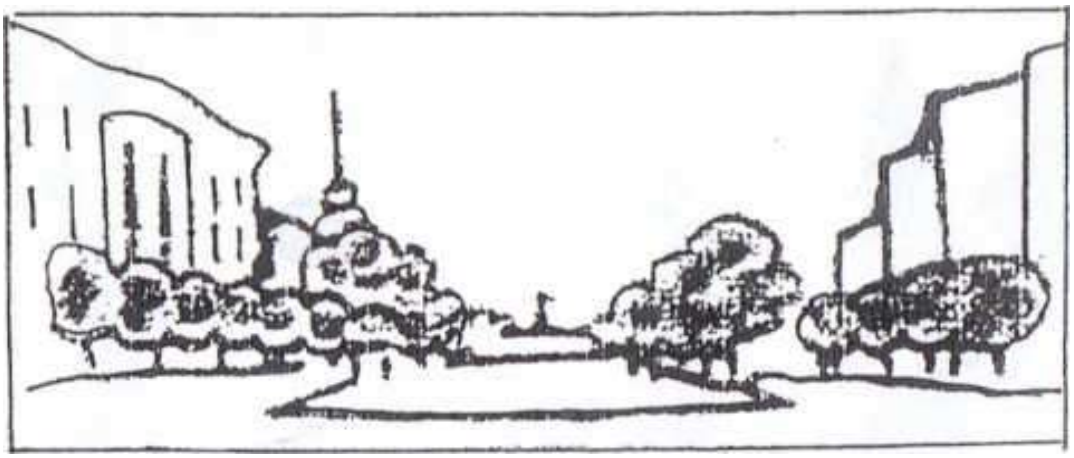
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«УЖГОРОДСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»
ІНЖЕНЕРНО-ТЕХНІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
КАФЕДРА МІСЬКОГО БУДІВНИЦТВА І ГОСПОДАРСТВА

НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНИЙ КОМПЛЕКС ЛЕКЦІЙ З ДИСЦИПЛІНИ «ТЕПЛОГАЗОПОСТАЧАННЯ ТА ВЕНТИЛЯЦІЯ»



Ужгород 2025

Навчально-методичний комплекс лекцій з дисципліни «Теплогазопостачання та вентиляція» рекомендовано кафедрою МБГ ІТФ, протокол № __10_ від 23 квітня___ 2025 р. для студентів 3 курсу спеціальності «Будівництво та цивільна інженерія», ОП «Міське будівництво та господарство»

/ Оксана Микайло. Ужгород: УжНУ. – 94 ст./

Укладач: к.фіз-мат.н., доц. Оксана Микайло

Рецензент: к.т.н., доц. Йолана Голик, кафедра міського будівництва і господарства, ДВНЗ УжНУ Ужгород;

Затверджено вченою радою ІТФ ДВНЗ УжНУ

« 12 » травня 2025 року, протокол № 5

Предмет курсу

Предметом курсу є дисципліна «Теплогазопостачання та вентиляція». Основними завданнями, що мають бути вирішені в процесі вивчення даної дисципліни, є теоретична і практична підготовка студентів з таких питань як:

- фізичних процесів і явищ, що відбуваються як у будівлях, так і безпосередньо в системах опалення, газопостачання, вентиляції;
- вивчення понять, складових та призначення систем теплогазопостачання та вентиляції житлових, громадських і промислових будівель і споруд;
- вивчення основних положень по проектуванню та застосуванню обладнання будівель інженерними системами теплопостачання, газопостачання, вентиляції.

Для вивчення цих питань застосовуються відповідні нормативні документи, літературні джерела та практичні матеріали.

Мета і завдання дисципліни

Головною метою вивчення дисципліни «Теплогазопостачання та вентиляція» є формування знань та практичних навиків, пов’язаних з вирішенням питань у галузі опалення, вентиляції та газопостачання, у тому числі санітарної техніки.

У процесі вивчення дисципліни читаються лекції, проводяться практичні заняття. Значна частина часу відводиться для самостійного опрацювання матеріалу. Студентами виконується курсовий проект.

Здобувачі освітнього ступеню бакалавр отримують компетентності в призначенні і класифікації інженерного обладнання для опалення, вентиляції та газопостачання, його основних елементів; санітарно-технічних і екологічних вимог, які висуваються до інженерного обладнання будівель; головних вимог по застосуванню, проектуванню та експлуатації систем опалення, газопостачання, вентиляції та кондиціювання; принципів роботи

сучасних систем та економічних аспектів проектування та експлуатації інженерних систем та обладнання.

Зв'язок дисципліни з іншими дисциплінами

Даний курс безпосередньо пов'язаний із такими дисциплінами як: вступ до будівельної справи, інженерна геодезія; нарисна геометрія, інженерна графіка, урбаністика, планування і благоустрій міст. Для студентів спеціальності «Будівництво та цивільна інженерія» ОП «Міське будівництво і господарство» курс є однією з основних дисциплін для проектування об'єктів інфраструктури і міського господарства.

Контроль знань студентів

За час вивчення дисципліни студенти виконують ряд практичних робіт, здають екзамен із дисципліни та виконують курсовий проект. Для модульного контролю студенти виконують завдання визначені викладачем у строки визначені деканатом.

Перелік запитань для заліку з курсу

«Теплогазопостачання та вентиляція»

1. Дайте визначення поняттям: мікроклімат виробничих приміщень, робоче місце, робоча зона.
2. Наведіть основні параметри мікроклімату.
3. Які є фактори нормування параметрів мікроклімату.
4. Дайте визначення поняттям: оптимальні мікрокліматичні умови, та допустимі мікрокліматичні умови.
5. Якими заходами забезпечуються належні метеорологічні умови у виробничих приміщеннях.
6. Розкрийте поняття: шкідливі речовини, та ГДК.
7. Наведіть класи небезпеки шкідливих речовин.

8. На які органи або системи людини діють шкідливі речовини.

9. Як визначається ГДК при одночасному вмісті в повітрі робочої зони декількох шкідливих речовин аналогічної дії.

10. Наведіть основні заходи та засоби нормалізації параметрів мікроклімату, які використовуються на виробництві.

11. Як впливають параметри мікроклімату на організм людини.

12. Що таке опалення та система опалення.

13. Основні елементи опалення, дайте стислу характеристику кожного.

14. Класифікація систем опалення.

15. Місцеві системи опалення.

16. Центральні системи опалення та їх характеристика.

17. Теплоносії, що використовуються в опалювальних системах.

18. Характеристика теплоносіїв для опалення.

19. Переваги та недоліки водяної системи опалення.

20. Переваги та недоліки парової системи опалення.

21. Переваги та недоліки повітряної системи опалення.

22. Переваги та недоліки газового опалення.

23. Переваги та недоліки електричного опалення.

24. Закриті водяні системи.

25. Відкриті водяні системи.

26. Двотрубні водяні системи.

27. Тритрубні водяні системи.

28. Парові системи.

29. Що таке вентиляція.

30. Класифікація вентиляції.

31. Природна вентиляція.

32. Механічна вентиляція.

33. Загальнообмінна вентиляція.

34. Місцева вентиляція.

35. Аварійна вентиляція.

36. Чим обумовлюється зниження надійності теплових мереж.

37. Основні показники якості теплопостачання.

38. Основні методи виявлення ушкоджень на теплових мережах.

39. Охорона праці при експлуатації теплових мереж.

40. Види опалювальних пристроїв в сучасних будівлях.

41. Основні показники для вибору виду опалювального приладу.

42. Розміщення опалювальних приладів?

43. Розрахунок температури теплоносія води в опалювальних приладах?

44. Види регулювання теплопередачі опалювальних приладів.

45. Основні принципи автоматичного регулювання теплопередач опалювальних приладів.

46. Правила встановлення опалювальних приладів.

47. Газотранспортна система України.

48. Основні складові газових мереж.

49. Види горючих газів, що використовуються в газопостачанні

50. Вимоги до газів, які застосовуються в комунальному господарстві.

51. Норми витрат газу.

52. Режими споживання газу. Розрахункові витрату газу

53. Класифікація систем газопостачання за призначенням.

54.Класифікація систем газопостачання залежно від тиску газу, що транспортується (газопроводи високого, середнього та низького тиску).

55. Класифікація систем газопостачання за місцезнаходженням.

56. Основні типи систем розподілу газу.

57. Основні елементи міських газових розподільчих мереж.

58. Схеми прокладання міських мереж низького тиску.

59. Підземні газопроводи. Вимоги до їх прокладання.

60. Надземні газопроводи. Вимоги до їх прокладання.

61. Переходи газопроводів через природні та штучні перешкоди.

62. Вимоги до встановлення відключаючих пристроїв на газопроводах.

63. Труби, арматура та обладнання газопроводів.

64. Методи захисту трубопроводів від корозії

65. Випробування газопроводів на міцність. Мета, етапи проведення.

66. Випробування газопроводів на герметичність. Мета, етапи проведення.

67. Вимоги до влаштування внутрішньобудинкового газопроводу

68. Вимоги до встановлення вимикаючих приладів

69. Газові прилади. Номінальне навантаження.

70. Мета та порядок розрахунку внутрішньобудинкових газопроводів.

Тема 1. Мікроклімат приміщень та системи, що його забезпечують

Загальне поняття про мікроклімат та параметри, що його характеризують. Роль основних комфортних умов для здоров'я людини.

Мікроклімат виробничих приміщень – це сукупність параметрів повітря у виробничому приміщенні, які діють на людину у процесі праці, на його робочому місці, у робочій зоні.

Робоче місце – територія постійного або тимчасового знаходження людини у процесі праці.

Робоча зона – частина простору робочого місця, обмежене по висоті $2_м$ від рівня підлоги.

Параметри мікроклімату:

1) температура повітря Т, ^{0}С;

2) відносна вологість Y, %;

3) швидкість руху повітря V, м/с.

Значні коливання параметрів мікроклімату можуть привести до порушення терморегуляції організму (здатність організму утримувати постійну температуру), що приводить до порушення системи кровообігу, загальної слабкості і т.п.

Основними нормативними документами, що регламентують параметри мікроклімату виробничих приміщень, є ДСН 3.3.6.042-99 "Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень" та ГОСТ 12.1.005-88 "Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны".

Ці параметри нормуються для робочої зони - визначеного простору, в якому знаходяться робочі місця постійного або непостійного (тимчасового) перебування працівників.

Параметри мікроклімату нормуються залежно від наступних факторів:

1. Період року:

а) теплий (середньодобова температура навколишнього повітря більше +10 ^{0}С);

б) холодний (середньодобова температура навколишнього повітря менше +10 ^{0}С).

2. Категорія важкості робіт:

Класифікація робіт за важкістю та енерговитратами (ДСН 3.3.6.042-99) представлена в таб. 1.1.

Таблиця1.1.

Категорія робіт	Характеристика робіт	Енерговитрати
I - легка	роботи, що виконуються сидячи, стоячи, або пов'язані з ходьбою, але не потребують систематичного напруження або піднімання та перенесення вантажів	до 150 ккал/год (174Дж/с)
IIа - середньої важкості	роботи, що виконуються сидячи, стоячи або пов'язані з ходьбою, але не потребують перенесення вантажів	від 151 до 200 ккал/год (175-232 Дж/с)
IIб- середньої важкості	роботи, пов'язані з ходьбою і перенесенням вантажів вагою до 10 кг	від 201 до 250 ккал/год (233-290 Дж/с)
III - важка	роботи, пов'язані з перенесенням вантажів вагою понад 10 кг і систематичним напруженням	більше 250 ккал/год (290 Дж/с)

3. Вид робочого місця: а) постійне; б) непостійне.

В основу принципів нормування параметрів мікроклімату покладено диференційну оцінку оптимальних та допустимих метеорологічних умов у робочій зоні в залежності від категорії робіт, періоду року та виду робочих місць.

Оптимальні мікрокліматичні умови – це такі параметри мікроклімату, які за тривалого і систематичного впливу на людину забезпечують збереження нормального теплового стану організму без активації терморегуляції, тобто забезпечують стан теплового комфорту, створюючи таким чином умови для високого рівня працездатності.

Допустимі мікрокліматичні умови – це такі показники мікроклімату, які за тривалого і систематичного впливу на людину можуть викликати зміни теплового стану організму, що швидко зникають і нормалізуються; Ці зміни супроводжуються напруженням механізмів терморегуляції в межах фізіологічної адаптації. У таких випадках може виникнути деяке зниження працездатності, але порушення здоров’я у людини це не викликає.

Параметри оптимального повітряного середовища забезпечуються шляхом опалення, вентиляції й кондиціонування повітря відповідно до санітарних норм і стандартів.

Оптимальні параметри мікроклімату повинні підтримуватися в приміщеннях, пов'язаних з виконанням нервово-емоційних робіт, що потребують підвищеної уваги (диспетчерські, приміщення, де працюють з комп'ютерами, кабінети діагностики, пульти управління технологічними процесами, хімічні лабораторії, бухгалтерії, конструкторські бюро та ін.).

Оптимальні норми метеорологічних умов для різних категорій робіт представлені в табл. 1.2

Таблиця 1.2.

Категорія робіт	*Температура, °С*	*Відносна вологість, %*	*Швидкість руху повітря, м/с*
Холодний і перехідний періоди року			
Іа (легка)	*20 - 23*	*60 - 40*	*0,2*
Іб (легка)	*19 - 21*	*60 - 40*	*0,2*
ІІа (середньої важкості)	*18 - 20*	*60 - 40*	*0,2*
ІІб (середньої важкості)	*17 - 19*	*60 - 40*	*0,2*
ІІІ (важка)	*16 - 18*	*60 - 40*	*0,2*
Теплий період року			
І (легка)	*23 - 25*	*60 - 40*	*0,2*
ІІа (середньої важкості)	*21 - 23*	*60 - 40*	*0,3*
ІІб (середньої важкості)	*20 - 22*	*60 - 40*	*0,4*
ІІІ (важка)	*18 - 21*	*60 - 40*	*0,5*

Метеорологічні умови в робочій зоні виробничих приміщень забезпечуються постійним контролем за ними. Контроль за станом повітряного середовища повинен проводитися з використанням термометрів і термографів (термографи автоматично записують поточну температуру), психрометрів і гігрометрів (для виміру вологості), актинометрів (для виміру інтенсивності теплових випромінювань).

Допустимі норми мікроклімату застосовуються в приміщеннях зі значними тепловими надлишками. Таких приміщень на підприємствах різних галузей промисловості України достатня кількість. Це виробничі цехи та дільниці, де встановлене технологічне обладнання, яке живиться тепловою або електричною енергією. При цьому випромінюється тепло в повітря приміщення, що створює несприятливі умови для людей. Як правило, в таких приміщеннях немає можливості встановити оптимальні параметри мікроклімату з технічних або економічних причин.

В приміщеннях зі значними надлишками явного тепла, де на кожного працюючого припадає від 50 до 100 м^2 площі підлоги, дозволяється зниження температури повітря проти норми в зоні поза постійними робочими місцями до 12 °С - для легких робіт, до 10 °С - для робіт середньої важкості і до 8 °С - для важких робіт. Якщо на кожного працюючого припадає більше 100 м^2 площі підлоги, то нормативна температура, відносна вологість і швидкість руху повітря забезпечуються тільки на постійних робочих місцях.

