довжині труб і щільно з'єднує їх між собою. Поліуретанова піна і зовнішня поліетиленова труба мають високий опір стисненню і проникненню вологи. Для сигналізації про підвищення вмісту вологи у футеровці труб в результаті пошкодження ізоляції чи сталеві труби в поліуретанову піну вмонтовані мідні провідники (4) системи електронного нагляду. При виготовленні в заводських умовах в одній поліетиленовій ізоляційній трубі можуть монтуватися по дві сталеві труби діаметром до 100 мм. Прокладання ПІТ, на відміну від традиційного способу, безканалне, їх використання дає можливість подовжити міжремонтний термін експлуатації теплопроводу, зменшити втрати тепла з поверхні трубопроводу з 20 до 7%, а витрати мережної води – удвічі. Відстані при паралельному прокладанні інших підземних комунікацій до теплопроводів із ПІТ значно менші. Так, нормативні відстані від захисного покриття труб теплових мереж до, наприклад, газопроводів низького і середнього

тиску – 1,0м, що дозволяє більш раціонально використовувати вуличні і внутрішньоквартальні території.

Останнім часом для прокладання теплових мереж почали використовувати труби із зшитого поліетилену. Ці труби не піддаються корозії, мають нижчий гідравлічний опір і меншу вагу в порівнянні зі сталевими трубами, вони досить гнучкі і тому можуть виготовлятися і доставлятися на будівельний майданчик в бухтах або на катушках у відрізках значної довжини (залежно від діаметра труб). Захисна і теплова ізоляція труб із зшитого поліетилену виконується із поліетиленових труб і поліуретанової піни, як і для сталевих ПІТ.

Україна щорічно споживає близько 200 млн. т у. п. паливно-енергетичних ресурсів і належить до енергодефіцитних країн, бо покриває потреби в енергоспоживанні власними ПЕР приблизно на 53%, імпортує 75% необхідного обсягу природного газу та 85% сировинної нафти і нафтопродуктів. Тому завдання державної політики в ПЕК є забезпечення зменшення споживання ПЕР до 2015 р. порівняно з 1990 р. на 108 млн. т у. п., а також широке використання нетрадиційних і відновлюваних джерел енергії (вітрова і сонячна енергії, гідроенергія малих рік, енергія морських хвиль, термальних вод і біомаси тощо).

Україна володіє величезним потенціалом нетрадиційних і відновлюваних джерел енергії, економічний баланс яких приблизно дорівнює 100 млн. т у. п., однак частка їх використання в енергетичному балансі склала (без урахування супутніх горючих газів) 9 млн. т у.п. в 1995 р., це лише 0,013%, а в 2000 р. – 0,018% (3,36 млн. т у. п.).

Потенціал вітрової енергії на території України оцінюється в 20 -30 млн. т у.п. і програмою будівництва вітроелектростанцій до 2010 р. заплановано спорудити вітроелектростанції потужністю 2000 МВт, що зекономить 1,8 млн. т у.п.

Сонячна енергія, що надходить на територію країни, оцінюється в 400 млн. т у.п. До 2010 р. планується спорудити геліоустановки гарячого водопостачання на 0,4 млн. т у.п. і фотоелектричні установки потужністю 96,5 МВт, що забезпечить економію 55 тис. т у.п.

Гідро потенціал малих річок України оцінюється можливістю виробництва 12,5 млрд. кВт год. Потужність малих і мікро-ГЕС у 2010 р. може досягти 600 МВт, що забезпечить економію понад 600 тис. т у.п.

Геотермальна енергія надр України оцінюється в 50 млн. т у.п. і до 2010 р. прогнозується створення потужностей геотермальних систем тепlopостачання, які забезпечуватимуть економію 1,5 млн. т у.п.

Загальні річні обсяги відновлюваних ресурсів біомаси в Україні складають 115,5 млн. т, можливий енергетичний потенціал яких оцінюється в 13,2 млн. т у.п. на рік. Перспективним є будівництво комплексів для отримання біогазу з осаду каналізаційних стоків міст і відходів сільського та лісового господарства, харчової промисловості, підприємств комунальної спрямованості, а також створення енергетичних плантацій на базі швидкоростучих рослин та технологій переробки отриманої біомаси в енергоносії.

У містах і селищах України щорічно накопичується 40,0 млн. м³ побутового сміття, а обсяг щорічного накопичення промислових відходів у перерахунку на одиницю площі майже на порядок перевищує показники розвинених країн, а також Росії. Враховуючи вартість українських земель, навіть без підрахунків, стає зрозумілим, які економічні збитки має Україна від розміщення звалищ вказаних відходів. Золошлакові відходи 25 великих ТЕС на території України складають 300 млн. т, які підлягають раціональній переробці та знешкодженню з отриманням додаткових обсягів теплової енергії та альтернативних енергоносіїв.

Інститутом електродинаміки НАНУ розроблено «Атлас енергетичного потенціалу відновлюваних джерел енергії України», що дає можливість розширити і координувати роботи з вибору та проектування об'єктів альтернативної енергетики.

Запитання для самоперевірки

1. Яке призначення мають системи тепlopостачання?
2. З яких елементів складається система тепlopостачання?
3. Які основні ознаки централізованого, децентралізованого і автономного видів тепlopостачання?

4. Назвати основні переваги централізованого тепlopостачання.
5. Охарактеризувати сьогodнішній стан систем тепlopостачання України.
6. Охарактеризувати сьогodнішній стан котельного господарства України.
7. Які основні напрямки і методи реконструкції комунальної теплоенергетики і опалювальних котелень промислових підприємств?
8. Які переваги мають поверхнево-контактні конденсаційні котли?
9. Які переваги має комплексне виробництво електричної і теплової енергії, тобто когенерація?
10. Де доцільно застосовувати мікро – ТЕЦ, які вони мають переваги?
11. Яке місце в реконструкції системи тепlopостачання має використання модульних і дахових котелень?
12. Які основні вимоги до розміщення і обладнання модульних і дахових котелень?
13. Які основні проблеми влаштування автономного квартирної тепlopостачання з використанням котлів невеликої потужності?
14. Охарактеризувати сьогodнішній стан теплових мереж України.
15. Який основний напрямок реконструкції теплових мереж?
16. Які переваги має використання при будівництві і реконструкції теплових мереж попередньо ізольованих пінополіуретановим матеріалом сталевих труб?
17. Назвати основні нетрадиційні і відновлювані джерела енергії.
18. Яке значення для тепlopостачання України має використання нетрадиційних і відновлюваних джерел енергії?

Лекція 3. Реконструкція систем опалення

Системи опалення будинків і споруд призначаються для забезпечення і підтримання температури повітря і внутрішніх поверхонь огороджуючи конструкцій на нормативному рівні, що сприяє доброму самопочуттю і здоров'ю людей, високій ефективності технологічних процесів, надійному зберіганню конструкцій і устаткування. Від температури в приміщенні в значній мірі залежать здоров'я і працездатність людини.

Встановлено, що температура повітря в приміщенні впливає на продуктивність праці людини (рис. 6.).



Рис. 6. Вплив температури повітря в приміщенні на продуктивність праці людини.

На самопочуття людини також впливають вологість і швидкість руху повітря в приміщенні, що забезпечується системою вентиляції. Спеціальними фізіологічними дослідженнями встановлено показники параметрів середовища приміщень, за яких теплове самопочуття людини оптимальне або допустиме. Значення цих показників регламентується санітарними нормами, які в Україні представлені ГОСТ 12.1.005-88 «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны». В табл. 3 наведено показники оптимальних і допустимих температур повітря в приміщеннях при виконанні людиною різних робіт, а також вологості і швидкості повітря холодної і теплої пір року.

Таблиця 3

Нормативні показники оптимальних і допустимих температур, вологості і швидкості руху повітря в приміщеннях

Параметри мікроклімату приміщення	Оптимальні	Допустимі
Температура повітря при виконанні роботи, °C:		
легкої холодної пори року;	21-24	20-25
легкої теплої пори року;	22-25	19-28
помірної холодної пори року;	18-20	17-23
помірної теплої пори року;	21-23	18-27
важкої холодної пори року;	16-18	13-19
важкої теплої пори року	18-20	15-28
Вологість повітря, %	40-60	до 75
Швидкість повітря, м/с:		
холодної пори року;	0,1...0,3	0,1-0,5
теплої пори року	0,1...0,4	0,1-0,6

Відповідно з гігієнічними дослідженнями мікроклімату приміщень встановлено наступні основні вимоги до систем опалення:

- системи опалення повинні компенсувати втрати тепла через огорожуючі конструкції – зовнішні стіни, двері, вікна, горищні перекриття, підлогу;

- незалежно від коливань температури зовнішнього повітря підтримувати в приміщеннях встановлену гігієнічними чи технологічними нормами або мешканцем температуру;

- підтримувати температуру повітря внутрішнього середовища по можливості рівномірною, як в горизонтальній, так і в вертикальній площинах (різниця температури від вікна до протилежної стіни не повинна перевищувати 2°C , в вертикальній площині - 1°C на кожний метр висоти);

- бути такими, щоб коливання температури повітря протягом доби не перевищувало $\pm 3^{\circ}\text{C}$ при пічному і $\pm 1,5^{\circ}\text{C}$ при центральному опаленні;

- внутрішні поверхні огорожуючих конструкцій мали температуру, близьку до температури приміщення (допустимі значення температурного перепаду не більші $6-8^{\circ}\text{C}$);

- температура поверхонь нагрівальних приладів в житлових приміщеннях не перевищувала 85°C (в дитячих закладах – 95°C , лікарнях - 85°C , магазинах – 150°C , театрах – 115°C , виробничих приміщеннях – $110...150^{\circ}\text{C}$);

- системи опалення повинні бути економічні і індустриальні у виготовленні і монтажі, економічні в експлуатації і безпечні у пожежному відношенні.