Теплове опромінення працюючих, що надходить від нагрітого обладнання, освітлювальних приладів, завдяки інсоляції на постійних і непостійних робочих місцях не повинно перевищувати 35 Вт/м^2 при опроміненні 50% і більше поверхні тіла, 70 Вт/м^2 при опроміненні від 25 до 50% поверхні тіла і 100 Вт/м^2 - при опроміненні до 25% поверхні тіла людини. Інтенсивність опромінювання робітників від відкритих джерел тепла (відкрите полум'я) не повинна перевищувати 140 Вт/м$_2$ при опроміненні не більше 25% поверхні тіла. При цьому обов'язкове застосування засобів індивідуального захисту, в тому числі обличчя та очей.

Низькі температури при праці на відкритому повітрі взимку негативно впливають на стан людини. Граничні температури, нижче яких не можуть виконуватися роботи на відкритому повітрі, обумовлені можливостями механізму терморегуляції людини. Так, при температурі повітря до мінус 25 °С іде охолодження відкритих поверхонь тіла і зниження чутливості на дотик кінцівок людини.

Періодичний обігрів поновлює працездатність. При температурах від мінус 25 до мінус 30 °С навіть періодичний обігрів не відновлює працездатність (дотикову чутливість кінцівок). Праця при таких низьких температурах протягом зміни призводить до різко вираженого переохолодження організму. Праця при температурах мінус 30-40 °С і нижче при десятихвилинному обігріві через кожну годину призводить до стійкого зниження температури всього тіла і тактильної (дотикової) чутливості пальців рук і ніг, підвищення артеріального тиску, почастішання пульсу.

Належні метеорологічні умови у виробничих приміщеннях забезпечуються наступними заходами:

1) ізоляція джерел надлишкового тепла (бойлерних установок) в окремих приміщеннях, їхнє екранування і раціональне розташування, що зменшує схрещування променистих потоків тепла на робочому місці;

2) використання механізації важких робіт;

3) використання припливно-витяжної вентиляції, що забезпечує видалення надлишкового тепла й вологи з приміщення, багаторазову заміну повітря й охолодження організму чи нагрівання у випадку кондиціонування повітря;

4) застосування повітряного душу в процесі виробництва, коли інтенсивність теплового випромінювання велика або тепловіддача в навколишнє середовище ускладнена, наприклад, під час зачищення й ремонту резервуарів і ємностей, у яких зберігалось паливо;

5) попередження охолодження організму людини застосуванням у холодні періоди року тамбурів, захисних стінок і повітряних завіс, що перешкоджають доступу великих мас холодного повітря через ворота й двері, що часто відкриваються, у виробниче приміщення;

6) застосування у приміщеннях, що обігріваються, пристроїв, призначених для періодичного обігріву, відпочинку й прийому їжі для

робітників, що працюють у холодну пору року на відкритому повітрі або в приміщеннях, що не опалюються.

Усунути джерело тепловиділення можливо зміною технологічного процесу, наприклад, заміною пічного обігріву на електричний, заміною розмірів тепловипромінюючих поверхонь та ін. Захистити виробниче середовище від надмірного радіаційного та конвективного тепла, що поступає від нагрітих поверхонь обладнання, можна за рахунок теплоізоляції цих поверхонь. В приміщеннях, де є можливість ураження людини електричним струмом і температура повітря досягає 30 °С і вище (приміщення особливо небезпечні і підвищеної небезпеки по класифікації Правила будови електроустановок - ПБЕ), температура на поверхні теплоізоляції не допускається > 45 °С. З точки зору техніки безпеки, щоб уникнути опіків людини, температура гарячих поверхонь у виробничій зоні дії працюючих не повинна перевищувати 45 °С.

Захист від прямої дії теплового випромінювання здійснюється екрануванням - встановленням термічного опору на шляху теплового потоку. Екрани досить різноманітні, за принципом дії бувають поглинаючими і відбиваючими променеве тепло. Вони можуть бути стаціонарними і пересувними. Екрани захищають людину не тільки від теплових променів, а й оберігають від дії іскор і розжарених та гарячих бризок, виплесків рідин та викидів шлаків та окалини.

Для зменшення вологості у виробничих приміщеннях слід уникати технологічних процесів з відкритими поверхнями випаровування рідини. Технологічне обладнання повинно бути герметизоване, а для видалення пари - обладнане витяжками. Як засіб видалення вологи із повітря приміщення використовується вентиляція. В приміщеннях, де діють оптимальні норми мікроклімату, слід встановлювати апарати для кондиціювання повітря.

Полегшенню тепловіддачі від тіла людини сприяє підвищення швидкості руху повітря, що омиває тіло. Здійснюється це за допомогою вентиляційних систем.

При необхідності виконання робіт в зоні підвищеної температури повітря або в гарячих реактивних зонах обладнання (ремонт толочних камер, котлів, печів, сушарок та ін.) користуються засобами індивідуального захисту від інфрачервоних випромінювань - термозахисним одягом, ізолюючими апаратами органів дихання, спеціальними рукавичками, касками та ін.

Шкідливі речовини повітря робочої зони

Шкідливі речовини – речовини, які при контакті з організмом людини внаслідок порушення технологічного процесу викликають професійні захворювання, виробничі травми або відхилення стану здоров’я.

Шкідливі речовини у повітря робочої зони поступають у вигляді пару, газів та пилу. Вплив на організм людини залежить від хімічного складу, розміру (дисперсності), форми часток та їх кількості у одиниці об’єму. Найбільш небезпечний високодисперсний пил (розміром < 5 мкм), а також

гострокрайовий пил. Високодисперсний пил найбільш глибоко проникає та затримується у легенях.

Згідно ГОСТ 12.1.005-88 нормується гранично допустима концентрація (ГДК) шкідливих речовин у повітрі робочої зони.

ГДК у повітрі робочої зони – така кількість шкідливих речовин, яка при щоденній роботі протягом 8 годин або іншої тривалості (40 годин у тиждень) протягом всього робочого стажу не може викликати захворювань або відхилень у стані здоров'я та не надає вплив на здоров'я майбутніх поколінь.

По ступеню небезпеки всі шкідливі речовини діляться на 4 класи небезпеки:

1. Надзвичайно небезпечні ГДК < 0, 1 мг/м3 (свинець, ртуть);
2. Високо небезпечні ГДК 0,1 .. 1 мг/м3 (хлор, бром, йод);
3. Помірно небезпечні ГДК 1, 1 .. 10 мг/м3 (оксид цинку);
4. Малонебезпечні ГДК> 10 мг/м3 (пари спирту, бензину, ацетону).

Повітря, що надходить у приміщення, повинно мати концентрацію менше 0,3 ГДК шкідливих речовин.

Контроль за концентрацією шкідливих речовин проводиться для

– 1 класу небезпеки – 1 раз у 10 днів;

– 2 – 1 раз у місяць;

– 3, 4 – 1 раз у квартал.

Шкідливі речовини щодо токсичної дії на зазначені органи або системи людини поділяються на такі, що:

1) діють на нервову систему, викликаючи підвищену збудливість, порушення з боку внутрішніх органів, стомлюваність і сонливість. Це *метанол, етиловані бензини;*

2) призводять до структурних змін в тканинах печінки - жирового переродження; появи вогнищ омертвіння (некроз) і заростання частини печінки жировою тканиною (цироз). Це *діхлоретан, чотирихлористий вуглець;*

3) порушують роботу кровотворних органів, які реагують з гемоглобіном крові, що руйнує червоні кров'яні тільця, порушують кровотворення кісткового мозку. Це *окис вуглецю, бензол, толуол, свинець, тетраетилсвинець;*

4) зв'язують біологічні каталізатори організму - ферменти, відсутність яких призводить до розладу роботи більшості життєво важливих систем організму. Це *ртуть і фосфорорганічні сполуки;*

5) подразнюють верхні дихальні шляхи. Це *пари кислот, ароматичні вуглеводні;*

6) припікають і подразнюють шкіру і слизові оболонки. Це *сірчана, азотна, соляна кислоти, їдкий калій і натр, кальцинована сода;*

7) викликають утворення злоякісних пухлин - *канцерогени - 3, 4-бензпірен.*

При одночасному вмісті в повітрі робочої зони декількох шкідливих речовин аналогічної дії розрахунок загально-обмінної вентиляції слід робити шляхом підсумовування об'ємів повітря, необхідних для розведення кожної речовини окремо до її ГДК.

Сума відношень концентрацій шкідливих речовин (C_1, C_2,..., $C_п$) у повітрі до їх гранично допустимого значення ($ГДК_1$, $ГДК_2$, ГДК) не повинна перевищувати одиниці, тобто:

$$C_1/ГДК_1 + C_2/ГДК_2 + ... + C_п/ГДК_п \leq 1. \quad (1.1)$$

Загальні заходи та засоби нормалізації параметрів мікроклімату

Нормалізація параметрів мікроклімату здійснюється за допомогою комплексу заходів та засобів колективного захисту, які включають будівельно-планувальні, організаційно-технологічні, санітарно-гігієнічні, технічні та ін. Для профілактики перегрівань та переохолоджень робітників використовують засоби індивідуального захисту.

Основні заходи та засоби нормалізації параметрів мікроклімату, які використовуються на виробництві:

Удосконалення технологічних процесів та устаткування.

Впровадження нових технологій та устаткування, які не пов'язані з необхідністю проведення робіт в умовах інтенсивного нагріву дасть можливість зменшити виділення тепла у виробничі приміщення. Наприклад, заміна гарячого способу обробки металу - холодним, нагрів полум'ям - індуктивним, горнових печей - тунельними тощо.

Раціональне розміщення технологічного устаткування.

Основні джерела теплоти бажано розміщувати безпосередньо під аераційним ліхтарем, біля зовнішніх стін будівлі й в один ряд на такій відстані один від одного, щоб теплові потоки від них не перехрещувались на робочих місцях. Для охолодження гарячих виробів необхідно передбачити окремі приміщення. Найкращим рішенням є розміщення обладнання, що виділяє тепло, в ізольованих приміщеннях або на відкритих майданчиках.

Автоматизація та дистанційне керування технологічними процесами. Цей захід дозволяє в багатьох випадках вивести людину із виробничих зон, де діють несприятливі чинники (наприклад, автоматизоване завантаження печей у металургії, управління розливом сталі тощо).

Раціональна вентиляція, опалення та кондиціонування повітря. Вони є найбільш поширеними способами нормалізації мікроклімату у виробничих приміщеннях. Так зване повітряне та водоповітряне душування широко використовується для запобігання перегріванню робітників у гарячих цехах.

Забезпечити нормальні теплові умови в холодний період року в надто габаритних та полегшених промислових будівлях дуже важко і економічно недоцільно. Найбільш раціональним варіантом у цьому випадку є застосування променистого нагрівання постійних робочих місць та окремих дільниць. Захист від протягів досягається шляхом щільного закривання вікон, дверей та інших отворів, а також влаштування повітряних і повітряно-теплових завіс на дверях і воротах.

Раціоналізація режимів праці та відпочинку. Досягається скороченням тривалості робочої зміни, введенням додаткових перерв, створенням умов для

ефективного відпочинку в приміщеннях з нормальними метеорологічними умовами. Якщо організувати окреме приміщення важко, то в гарячих цехах створюють зони відпочинку - охолоджувальні альтанки, де засобами вентиляції забезпечують нормальні температурні умови. Для робітників, що працюють на відкритому повітрі взимку, обладнують приміщення для зігрівання, в яких температуру підтримують дещо вищою за комфортну.

Застосування теплоізоляції устаткування та захисних екранів. Як теплоізоляційні матеріали широко використовуються: азбест, азбоцемент, мінеральна вата, склотканина, керамзит, пінопласт та ін.

На виробництві застосовують також захисні екрани для огородження джерел теплового випромінювання від робочих місць. За принципом дії теплозахисні екрани поділяються на:

- тепловідбивні (поліровані або покриті білою фарбою металеві листи, загартоване скло з плівковим покриттям, металізовані тканини, плівковий матеріал);
- теплопоглинальні (металеві листи та коробки з теплоізоляцією, загартоване силікатне органічне скло та ін.);
- тепловідвідні (водяні завіси та металеві листи або сітки, з яких стікає вода);
- комбіновані.

Використання засобів індивідуального захисту.

Важливе значення для профілактики перегрівання мають індивідуальні засоби захисту. Спецодяг повинен бути повітро- та вологопроникним (бавовняним, з льону, грубововняного сукна), мати зручний крій. Для роботи в екстремальних умовах (наприклад, при пожежі) застосовують спеціальні костюми з металізованої тканини. Для захисту голови від теплового опромінення застосовують дюралеві, фіброві каски, повстяні капелюхи; очей - окуляри (темні, або з прозорим шаром металу); обличчя - маски з відкидним прозорим екраном. Захист від дії зниженої температури досягається використанням теплого спецодягу, а під час опадів - плащів та гумових чобіт.

Вплив параметрів мікроклімату на організм людини

Незважаючи на те, що параметри мікроклімату виробничих приміщень можуть змінюватись, іноді навіть значно, температура тіла людини залишається сталою (36,6 °С). Це досягається завдяки терморегуляції - властивості організму людини підтримувати тепловий баланс із навколишнім середовищем.

Нормальний перебіг фізіологічних процесів, а отже, і гарне самопочуття можливе лише тоді, коли тепло, що виділяється організмом людини, постійно відводиться в навколишнє середовище. Мікрокліматичні умови, які забезпечують цей процес, вважаються найкращими. У разі незадовільних мікрокліматичних умов у організмі людини для підтримання сталої температури тіла починають відбуватися різні процеси, спрямовані на регулювання теплоутворення і тепловіддачі.

При температурі повітря в межах 15-25 °С теплоутворення організму майже не змінюється (зона байдужості). Зі зниженням температури повітря

теплоутворення підвищується, головним чином, унаслідок м'язової активності (з'являється тремтіння) та підсилення обміну речовин. З підвищенням температури повітря посилюються процеси тепловіддачі. Кількість тепла, що утворюється в організмі людини, залежить в основному від фізичних навантажень, а рівень тепловіддачі - від мікрокліматичних умов, головним чином, температури повітря (табл. 1.3).

Таблиця 1.3.

Кількість тепла та вологи, що виділяється однією людиною

Виконувана робота	Тепло, Вт				Волога, г/год	
	повне		явне			
	при 10 °С	при 35 °С	при 10 °С	при 35 °С	при 10 °С	при 35 °С
У стані спокою	160	93	140	2	30	115
Фізична:						
легка	180	145	150	5	40	200
середньої важкості	215	195	165	5	70	280
важка	290	290	195	10	135	415

Віддача тепла організмом людини в навколишнє середовище здійснюється трьома основними способами (шляхами): конвекцією, випромінюванням та випаровуванням вологи з поверхні шкіри.

Чим нижча температура повітря і швидкість його руху, тим більше тепла віддається випромінюванням. При високій температурі значна частина тепла втрачається випаровуванням поту. Разом з потом організм втрачає воду, вітаміни, мінеральні солі, внаслідок чого він зневоднюється, порушується обмін речовин. Тому працівники "гарячих" цехів забезпечуються газованою підсоленою водою.

Вологість повітря істотно впливає на віддачу тепла випаровуванням. Через високу вологість випаровування утруднюється і віддача тепла зменшується. Зниження вологості покращує процес тепловіддачі випаровуванням. Однак надто низька вологість спричинює висихання слизових оболонок дихальних шляхів.

Вологе повітря надзвичайно тепломістке. Вода вбирає в 11 разів більше тепла, ніж сухе повітря тієї ж температури. Встановлено, що при температурі повітря - 20 °С та швидкості вітру 5 м/с тепловіддача збільшується на 20 %, а при вітрі до 10 м/с - на 50%.