В Україні на опалення, вентиляцію та кондиціонування повітря будівель витрачається до 40% паливно-енергетичних ресурсів, що значно більше, ніж у розвинутих країнах світу. Тому при проектуванні і будівництві систем опалення, вентиляції та кондиціонування повітря особливу увагу потрібно приділяти питанням енергозбереження.

Більшість систем опалення в Україні технічно і морально застаріли, не задовольняють наведеним вище вимогам. Це в основному однотрубні системи з верхньою або нижньою розводкою (рис. 7.). Такі системи майже не піддаються регулюванню. Їх

основними регулюючими органами є двох- або трьохходові крани, більшість з яких не працюють. Ці системи особливо чутливі до втручання мешканців, які замінюють опалювальні прилади або запірно-регулювальну арматуру, що призводить до порушення регулювання стояків, зниження температури в приміщеннях, в опалювальну систему яких теплоносій поступає після проходження через замінений прилад.

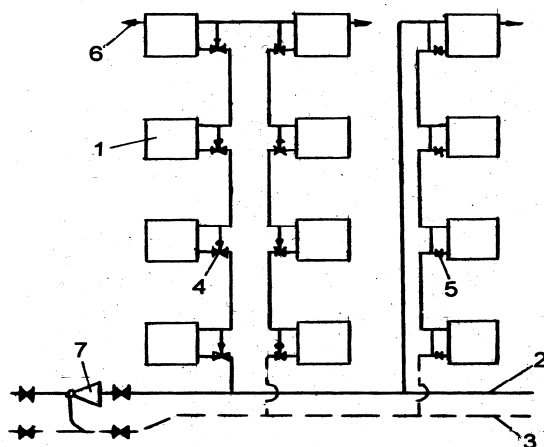


Рис. 7. Схема однотрубно-розподільної системи опалення будинку з нижнім розведенням:

1 – опалювальний прилад; 2 – магістраль гарячої води; 3 – магістраль холодної води; 4 – триходовий кран; 5 – прохідний кран; 6 – повітряний клапан; 7 – елеваторний вузол.

Основними способами реконструкції систем опалення є комплексна модернізація, спрямована на підвищення теплового комфорту в приміщеннях і зменшення витрат тепла на його підтримання, а також продовження до 50 років терміну їх експлуатації. Основними напрямками такої модернізації є:

- запровадження автоматичного регулювання температури повітря в приміщеннях з урахуванням як температури зовнішнього повітря, так і побажань мешканців;
- запровадження лічильників тепла, які дозволили б обліковувати споживання та оплату тепла як будинком в цілому, так і кожним споживачем (квартирою) окремо;
- перехід на двотрубні системи опалення з плінтусним розведенням мереж;
- установка автоматики або заміна елеваторного господарства;

- ліквідація корозії і забруднення трубопроводів і опалювальних приладів;
- перехід на металопластикові труби.

Прикладом комплексної автоматизації системи опалення, гарячого водопостачання і обліку споживання тепла може служити схема двотрубної системи опалення і гарячого водопостачання, обладнаної приладами і арматурою фірми Danfoss (рис. 8.).

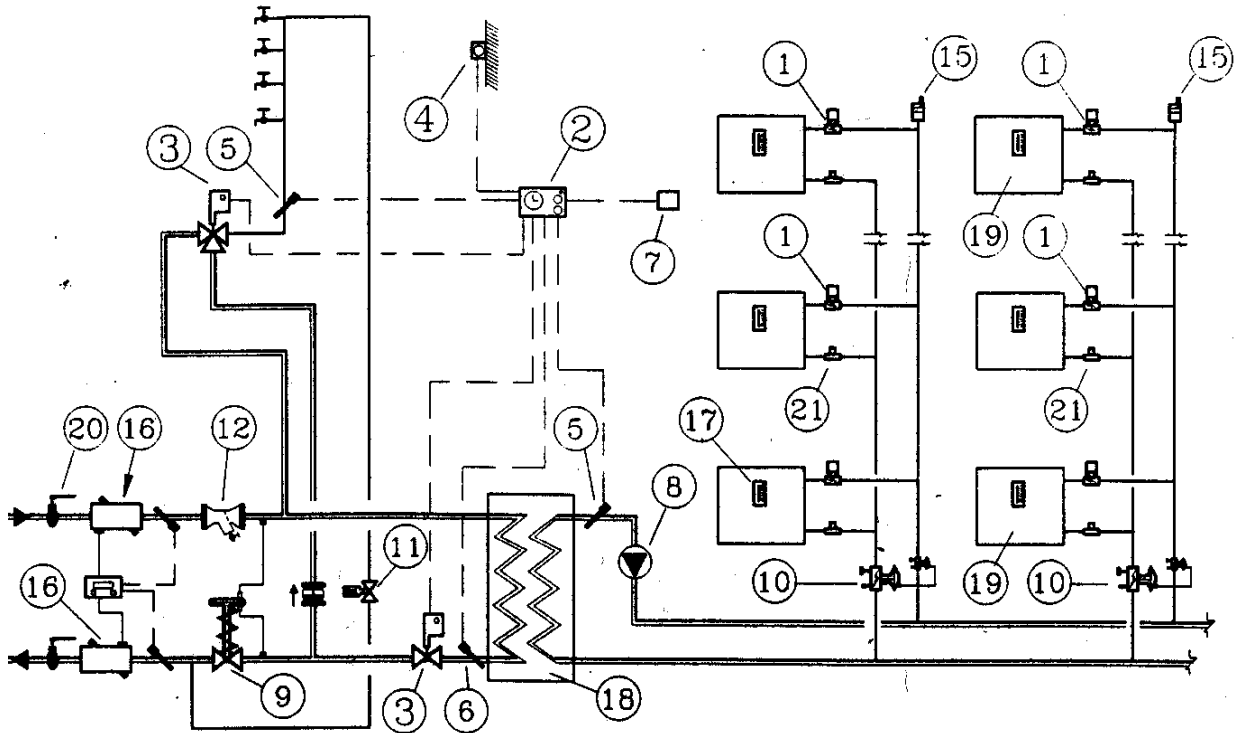


Рис. 8. Схема двотрубної системи опалення з теплообмінником і відкритим водозабором для гарячого водопостачання:

1 – радіаторні терморегулятори (термостати); 2 – двоканальний регулюючий прилад, другий канал якого забезпечує підтримку постійної температури в системі гарячого водопостачання; 3 – регулюючий клапан з електроприводом; 4 – датчик температури зовнішнього повітря; 5 – датчик температури води в подаючій магістралі; 6 – датчик температури води в зворотній магістралі; 7 – датчик температури внутрішнього повітря; 8 – насос циркуляційний безшумний, безфундаментний; 9 – регулятор перепаду тиску або регулятор перепаду тиску і витрат води; 10 – регулятор для підтримки заданих витрат води в стояку або перепаду тиску в стояку (балансовий клапан); 11 – обмежувач температури зворотної води; 12 – фільтр сітчастий; 13 – кульовий кран; 14 – зливний кульовий кран; 15 – автоматичний розповітрявач прямої дії; 16 – теплолічильник ультразвуковий; 17 – випаровувальний тепломір на опалювальних приладах для поквартирного обліку споживання тепла; 18 – теплообмінник; 19 – опалювальний прилад (радіатор чи конвектор); 20 – поворотний затвор або кульовий кран; 21 – запірний кран для відключення і опорожнювання опалювального приладу.

Одним із основних елементів сучасної системи опалення є терморегулятор. Встановлення терморегуляторів дозволяє автоматично підтримувати температуру повітря в приміщеннях за рахунок кількісного регулювання теплоносія, який поступає в опалювальний прилад. Таке регулювання краще за все забезпечує використанням pomp, значно гірше – водоструйних елеваторів з регульованими соплами і не забезпечується нерегульованими елеваторами. Тому в більшості випадків при реконструкції систем опалення необхідно замінити елеваторне господарство.

Перехід з однотрубних на двотрубні системи опалення, які дають можливість збільшити перепад температури теплоносія на опалювальному приладі, забезпечує можливість дотримання розрахункового перепаду температури на всіх опалювальних приладах незалежно від кількості їх у стояку і на поверсі будинку, де вони розміщені, дозволяє просто конструювати опалювальні системи з горизонтальною розводкою (рис.9.), що дає можливість поквартирного обліку теплоспоживання, знімає залежність від втручань в систему через заміну опалювальних приладів, які призводять до порушення гідравлічного і теплового режиму роботи системи опалення. Двотрубні системи опалення споживають на 10 -15% менше теплової енергії, ніж однотрубні, що дає значний економічний ефект протягом терміну експлуатації будівлі.

Модернізація джерела тепла насамперед передбачає встановлення у тепловому вузлі регулювальної автоматики. Електронний погодний регулятор дає змогу регулювати температуру теплоносія залежно від температури довкілля. Тепловий вузол необхідно обладнати фільтрами тонкої очистки, які затримують забруднюючі речовини, наявні у воді, оскільки вони блокують роботу термостатичних кранів та інших елементів автоматики. У тепловому вузлі потрібно також встановити лічильник теплової енергії.