Рухомість повітря визначає рівень тепловіддачі з поверхні шкіри конвекцією і випаровуванням. У жарких виробничих приміщеннях при температурі рухомого повітря до 35 °С рух повітря сприяє збільшенню віддачі тепла організмом. З підвищенням температури рухоме гаряче повітря саме буде віддавати своє тепло тілу людини, нагріваючи його.

Рухоме повітря при низькій температурі зумовлює переохолодження організму. Різкі коливання температури в приміщенні, яке продувається холодним повітрям (протяг), значно порушують терморегуляцію організму і можуть спричинити простудні захворювання.

Параметри мікроклімату певним чином взаємопов'язані. Наприклад, вищій температурі повітря відповідає більша швидкість руху повітря, а вищій

відносній вологості - нижча температура повітря. Так, на людину чинять однаковий тепловий вплив наступні співвідношення температури та відносної вологості повітря (у разі відсутності руху повітря): 17,7 °С - 100 %; 18,3 °С - 90%; 20,7°С - 50%; 22,3°С - 30%.

Здатність організму пристосовуватись до метеорологічних умов значна, однак не безмежна. Верхньою межею терморегуляції людини, що перебуває в стані спокою, прийнято вважати 30-31 °С за відносної вологості 86% або 40 °С за відносної вологості 30%. При виконанні фізичної праці ця межа значно нижча. Так, при виконанні важкої роботи теплова рівновага ще зберігається завдяки терморегуляторній функції організму при ї - 25-26 °С (відносна вологість 40-60 %).

Отже, для нормального теплового самопочуття людини важливо, щоб температура, відносна вологість і швидкість руху повітря перебували у певному співвідношенні.

Контрольні питання:

1. Дайте визначення поняттям: мікроклімат виробничих приміщень, робоче місце, робоча зона.
2. Наведіть основні параметри мікроклімату.
3. Які є фактори нормування параметрів мікроклімату.
4. Дайте визначення поняттям: оптимальні мікрокліматичні умови, та допустимі мікрокліматичні умови.
5. Якими заходами забезпечуються належні метеорологічні умови у виробничих приміщеннях.
6. Розкрийте поняття: шкідливі речовини, та ГДК.
7. Наведіть класи небезпеки шкідливих речовин.
8. На які органи або системи людини діють шкідливі речовини.
9. Як визначається ГДК при одночасному вмісті в повітрі робочої зони декількох шкідливих речовин аналогічної дії.
10. Наведіть основні заходи та засоби нормалізації параметрів мікроклімату, які використовуються на виробництві.
11. Як впливають параметри мікроклімату на організм людини.

Тема 2. Загальна характеристика системи опалення

Класифікація систем опалення. Вимоги до систем опалення. Характеристика теплоносіїв для опалення. Переваги та недоліки різних систем опалення.

Нормативний документом: **ДБН В.2.5-67:2013**. «Опалення, вентиляція та кондиціонування».

Опалення - підтримка в закритому приміщенні температури, що нормується.

Опалення необхідне для нормальної життєдіяльності людини, ведення технологічних процесів і інших цілей.

Опалення має важливе значення для запобігання відволоженню, промерзанню, викривлення будівельних конструкцій, створення сприятливих умов зберігання матеріалів, продуктів і т.п.

Опалення призначене для підтримання в приміщеннях, будівлях та спорудах в зимовий період нормальної температури, необхідної для роботи і відпочинку людей, а також для забезпечення технологічного процесу певною кількістю тепла.

Система опалення – це комплекс технічних пристроїв, що забезпечують приміщення необхідною кількістю тепла.

Кожна система опалення складається з трьох основних елементів (Рис. 2.1):

1. Генератор тепла;
2. Теплопроводи;
3. Нагрівальні прилади.

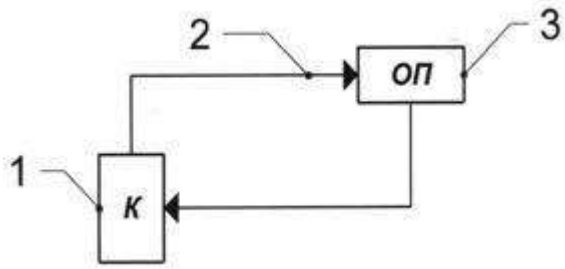


Рис. 2.1. Система опалення:
1 – генератор теплоти (котел); 2 – теплопровід; 3 – опалювальний прилад

У генераторі спалюють паливо, внаслідок чого виділяється тепло, яке передається теплоносію (рідкій або газоподібній речовині, що переміщається по теплопроводах і що передає нагрівальним приладам отримане в генераторі тепло).

Теплоносій для системи опалення вибирають, виходячи з його фізичних характеристик, теплотехнічних властивостей, вартості та експлуатаційних затрат. Теплоносієм може бути рідина (газ) з хорошою теплоакумулюючою властивістю, рухома, дешева і яка не погіршує санітарно-гігієнічні умови в опалюваному приміщенні. Цим вимогам відповідають вода, водяна пара та

повітря. В окремих випадках у системах опалення, які працюють періодично (наприклад, тільки пізньої осені та ранньої весни) і тому є небезпека замерзання води в трубах, застосовують спеціальні добавки (етиленгліколь, пропіленгліколь), що знижують температуру замерзання води.

Теплоносій повинен задовольняти ряд вимог:

- бути досить теплоємним;
- легко переміщуватись;
- бути дешевим, не погіршувати санітарних умов в приміщеннях, що опалюються.

У якості теплоносіїв в системах опалення використовують воду, пару, повітря і димові гази, які передають тепло через стінки нагрівальних приладів.

Теплопроводи - мережа трубопроводів або каналів, що з'єднують генератор тепла з опалювальним приміщенням.

Нагрівальні прилади - технічні пристрої для передачі тепла повітрю приміщень, що опалюються (батареї, калорифери, поверхня печі).

Класифікація систем опалення:

1. В залежності від радіуса дії генератора тепла:

• місцеві;

• центральні.

Місцеві системи – для опалення одного приміщення всі три основні елементи конструктивно об’єднані в одній установці, безпосередньо в якій відбувається отримання, перенесення і передавання тепла в приміщення.

Середовище для перенесення тепла нагрівається гарячою водою, парою, електрикою або під час спалення будь-якого палива.

До місцевих систем відноситься пічне, газове (з місцевими приладами) і електричне опалення.

Типовий приклад місцевої системи опалення є опалювальна піч (рис. 2.2). Тепло отримане в теплообміннику (в результаті спалення пального) переноситься теплоносієм (гарячими газами) по теплопроводах (каналах печі) і передається в приміщення через опалювальний прилад (стіни печі).

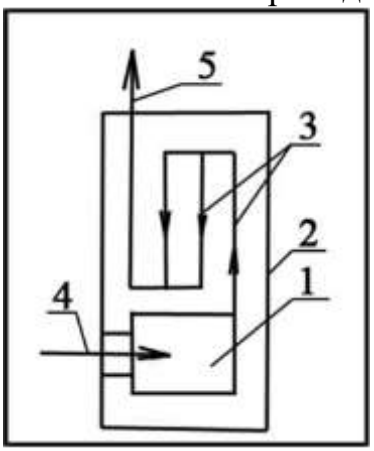


Рис. 2.2. Принципова схема опалювальної печі

1 – топка; 2 – стінки; 3 – канали; 4 – підведення палива; 5 – відведення продуктів згорання палива.

Центральні системи – призначені для опалення декількох приміщень від єдиного теплового центра. Теплообмінник і прилади таких систем опалення відділені один від одного. Теплоносій нагрівається в теплообміннику, який знаходиться в тепловому центрі, переміщається по теплопроводах в окремі приміщення і передавши тепло через опалювальні прилади повертається в тепловий центр.

Системи центрального опалення класифікуються за:

- видом і параметрами теплоносія;
- способом його нагрівання і переміщення;
- за видом передачі тепла від зовнішньої поверхні нагрівальногоvприладу в приміщення, що опалюється.

Радіус дії центральних систем опалення є значним. Одним тепловим генератором (котлом або групою котлів) можуть опалюватися як окремі будівлі, так і група будівель, район міста або все місто.

До центральних відносять системи:

- водяного опалення;
- парового опалення;
- повітряного опалення.

Характерним прикладом таких систем є система водяного опалення будівлі з власною котельнею.

Часто центральну систему опалення роблять районною, коли група будівель опалюється з центральної теплової станції. Теплообмінник і опалювальні прилади системи також розділені: теплоносій нагрівається в теплообміннику, який знаходиться на тепловій станції, переміщується по зовнішніх і внутрішніх теплопроводах в окремі приміщення кожного будинку і віддавши тепло через опалювальні прилади повертається на станцію.

В сучасних системах теплопостачання і опалення використовують два теплоносії:

• первинний – високотемпературний, отримавши тепло в центральнім теплообміннику на тепловій станції, рухається в зовнішніх теплопроводах і віддає тепло в місцеві теплообмінники;

• вторинний – низькотемпературний, отримавши тепло в місцевих теплообмінниках кожної будівлі, переносить його по внутрішньому теплопроводу до окремих опалювальних приладів і повертається до теплообмінника по зворотній трубі.

2. За видом теплоносія:

- водяні;
- парові;
- повітряні;
- електричні;
- газові;
- комбіновані.

Системи водяного опалення у свою чергу діляться на дві групи:

– Низькотемпературні (т-ра теплоносія до 105ºС) - системи з природною циркуляцією води, коли спонукачем руху води в системі є різниця густин гарячої і охолодженої води;

– Високотемпературні (т-ра теплоносія більше 105ºС) - системи зі штучною циркуляцією, в яких спонукачем руху води є насос або водоструменевий елеватор. Максимальне значення температури води обмежена в даний час 150 °С.

Пічне опалення

Пічне опалення класифікують ***за теплоємністю***. Теплоємні печі мають об'єм паливника більше за 0,2 $м^3$ і товщину стінок в області паливника не менше за 6 см.

Нетеплоємні печі - це печі з листової сталі і чавуна, іноді з футеровкою з цегли або шамотних плит.

За рухом газів: однооборотні; двухоборотні; багатооборотні; з рухом газів без каналів або колпачкові; з рушенням газів за комбінованій системою - нижнього підігрівання; з воздухонагрівальною камерою.

За кількістю поверхів:

- одноповерхові;
- багатоповерхові;
- багатоярусні.

За основним матеріалом:

- цегляні;
- з керамічних блоків;
- з жаростійкого бетону;
- металеві (стальні, чавунні).

За відведенням диму:

- з насадною димовою трубою;
- відведенням диму в корінну трубу або канал в стіні.

За температурою стінок печі:

- помірного нагріву (80-90^{O}С);
- підвищеного нагріву (90-120^{O}С);
- високого нагріву (більше 120^{O}С).

За конструкцією:

- канальні (димові гази рухаються по димових каналах, димооборотах);
- безканальні;
- комбіновані.

За призначенням:

- опалюванні;
- опалювально-варочні.

За часом горіння:

- короткочасного горіння (до 3-х годин);
- продовженого горіння (до 12-ти годин).

У системах газового опалення можливі утворення вибухонебезпечних концентрацій в обємі паливника, в приміщенні установки (котла) при витоках

газу з нещільності газопроводу. Вибухи і пожежі можуть також відбуватися при неправильному розпалюванні котлів, несправності приладів автоматики, передусім контролю температури і тиску.

Водяне і парове опалення менш небезпечне в порівнянні з іншими видами опалення. Разом з тим, нагрів опалювальних приладів до критичної температури небезпечний для багатьох речовин і матеріалів хімічної промисловості, виробництв, пов'язаних з виділенням горючого пилу і волокон, так як їх попадання на поверхню опалювальних приладів при відсутності періодичного очищення приводить до самоспалахування цих речовин.

Всі перераховані системи опалення мають різну пожежну небезпеку, але найбільш небезпечними є пічне опалення.

Системи повітряного опалення по способу створення циркуляції теплоносія-повітря поділяються на системи з природною циркуляцією (гравітаційні системи) та системи з механічним спонуканням руху повітря за допомогою вентиляторів. Природна циркуляція повітря відбувається через різницю густин нагрітого та охолодженого повітря.

Нагрівання повітря, що служить теплоносієм, від температури приміщення до температури звичайно не перевищуючої 70ºС, відбувається в спеціальних опалювальних приладах – калориферах. Калорифери зсередини можуть обігріватися парою, водою, електрикою або гарячими газами. Система повітряного опалення відповідно називається пароповітряною, водоповітряною, електроповітряною, газоповітряною.

За радіусом дії повітряне опалення може бути місцевим або центральним. У місцевій системі, повітря нагрівається в калорифері, що знаходиться в опалювальному приміщенні. У центральній системі калорифер розміщується в окремій камері.

Системи парового опалення в залежності від тиску пари поділяються на вакуум-парові, низького і високого тиску (табл. 2.1).

Таблиця 2.1.

Параметри насиченої пари в системах парового опалення

Система опалення	Абсолютний тиск, МПа	Температура, ºС	Теплота конденсації, кДж/кг
Вакуум-парова	< 0,1	< 100	
Низького тиску	0,1÷0,17	100÷115	2260÷2220
Високого тиску	0,17÷0,3	115÷132	2220÷2160

Максимальний тиск пари обмежено припустимим значенням температури поверхні нагрівального приладу – 130ºС, чому відповідає абсолютний тиск 0,3 МПа.

У системах парового опалення пара переміщується завдяки різниці тисків при виході з котла і перед нагрівальним приладом.

У системах парового опалення насичена пара конденсується на стінках опалювальних приладів, тепло через стіни передається у приміщення, конденсат виводиться з приладів і повертається в котел.

По способу повернення конденсату в парові котли системи парового опалення поділяються на:

– замкнуті із самопливним поверненням;

– розімкнуті із насосним поверненням конденсату.

Газове опалення. У цих системах як теплоносій переважно використовуються метан, етан, пропан. Теплота згоряння цих газів лежить в межах 34000 - 65000 кДж/кг.

Газ подається по газопроводах під тиском:

- високого - більше за 3-105 Па;
- середнього - 0,05 - 3-105 Па;
- низького - до 0,05-105 Па.

Основними особливостями конструкції газових опалювальних газових печей є:

- пристрій насадок (гратів) з цегли і збірних каналів замість традиційних послідовних або паралельних димооборотів;
- установка у топливнику газових пальників з автоматикою безпеки;
- відсутність топочних двірок і колосникових гратів;
- футеровка вогнетривкою цеглою внутрішніх поверхонь, що дотикаються з нагрітими димовими газами;
- пристрій в засувках постійно відкритих отворів для вентиляції внутрішнього об’єму печей.

Нетеплоємні опалювальні газові прилади на відміну від теплоємних дозволяють швидко підвищувати до необхідної величини температуру повітря в опалювальних приміщеннях. Вони передають тепло конвективним і променистим теплообміном.

Комбінованою системою опалення називають систему, в якій застосовані або два різні теплоносії, або один теплоносій, але з різними параметрами. До неї відносяться пароводяні, водяні та всі повітряні системи опалення.

Вимоги, що пред’являються до опалювальної установки.