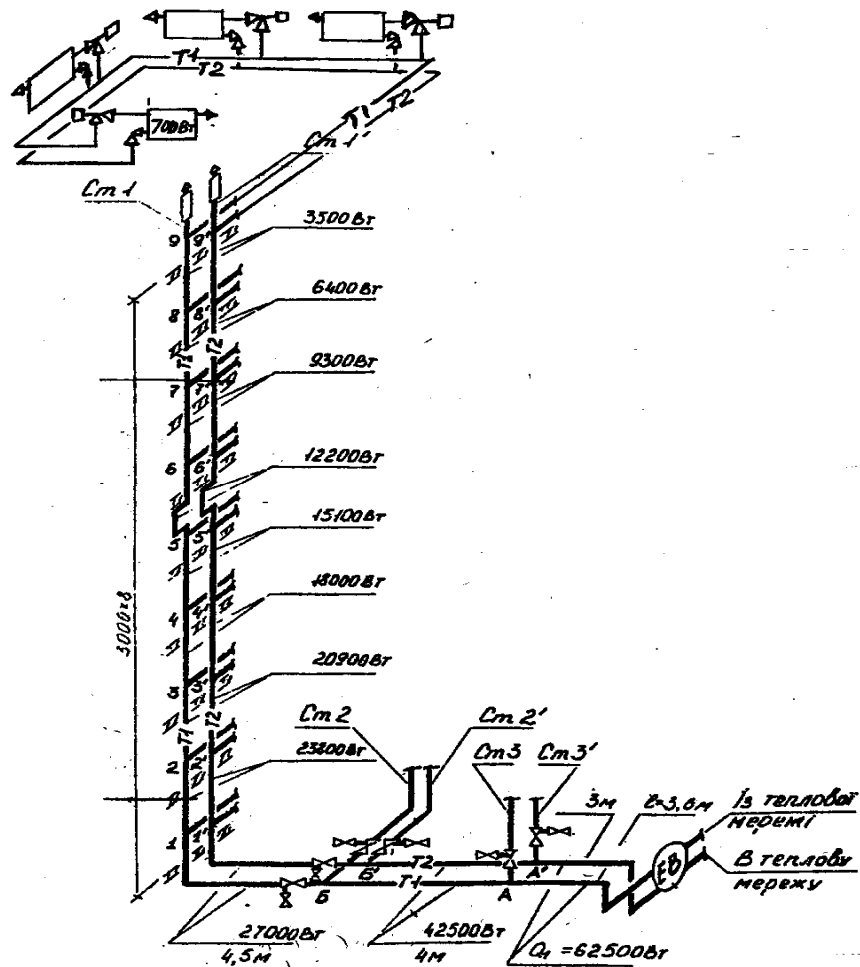


Рис. 9. Схема двохтрубної системи опалення багатоповерхового будинку з горизонтальною розводкою.

В будинках, які мають значну довжину і чітко виражену двосторонню орієнтацію, доцільно використовувати системи пофасадного автоматичного регулювання систем опалення, які адекватно реагують на дію сонячного випромінювання. При цьому в індивідуальному тепловому пункті (ІТП) будинку регулювання витрат води теплової мережі може виконуватись за допомогою елеватора (рис. 10.) або регулюючого клапана з циркуляційною помпою (рис. 11.) залежно від температури зовнішнього повітря. Установка регулюючих приладів замість елеваторів на діючих теплових пунктах не потребує великих затрат. Сучасні циркуляційні помпи, необхідні при такому регулюванні, практично не потребують технічного обслуговування, вони малошумні і економічні з точки зору використання електричної енергії.

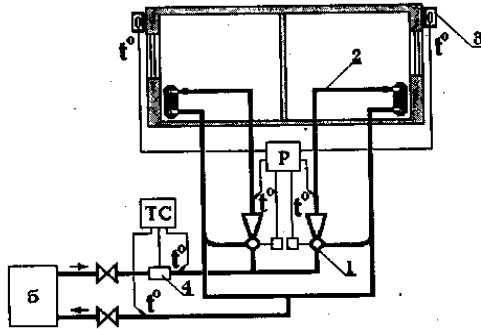


Рис. 10. Схема ІТП будинку з пофасадним регулюванням системи опалення, обладнаного регульованим елеватором:

1 – регулюючий елеватор; 2 – фасадна гілка системи опалення; 3 – погодний бокс; 4 – витратомір теплового лічильника; 5 – теплова мережа; P – регулятор; t° – датчик температури; $ТС$ – лічильник теплоти.

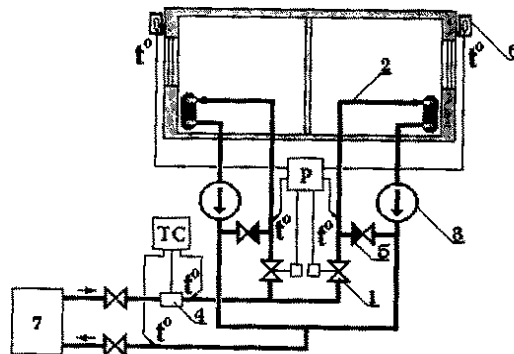


Рис. 11. Схема ІТП будинку з пофасадним регулюванням системи опалення, обладнаного циркуляційною помпою:

1 – регулюючий клапан; 2 – фасадна гілка системи опалення; 3 – циркуляційна помпа; 4 – витратомір теплового лічильника; 5 – зворотний клапан; 6 – погодний бокс; 7 – теплова мережа; P – регулятор; t° – датчик температури; $ТС$ – лічильник теплоти.

Ліквідувати корозію і забруднення трубопроводів і опалювальних приладів можна за допомогою хімічних засобів, при цьому потрібно виконати демонтаж опалювальних приладів. Їх промивку необхідно проводити окремо від промивки труб. У випадках, коли труби сильно пошкоджені корозією, їх потрібно замінити. При цьому можна використати труби із полімерних матеріалів. Але труби із деяких полімерних матеріалів пропускають кисень, який спричиняє корозію металевих елементів системи опалення. Тому варто віддавати перевагу багатозаровим трубам.

Підвищення рівня життя, рівня розвитку суспільства і людини ставлять перед фахівцями все нові вимоги до систем забезпечення мікроклімату в приміщеннях. Санітарно-гігієнічними дослідженнями мікроклімату приміщень встановлено, що ідеальним комфортним розподілом температури повітря по висоті приміщення є температура біля ніг людини приблизно 26°C , а біля голови приблизно 20°C (рис. 12.).

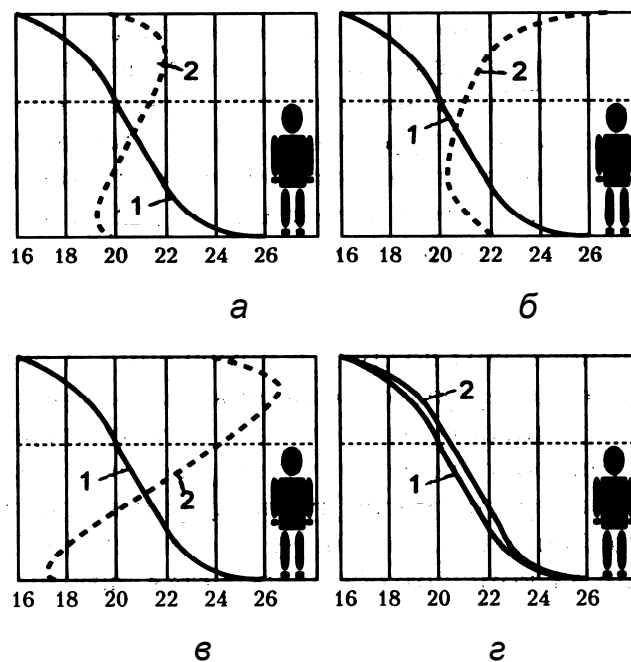


Рис.12. Вплив способу опалення на розподіл температури повітря по висоті приміщення:

а – опалення радіаторами; *б* – опалення через стелю; *в* – опалення повітрям; *г* – підлогове опалення; 1 – ідеальний розподіл температури; 2 – розподіл температури при даному способі опалення.

При використанні радіаторних систем опалення неможливо досягти ідеального розподілу температури повітря по висоті приміщення. При цих системах створюється кільцева циркуляція повітря в приміщенні (рис. 13.): нагріте опалювальним приладом повітря піднімається до стелі і рухається до протилежної стіни де охолоджується, спускається до підлоги і знову повертається до опалювального приладу. Це призводить до охолодження підлоги, температура в кімнаті здається низькою і некомфортною. При цьому збільшуються втрати теплоти через зовнішні огорожуючі конструкції і вентиляційні пристосування, які розміщуються в верхній частині стін або в стелі. Пил піднімається в повітря і циркулює по кімнаті.

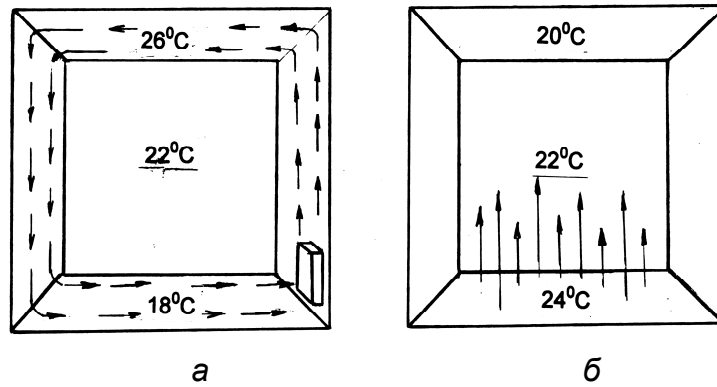


Рис. 13. Схема циркуляції повітря в приміщенні:

- а – при радіаторній системі опалення;
 б – при системі опалення нагрітою підлогою.

Останніми роками в розвинутих країнах почали використовувати системи опалення з розміщенням нагрівальних елементів під настилом підлоги (рис. 14.), або безпосередньо в настилах підлоги. Такими нагрівальними елементами здебільшого служать полімерні чи полімернометалеві багат шарові труби, по яких подається гаряча вода, або спеціальні провідники, по яких проходить електричний струм.

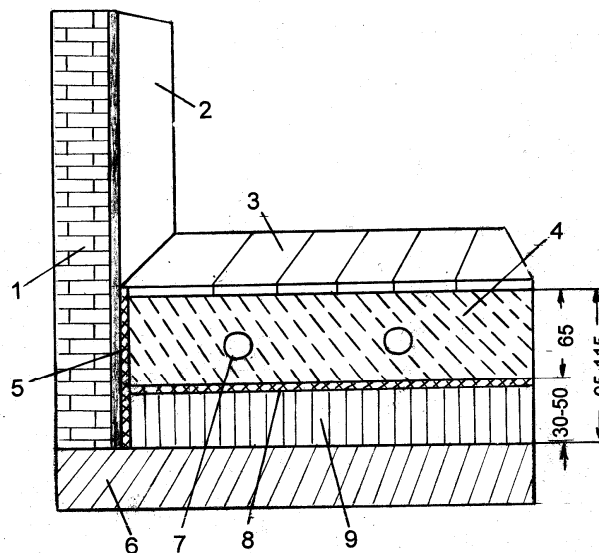


Рис. 14. Схема розміщення труб з теплоносієм під настилом підлоги:

1 – стіна; 2 – штукатурка; 3 – покриття підлоги; 4 – бетонна заливка; 5 – ізоляція стіни; 6 – плита перекриття; 7 – багат шарова труба опалення; 8 – шар гідроізоляції (поліетиленова плівка); 9 – шар теплоізоляції.

Такі системи опалення приміщень мають наступні переваги:
 - оптимальний розподіл температури повітря, що створює додатковий комфорт і затишок в кімнаті;

- температура в кімнаті може бути зниженою на 2-3⁰С у порівнянні з традиційними системами опалення, при цьому знижується швидкість висушування повітря в кімнаті;

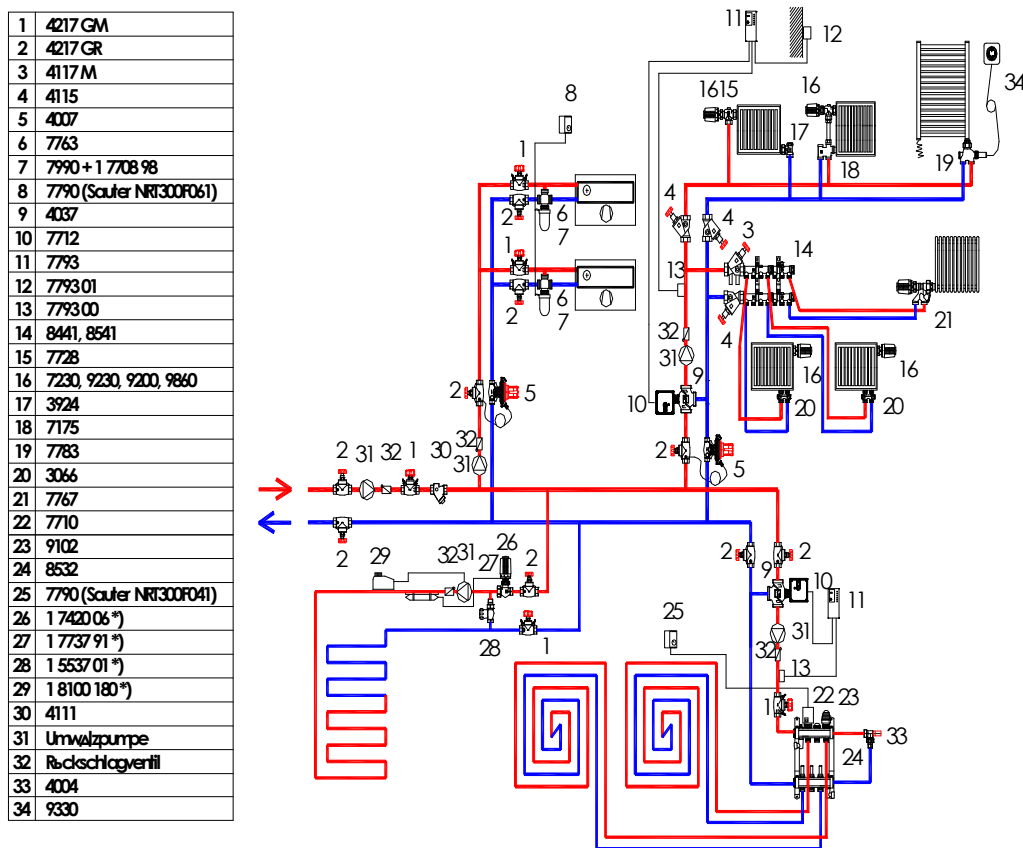
- системи опалення краще піддаються регулюванню, мають значно меншу інерційність, що разом сприяє зниженню на 20% витрат тепла;

- системи опалення більш екологічно чисті і сприятливі для здоров'я, пил не циркулює по кімнаті, тому повітря в них більш чисте, що особливо важливо для людей з астматичними захворюваннями;

- системи опалення не потребують додаткового місця в кімнаті і не заважають побудові і змінам її інтер'єру ;

- простота монтажу, висока надійність і економічність в експлуатації, довговічність понад 50 років.

Системи опалення з розміщенням нагрівальних елементів під настилом підлоги можуть суміщатися з традиційними системами опалення, що особливо важливо при реконструкції вже існуючих систем опалення. На рис. 15. показано схему системи опалення з використанням традиційних радіаторних опалювальних приладів і системи труб для обігріву підлоги, які можуть використовуватись для доповнення або регулювання опалення приміщення.



*) im Fußboden Regelsatz 8100 enthalten

Рис. 15 Схема комбінованої системи опалення з використанням обладнання фірми HERZ

Запитання для самоперевірки

1. Яке призначення систем опалення будинків і споруд?
2. Який вплив на самопочуття і продуктивність праці людини має температура повітря в приміщенні?
3. Який сьогоднішній стан систем опалення в Україні?
4. Назвати основні недоліки однотрубних систем опалення, які найбільш часто використовуються в Україні.
5. Назвати основні переваги двотрубних систем опалення.
6. Які основні напрямки реконструкції систем опалення?
7. Який вплив на розподіл температури повітря по висоті приміщення має спосіб опалення?
8. Які переваги мають системи опалення з розміщенням нагрівальних елементів під настилом або в конструкціях підлоги?
9. Яке використання при реконструкції традиційних систем опалення приміщень може мати додаткове розміщення нагрівальних елементів під настилом або в конструкціях підлоги?

Лекція 4 Реконструкція систем вентиляції

Сучасні умови життя людини вимагають ефективних штучних засобів оздоровлення повітряного середовища. Для цього служать пристосування і обладнання систем вентиляції. Системи вентиляції використовуються для оздоровлення повітряного середовища в житлових, громадських і промислових будинках, у яких здійснюється життєдіяльність людини.

За допомогою системи вентиляції усувається шкідливий вплив на організм людини таких чинників, як надлишкова теплота, надлишкова волога, різні гази і пари хімічних речовин, токсичний і нетоксичний пил, що є продуктом виробничих процесів тощо.

Вентиляція здійснюється за рахунок повітрообміну в приміщеннях, який здійснюється одним із засобів:

- подачею в приміщення чистого зовнішнього повітря;
- видаленням із приміщення забрудненого повітря;
- одночасною подачею чистого і видаленням забрудненого повітря.

Тому за способом здійснення повітрообміну системи вентиляції поділяються на припливні, витяжні і припливно-витяжні. За способом переміщення повітря, що подається або видаляється з приміщення, розрізняють системи природної (неорганізованої та організованої) і штучної (механічної) вентиляції.

До останнього часу, коли почали застосовуватись сучасні огорожуючі конструкції, для вентиляції житла, у тому числі і багатопверхового, улаштовувалась природна витяжна вентиляція з неорганізованим надходженням зовнішнього повітря через нещільності вікон і балконних дверей, а також не досить товсті стіни. Але при будівництві нових і реконструкції раніше збудованих будинків з використанням сучасних захисних конструкцій, надщільних вікон і балконних дверей, які не пропускають ні пилу, ні шуму, ні зовнішнього повітря, системи природної вентиляції практично не працюють. В приміщеннях порушується комфортність проживання: з'являється висока вологість, знижується якість повітря, з'являється вірогідність враження грибками конструкцій. Розгерметизація приміщень шляхом відкривання квартир в герметичних вікнах не дозволяє забезпечувати необхідний мікроклімат і викликає підвищення рівня шуму, який проникає в приміщення, що виходять на вулиці з інтенсивним рухом транспорту. Тому необхідне сучасне вирішення питань вентиляції будинків.

Сучасні системи вентиляції повинні забезпечувати розв'язання двоєдиної задачі:

- повітря в приміщенні має бути максимально свіжим;
- тепловтрати з видаленим повітрям повинні бути мінімальними.

В більшості випадків приміщення необхідно обладнати спеціальними припливними вентиляційними пристроями. Найбільш доцільно такі пристрої влаштовувати в підвіконні. На рис.16. наведено приклад обладнання припливного підвіконного пристрою. Тут забір повітря здійснюється через щілину під відбійним металевим щитком віконного прорізу висотою 2,5 см. Повітря проходить над опалювальним приладом по коробу із тонкої нержавіючої сталі розміром 60x2,5 см. Доходячи до кінця короба, повітря вдаряється об вертикальну стінку короба і потрапляє в приміщення зверху вниз. При цьому припливне повітря змішується з потоком висхідного теплого повітря від нагрівального приладу. Важливою перевагою припливного підвіконного пристрою є можливість регулювати обсяг припливного повітря, що досягається зміною ширини щілини за допомогою спеціального клапану.

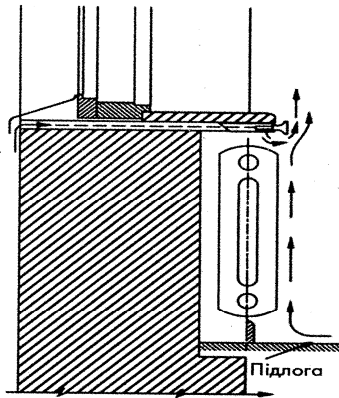


Рис. 16. Підвіконний пристрій для припливу повітря.