До опалювальної установки, як однієї з будівельно-технологічних установок будівлі, пред'являються різноманітні вимоги. Всі вимоги, найбільш повно виражаються стосовно приміщень постійного або тривалого перебування людей, можна розділити на п'ять груп:

1 - санітарно-гігієнічні - підтримка певної рівномірної температури в часі, в плані і по висоті приміщення без посиленої рухомості повітря, а також обмеження температури поверхні опалювальних приладів;

2 - економічні - обмеження первісної вартості і вартості експлуатації, зменшення витрати металу;

3 - будівельні - дотримання відповідності архітектурно-планувального рішення приміщення, розміщення опалювальних елементів в ув'язці, а іноді

суміщення з будівельними конструкціями, обмеження терміну виконання монтажних робіт, здійснення ремонту без пошкодження основних конструкцій будівлі;

4 - монтажні - виготовлення мінімального числа уніфікованих і знеособлених деталей і вузлів в заводських умовах, скорочення витрат ручної праці при зборці в цілях підвищення продуктивності праці;

5 - експлуатаційні - забезпечення довговічності, простоти і зручності управління і ремонту, безшумності і безпеки дії, теплової надійності.

Поняття теплова надійність висловлює вимога виконання опалювальною установкою свого призначення протягом всього опалювального сезону. Установка повинна володіти здатністю передавати в кожне опалювальне приміщення змінну кількість тепла відповідно до теплопотребностью.

Поділ вимог на п'ять груп є до деякої мірою умовним, так як в ці групи входять вимоги, що відносяться як до у період будівництва, так і експлуатації будівель.

Кожна вимога по-своєму важлива, і всі їх необхідно враховувати при порівнянні і виборі тієї чи іншої опалювальної установки, але все ж основним слід вважати вимога забезпечення належних санітарно-гігієнічних умов при теплової надійності дії протягом терміну експлуатації будівлі.

Характеристика теплоносіїв для опалення.

Теплоносієм для опалення може бути будь-рідка або газоподібне середовище, що володіє здатністю акумулювати тепло і змінювати свої основні теплотехнічні показники, а також досить рухлива і дешева. Разом з тим теплоносій повинен сприяти виконанню вимог, що пред'являються до опалювальної установки

Для опалення будівель і споруд в даний час використовують воду, водяну пару, атмосферне повітря, гарячі Гази. Органічні теплоносії, температура кипіння яких при атмосферному тиску перевищує 250°С (полифенилы та ін), найчастіше застосовуються в спеціальних високотемпературних установках.

Дамо порівняльну характеристику цим теплоносіях, яка відображає вимоги, що пред'являються до опалювальної установки, а також властивості самих теплоносіїв.

Гази, що утворюються при згоранні твердого, рідкого або газоподібного палива, мають порівняно (високу температуру і застосовні для опалення в тих випадках, когда'у відповідності з санітарно-гігієнічними вимогами вдається обмежити температуру поверхні тепловіддачі приладів. Із-за високої температури продуктів згоряння палива зростають даремні втрати тепла при транспортуванні.

Випуск продуктів згоряння палива в опалювальні приміщення погіршує стан повітряного середовища і в більшості випадків неприпустимий, а видалення їх назовні по каналах ускладнює систему опалення.

Область використання продуктів згоряння як теплоносія обмежена системами місцевого опалення з такими опалювальними установками, як опалювальні печі, газові калорифери і т. п.

Найбільше поширення в якості теплоносіїв в системах опалення мають вода, пар і повітря.

Зіставимо ці теплоносії як по фізичним властивостям, так і з техніко-економічних, санітарно-гігієнічним та експлуатаційним показниками, важливим для вибору системи опалення.

Перш за все перерахуємо фізичні властивості кожного з теплоносіїв, що відбиваються на конструкції і дії системи опалення. Властивості води: великі теплоємність і щільність, нестисливість, розширення при нагріванні з зменшенням щільності, підвищення температури кипіння при збільшення тиску, зменшення абсорбції повітря при нагріванні і зниження тиску. Властивості пари: висока рухливість, мала щільність, підвищення температури і густини при збільшенні тиску, велика тепломісткість за рахунок тепла фазового перетворення. Властивості повітря: мала теплоємність і щільність, легка рухливість, зменшення густини при нагріванні.

Істотним техніко-економічним показником є маса металу, витраченого при тому чи іншому теплоносії на виготовлення теплообмінника, опалювальних приладів і теплопроводів, що впливає на вартість влаштування та експлуатації системи опалення.

При теплоносії повітрі площа нагрівальної поверхні калорифера зменшується порівняно з площею опалювальних приладів при двох інших теплоносіях. При теплоносії парі площа (і маса) опалювальних приладів менше, ніж при теплоносії воді, що пояснюється більш високою температурою парових приладів.

Якщо при парі температура теплоносія в приладі дорівнює температурі насиченої пари (наприклад, 150°С), то при воді ця температура може бути дорівнює півсумі температури води, що входить і виходить з приладу [наприклад, (150+70)0,5 = 110°С]. У цьому прикладі співвідношення площ нагрівальної поверхні парових і водяних приладів приблизно дорівнює (110 - 20): (150 - 20) = 9 :13 (20 °С - температура повітря в приміщенні).

Витрата металу на теплопроводи зростає із збільшенням площі їх поперечного перерізу. Визначимо співвідношення площ поперечного перерізу теплопроводів, по яких транспортуються вода, пар і повітря в обсягах, необхідних для передачі приміщення однакової кількості тепла. Приймемо, що для опалення використовується вода, температура якої знижується від 150 до 70 °С, пар, має надлишковий тиск 0,37 МПа або 3,8 кгс/см^2, і повітря, що охолоджується від гранично допустимої нормами температури 70 °С до температури приміщення 15 °С.

Аналогічні розрахунки при використанні для опалення низькотемпературної води (95 °С) і пара низького надлишкового тиску 0,02 МПа (0,2 кгс/см^2) виявляють подібну закономірність - для повітря необхідна площа поперечного перерізу теплопроводу приблизно в 100 разів

більша, ніж для води або пари. Це пов'язано зі здатністю води акумулювати значну кількість тепла в одиниці об'єму, властивістю пара переміщатися з високою швидкістю і малої теплоакку-муляционной здатністю повітря.

Таким чином, по площі поперечного перерізу теплопроводів повітря є найменш вигідним теплоносієм. При значній довжині повітроводів, коли з-за малої теплоємності і збільшеної тепловіддающої поверхні повітря помітно охолоджується в дорозі, застосовувати його в якості теплоносія недоцільно. Тому для теплопостачання використовується не повітря, а вода або пар. Нагадаємо, що в СРСР найбільше поширення набула водяна теплофікація на базі будівництва теплоелектроцентралей (ТЕЦ).

Основні параметри, які характеризують теплоносії

Вода має високу густину (близько 1000 кг/м^3 залежно від температури) та високу питому теплоємність (4,19 кДж/(кг ^{o}C), що дає можливість передавати велику кількість теплоти малими об’ємами цього теплоносія. Збільшуючи або зменшуючи температуру води, можна значно змінювати її ентальпію. Можливість змінювати температуру води, не змінюючи її агрегатного стану, дозволяє обмежувати температуру поверхонь опалювальних приладів відповідно до санітарно-гігієнічних вимог протягом всього опалювального сезону.

Водяна пара, яку використовують у системах опалення, має малу густину (0,6...1,6 кг/м^3), але вона вміщує в собі велику кількість теплоти, що виділяється при конденсації в опалювальних приладах (2260...2160 кДж/кг). Тому ефективність застосування водяної пари як теплоносія буде високою тільки в тому випадку, якщо в опалювальних приладах буде відбуватися процес конденсації пари, а теплота фазового переходу передаватися для нагрівання приміщення. Переміщення пари паропроводами можна здійснювати з великою швидкістю (60...80 м/с), що дає можливість транспортувати велику кількість теплоти на великі відстані при відносно невеликих енергозатратах.

Суттєвий недолік водяної пари як теплоносія системи опалення полягає в тому, що її конденсація відбувається при постійній і досить високій температурі залежно від тиску, що виключає можливість регулювання тепловіддачі опалювальних приладів. Періодичне відключення подачі пари в прилади створює нерівномірність температурного режиму в приміщенні. Висока температура пари обмежує можливості її використання через санітарно-гігієнічні вимоги. Використання пари з температурою меншою 100 ^{o}C вимагає підтримання в опалювальних системах вакууму, що збільшує експлуатаційні затрати та ускладнює обслуговування.

Повітря має малу густину (близько 1,2 кг/м^3) та низьку питому теплоємність (1 кДж/кг ^{o}C), у зв’язку з цим для передачі навіть невеликої кількості теплоти потрібно переміщувати великі об’єми повітря. Швидкість руху повітря обмежена (10...20 м/с), тому повітропроводи мають бути великих розмірів у перерізі. Температура та ентальпія повітря можуть змінюватись у досить широких межах, завдяки чому можна підтримувати в приміщеннях рівномірний тепловий режим протягом опалювального сезону. Ефективність

використання повітря для нагрівання приміщень значно підвищується при одночасному опалюванні і вентиляції цих приміщень.

Системи опалення необхідно вибирати з урахуванням основних вимог, поставлених до проектованого будинку, та допустимих санітарно-гігієнічних умов, техніко-економічних показників різних варіантів систем опалення.

Переваги та недоліки водяної системи опалення

Переваги:

• Можливість підтримання помірної температури на поверхні нагрівальних приладів;

• Простота центрального регулювання тепловіддачі нагрівальних приладів зміною температури води залежно від температури зовнішнього повітря;

• Безшумність роботи;

• Простота обслуговування.

Недоліки:

• Великий гідростатичний напір в нижній частині;

• Небезпека замерзання води у випадку аварії.

Переваги та недоліки парової системи опалення

Переваги:

• Висока тепловіддача нагрівальних приладів;

• Менша витрата металу на нагрівальні прилади ;

• Менша небезпека замерзання;

• Можливість транспортування пари на значні відстані (горизонтальні, вертикальні) без застосування механічної енергії.

Недоліки:

• Висока температура на поверхні труб та нагрівальних приладів;

• Відсутність гнучкого центрального регулювання тепловіддачі нагрівальних приладів;

• Значні теплові напруження і деформація системи;

• Підвищена корозія труб;

• Складність в експлуатації.

Переваги та недоліки повітряної системи опалення

Переваги:

• Суміщення з системою припливної вентиляції;

• Відсутність в опалювальному приміщені нагрівальних приладів;

• Відсутність теплової інерції (раптовий тепловий ефект при включенні);

• Центральне якісне регулювання.

Недоліки:

• Великі перерізи повітропроводів;

• Значні тепловтрати при прокладанні магістральних повітропроводів у неопалювальних приміщеннях.

Переваги та недоліки газового опалення

Переваги:

• Висока теплота спалювання;
• Сприятливі умови для автоматизації процесів спалювання;
• Зручність обслуговування.

Недоліки:

• Висока вибухо- і пожежонебезпека;
• Можливість отруєння людей під час витікання газу з газопроводу.

Переваги та недоліки електричного опалення

Переваги:

• Високий рівень надійності та індустріальності;
• Гнучкість управління;
• Компактність нагрівальних приладів;
• Високий коефіцієнт корисної дії.

Недоліки:

• Висока вартість електроенергії та її дефіцит;
• Висока пожежна небезпека.

Наведені характеристики визначають можливості використання тієї чи іншої системи опалення. Системи водяного опалення, як більш надійні в експлуатації та які відповідають гігієнічним і санітарним вимогам, найчастіше використовуються як у житлових і громадських, так і у виробничих будинках. Санітарно-гігієнічні та експлуатаційні недоліки систем парового опалення суттєво обмежують їхнє використання. Парове опалення дозволяється використовувати у виробничих будинках, крім приміщень з підвищеними вимогами до чистоти повітря. Повітряне опалення відповідає санітарно-гігієнічним вимогам, але через властиві йому недоліки застосовується лише спільно з вентиляцією виробничих приміщень та для опалення деяких великих приміщень громадських будинків.

Контрольні питання:

12. Що таке опалення та система опалення.
13. Основні елементи опалення, дайте стислу характеристику кожного.
14. Класифікація систем опалення.
15. Місцеві системи опалення.
16. Центральні системи опалення та їх характеристика.
17. Теплоносії, що використовуються в опалювальних системах та їх класифікація.
18. Характеристика теплоносіїв для опалення.
19. Переваги та недоліки водяної системи опалення.
20. Переваги та недоліки парової системи опалення.
21. Переваги та недоліки повітряної системи опалення.
22. Переваги та недоліки газового опалення.
23. Переваги та недоліки електричного опалення.

Тема 3. Водяні та парові системи опалення

Водяні системи

Водяні системи теплопостачання використовуються двох типів:

- закриті (замкнуті);
- відкриті (розімкнуті).

Закриті системи побудовані на основі розширювального бака. Конструктивно розширювальні баки є сталевою ємністю, яка роздільна на дві частини гумовою мембраною. Одна частина бака утворює собою повітряну камеру, яка заповнена газом (звичайно — азотом), а інша — водяну камеру, куди надходить вода з системи. Таким чином, вода, що виділяється з системи при її нагріві, потрапляє під мембрану розширювального бака і стискає газ в повітряній камері. Об'єм бака вибирається так, щоб навіть при максимальному нагріві системи тиск в ньому не перевищував максимально допустимого. Для захисту бака від параметрів, що перевищують розрахункові, пород з ним встановлюється запобіжний клапан. Проте в достатньо великих системах простежується серйозний недолік мембранних розширювальних баків — їх габарити. Річ у тому, що в середньому бак заповнюється рідиною всього на 30–60 %, причому менші значення приходяться якраз на баки великих об'ємів. Практично це означає, що на великих об'єктах, де розрахункові об'єми баків складають декілька тисяч літрів, серйозно встає проблема про їх розміщення. Тому для великих об'єктів використовуються спеціальні установки підтримання тиску: безнапірні баки з насосами.

Закриті системи повністю ізольовані від атмосфери, що зводить до мінімуму проникнення повітря в систему. Для компенсації температурних розширень теплоносія в них використовуються мембранні розширювальні баки, які заповнюються водою при нагріві системи і віддають її при охолоджуванні.

Як відомо, відкриті системи володіють декількома недоліками, з яких найсуттєвіші — це контакт теплоносія з атмосферою і наявність розчиненого повітря. Присутність бульбашок повітря негативно впливає як на якість роботи системи в цілому, так і на її довговічність: викликає корозію внутрішніх елементів, погіршує теплопередачу, призводить до утворення повітряних пробок, шуму, порушення циркуляції рідини. Крім того, наявність повітря може викликати кавітацію, яка спричиняє за собою руйнування елементів системи, що знаходяться в зоні кавітації: робочих коліс насосів, арматури, поверхні труб і т.д.

В залежності від кількості трубопроводів, що використовуються для теплопостачання даної групи споживачів, водяні системи розділюються на:

- однотрубні; - двотрубні; - тритрубні; - багатотрубні.

Мінімальна кількість трубопроводів для відкритої системи – один, а для закритої – два.

Найбільш простою та перспективною для транспортування на великі відстані являється однотрубна беззливна система теплопостачання. Її можливо використовувати в тих випадках, коли забезпечується однаковість витрат мережної води, необхідної для забезпечення опалювально – вентиляційного навантаження

та для гарячого водопостачання абонентів міста або району.

Для теплопостачання міст в більшості випадків використовують двотрубні водяні системи, в яких теплова мережа складається з двох трубопроводів:

- подавального,
- зворотного.

За допомогою подавального трубопроводу гаряча вода підводиться від станції до абонентів; за допомогою зворотного трубопроводу – охолоджена вода повертається на станцію.

Переважне використання в містах двотрубних систем пояснюється тим, що ці системи в порівнянні з багатотрубними потребують менших початкових вкладень та дешевші в експлуатації. Двотрубні системи використовуються в тих випадках, якщо всім споживачам району необхідна теплота приблизно однакового потенціалу. Такі умови звичайно мають місце у містах, де все теплове навантаження (опалення, вентиляція, гаряче водопостачання) може бути забезпечено в основному теплотою низького потенціалу.