На рис. 17. зображено ще один пристрій для децентралізованого припливу зовнішнього повітря в приміщення з підігрівом його опалювальним приладом. В цьому випадку забір повітря здійснюється також під металевим козирком вікна. Далі повітря скеровується вниз, де змішується з повітрям приміщення, піднімається вгору, стикаючись з радіатором опалення, нагрівається і надходить в приміщення. При цьому є можливість за допомогою спеціального регулювального клапана міняти рівень підігріву припливного повітря.

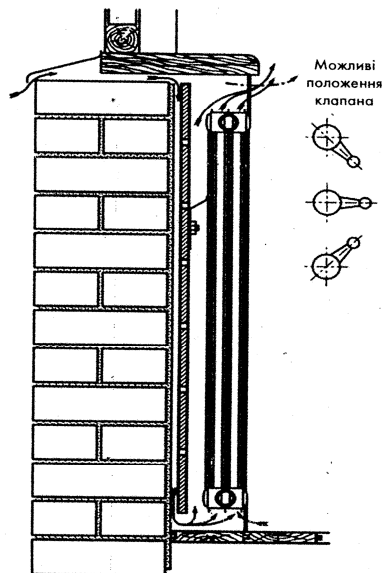


Рис. 17. Підвіконний пристрій для припливу повітря з підігрівом його опалювальним приладом.

Видалення із приміщень забрудненого повітря в більшості випадків забезпечується за рахунок природної витяжної вентиляції, в якій тяга створюється за рахунок різниці температур внутрішнього і

зовнішнього повітря. Робота такої системи вентиляції залежить від погодних умов. Тому для забезпечення стабільної роботи системи вентиляції найбільш доцільно застосовувати видалення із приміщень забрудненого повітря за допомогою вентиляторів.

У вирішенні питань вентиляції житла цікавий досвід спеціалістів Німеччини. Німецькі норми рекомендують такі мінімальні витрати повітря, що видаляється:

- із ванних кімнат (у тому числі з унітазами): $40 \text{ м}^3/\text{год}$, якщо повітря видаляється не менше 12 годин на добу, або $60 \text{ м}^3/\text{год}$ при користуванні та плюс 5 м^3 після припинення користування ванною;

- із туалетів - мінімум половина зазначених вище витрат, тобто, відповідно, 20 та $30 \text{ м}^3/\text{год}$.

Найбільші витрати повітря, що видаляється із санвузлів, встановлені відповідно, 80 та $120 \text{ м}^3/\text{год}$.

Із кухонь рекомендується видаляти не менше $60 \text{ м}^3/\text{год}$ при користуванні ними.

Для житлових кімнат рекомендується утримувати кратність повітрообміну в межах $0,5 \dots 1$, а для всієї квартири в цілому - $0,35$.

Нормами, які діють в Україні, передбачено мінімальну витяжку із індивідуальних ванних кімнат і туалетів по $25 \text{ м}^3/\text{год}$; із - кухонь, обладнаних двоконфорочними газовими плитами, – $60 \text{ м}^3/\text{год}$; 75 і $90 \text{ м}^3/\text{год}$ відповідно при обладнанні кухонь три- і чотириконфорочними газовими плитами; мінімальна витяжка із житлових кімнат - $3 \text{ м}^3/\text{год}$ на 1 м^2 площі.

З наведених прикладів видно, що норми вентиляції Німеччини вищі і, головне, більш гнучкі, ніж норми, які діють в Україні. Дотримання норм вентиляції в Німеччині забезпечується видаленням відпрацьованого повітря через витяжні шахти двох типів:

- вентиляційні шахти з центральною вентиляційною установкою і даховим вентилятором;

- однотрубні витяжні системи із поквартирними вентиляційними установками.

Центральні вентиляційні установки мають свої переваги, але вони не відповідають вимогам енергозбереження, тому що їх режим роботи неможливо ув'язати з роботою всіх елементів системи вентиляції будинку; крім того, з повітрям, яке видаляється,

втрачається тепло. Самі вентилятори великої продуктивності вимагають вживання додаткових заходів щодо зниження рівня шуму і вібрації. Додаткових витрат також потребує розподіл і регулювання кількості повітря, що видаляється з кожної квартири. При цьому є велика вірогідність втручання мешканців у відрегульовану вентиляційну систему, що порушує її роботу.

Перерахованих вище недоліків позбавлені однотрубні системи з поквартирними вентиляторами, застосуванню яких у Німеччині віддається перевага з таких міркувань:

- зменшуються втрати тепла – повітря (а разом з ним і тепло) видаляється тільки в разі потреби;

- регулювання витрат повітря може здійснюватися самим користувачем;

- невелика площа, що її займає вентиляційний стояк, і порівняно малі його діаметри (від 100 до 250 мм), в залежності від кількості поверхів будинку;

- відцентрові поквартирні вентилятори мають невелику продуктивність і створюють менше шуму, ніж центральні дахові.

Крім цього, є можливість використання поквартирних вентиляторів з вмонтованим таймером, за допомогою якого можна управляти роботою системи вентиляції.

За останні роки відбулися значні зміни в обладнанні систем вентиляції громадських та промислових споруд. Розроблене, виготовляється і постачається більш якісне, енергоекономічне і екологічно чисте обладнання. Але реконструкція систем вентиляції громадських та промислових споруд в більшості випадків зводиться не тільки до заміни застарілого обладнання новим, а повна перебудова систем опалення, вентиляції і кондиціонування.

В Україні широко здійснюється реконструкція будівель у відповідності до сучасних будівельних норм енергозбереження та естетики. Яскравим прикладом може бути реконструкція торговельного центру «Універмаг «Україна». Одним із заходів енергозбереження при реконструкції став вибір фасаду будівлі. Система вентилязованого фасаду з утепленням значно знизил втрати теплоти приміщеннями.

Оскільки універмаг «Україна» характеризується періодичним перебуванням людей, з метою економії енергетичних ресурсів

система опалення виконана таким чином: система водяного опалення підтримує температуру всередині приміщень 12°C . Вона функціонує цілодобово. Для доведення температури повітря до розрахункової (21°C) в робочий час працює система повітряного опалення. На кожному поверсі влаштовано окрему двотрубну горизонтальну систему опалення.

Для підтримування комфортних умов в приміщенні універмагу прийнята зональна система з установкою центральних секцій вискоелективних кондиціонерів німецької фірми AL-KO Term, які забезпечують подачу санітарної норми зовнішнього повітря з подальшою його обробкою за допомогою кондиціонерів-доводників.

Для забезпечення приміщень прибудови припливним повітрям встановлено центральні кондиціонери фірми AL-KO Term, до складу яких входять: припливний вентилятор, теплоутилізатор або, інакше кажучи, рекуператор, секції нагрівання та охолодження повітря, фільтри (рис. 18.). Цікавою є робота цієї установки з точки зору енергозбереження. Наприклад, у холодний період року зовнішнє повітря з температурою $t_{\text{ext}} = -22^{\circ}\text{C}$ нагрівається у пластинчатому теплоутилізаторі до $4,1^{\circ}\text{C}$, а повітря, що видаляється з температурою $t_{L1} = 23^{\circ}\text{C}$, охолоджується до $4,3^{\circ}\text{C}$. Подальше нагрівання припливного повітря до 21°C здійснюється у водяному калорифері установки (237,5 кВт). Тобто за рахунок утилізації теплоти економиться до 55% енергії.

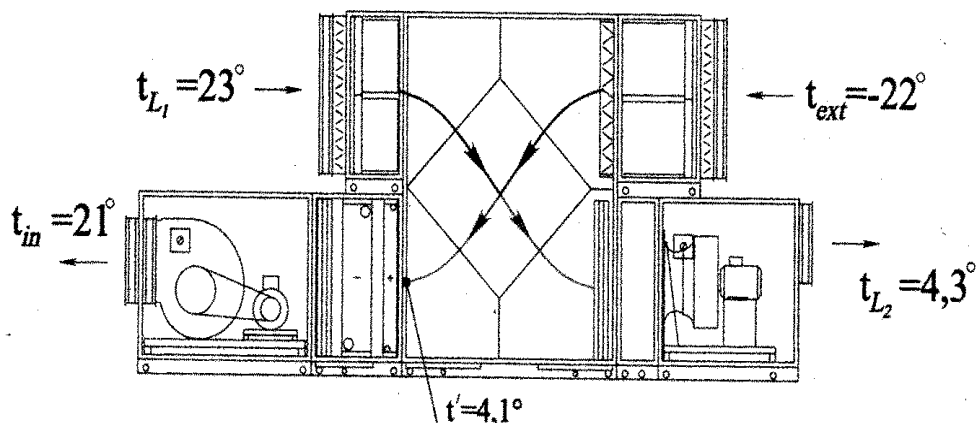


Рис. 18. Схема припливно-витяжної установки AT4 фірми AL-KO Term

Подача та видалення повітря з приміщень здійснюється за схемою зверху -вверх через повітророзподільники, встановлені в підвісних стелях. Кожна припливно-витяжна система обслуговує характерну за теплонадходженням зону. Обрані повітророзподільники забезпечують оптимальний розподіл повітря у приміщенні віяловими насталяючими струминами.

Іншим прикладом вдалої реконструкції, яка значно покращила будівлю, є перебудова готелю «Прем'єр-палац» у м. Києві. Номери готелю мають всі атрибути, характерні для номерів люкс-класу, в першу чергу – систему вентиляції та кондиціонування повітря найвищого класу.

Система вентиляції та кондиціонування повітря спроектована так, щоб підтримувати такі параметри робочої зони:

- у приміщеннях номерів, робочих кімнат, перукарні, кафе-бару, ресторану в теплий період температура повітря $t_{wz} = 22-25^{\circ}\text{C}$, вологість $\phi_{wz} = 55 \pm 7 \%$; у холодний період $t_{wz} = 20-22^{\circ}\text{C}$, $\phi_{wz} = 30 \%$;
- у басейні в теплий період температура повітря є не вищою $t_{wz} = 28^{\circ}\text{C}$; у холодний період $t_{wz} = 29^{\circ}\text{C}$.