В промислових районах, де є технологічне теплове навантаження підвищеного потенціалу, можуть використовуватися тритрубні системи, в яких два трубопроводи використовуються як подавальні, а третій – являється зворотним. До кожного подавального трубопроводу приєднуються однородні за потенціалом та режимом теплові навантаження. В промислових районах звичайно до одного подавального трубопроводу приєднуються опалювальні та вентиляційні установки (сезонне навантаження), а до другого – технологічні установки та установки гарячого водопостачання. При такому рішенні спрощуються методи регулювання відпуску теплоти від ТЕЦ.

Закриті системи. Кількість паралельних трубопроводів в закритій системі повинно бути не менш двох, тому що після віддачі теплоти в абонентських установках теплоносій повинен повернутися на станцію.

На рис. 3.1 показана однотрубна водяна система.

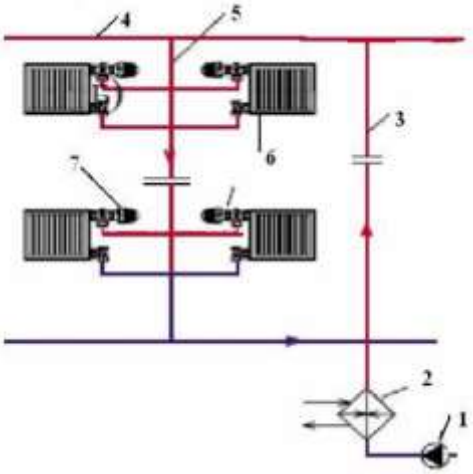


Рис. 3.1. Закрита однотрубна водяна система теплопостачання

1 – теплообменник, 2 - обратная магистраль (Т2); 2 - отопительные приборы; 3 – термостатические клапаны; 4 - подающая магистраль (Т1); 5 - главный стояк; 6 - циркуляционный насос.

На рис. 3.2 показана закрита двотрубна водяна система. За подавальним тру-бопроводом 1 теплової мережі вода поступає до абонентських установок, а за зворотним трубопроводом 11 охолоджена вода повертається на ТЕЦ.

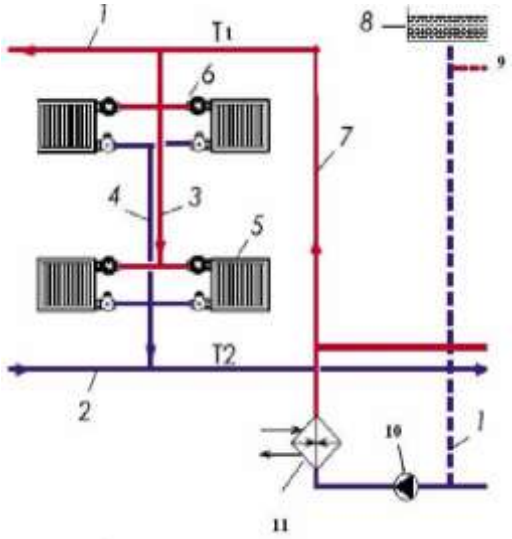


Рис. 3.2. Закрита двотрубна водяна система теплопостачання з верхньою розводкою:

1 – подавальний (Т1) та 2 - зворотній (Т2) трубопроводи; 3 та 4 – відповідно подавальні та зворотні частини стояків; 5 – опалювальний прилад; 6 – термостатичний клапан; 7 – головний стояк; 8 – розширювальний бак; 9 – повітряна лінія; 12 – циркуляційний насос; 13 – теплообмінник.

В залежності від характеру теплового навантаження абонентів та режиму роботи теплової мережі вибирають схеми приєднання абонентських установок до теплової мережі.

В **тритрубних** системах теплопостачання здійснюється центральне регулювання двох різнорідних видів теплового навантаження. Температура води в подавальному трубопроводі I змінюється за законом сезонного навантаження, а в подавальному трубопроводі II підтримується постійною. Оскільки до кожної подавальної лінії приєднується практично однорідне теплове навантаження, то роль місцевого регулювання значно спрощується. В таких умовах місцеве регулювання опалювального навантаження може виконуватися за допомогою регуляторів витрат.

Основні недоліки закритих систем:

1) випадання накипу у водоводяних підігрівачах та трубопроводах місцевих установок гарячого водопостачання при використанні водопровідної води, яка має підвищену карбонатну (тимчасову) жорсткість $Ж_к \geq 7$мг-екв/л;

2) корозія місцевих установок гарячого водопостачання із-за подачі до них недеаерованої водопровідної води;

3) складність обладнання та експлуатації абонентських вводів гарячого водопостачання із-за установки водоводяних підігрівачів.

Відкриті системи. Основним типом відкритих систем теплопостачання

являється двотрубна систем. Гаряча вода поступає від станції до абонентів за трубопроводом I. Зворотна вода повертається до станції за трубопроводом II.

Опалювальні установки приєднуються до теплової мережі за тими ж схемами, що і в закритих системах теплопостачання.

Основні переваги відкритих систем в порівнянні з закритими:

1) можливість використання для гарячого водопостачання низько потенційної теплоти, яка відпрацювала, від електростанцій та промислових підприємств;

2) спрощення та здешевлення абонентських вводів (підстанцій) та підвищення довговічності місцевих установок гарячого водопостачання;

3) можливість використання для транзитного транспортування теплоти однотрубної системи.

Основні недоліки відкритих систем:

1) ускладнення та здороження станційної водопідготовки;

2) нестабільність (за запахом, кольоровістю та іншими санітарними якостями) води, що поступає до водо розбору при залежній схемі приєднання опалювальних установок до теплової мережі, що може бути усунено при практич-но 100% - ому приєднанні опалювальних установок за незалежною схемою;

3) ускладнення та збільшення об'єму санітарного контролю системи теплопостачання;

4) ускладнення експлуатації через нестабільності гідравлічного режиму теплової мережі, зв'язаною з змінними витратами води в зворотній лінії;

5) ускладнення контролю герметичності системи теплопостачання в зв'язку з тим, що в відкритих системах теплопостачання витрати підживлення не характеризують щільність системи.

Парові системи

Парові системи споруджуються двох типів:

1) з поверненням конденсату;

2) без повернення конденсату.

В практиці промислової теплофікації широко використовується однотрубна парова система з поверненням конденсату (рис. 3.3). Пар від відбору турбіни поступає в однотрубну парову мережу I та транспортується за нею до теплових споживачів. Конденсат повертається від споживачів до станції за конденсатопроводом II. На випадок зупинки турбіни або недостатній потужності відбору передбачена резервна подача пару до мережі через редукційно – охолоджувальну установку.

Схеми приєднання абонентських установок до парової мережі залежать від конструкції цих установок. Якщо пар може бути поданий безпосередньо до установки абонента, то приєднання виконується за залежною схемою. Якщо пар не може бути поданий безпосередньо до установки абонента, то приєднан-ня виконується за незалежною схемою через теплообмінник.

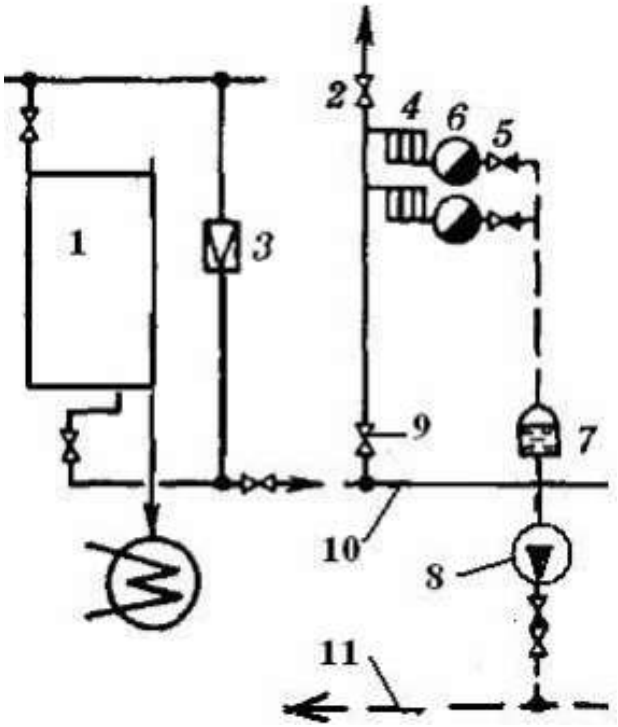


Рис. 3.3. Однотрубна парова система теплопостачання з поверненням конденсату

1 – парова турбіна; 2 – повітряний кран; 3 – редукційно – охолоджувальна установка; 4 – нагрівальний прилад; 5 – зворотний клапан; 6 – конденсатовідвідник; 7 – конденсатозбірник; 8 – насос; 9 – засувка, 10 – паропровід, 11 – конденсатопровід.

Конденсат відводиться конденсатовідвідником 6 до збірного резервуару 7, забирається від нього насосом 8 та перекачується за конденсаторопроводом теплової мережі повертається до станції. Для захисту установок від подачі до них конденсату від конденсатопроводу теплової мережі після насоса 8 встановлений зворотній клапан 5.

Контрольні питання:

1. Закриті водяні системи.
2. Відкриті водяни системи.
3. Двотрубні водяні системи.
4. Тритрубні водяні системи.
5. Парові системи.

Тема 4. Загальне поняття про систему вентиляції

Вентиляцією називають регульований повітрообмін, що забезпечує видалення з приміщення забрудненого повітря і подачу на місце видаленого свіжого повітря.

Завдання вентиляції — забезпечення чистоти повітряного середовища і передбачених нормами параметрів мікроклімату.

Вентиляційне обладнання, що об'єднується в один агрегат (для видалення або подачі повітря) носить назву вентиляційного устаткування.

Сукупність різного вентиляційного устаткування, що має єдине призначення (видалення пилу, газів, тепла і т. ін.) називають вентиляційною системою.

Серед санітарно-технічних заходів вентиляція займає одне з основних місць в системі оздоровлення умов праці, яка вимагає значних капітальних затрат на влаштування і її експлуатацію.

За способом переміщення повітря вентиляція поділяється на два види:

- природну;
- механічну.

За способом організації повітрообміну вентиляція може бути:

- місцевою;
- загальнообмінною.

За функціональним призначенням вентиляція буває:

- робоча;
- аварійна (при виробничих неполадках і аваріях).

За іфинциттом дії вентиляційне устаткування поділяється на:

- витяжне (призначене для видалення повітря) у свою чергу воно буває загальним і місцевим;
- припливне (здійснює подачу повітря) воно буває місцеве (повітряні душові ванни, оазиси, завіси) і загальне.

На виробничих підприємствах часто влаштовують комбіновані системи вентиляції (загальнообмінну з місцевою і т. ін.). Вентиляційні системи мають бути пожежо- й вибухобезпечними, простими у влаштуванні, надійними в експлуатації та економічними.

Кожна вентиляційна система повинна мати паспорт, до якого вносяться всі зміни, а також результати технічних випробувань та журнал експлуатації.

Природна вентиляція виробничих приміщень може бути:

- неорганізована;
- організована.

При неорганізованій вентиляції об'єми повітря, що надходять та вилучаються з приміщення, невідомі, а повітрообмін при цьому залежить від температури та сили вітру. Надходження та видалення повітря здійснюється

через кватирки, фрамуги і вікна, загальна площа перерізу яких має становити 2 - 4 % площі підлоги.

Організована регулююча природна вентиляція називається аерацією. Вона здійснюється з допомогою спеціально створених конструктивних елементів промислових будівель - аераційних ліхтарю, а при їх відсутності можуть влаштовуватись спеціальні канали або шахти, які функціонують під дією теплового напору. Для цього встановлюють витяжні труби з дефлектором на 1,5-2 м вище гребня даху.

Вітер, що обтікає обичайку дефлектора, створює понижений (порівняно з атмосферним) тиск, внаслідок чого витяжною трубою вгору рухається повітря з приміщення і видаляється в навколишнє середовище.

Продуктивність дефлектора визначають за формулою:

$$Q = \frac{k_д V \pi d^2}{4} \cdot 3600$$

де кё - коефіцієнт ефективності дефлектора, 0,42; V" швидкість повітря у витяжній трубі, 1 - 2 м/с; й - діаметр витяжної труби, м.

Діаметр горловини дефлектора (патрубка) наближено можна визначити за формулою:

$$d = 0.0188\sqrt{\frac{Q}{0{,}4V}}$$

де V- швидкість вітру, м/с (У= 1,5 - 2 м/с).

Перевага природної вентиляції полягає у тому, що величезні об’єми повітря (декілька мільйонів м3/год) подаються і видаляються без вентиляційного устаткування.

Механічна вентиляція. Ця система на відміну від природної здійснює рух повітря за допомогою вентиляторів, вона дає можливість здійснювати попередню обробку припливного повітря (очистку, зволоження, нагрівання або охолодження) і очистку від пилу, газів і інших домішок витяжного повітря, що видаляється перед викидом його в атмосферу. Серед переваг механічної вентиляції є те, що вона рівномірно працює цілий рік в необхідному режимі незалежно від зовнішніх погодно-кліматичних умов, а також дає можливість подавати повітря і видаляти його з будь-якої точки приміщення.

Механічна вентиляція може бути робочою або аварійною, яка проектується там де за виробничих умов може надходити у повітря значна кількість шкідливих або вибухонебезпечних речовин. Вона спрацьовує автоматично, якщо вміст небезпечних речовин у повітрі перевищує ГДК. Аварійна вентиляція має забезпечувати 8-12 кратний повітрообмін за годину. Механічна робоча вентиляція може бути місцевою, загальнообмінною, комбінованою.

Загальнообмінна вентиляція застосовується тоді, коли шкідливі речовини та тепло розподіляються по усьому приміщенню рівномірно, її дія ґрунтується на розведенні забрудненого або підігрітого повітря свіжим повітрям до гранично допустимих концентрацій чи температур. Вона може бути виконана у вигляді припливної, витяжної та припливно-витяжної.

Місцева вентиляція буває припливною та витяжною.

Місцева припливна вентиляція служить для подачі повітря на певні робочі місця. Найбільш поширені види місцевої вентиляції: повітряне душування, повітряно-теплова завіса біля воріт, повітряні оази.

Повітряні душі — спрямований зі швидкістю 1-3,5 м/с потік повітря на робочі місця в гарячих цехах. Його дія сприяє збільшенню віддачі тепла організмом людини шляхом конвекції і випарювання.

Повітряно-теплова завіса біля воріт служить для запобігання надходженню холодного зовнішнього повітря у виробниче приміщення. її робота ґрунтується на подаванні підігрітого повітря до воріт з невеликими швидкостями крізь щілиноподібні повітроводи (частіше по висоті воріт). Це забезпечує захист людей від охолодження.

Місцева витяжна вентиляція застосовується в тому випадку, якщо шкідливі речовини можна вловити безпосередньо в місцях їх утворення, не допускаючи їх поширення по приміщенню.

Найпоширенішими видами витяжних пристроїв є: витяжні шафи (тип повного укриття), витяжні парасолі над джерелами тепло-і газовиділень; бортові відсмоктувані від ванн у гальванічних цехах, захисно-знепилюючі кожухи, якими обладнуються шліфувальні, обдирні, заточувальні верстати.

Перевага місцевої вентиляції порівняно із загальнообмінною полягає в значно менших витратах на обладнання й експлуатацію.