Для кондиціонування повітря у приміщеннях готельного фонду прийнято зональну систему з установкою центральних секційних кондиціонерів фірми AL-KO Term, які забезпечують подачу санітарної норми зовнішнього повітря та кондиціонерів-доводників (вентиляторних конвекторів) у кожному приміщенні з можливістю індивідуального регулювання. Передбачено подачу повітря в технічні та допоміжні приміщення. Видалення повітря здійснюється через санвузли та ванні кімнати.

В якості прикладу успішного рішення проблем вентиляції та кондиціонування повітря серед нещодавно збудованих об'єктів слід відзначити Міжнародний виставочний центр (МВЦ) у м. Києві. Проект нового МВЦ став революційним за вирішенням досить складних технічних задач. При проектуванні враховувались міжнародні стандарти та вимоги, зокрема стосовно систем вентиляції та кондиціонування повітря. Під час будівництва першої черги (експозиційна площа 10000 м^2) створено сучасну систему повітрообміну, що відповідає всім вимогам технології, безпеки та комфортності (рис. 19.).

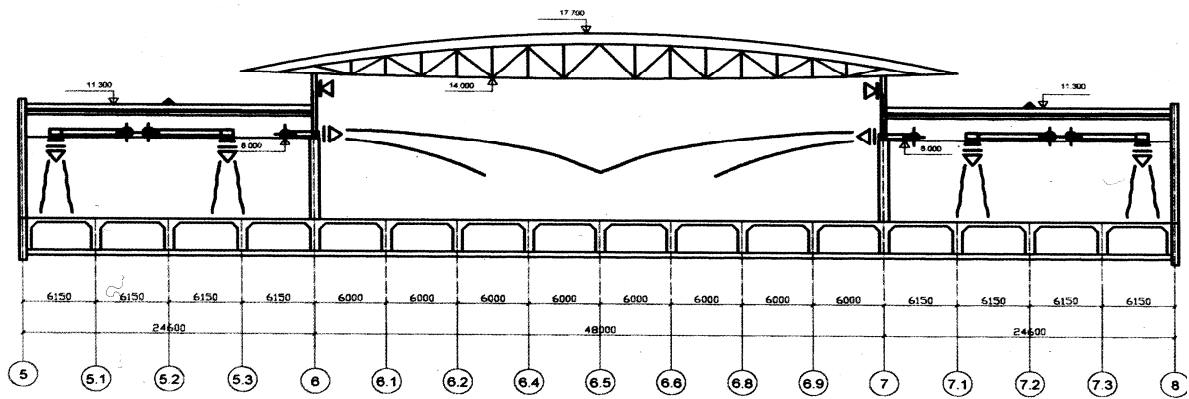


Рис. 19. Схема розподілення потоків повітря у виставочному залі МВЦ.

У приміщенні виставочного залу повітря подається з верхньої зони вертикально вниз закрученими струминами. У центральну частину повітря подається похилими далекобійними струминами. Розподіл повітря виконано зі змінним режимом роботи як за напрямком і формою, так і за швидкістю витоку залежно від періодів року та режимів експлуатації (робочий або черговий режим). Видалення рециркуляційного (у холодний період року) та надлишків повітря здійснюється з верхньої зони, у теплий період року повітря видаляється назовні. Система кондиціонування повітря обладнана кондиціонерами фірми AL-KO Term, які працюють у змінному режимі повітряного (чергового) опалення та охолодження з максимальною рециркуляцією. В якості пристроїв розподілу повітря використано повітророзподільники VDL, які створюють закручені струмини, та далекобійні сопла DUK (Трох). Фронтальний повітророзподільник VDL складається з дифузornoї насадки, з'єднувальної секції та регульованих загнутих лопатей, які здійснюють керування потоком, забезпечуючи горизонтальний, похилий чи вертикальний напрямок повітря. У холодний період року повітророзподільник подає компактну струмину вертикально вниз, що запобігає спливанню струмини при виконанні функцій повітряного опалення. У теплий період положення керуючого апарата є таким, що забезпечує зміну кута розкриття струмини для підтримання оптимальних параметрів у приміщенні.

Для подачі повітря у центральну частину приміщення використані далекобійні сопла, вибір яких обумовлений розміщенням повітророзподільників на великій відстані від обслуговуваної зони. Вони надають можливість досягти великої дальності при оптимальних

акустичних характеристиках. Далекобійні сопла розміщені у бокових зонах. Завдяки спеціальним пристосуванням є можливість у будь який час регулювати напрямок струмини залежно від зміни температури повітря.

Для вибору схем повітрообміну та оптимального розподілу потоків і витрат повітря описаних вище об'єктів використовувалось числове моделювання повітряних і теплових режимів, яке виконувалось співробітниками ЗАТ «Енергомонтажвентиляція» та Київського національного університету будівництва і архітектури. Весь спектр робіт з улаштування систем вентиляції та кондиціонування повітря виконаний фахівцями ЗАТ «Енергомонтажвентиляція».

Запитання для самоперевірки

1. Які основні функції систем вентиляції?
2. Дії яких шкідливих чинників на організм людини запобігають системи вентиляції?
3. Назвати засоби, за рахунок яких здійснюється повітрообмін в приміщенні.
4. Як діють припливні, витяжні і припливно-витяжні системи вентиляції?
5. Як впливає утеплення стін, установка сучасних вікон і балконних дверей при реконструкції будинків на систему вентиляції приміщень?
6. Навести приклади обладнання приміщень спеціальними припливними вентиляційними пристроями.
7. Які переваги і недоліки має обладнання будівель центральними вентиляційними установками?
8. Які переваги має обладнання будівель однотрубними системами з поквартирними вентиляторами?
9. Які основні напрямки реконструкції обладнання систем вентиляції і кондиціонування повітря громадських та промислових споруд?
10. Навести приклади успішного проведення реконструкції обладнання систем вентиляції і кондиціонування повітря громадських споруд?

Лекція 5. Реконструкція систем газопостачання

У паливному балансі України голова роль належить природному газу, частка якого складає 43% порівняно з всіма видами ресурсів, включаючи ядерну енергію і гідроенергію, або понад 50% по відношенню до органічних палив (табл. 5).

Таблиця 4

Баланс органічних палив України (рівень 2000 р.)

Паливо	Рівень споживання	Теплотворна здатність	Використання, млн. т у.п. (%)
Природний газ	72,4 млрд. м ³	8200 ккал/ м ³	84,8 (50,8)
Вугілля	80,0 млн. т	4700 ккал/ кг	53,7(32,18)
Нафта	20 млн. т	10000 ккал/ кг	28,6(17,1)
Всього	-	-	167,1(100)

Необхідність реконструкції систем газопостачання може бути визваною наступними чинниками:

- підключення нових споживачів (окремі житлові будинки, квартали або райони, промислові або комунально-побутові підприємства тощо), газопостачання яких не було враховано при розробці проектів і будівництві газопроводів;

- збільшення об'ємів використання газу споживачами, які вже підключені до газопроводів;

- необхідність заміни труб газопроводів, які відпрацювали свій ресурс, ушкоджені корозією чи за інших причин втратили герметичність.

Густина потоку енергії в газовій трубі на два порядки вища, ніж у трубі з гарячою водою від ТЕЦ, що різко зменшує витрати на будівництво газопроводів у порівнянні з відповідною енергетичною потужністю теплових мереж. Тому при збільшенні потреб в тепловій енергії, зв'язаному з реконструкцією і ущільненням забудови, найбільш доцільно компенсувати ці потреби за рахунок системи газопостачання. При цьому може виникнути необхідність прокладки нових газопроводів, зміни діаметрів труб або на окремих ділянках паралельної прокладки нових газопроводів. Перевірка пропускної здатності уже діючих газопроводів, визначення необхідності прокладки нових труб і зміни їх діаметрів виконуються за допомогою відповідних гідравлічних розрахунків. Для виконання гідравлічних

розрахунків газопроводів розроблені і використовуються спеціальні комп'ютерні програми. Для вводу інформації при виконанні розрахунків виконується спеціальне шифрування газових мереж (конфігурації, діаметрів, довжин ділянок, навантаження тощо). З метою спрощення поставленого перед нами завдання розглянемо тільки питання реконструкції сталевих газопроводів з використанням полімерних матеріалів.

На території України значна частина міських систем газопостачання потребує реконструкції, ремонту і заміни труб газопроводів різних діаметрів і тисків. Багато газопроводів у великих містах України (Київ, Львів, Харків, Дніпропетровськ) вже відпрацювала понад 50 років і подальша затримка їх заміни значно знижує надійність і безпеку подальшої експлуатації систем газопостачання.

До недавнього часу ремонт газопроводів виконувався традиційною заміною непридатних для подальшої експлуатації сталевих труб також сталевими трубами того чи іншого діаметра. Така заміна пов'язана з виконанням великих об'ємів робіт по розбиранню і поновленню дорожніх покриттів, копанню траншей, вивозу вийнятого ґрунту, завезенню піску для засипання траншей під проїзними частинами вулиць, поновленню зелених насаджень. В стиснених умовах міст це створює значні незручності для населення, порушує транспортні потоки, потребує значних матеріальних і грошових затрат. В більшості випадків старі труби залишаються в землі, що створює значні незручності і не сприяє безпеці газопостачання.

В багатьох розвинених країнах для ремонту і реконструкції трубопроводів різного призначення широко використовуються різні синтетичні матеріали і технології, які дозволяють виконувати ці роботи без відкопування або тільки часткового відкопування труб, які потребують ремонту чи заміни, знизити строки виконання робіт, скоротити на 80-90% об'єми земляних і дорожніх робіт.