Комбінована вентиляція - це поєднання місцевої та загальнообмінної. Такий вид вентиляції знайшов найбільшого поширення у виробничих приміщеннях.

Аварійна вентиляція - це спеціальна система витяжної вентиляції" яка призначена для швидкого видалення небезпечної речовини, що проникає у приміщення з апаратів при виробничих неполадках та аваріях.

Контрольні питання:

1. Що таке вентиляція.
2. Класифікація вентиляції.
3. Природна вентиляція.
4. Механічна вентиляція.
5. Загальнообмінна вентиляція.
6. Місцева вентиляція.
7. Аварійна вентиляція.

Тема 5. Попередження надзвичайних ситуацій при експлуатації теплових мереж

Характеристика об'єкта експлуатації

Теплові мережі від сучасних ТЕЦ та потужних котельних є складними довгими та розгалуженими гідравлічними системами, які складаються з трубопроводів різних діаметрів та значної довжини, великої кількості насосів, ємностей та інших приладів, які необхідні для передачі теплової енергії за допомогою теплоносія - мережної води або пару від джерел теплоти споживачам.

Сучасний розвиток систем централізованого теплопостачання характеризується наступними тенденціями:

- зростанням кількості джерел теплоти, працюючих в єдиної системі теплопостачання міст;
- ускладненням структури теплового споживання в зв'язку зі збільшенням крім традиційного навантаження опалення та гарячого водопостачання теплового навантаження вентиляції та кондиціювання повітря, а також різноманітного технологічного навантаження;
- збільшення кількості споживачів, для яких практично недопустимі перерви в подачі теплоти: промислових підприємств, на яких не допускається перерив технологічного процесу; лікувальних закладів; висококласних готелів та ін.;
- зниження конкурентоздатності централізованого теплопостачання в порівнянні з іншими способами забезпечення тепловою енергією (децентралізованим, газовим, з використанням вторинних енергоресурсів та ін.).

Досвіт багатьох країн, в яких широко використовуються системи централізованого теплопостачання, показує, що існує дві основні причини порушень при централізованому теплопостачанні:

- порушення теплопроводів;
- раптові втрати значної потужності джерел теплоти.

Зниження надійності діючих теплових мереж в системах транспортування та розподілу теплоти пояснюється умовами їх спорудження та експлуатації:

- складність виконання будівельно – монтажних робіт в несприятливих ґрунтових та кліматичних умовах;
- неможливість постійного візуального контролю стану теплової мереж в процесі експлуатації;
- несприятливими зовнішніми умовами, які сприяють зовнішньої корозії підземних теплопроводів в діапазоні корозійно – небезпечних при підвищеній вологості температур (70 – 90 ^{o}C);
- участю в проектуванні та спорудженні теплових мереж неспеціалізованих, а відповідно, недостатньо кваліфікованих проектних та будівельно – монтажних організацій, що мало масовий характер, особливо при будівництві розподільчих мереж;

- спорудженням теплових мереж із сталевих труб загального призначення, які найчастіше не відповідають вимогам експлуатації теплових мереж за якістю металу та сталевого листа, із яких виготовляються труби;

- відсутністю промислового виробництва теплопроводів повної заводської готовності, конструкція яких забезпечує захист сталевих труб від корозії при несприятливих умовах, а теплова ізоляція – низькі втрати теплоти;

- інтенсифікацією корозійних процесів внутрішніх поверхонь труб внаслідок недотримання якості мережної води із-за порушень водно – хімічних режимів систем теплопостачання, зв'язаних з режимами водопідготовчих установок ТЕЦ (котельних); незадовільною експлуатацією тепловикористовуючих установок та систем, які належать споживачам тепла (підсос повітря, перетоки водопровідної необробленої води до мережної води через нещільності в абонентських теплообмінниках та ін.);

- слабкою оснащеністю систем транспортування та розподілу теплоти (теплових мереж) засобами дистанційного контролю та управління із зв'язаними з цим більш складними умовами експлуатації, в тому числі при ліквідуванні можливих порушень в роботі мереж.

Якість теплопостачання.

Друга задача експлуатації СЦТ полягає в забезпеченні якості теплопостачання.

В відмінності від систем електропостачання, де якість електричної енергії нормовано та закріплено відповідними стандартами, державного стандарту на якість теплової енергії в системах теплопостачання немає. Дослідження в цієї області показали, що такий стандарт в принципі не може бути створений, тому питання нормування якості теплової енергії вирішується наступним чином.

Електрична та теплова енергія являються товаром, який має специфічні якості: енергію неможливо складувати, її використанні виконується практично в момент виробництва (для електроенергії) та з будьяким транспортним запізнюванням (для теплової енергії) та ін. Тому в договорі енергопостачання (тобто в договорі теплопостачання) в обов'язковому порядку повинні бути вказані не лише кількість теплової енергії, та і її якість.

Якість теплової енергії – відповідність термодинамічних параметрів теплоносія (температури пара та мережної води в подавальному трубопроводі та їх тиск), а також допустимі значення їх відхилення від договірних умов роботи теплоспоживаючих установок споживача. Ясно, що перераховані вище параметри теплоносія не можуть, а тому не повинні бути однаковими для всіх споживачів теплоти: вони залежать від режиму роботи технологічних установок, акумулюючій спроможності огороджуючих конструкцій опалювальних будівель, допустимого рівня комфорту та ін. Тому енергопостачальні організації повинні визначати якість теплової енергії з кожним споживачем або групою споживачів (наприклад, житлові будівлі), виходячи із технологічних можливостей СЦТ, починаючи від джерела та закінчуючи тепловим вводом споживача.

Враховуючи, щодо теплових мереж від крупних ТЕЦ та котельних

приєднані сотні тепловикористовуючих установок та систем, природно, що видача теплоти від джерел може здійснюватися за середнім для СЦТ параметрам, а індивідуальні особливості режимів роботи тепловикористовуючих установок та систем повинні компенсуватися витратами теплоносія.

Крім кількості та якості теплової енергії важливим показником, пов'язаним з якістю теплопостачання, являється режим споживання енергії. Показники режиму споживання енергії повинні відображатися в договорі енергопостачання.

Режим використання теплової енергії – відповідність реальних витрат теплоносія та температури зворотної мережної води, яка повертається споживачем до джерела теплоти, договірним (розрахунковим) значенням.

Методи виявлення та ліквідації ушкоджень в системах теплопостачання.

Втрати води з мережі поповнюються зм'якшеною, деаерованою водою, а це потребує будівництво коштовних водо підготовчих установок на ТЕЦ або в котельних та додаткових витрат матеріалів та енергії в процесі експлуатації.

Забезпечення високої щільності системи та зменшення витрат підживлюючій води являються постійними та важливими задачами експлуатаційного персоналу. Щільність системи теплопостачання характеризує загальний рівень експлуатації теплових мереж.

Одне з можливих місць втрат мережної води:

– водоводяні кожухотрубного типу підігрівачі гарячого водопостачання, які встановлюються на ГТП або МТП в закритих системах теплопостачання;

- опалювальні водо – водяні підігрівачі при незалежній схемі приєднання опалювальних установок.

Мережна вода часто незаконно відбирається в системах споживачів для різних господарчих потреб. Для виявлення втрат та незаконних відборів мережної води доцільно проводити епізодичні випробування щільності системи за допомогою добавки до підживлюючій її флюоресціну, який фарбує її в зелений колір, чим полегшує виявлення місць втрат в мережі та відбору мережної води в абонентських установках. Флюоресцін безпечний і тому з дозволу санітарних служб може використовуватися для перевірки щільності системи теплопостачання.

Для проведення систематичної профілактичної роботи з виявлення місць втрат теплоносія з теплових мереж закритих систем теплопостачання та усунення втрат може бути використана система дистанційного виявлення втрат (СДВВ). Система базується на ультразвукових витратомірах, які вимірюють витрати води за показниками датчиків, які встановлюються на поверхнях трубопроводів. Особливість системи полягає в її спроможності виявити ділянку з ма ксимальними втратами, після усунення яких виявляється ділянка з меншими втратами. Таким чином, послідовно виявляються місця всіх втрат від максимальних до мінімальних.

Виникнення розривів та нещільностей – одна з найчастіших причин

відказів та аварій в теплових мережах.

Ознакою розриву або нещільності водяної теплової мережі рахується падіння тиску в точці регулює мого тиску або в нейтральній точці системи теплопостачання, що викликане значними втратами води з системи.

Для підтримки заданого тиску приходиться збільшувати підживлення СЦТ зверх нормального значення. Експлуатаційний персонал повинен мати чітко розроблений план дій, який забезпечить знаходження місць втрат в мініма-льний термін.

При різкому збільшенні підживлення черговий персонал тепломережі встановлює протягом 2 – 3 годин контроль за роботою підживлюючій установки. Протягом цього періоду тепловий режим мережі підтримується незмінним, для того щоб термічні зміни об'єму води в системі не вплинули на витрати води для підживлення.

Одночасно приймаються міри з пошуку місць втрат води. Для цього в першу чергу проводиться зовнішній огляд мережі, при якому місце втрат води може бути виявлено:

- по снігу, що станув;
- по воді, що виступила на поверхні;
- по сильному парінню по трасі теплопроводу та з теплових камер;
- по характерному шуму при протіканні води.

В першу чергу оглядаються теплові мережі:

- найбільш старі;
- значно зношені ділянки;
- недавно введені до експлуатації.

Паралельно з зовнішнім оглядом на ТЕЦ проводиться перевірка герметичності станційної установки, що підігріває (бойлерної). Слід мати на увазі, що навіть при розриві лише однієї з трубок мережного підігрівача втрати мережної води можуть бути значними. Виявити втирати мережної води до конденсатору можливо різними способами, наприклад шляхом хімічного аналізу на жорсткість та лужність. При надходженні мережної води з конденсатом жорсткість та лужність конденсату підвищуються.

Другим способом перевірки герметичності мережного підігрівача ТЕЦ являється порівняння витрат пару та кількості конденсату, що повертається. Значне їх розходження свідчить про наявність втрат мережної води.

Третій спосіб – спостереження за рівнем конденсату в підігрівачах. При втратах мережної води рівень конденсату в підігрівачі, де є втрати, встановлюється вище звичайного, а при значних розривах трубок може відбутися переповнення підігрівача конденсатом.

При значних втратах води в паровий простір підігрівача можлива серйозна аварій із-за попадання води в турбіну при не спрацюванні аварійного поплавка. Для сигналізації розриву або нещільності трубок всі стаціонарні підігрівачі повинні бути обладнані солемірами, які дають імпульс на спрацьовування світлового або звукового сигналу. При швидкому підйомі рівня конденсату підігрівач повинний бути негайно відключений.

Перевірка герметичності підігрівальної установки може проводитися шляхом почергового відключення від мережі окремих підігрівачів. При відключенні дефектного підігрівача втрати води з мережі припиняються.

Якщо при зовнішньому огляді мережі та перевірці герметичності підігрівальної установки не можливо виявити місце втрат, тоді виконується детальна перевірка герметичності шляхом почергового відключення від мережі окремих абонентських ділянок теплової мережі та систем спостереження за роботою підживлюючої установки. При відключенні дефектного обладнання підживлення різко зменшується, а на відключеній дефектній ділянці спостерігається швидке падіння статичного тиску.

В останні роки розроблені та широко використовуються електронно – акустичні прилади різних конструкцій для визначення місць пошкоджень в підземних теплопроводах та водоводах. Такий прилад складається звичайно із штанги, в нижній частині якої розташований акустичний датчик, в верхній – стрілочний індикатор, гнізда телефонів та ручки регуляторів шуму. Прилад призначений для виявлення місць пошкоджень шляхом безпосереднього прослуховування з поверхні ґрунту або поверхні дорожнього покриття по трасі теплопроводу акустичних шумів, які випромінюються пошкодженим трубопроводом; електромагнітний сейсмоприймач, включений до прибору, перетворює механічні коливання ґрунту в електричний сигнал, індукція якого передається на головний телефон та стрілочний сигналізатор. Використання приладу зменшує час визначення місць втрат, в зв’язку з чим, як правило, виключається необхідність в пробних шурфовках.

Охорона праці під час експлуатації теплових мереж

Найбільшу небезпеку під час експлуатації теплових мереж становлять горючі гази, які при можливому витіканні в газопроводах, розміщених поблизу від теплопроводів, можуть через нещільності в землі проникати в канали і камери теплових мереж та утворювати там вибухонебезпечну газоповітряну суміш. Тому слюсаріобхідники теплових мереж, які звичайно працюють ланками з 2 – 3 чоловік, повинні до початку роботи в камерах старанно провітрити їх.

Для провітрювання відкривають обидва люки камери. Пересвідчившись, що в камері немає газоповітряної суміші, один робітник може опуститися в камеру і приступити до роботи. Біля відкритих люків ставлять захисну огорожу, обладнану дорожніми сигнальними знаками.

Працювати в камерах і прохідних каналах (тунелях) при температурі повітря понад 50 ºС забороняється. При температурі 40 – 50 ºС роботу треба організовувати так, щоб час перебування робітника там не перевищував 20 хв підрід. Перерва для відпочинку поза камерою повинна становити не менш як 20 хв.

Щоб запобігти опікам і знизити температуру повітря у камері, застосовують термоізоляцію труб, арматури та фланцевих з’єднань.

При обслуговуванні чавунної арматури підтягати болти фланцевих з’єднань дозволяється лише тоді, коли температура теплоносія не перебільшує

90 °С. Якщо треба підтягати болти в стальній арматурі при вищій температурі теплоносія, тиск у теплопроводі не повинен перевищувати надлишкового тиску 4 кгс/см^2.

Стаціонарне електричне освітлення прохідних каналів і камер роблять на напругу 12 В з вибухонебезпечною арматурою.

Роботи в камерах і прохідних каналах (тунелях), де може бути газ, виконують тільки в шлангових протигазах (ПШ) і з запобіжним поясом; до нього прикріплюють вірьовку, другий кінець якої повинен бути в натягнутому стані у руках одного з робітників, що перебувають на поверхні землі біля люка. Запобіжний пояс має наплічні ремені з кільцем, до якого прив'язують вірьовку.

До самостійної роботи на обслуговуванні теплових мереж допускають робітників та інженерно – технічних працівників, які склали встановлені іспити та мають про це відповідні посвідчення.

Ще одним розповсюдженим типом надзвичайних ситуацій на теплових мережах є вихід гарячої води на поверхню землі та розлив її на великій площі. При цьому виникає небезпека для людей і транспортних засобів, заподіяння шкоди третім особам (будинку - вибиті стекла, заливання гарячою водою квартир і підвалів та ін.; ушкодження автотранспорту).

Для забезпечення запобігання виникненню надзвичайних ситуацій необхідно виконувати наступне:

- експлуатація теплових мереж спеціально підготовленим персоналом;
- грамотні дії Оперативного керівника і підлеглого йому оперативного й оперативно-ремонтного персоналу;
- своєчасний плановий ремонт теплових мереж;
- планові ремонтні й профілактичні роботи на теплоджерелах (ТЕЦ і котельні).

У випадку ушкодження трубопроводу(ов) теплової мережі необхідно:

- знизити Р у подавальному трубопроводі з 99 °С до 95 °С;
- вислати на місце витікання оперативні й оперативно-ремонтні бригади;
- залучити для забезпечення безпеки людей і транспортних засобів сили ДАІ, міліції, працівників житлово-комунальних служб, при необхідності й МНС;
- провести локалізацію дефекту й відключення ушкодженого трубопроводу(ов).

Контрольні питання:

1. Чим обумовлюється зниження надійності теплових мереж.
2. Основні показники якості теплопостачання.
3. Основні методи виявлення ушкоджень на теплових мережах.
4. Охорона праці при експлуатації теплових мереж.

Тема 6. Вибір систем опалення. Опалювальні прилади

Види опалювальних приладів

Опалювальні прилади систем центрального опалення розподіляються на:
- радіаційні (стельові опалювальні панелі);
- конвективно – радіаційні з гладкою поверхнею (радіатори секційні та панельні, гладко трубні прилади);
- конвективні з ребристою нагрівальною поверхнею (конвектори з кожухом та без кожуха, ребристі труби).

За висотою опалювальні прилади розділюються:
- високі (висотою понад 650 мм);
- середні (400 – 650 мм);
- низькі (200 – 400 мм);
- плінтусні (до 200 мм включно).

За глибиною прилади бувають:
- малої глибини (до 120 мм включно);
- середньої глибини (120 – 200 мм);
- великої глибини (понад 200 мм).

За величиною теплової інерції прилади розділюються:
- з невеликою тепловою інерцією – конвектори та їм подібні;
- з великою тепловою інерцією - радіатори та однотипні прилади.

Вибір та розміщення опалювальних приладів

При виборі виду опалювальних приладів необхідно враховувати:
- тиск в системі,
- якість теплоносія;
- склад повітряного середовища приміщень;
- призначення та архітектурно – технологічне планування будівлі, особливості теплового режиму приміщень, місця та тривалість перебування на них людей.

При підвищених санітарно – гігієнічних, протипожежних та проти вибухових вимогах вибирають прилади з гладкою поверхнею – радіатори панельні бетонні або сталеві та гладко трубні прилади (за обґрунтуванням).

При тривалому перебуванні людей в звичайних умовах використовуються прилади конвективно – радіаційного або конвективного виду (не більше двох видів приладів для всієї будівлі або споруди). В виробничих будівлях найчастіше використовуються прилади, які забезпечують підвищену теплову щільність за довжиною (радіатори секційні, декілька ребристих труб одна над одною); в адміністративно – побутових будівлях – конвектори без кожуха; в цивільних – радіатори та конвектори з кожухом. В приміщеннях, призначених для короткого знаходження людей, переваги віддаються приладам з високими техніко-економічними показниками.

Опалювальні прилади повинні забезпечувати рівномірне опалення приміщення. Найбільше рівномірно приміщення нагрівають підлогові та стельові опалювальні панелі. Вертикальні прилади розміщують під світловими прорізами, до того ж під вікнами довжина приладів повинна складати не менш 50 % довжини прорізу (як правило не менш 75% в лікарнях, дитячих дошкільних закладах, школах, будинках старих та інвалідів); під вітринами та вітражами прилади розміщують за всією довжиною.

При розміщенні приладів під вікнами вертикальні вісі віконних отворів та приладів об'єднують (допустимі відхилення не більше 50 мм). В житлових будівлях, готелях, гуртожитках, адміністративно – побутових будівлях прилади можуть бути зміщені від вісі прорізу.

Опалювальні прилади при неможливості їх розміщення під вікнами або у зовнішніх стін можуть бути встановленими у внутрішніх стін. Для орієнтування при розміщенні приладів використовують данні про номінальні теплові потоки та довжині приладів.

Вертикальні опалювальні прилади слід розміщувати за можливістю ближче до підлоги приміщень (мінімальна відстань від низу приладу до поверхні підлоги 60 мм) (рис. 6.1).

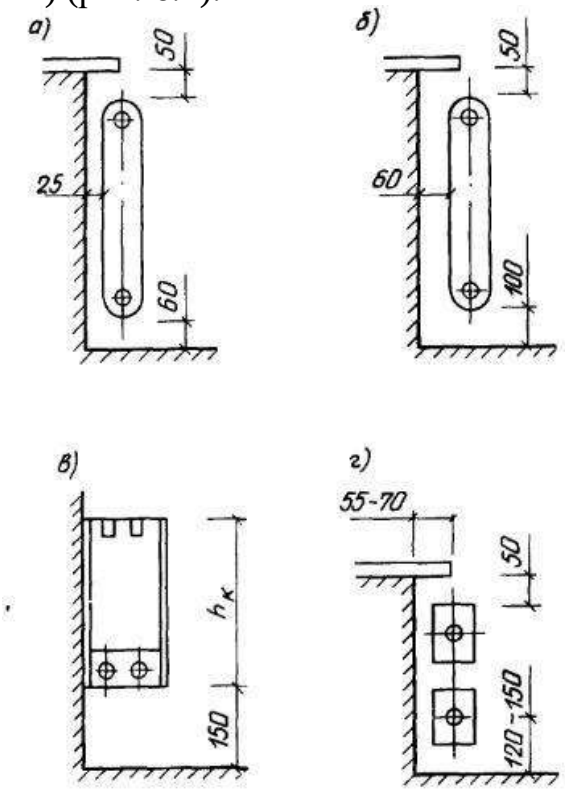


Рис. 6.1. Схеми встановлення опалювальних приладів біля підлоги приміщень:

а – радіаторів во всіх приміщеннях (крім тих, що перелічені в «б»); б – радіаторів в приміщеннях лікувально – профілактичних, санаторно-курортних та дитячих закладах; в – конвекторів з кожухом ($h_к$ – висота кожуха) настінного типу; г – конвекторів без кожуха плінтусних.

В приміщеннях висотою понад 6 м зі світловими прорізами зверху часина приладів (від 1/4 до 1/3 загальної площі) розміщують в верхній зоні (при використанні високих конвекторів з кожухом достатня установка їх лише в робочій або обслуговуючій зоні приміщення).

В сходових клітинах багатоповерхових будівель (до 12 поверхів) з зовнішніми входами опалювальні прилади розміщують в нижній їх часині поблизу вхідних дверей, використовуючи високі конвектори. В малоповерхових будівлях використовують опалювальні прилади того ж типу, який прийнятий для опалення основних приміщень. Ці прилади розміщують на першому поверсі при вході (а також в підвальній частині сходової клітини, якщо вона є); окремі прилади можуть бути перенесені на сходову клітину між першим та другим поверхами.

Встановлення опалювальних приладів у вхідних тамбурах з зовнішніми дверми не допускається; прилади можуть бути встановлені у внутрішніх тамбурах (при потрійних вхідних дверях з двома тамбурами між ними).

Опалювальні прилади розміщують так, щоб були забезпечені їх огляд, очищення та ремонт. Якщо використовується огородження (екран) або декорування приладів, крім конвекторних з кожухом (за технологічними, протипожежними, противибуховими або архітектурними вимогами), то зменшення номінального теплового потоку укритих приладів допустимо не більше ніж на 10 % (в житлових будівлях прилади не укривають).

Приєднання труб до опалювальних приладів може бути з одного боку (однобічне) та з протилежних боків (різнобічне). При різнобічному приєднанні зростає теплопередача приладів, однак конструктивно раціональніше робити однобічне приєднання труб (різнобічно приєднують радіатори при кількості секцій понад 20, а також при кількості приладів «на зчепленні» більше одного).

Тепловий потік вертикальних приладів залежить від розташування місць подачі та відводу із них теплоносія води. Теплопередача зростає при подачі теплоносія води в верхню частину та відводі води з нижній частини приладу (напрям руху зверху - вниз) та знижується при напряму руху знизу – вверх. При встановленні опалювальних приладів в декілька ярусів за висотою (радіаторів, конвекторів, гладких труб або ребристих труб) рекомендується забезпечувати послідовний рух теплоносія зверху – вниз (з верхнього ярусу до нижніх).

Теплопередача опалювальних приладів

Теплопередача опалювального приладу пропорційна тепловому потоку, приведеному до розрахункових умов за його дійсною площею нагрівальної поверхні:

$$Q_{пр} = 70K_{н.у.}A\phi_к = Q_{н.у.}\phi_к \text{ , Вт(ккал/год)} \qquad (6.1)$$

де 70 – номінальний температурний тиск, °С;

$К_{н.у.}$ – номінальний умовний коефіцієнт теплопередачі опалювального приладу, Вт/(м^2 К) [ккал/((год) м^2 ^{o}С)];

А – площа зовнішньої нагрівальної поверхні приладу, м^2;

$Q_{н.у.}$ – номінальний умовний тепловий потік приладу, Вт(ккал/год), призначений для вибору типорозміру приладу;

$\varphi_к$ – комплексний коефіцієнт приведення $Q_{н.у.}$ до розрахункових умов, який визначається за формулами:

- для теплоносія - пар:

$$\phi к = \frac{t_н^{1+n}}{70} b, \qquad (6.2)$$

де $t_Н$ – різниця температури насиченого пара $t_{нас}$ та температури повітря $t_{пов}$, ^{o}С, (визначається за формулою (4));

b – коефіцієнт урахування атмосферного тиску в даній місцевості; n – експериментальні числові показники;

Тимчасово до уточнення коефіцієнт $\varphi_к$, визначений за формулою (2), необхідно приймати з поправочним коефіцієнтом 1,03 для чавунних секційних радіаторів та 1,06 – для ребристих труб;

- при теплоносія - вода:

$$\phi_к = \frac{t_c^{1+n}}{70} \left(\frac{G_{пр}}{360}\right)^p b\Psi c, \qquad (6.3)$$

де t_c – різниця середньої температури води в приладі t_c та температури повітря $t_{пов}$, ^{o}С, (визначається за формулою (5));

$G_{пр}$ – витрати води в приладі (для конвекторів – витрати води в одній трубі конвектора);

– коефіцієнт врахування напряму руху теплоносія води в приладі знизу – вверх (штуцери приладу розташовані в вертикальній площині), (визначається за формулою (6));

р, с - експериментальні числові показники.

$$t_н = t_{нас} - t_{пов}, \qquad (6.4)$$

де $t_{нас}$ - температура насиченого пара, ^{o}С;

$t_{пов}$ - температура повітря, ^{o}С.

$$t_c = \frac{t_{вх} + t_{вих}}{2} - t_{пов}, \qquad (6.5)$$

де $t_{вх}$, $t_{вих}$ - температура води, що входить та виходить з приладу, ^{o}С.

$$\Psi = 1 - a(t_{вх} + t_{вих}), \qquad (6.6)$$

де а =0,006 – для чавунних секційних та сталевих панельних радіаторів типу РСВ1; а=0,002 – для конвекторів настінних типу «Універсал», «Акорд» та приладу « Корал» в дворядному виконанні за висотою; для інших приладів Ψ=1.

Розрахункова температура теплоносія води в опалювальних приладах

Середня температура в опалювальному приладі з тепловим навантаженням $Q_п$, Вт (ккал/год), приєднаному до стояка (або горизонтальної відгалуження):

- однотрубної системи опалення

$$tc = tг - \sum tм - \sum Qn + \frac{0{,}5Q_n}{\alpha} \cdot \beta_1\beta_2 \ / \ G_{ст}c, \qquad (6.7)$$

- двотрубної системи опалення

$$t_c = 0{,}5\ t_г - \sum t_м + \sum t_{пст} + t_з, \qquad (6.8)$$

де $t_г$, $t_з$ – розрахункова температура гарячої та зворотної води в системі, °С;

$\sum\Delta t_м$ – сумарне зниження температури води на ділянках подавальної магістралі від початку системи до розглядаємого стояка (або горизонтального відгалуження), °С;

$\sum\Delta t_{п\ ст}$ – сумарне зниження температури води на ділянках подавального стояка від магістралі до приладу, який розраховується, °С;

$Q_п$ – теплове навантаження приладу за винятком тепловіддачі транзитних труб, які прокладаються в приміщенні, крім стояка (відгалуження) та підводок, до яких безпосередньо приєднаний прилад, Вт (ккал/год);

с – питома масова теплоємність води, яка дорівнює 4187 Дж/(кг·К);

$G_{ст}$ – витрати води в стояку (відгалуженні) за даними гідравлічного розрахунку системи опалення, кг/год.

Для стояків (відгалужень) однотрубних систем опалення з опалювальними приладами, коефіцієнт місцевого опору яких залежить від їх розміру (наприклад, з конвекторами), витрати води визначають двічі: спочатку як попередні (при цьому допускається приймати $t_{ст.}$ на 1°С меншим розрахункової різниці температури теплоносія в системі опалення) для вибору приблизного розміру приладів, потім як кінцевий для внесення поправок до розміру приладів.

$$\sum t_{пст} = \sum_{i=1}^{N} \frac{q_{ві\ ділі}\ l}{cG_{ділі}} \beta 1\beta 2, \qquad (6.9)$$

де $q_{в\ і}$ – тепловіддача 1 м вертикальної труби, Вт/м [ккал/(год·м)], на і-тій ділянці

подавального стояка (залежить від діаметра ділянці подавального стояка, різниці температур теплоносія $t_т$ та зовнішнього повітря

$l_{діл\ і}$ – довжина і-тої ділянки подавального стояка, м;

$G_{діл\ і}$ – витрати води на і-тій ділянці подавального стояка, кг/год. Величину $\sum\Delta t_{п\ ст.}$ дозволяється визначати орієнтовно, виходячи з середніх значень витрат води та діаметра труб подавального стояка.

Для вертикальних однотрубних стояків в житлових та громадських будівлях замість формули (7) використовується наступна формула:

$$t_c = t_г - \sum t_м - \sum Q_n + \sum Q_{тр}' + \frac{0{,}5Q_п}{\alpha} / G_{ст} c, \qquad (6.10)$$

де $\sum Q'_{тр}$ – сума додаткової тепловіддачі труб та приладів до розглядає мого приміщення Вт (ккал/год).

Для одного поверхостояка:

- відкрито прокладеного - $Q'_{тр}$=115 Вт (100 ккал/год);
- скритого в борозні зовнішньої стіни - $Q'_{тр}$=230 Вт (200 ккал/год);
- ізольованого в борозні - $Q'_{тр}$=175 Вт (150 ккал/год).

Тепловий розрахунок приладів

Вимагаємий номінальний тепловий потік $Q_{н.\ т.}$ для вибору типорозміру опалювального приладу [4, прил. Х, С. 295 - 303] визначають за формулою:

$$Q_{н.т.} = Q_{пр} / \phi_к, \text{ Вт (ккал/год)}, \qquad (6.11)$$

де $Q_{пр}$ – необхідна теплопередача приладу в приміщенні, що розглядається:

$$Q_{пр} = Q_п - 0{,}9Q_{тр}, \text{ Вт (ккал/год)} \qquad (6.12)$$

де $Q_{тр}$ – тепловіддача відкрито прокладених в межах приміщення труб стояка (відгалуження) та підводок, до яких безпосередньо приєднаний прилад

$$Q_{тр} = q_в l_в + q_г l_г, \text{ Вт (ккал/год)} \qquad (6.13)$$

де $q_в$, $q_г$ – тепловіддача 1 м вертикальних та горизонтальних труб:

- для неізольованих труб залежить від діаметра та положення труб, а також різниці температури теплоносія при вході його до розглядає мого приміщення $t_т$ та температури повітря в приміщенні $t_п$ [4, табл. II.22, с. 264 - 267];
- для ізольованих труб залежить від діаметра та різниці температури теплоносія при вході його до розглядає мого приміщення $t_т$ та температури повітря в приміщенні $t_п$ [4, табл. II.24, с. 268];

$l_в$, $l_г$ – довжина вертикальних та горизонтальних труб в межах приміщення, м.