Так, в США, Великобританії, Франції, Німеччині, Італії, Данії і в інших країнах нагромаджено значний досвід ремонту і реконструкції газопроводів діаметром від 100 до 900 мм протягуванням в них спеціального шлангу або «панчохи» із синтетичної тканини, яка щільно прилягає до внутрішніх стінок труби і не тільки не зменшує її

пропускну здатність, а навіть збільшує її за рахунок зменшення шорсткості внутрішніх стінок труб. Перед протягуванням внутрішні стінки труб очищуються спеціальними скребками і йоржами від іржі, окалини і бруду, трубопровід продувається повітрям і оглядається з використанням спеціальних пересувних телевізійних камер. Внутрішні стінки труб, які ремонтуються, за допомогою пересувних форсунок покриваються спеціальним клеєм, потім в трубу в складеному вигляді протягується шланг чи «панчоха», яка після роздування стисненим повітрям або пароповітряною сумішшю з температурою 105⁰С щільно приклеюється до стінок труби.

Фірма British gas ремонт і реконструкцію газопроводів проводить протягуванням поліетиленових труб трохи більшого діаметру ніж внутрішній діаметр трубопроводу, який ремонтується. Перед протягуванням поліетиленова труба пропускається через спеціальне підігріте обжимне пристосування, яке разом з зусиллям лебідки забезпечує зменшення діаметра труби і можливість її протягування в трубі, яка ремонтується. Після зняття зусилля лебідки поліетиленова труба намагається повернутися до свого попереднього діаметру і щільно притискується до внутрішніх стінок газопроводу, що ремонтується.

Фірма Wavin ремонт і реконструкцію газопроводів діаметром від 100 до 400 мм виконує протягуванням в них попередньо деформованих поліетиленових труб. Попередня деформація поліетиленових труб виконується на спеціальному пристосуванні в нагрітому чи холодному стані. Попередньо деформована нагріта поліетиленова труба при вистиганні зберігає надану їй форму. Для утримання в заданій формі деформована в холодному стані поліетиленова труба обв'язується спеціальними смужками із синтетичного матеріалу. Попередньо деформовані поліетиленові труби намотуються на спеціальні котушки і в такому вигляді завозяться до місця використання. Попередньо деформовані поліетиленові труби протягуються в очищені від іржі, окалини і бруду труби газопроводу, який ремонтується. Для надання первісної форми деформовані в гарячому стані поліетиленові труби прогріваються за допомогою водяної пари, яка подається від спеціального котла. При прогріванні поліетиленові труби завдяки своїй «пам'яті» повертаються до своєї первісної форми.

В деформовані в холодному стані поліетиленові труби подається стиснене повітря, яке створює тиск в поліетиленовій трубі і підвищує її зусилля деформації, що призводить до руйнування смужок із синтетичного матеріалу, повернення труби до первісної форми (рис. 20.) і щільного притискування до внутрішніх стінок газопроводу, який ремонтується.

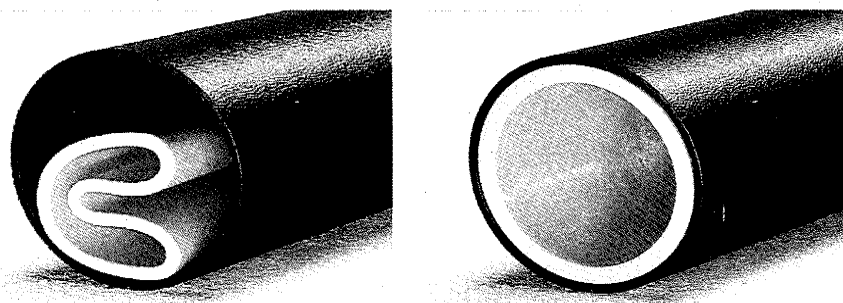


Рис. 20. Схема реконструкції сталевого газопроводу з використанням попередньо деформованих поліетиленових труб

В табл. 5 представлено дані про діаметри, стандартні співвідношення розмірів (SDR – зовнішній діаметр труби в мм розділений на товщину її стінок також в мм) і кількість попередньо деформованих поліетиленових труб, які можуть бути намотані на котушку.

Таблиця 5

Основні параметри попередньо деформованих поліетиленових труб

Умовні діаметри труб, мм	SDR	Максимальна довжини труб на котушці, м
100	17	700
150	26	550
150	17	550
200	26	340
200	17	340
225	26	300
225	17	300
250	26	230
250	17	230
300	26	175
300	17	175
400	26	95
400	17	95

Фірма Gaz de France і багато інших ремонт і реконструкцію газопроводів виконують протягуванням в них поліетиленових труб. Цей метод і раніше використовувався в колишньому СРСР. Так, в Москві ще до 1981 року ряд газопроводів було реконструйовано протяжкою поліетиленових труб. Для протягування використовувались поліетиленові труби загального призначення, які виготовлялися згідно ГОСТ 18599-72 і доставлялися на будівельний майданчик у відрізках довжиною 5,5...6 м. Зварювання труб виконувалось нагрітим інструментом встик. Розроблено і в 1979 році затверджено «Альбом технологічних карт ремонту сталевих газопроводів методом протяжки поліетиленових труб». Роботи з ремонту газопроводів протягуванням поліетиленових труб виконувались і в м. Саратові. Але через погану якість поліетиленових труб, відсутність методів неруйнівного контролю зварюваних стиків і недотримання технологічних вимог при виконанні робіт із декількох відремонтованих газопроводів в Москві виникли витіки газу. Тому було визнано недоцільність подальшого використання цього методу ремонту газопроводів.

З 1990 року в Москві відновилися роботи з ремонту і реконструкції газопроводів протягуванням поліетиленових труб з використанням технології фірми Gaz de France; розроблена «Інструкція з проектування, будівництва і експлуатації поліетиленових газопроводів, що прокладаються методом протяжки всередині металевих труб». Цю інструкцію введено в дію в Україні наказом по Держкомнафтогаз від 17 січня 1994 р. № 14. Наказ погоджено Держнаглядохоронпраці України.

В Україні створено спільне підприємство з фірмою Gaz de France «Укрффрагаз», яке вже виконало реконструкцію ряду газопроводів протягуванням поліетиленових труб у містах Львові, Одесі і Києві. Декілька будівельно-ремонтних підприємств України самостійно почали освоювати технологію і виконувати роботи з реконструкції сталевих газопроводів протягуванням поліетиленових труб.

Для будівництва нових і реконструкції діючих газопроводів в Україні використовуються поліетиленові труби, які відповідають вимогам ДСТУ Б В.2.7-73-98 «Труби поліетиленові для подачі горючих газів».

В Україні більшість питань реконструкції сталевих газопроводів тиском до 0,6 МПа протягуванням поліетиленових труб врегульовано ДБН В.2.5-20-2001 «Газопостачання». Співвідношення діаметрів сталевих газопроводів, що реконструюються, та поліетиленових труб, що протягуються, визначається, виходячи з можливості вільного проходження поліетиленових труб та зварювальних деталей усередині сталевих труб. Згідно цих норм максимальний зовнішній діаметр поліетиленових труб стосовно внутрішніх діаметрів сталевих газопроводів, що реконструюються, слід приймати на 20 мм меншим для поліетиленових газопроводів без зварних з'єднань і на 40 мм меншим – для поліетиленових газопроводів із зварними з'єднаннями. Проводити реконструкцію дозволяється на всіх ділянках, у тому числі при перетині газопроводами вулиць та автодоріг усіх категорій, залізниць загальної мережі та промислових підприємств, трамвайних колій та водних перешкод.

Реконструкцію дозволяється виконувати без зміни категорії тиску діючих газопроводів та зі зміною категорії тиску діючих (що реконструюються) газопроводів з низького на середній або із середнього на високий (до 0,6 МПа на території селищ та сіл і для міжселищних газопроводів).

Реконструкція сталевих газопроводів виконується ділянками, довжина яких встановлюється залежно від міцностних характеристик поліетиленових труб, що протягуються, місцевих умов проходження траси, можливості вільного проходження поліетиленових газопроводів, прийнятої технології реконструкції, щільності забудови, кількості відгалужень, наявності крутих поворотів та різких перепадів висот в газопроводі, що реконструюється.

При наявності на ділянках, що реконструюються, відводів або трійникових відгалужень, протягування через них поліетиленових труб не рекомендується. В таких місцях необхідно передбачати вирізку з'єднувальних деталей сталевих газопроводів та заміну їх поліетиленовими з'єднувальними деталями.

Кінці ділянок газопроводів, що реконструюються, між поліетиленовими і сталевими трубами повинні бути ущільнені діелектричними матеріалами (гумові втулки, термоусадочні плівки, ущільнення з пінополіуретан-мікрофлексу, пінофлексу).

В табл. 6. наведено діаметри поліетиленових труб, які рекомендуються для протягування при реконструкції сталевих газопроводів і коефіцієнти зменшення прохідного перерізу газопроводу після реконструкції.

Таблиця 6

Діаметри поліетиленових труб, які рекомендуються для протягування при реконструкції сталевих газопроводів

Умовний діаметр сталевих труб, які реконструюються, мм	Зовнішній діаметр поліетиленових труб, який рекомендується при протягуванні, мм	Коефіцієнт зменшення прохідного перерізу	
		SDR 11	SDR 17,6
40	20	8,6	-
50	32	4,9	-
65	50	4,6	-
80	40	4,2	-
100	63	3,8	-
150	110	2,8	-
200	160	2,6	2,2
250	200	2,6	2,2
250	225	2,0	1,7
300	250	2,3	2,0
350	315	2,6	1,7

Роботи з реконструкції сталевих газопроводів протягуванням поліетиленових труб повинні виконуватись згідно спеціально розробленого проекту. При протягуванні поліетиленових труб значно зменшуються прохідні перерізи труб (табл. 7.) і пропускна спроможність газопроводів. Тому при розробці проекту особлива увага повинна бути звернена на гідравлічний розрахунок всієї системи газопостачання, яка підлягає реконструкції.

При реконструкції сталевих газопроводів протягуванням поліетиленових труб в зв'язку зі зменшенням їх пропускної здатності в більшості випадків доводиться переводити їх з низького тиску на середній тиск і з середнього тиску на високий тиск (до 0,6 МПа на території селищ та сіл і для міжселищних газопроводів) з установкою додаткових регуляторів тиску газу для газопостачання споживачів і подачі газу в газопроводи, які були безпосередньо підключені до реконструйованих газопроводів.

При реконструкції газопроводів протягуванням поліетиленових труб в місцях підключення споживачів чи інших газопроводів і розташування приямків для введення поліетиленових труб в сталевих трубах газопроводу, який реконструюється, вирізаються ділянки довжиною 1,0...2,0 м, що призводить до порушення системи активного захисту газопроводів від корозії. Тому в проектах реконструкції газопроводів необхідно розробляти окремий розділ захисту газопроводів від корозії. В більшості випадків для забезпечення електричного зв'язку між окремими ділянками сталевих труб влаштовуються спеціальні шунтуючі перемички із сталевих смуг, мідних чи алюмінієвих кабелів.

До початку протягування поліетиленових труб внутрішню порожнину сталевого газопроводу необхідно очистити шляхом протягування йоржа та продування повітрям. При реконструкції газопроводів в складних умовах стан внутрішніх стінок газопроводу перевіряється з використанням спеціальних пересувних телевізійних камер. Стан внутрішньої поверхні газопроводу, що реконструюється, ступінь його очищення та готовність до протягування в ньому поліетиленових труб слід перевіряти шляхом протягування контрольного відрізка поліетиленової труби довжиною 3 м діаметром рівним діаметру поліетиленового газопроводу. При наявності в поліетиленовому газопроводі зварних з'єднань, контрольний відрізок, що протягується, повинен мати аналогічне з'єднання.

Якщо під час прочищення та контрольного протягування йорж або відрізок поліетиленової труби застряв, в місці знаходження перешкоди, яке фіксується довжиною канату, що знаходиться всередині сталевого газопроводу, відривається додатковий котлован, вирізається ділянка сталевого газопроводу, усувається причина, що перешкоджає проходженню йоржа або контрольного відрізка поліетиленової труби.

При наявності на поверхні контрольного відрізка поліетиленової труби, який протягується, пошкоджень (подряпин, задири тощо) повинен передбачатися захист поверхні поліетиленових труб за допомогою пластмасових кілець або канату, що закріплюється на трубі з кроком 1,5...2,0 м.

Рекомендується для захисту від пошкодження поліетиленових газопроводів використовувати пластмасові гофровані труби, попередньо протягнені усередині сталевих труб.

Перед початком протягування поліетиленової труби всередині сталевому газопроводу в місцях вводу та виводу її зі сталевому трубопроводу слід встановлювати гладкі розтрубні втулки, а поліетиленовий газопровід повинен бути захищений від подряпин та інших механічних ушкоджень при протягуванні його всередині сталевому трубопроводу. Технічні рішення протягування поліетиленових труб повинні визначатися проектом виконання робіт.

На ділянках газопроводу, що реконструюється, поліетиленові газопроводи, як правило, не повинні мати зварних та інших з'єднань. При неможливості виконання зазначеної умови допускається використання труб з'єднаних терморезисторним зварюванням. Для труб діаметром більшим 110 мм при їх протягуванні в сталевому газопроводі допускається застосовувати зварювання нагрітим інструментом встик.

Підготовлений до протягування поліетиленовий газопровід за допомогою буксировочної головки та спеціального захвату прикріплюється до кінця тягового канату. Протягування рекомендується робити плавно, без ривків шляхом намотування тягового тросу на барабан лебідки, зачепленням його за колісний трактор, або інший тягучий механізм, що забезпечує швидкість протягування в межах 4...12 м/хв. Для полегшення руху поліетиленового газопроводу і тягового канату при протягуванні рекомендується використання направляючих та вхідних роликів. При протягуванні необхідно за допомогою динамометрів контролювати зусилля на тяговому тросі, яке не повинно бути більшим допустимого.

Рекомендується перед протягуванням поліетиленові труби на котушці або зварені в нитки випробувати тиском повітря, передбаченим нормами для випробування «на міцність».

На час реконструкції від газопроводів відключаються споживачі газу. Для скорочення проміжку часу, протягом якого споживачі не мають можливості користуватись газом, реконструкцію газопроводів доцільно виконувати окремими ділянками, або прокладати тимчасові газопроводи (байпаси) з сталевих або поліетиленових труб, підключені до діючих ділянок газопроводів.

Багато закордонних фірм при реконструкції керамічних і чавунних трубопроводів різного призначення використовують

спеціальне пристосування, яке руйнує старі труби і розширює трубний простір, що дозволяє протягувати поліетиленові труби більшого діаметру ніж труби, які реконструюються.

Запитання для самоперевірки

1. Яка роль в паливному балансі України належить природному газу?
2. Чому додаткові потреби в енергії, які виникають при реконструкції і ущільненні забудови, найбільш доцільно компенсувати за рахунок системи газопостачання?
3. Охарактеризувати загальний стан систем газопостачання України.
4. Які основні методи ремонту і реконструкції підземних трубопроводів?
5. Які переваги має метод ремонту і реконструкції підземних газопроводів протягуванням в них спеціального шлангу або «панчохи» із синтетичної тканини?
6. Які переваги має метод ремонту і реконструкції підземних газопроводів протягуванням в них попередньо деформованих поліетиленових труб?
7. Які переваги і недоліки має метод ремонту і реконструкції підземних газопроводів протягуванням в них поліетиленових труб?
8. Які поліетиленові труби використовуються в Україні для будівництва нових і реконструкції діючих газопроводів?
9. Чи можна змінювати категорію тиску діючих газопроводів при їх реконструкції?
10. Яке співвідношення необхідно витримувати між внутрішнім діаметром сталевих газопроводів, що реконструюється, і зовнішнім діаметром поліетиленових труб, що протягуються?
11. Як змінюється пропускна здатність сталевих газопроводів при їх реконструкції протягуванням поліетиленових труб?
12. Як з'єднуються поліетиленові труби при реконструкції підземних газопроводів?
13. Які особливості захисту сталевих газопроводів від корозії при їх реконструкції протягуванням поліетиленових труб?

Список літератури

1. *Бачинська Л.Г.* Архітектура житла: Проблеми теорії та практики структуроутворення. – К.: Грамота, 2004. – 408 с.
2. *Хаванов П.* Автономна система тепlopостачання – альтернатива чи крок назад?// Ринок інсталяційний. – К.: 2004. – № 7 - 8. – с. 16-18.
3. *Карп И.Н.* Энергосбережение в Украине: проблемы и пути решения. // Экотехнологии и ресурсосбережение. – К.: 2004. – №4. - с.3-13.
4. *Поровський М.* Політика енергозбереження. // Енергозберігаючі технології та автоматизація. – К.: 2001. – № 6 - 7. – с. 4 - 8.
5. *Пырков В.В.* Особенности современных систем водяного отопления. – К.: ІІ ДП «Такі справи», 2003. – 176 с.
6. *ГОСТ 12.1.005-88* Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны. – М.: Издательство стандартов, 1988, - 75 с.
7. *Пирков В.В.* DANFOSS: Одно- і двотрубні системи водяного опалення – гідравлічні і економічні відмінності. // Ринок інсталяційний. – К.: 2004. – № 3. – с. 46-47.
8. *Модернізація систем опалювання.* (За матеріалами журналу «Термоено-васје» №1'99). // Ринок інсталяційний. – К.: червень 1999. – с. 15-16.
9. *Вольфган Файст* Оптимальна вентиляція в «пасивному будинку». // Монтаж + технологія. – К.: 2002. – № 8. – с. 26-28.
10. *Тихомиров К.В., Сергеевко Э.С.* Теплотехника, теплогазоснабжение и вентиляция. – М.: Стройиздат, 1991. – 480 с.
11. *Пільке Рюдігер* Техніка для вентиляції та кондиціонування повітря. // Монтаж + технологія. – К.: 2004. – № 2. – с. 54-55.
12. *Корбут В.П.* Особливості створення повітряно-теплових режимів. // Монтаж + технологія. – К.: 2004. – № 4. – с. 92 -98.
13. *Нимич Г.В., Михайлив В.А., Бондарь Е.С.* Современные системы вентиляции и кондиционирования воздуха. – К.: ТОВ «Видавничий будинок «Аванпост – Прим», 2003. – 630 с.
14. *Марчук П.Ф.* Використання поліетиленових труб для будівництва газопроводів. Навчальний посібник. – К.: КНУБА, 2005. – 47с.
15. *ДСТУ Б В.2.7-73-98* Труби поліетиленові для подачі горючих газів. Технічні умови. Введений в дію від 28.10. 1998 р. - К.: Держбуд України, 1988. – 42 с.
16. *ДБН В.2.5-20-2001* Газопостачання. Чинні з 01.08.2001.–К.: Держбуд України, 2001. – 286 с.

17. *ДБН 360-92** Містобудування. Планування і забудова міських і сільських поселень. Мінбудархітектури України. – К.: Укрархбудінформ, 1993. – 107 с. Чинні з 01.01.92.

18. *Інструкція* по проектированию, строительству и эксплуатации полиэтиленовых газопроводов, прокладываемых методом протяжки внутри металлических труб. Введена в действие в Украине приказом по Госкомнефтегаз от 17 января 1994 г. № 14.

19. *СП 42-103-97* Восстановление стальных подземных газопроводов с использованием синтетических тканевых шлангов и специального клея. – М.: Госстрой России, 1997. – 8 с.

20. *СП 42-103–2003* Проектирование и строительство газопроводов из полиэтиленовых труб и реконструкция изношенных газопроводов. – М.: ЗАО «Полимергаз», 2004. – 87 с.

ДЛЯ НОТАТОК

ДЛЯ НОТАТОК