Теплдовий потік вибраного приладу не повинен зменшуватися більше ніж на 5 % або на 60 Вт (52 ккал/год) в порівнянні з $Q_{пр}$, тому прилад вибирають за [4, прил. X, с. 295 - 303] за величиною $Q_{н.\ т.}$, яка одержана виходячи зі значення $Q_{пр}$, зменшеного на 5 % при $Q_{пр} \leq 1200$ Вт (1032 ккал/год) або на 60 Вт (52 ккал/год) при $Q_{пр} > 1200$ Вт (1032 ккал/год).

Наведені формули дійсні при відкритому встановленні нефарбованих приладів у зовнішніх огорож приміщень.

На тепловіддачу опалювального приладу впливають конструкція декоративного огородження, склад та колір фарби. Фарбування значно змінює тепловіддачу приладів з гладкою поверхнею [4, табл. 9.6, с. 47]; та практично не впливає на тепловіддачу приладів з ребристою поверхнею.

Мінімально допустима кількість секцій чавунного радіатора визначають за формулою:

$$N_{\min} = \frac{Q_{н.т.}\beta_4}{Q_{н.у.}\beta_3}, \qquad (6.14)$$

де $Q_{н.у.}$ – номінальний умовний тепловий потік однієї секції радіатора, Вт (ккал/год); β_4 – коефіцієнт врахування способу встановлення радіатора:

- при відкритому встановленні - $\beta_4=1$;
- при інших способах встановлення - $\beta_4=(0,9 \div 1, 4)$ [4, табл. 9.12, с. 69]; β_3 – коефіцієнт врахування кількості секцій в приладі для радіатора типу МС-140, приймається за табл. 6.1

Таблиця 6.1.

Значення β_3 - коефіцієнта врахування кількості секцій в приладі

Кількість секцій в приладі	До 15	16 - 20	21 – 25
β_3	1	0,98	0,96

Для радіаторів інших типів за формулою:

$$\beta_3 = 0,97 + \frac{34}{NQ_{н.у.}}, \qquad (6.15)$$

де N – кількість секцій радіатора.

Типорозмір приладу можна визначити також за значенням вимагаємої площі нагрівальної поверхні, використовуючи [4, прил. X, с. 295 - 303].

Вимагаємо площу зовнішньої нагрівальної поверхні приладу $А_{пр}$ незалежно від виду теплоносія знаходять за формулою:

$$Апр = \frac{Q_{пр}}{70K_{н.у.}\phi_{к}}, \text{м}^2, \qquad (6.16)$$

Виходячи з номінального умовного коефіцієнту теплопередачі приладу (для найбільше використовуємих опалюлювальних приладів $К_{н.у.}$ визначається за табл. 6.2.)

Таблиця 6.2.

Значення номінального умовного коефіцієнта теплопередачі опалювальних приладів

Тип опалювального приладу	**Значення $К_{н.у.}$**	
	Вт/(м^2 К)	**ккал/((год) м^2 ^{o}С)**
Радіатор чавунний секційний:		
МС-140-98	10,36	8,91
МС-140-108	10,83	9,31
МС-90-108	11,46	9,85
Конвектор з кожухом:		
Універсал	5,1 (6,0)*	4,39 (5,2)*
Універсал С	4,93	4,24

* - для шагу пластин – 12 мм.

Для однотрубних систем водяного опалення вимагаємо площа нагрівальної поверхні $А_{пр}$ приладів в приміщеннях при $t_{пов}$ = 5÷25 ^{o}С визначається [4, табл. 9.8, с. 48 - 63] за значенням $Q_{пр}$, який попередньо зменшується на 5 % при $Q_{пр}$≤1200 Вт (1032 ккал/год) або на 60 Вт (52 ккал/год) при $Q_{пр}$>1200 Вт (1032 ккал/год).

Вимагаєма площа $А_{пр}$ приладів двотрубних систем опалення можна визначити також за таблицею [4, табл. 9.8, с. 48 - 63] за значеннями $t_{пов}$ та t_c , визначаючи t_c за формулою (8). Після визначення $А_{пр}$ опалювальних приладів знаходять їх розрахункову площу $А_р$:

$$Ap = \frac{A_{пр}\beta_4}{b}{}^2, \text{ м}, \qquad (6.17)$$

де b - приймають за [4, табл. 9.1, с. 44];

β_4 – приймають за [4, табл. 9.12, с. 69].

Порівнюючи площу $А_р$ зі значеннями площі нагрівальної поверхні приладів, які наведені в [4, прил. Х, с. 295 - 303], вибирають необхідний типорозмір та номінальний тепловий потік приладу, враховуючи, що площа приладу, який вибирається, не повинна бути меншою за $А_р$. Деякі прилади (ті, що мають інший, ніж в основному ряду, коефіцієнт теплопередачі) необхідно підбірати за умовним значенням А, що надано в графі А [4, прил. Х, с. 295 - 303] в знамен-нику дробі з зірочкою.

За значенням $А_р$ для чавунних секційних радіаторів розраховують мінімальну кількість секцій за формулою:

$$N_{\min} = \frac{A_p}{a\beta_3'}, \qquad (6.18)$$

де a_c – площа нагрівальної поверхні однієї секції, м^2;

β'_3 – коефіцієнт врахування кількості секцій в приладі (для радіаторів МС-140 коефіцієнт β'_3 змінюється на β_3).

$$\beta'_3 = 0{,}97 + \frac{0{,}06}{A_p}. \qquad (6.19)$$

За результатми розрахунків за формулами (18) та (19) складена таблиця [4, табл. 9.13, с. 69]. Розрахункову кількість секцій приймають за цією таблицею за найближчим більшим значенням A_p.

Регулювання теплопередачі опалювальних приладів

В системах водяного опалення використовується якісне та кількісне регулювання:

- якісне:
  - центральне (на тепловій станції);
  - групове (в центральному тепловому пункті);
  - місцеве (в тепловому пункті будівлі);
- кількісне:
  - центральне (на тепловій станції);
  - групове (в центральному тепловому пункті);
  - місцеве (в тепловому пункті будівлі);
  - індивідуальне (у кожного опалювального приладу).

При місцевому регулюванні підвищенню теплової стабільності системи сприяє зменшення кількості циркулюючої води при зниженні температури води, яка подається в систему. Теплова стійкість системи водяного опалення бу-дівлі забезпечується при проведенні автоматичного пофасадного кількісно – якісного регулювання:

– якісного – за зміною температури зовнішнього повітря та швидкості вітру;

– якісного та кількісного – за відхиленням температури повітря в характерних приміщеннях.

В системах парового опалення використовується кількісне регулювання.

Індивідуальне кількісне регулювання може бути:

– ручне;

– автоматичне.

Автоматичне регулювання передбачається у відповідності з вимогами ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування». Для ручного регулювання при паровому опаленні використовують вентилі з золотниками без прокладки; при водяному опаленні – регулюючі крани. Вентилі та крани КРП та КРТ з зниженим гідравлічним опором використовують в однотрубних системах, крани з підвищеним гідравлічним опором (подвійного регулювання КРД, прохідні КРП з дроселюючим пристроєм, «Терміс» та інші) – в двотрубних.

Конвектори типу КН («Комфорт-20», «Універсал») мають регулюючі повітряні клапани; в однотрубних системах такі конвектори встановлюються без регулюючих кранів, в двотрубних з кранами КРД.

При перервному опаленні забезпечується загальне відхилення опалювальних приладів приміщень з змінним тепловим режимом.

Для автоматичного регулювання використовуються регулятори прямої та непрямої дії. Їх гідравлічний опір повинний бути зниженим в однотрубних системах та підвищеним в двотрубних системах.

Встановлення опалювальних приладів

Відстань від будівельних конструкцій будівель до опалювальних приладів та між приладами необхідно приймати у відповідності до нормативних вказівок (а також див. рис.6.1).

Прилади з теплоносієм при температурі понад 105 ^{o}C необхідно розміщувати на відстані не менш 100 мм від горючих елементів будівель. При розміщенні приладів необхідно враховувати можливість прокладання підводок до них по прямим лініям.

В приміщеннях категорій А, Б та В не допускається розміщувати опалювальні прилади в нішах, за виключенням сходових клітин, де виступи приладів не повинні зменшувати необхідну ширину проходів.

При відхиленому встановленні опалювального приладу від вісі світлового прорізу стояк розташовують на відстані 150 ± 50 мм від укосу прорізу, а довжину підводки приймають 360 ÷ 400 мм при трубах діаметром 15 ÷ 20 мм та 500 мм при трубах діаметром 25 мм.

Встановлення опалювальних приладів здійснюється на кронштейнах, болтах або металевих підставках.

Опалювальні прилади без повітряного клапана для можливості регулювання теплопередачі з’єднуються «на зчіпці» в межах одного приміщення, за виключенням допоміжних приміщень (коридорів та інших, а також кухонь житлових будівель), де дозволяється прилади приєднувати до зчіпці до приборів сусідніх приміщень. Діаметр з’єднувальних труб зчіпки приймають за діаметром отворів в приладах, довжина зчіпки не повинна перебільшувати 1,5 м. Кількість приладів, які з’єднуються у зчіпку, при односторонній підводці до при-ладів від однотрубних та двотрубних стояків повинно бути не більше двох.

Різнобічна підводка труб до радіаторів від двотрубних стояків рекомендується при кількості секцій понад 25 або при встановленні більше двох приладів, з’єднаних на зчіпці.

Розміри отворів при відкритій прокладці та борозен при скритій прокладці в будівельних конструкціях приймаються в залежності від виду прокладаємого теплопроводу (табл. 6.3).

Таблиця 6.3.

Розміри отворів та борозен в будівельних конструкціях

Теплопровід	**Розміри**	
	отвору	**борозни**
Стояк		
однотрубний	100 х 100	130 х 130
двотрубний	150 х 100	200 х 130
Підводка до приладу та зчіпка	100 х 100	60 х 60
Магістраль	250 х 300	-
Головний стояк	200 х 200	200 х 200

Питання для самоконтролю

1. Які види опалювальних пристроїв використовуються в сучасних будівлях?
2. Основні показники для вибору виду опалювального приладу.
3. Що враховується при визначенні місця розміщення опалювального приладу?
4. Від яких параметрів залежить теплопередача опалювального приладу?
5. Як розраховується температура теплоносія води в опалювальних приладах?
6. Види регулювання теплопередачі опалювальних приладів.
7. Основні принципи автоматичного регулювання теплопередачі опалювальних приладів.
8. Правила встановлення опалювальних приладів.

Тема 7. Загальні відомості про газопостачання

7.1 Газотранспортна система України

В Україні в галузі газопостачання діють наступні нормативні документи:

1. ДСТУ Б В.2.7-73-98. Труби поліетиленові для подачі горючих газів. Технічні умови (Виготовлення труб для транспортування горючих газів).
2. ДБН В.2.5-20-2001. Інженерне обладнання будівель та споруд. Зовнішні мережі та споруди. Газопостачання (Проектування та будівництво газопроводів).
3. ДНАОП 0.00-1.20, «Правил подачі та використання природного газу в народному господарстві України», ДНАОП 0.00-1.07, ГОСТ 12.1.004.
4. НАПБ А.01.001, «Правил пожежної безпеки в газовій промисловості України».
5. Газ, передбачений для використання як паливо, повинен відповідати ГОСТ 5542 для природного газу і ГОСТ 20448 та ГОСТ 27578 для ЗВГ.
6. Газ, що подається споживачу, повинен одоруватися. Інтенсивність запаху газу визначається за ГОСТ 22387.5.
7. Вміст шкідливих домішок в газоповітряних сумішах не повинен перевищувати значень, наведених у ГОСТ 5542 і ГОСТ 20448, відповідно для природного газу.

Газотранспортна система України включає 36 тис. км магістральних газопроводів різного призначення і продуктивності, 71 компресорну станцію (122 компресорних цехи), понад 1600 газорозподільних станцій, 12 підземних сховищ газу з найбільшим в Європі після Росії активним обсягом газу – понад 32 млрд $м^3$, або 21,3% від загальноєвропейської активної ємності.

На «вході» ГТС спроможна прийняти до 290 млрд $м^3$, а на «виході» передати 175 млрд $м^3$ природного газу, в тому числі 140 млрд $м^3$ до країн Західної і Центральної Європи. Понад 80% газу з Росії надходить до Європи через Україну.

Тривалі роки експлуатації газотранспортної системи України вимагають капітального ремонту і реконструкції з тим, щоб вона повністю відповідала європейським вимогам. Необхідна також сертифікація газотранспортної системи для оцінки її нинішнього стану і визначення необхідної кількості інвестицій для її модернізації з метою збільшення обсягу транспортування газу.

Важливим фактором економічного і політичного благополуччя будьякої країни є забезпечення її економіки енергоносіями. За рахунок природного газу в країнах СНД забезпечуються теплом більш 200 млн. міського і сільського населення, виробляється 93 % чавуна і близько 60 % мартенівської сталі, 90 % аміаку. На природному газі працює майже половина енергогенеруючих підприємств.

В останні роки природний газ зміцнює свої позиції на енергетичному ринку світу, успішно конкурує з таким загальновизнаним енергоносієм, як нафта. Центр світових глобальних енергетичних досліджень опублікував данні про те, що в конкуренції нафти і газу як енергоносій верх бере саме природний газ. Якщо в 1979 р. частка нафти в загальносвітовому споживанні енергії складала 80 %, то вже в 1999 р. її частка знизилася до 51 %, уступивши місце природному газу й атомній енергії.

Розвідані газові родовища вже сьогодні здатні на багато років задовольнити зростаючі світові потреби в ньому. Адже за весь час видобутку газу з надр землі витягнуте усього близько 4 % його загальних запасів. І навіть якщо в далекому майбутньому запаси зменшаться, люди знайдуть спосіб його штучного відтворення.

Природний газ - екологічно чисте паливо. Його застосування в промислових галузях скорочує викиди шкідливих компонентів у 4-5 разів. Крім того, газ - унікальне моторне паливо. От чому на використання газу як паливо переводяться автомобілі, тепловози, літаки, річкові судна і сільгосптехніка. Для будь-якої держави питання одержання природного газу (видобуток, покупка, транспортування, збереження) та його ефективного використання повинні бути одними з пріоритетних напрямків діяльності. Особливо ці питання важливі для України, тому що видобуток нафти і газу з її надр здатний задовольнити не більш 10 % потреби, а основу енергетичної кризи складають застарілі технології в промисловості і сільському господарстві, що вимагають підвищеної витрати енергоресурсів на одиницю продукції (у 28 разів більше, ніж, наприклад, у Франції).

Основними країнами-хазяїнами газових родовищ на сьогоднішній день у світі є Іран, Росія, Норвегія, Туркменія і прагнучий приєднатися до них Азербайджан.

Територією України проходить найбільший у світі транзитний газовий потік з Росії в країни Європи. Перелік умовних скорочень:

Газорозподільні мережі щороку транспортують безпосередньо споживачам понад 60 млрд кубометрів газу (80 % споживаного в Україні).

Експлуатація величезного технічного комплексу завжди пов’язана з різними об’єктивними й суб’єктивними ризиками. Зрозуміло, така інфраструктура потребує серйозного фінансування, постійних витрат на її утримання, відновлення та оптимізацію. Уже сьогодні спливає термін амортизації близько 10 тисяч кілометрів газових мереж.

За даними ДК "Газ України", відсоток зношеності газових мереж державної власності збільшився до 40 (незважаючи на щорічне введення в експлуатацію значної кількості нових газопроводів державної власності).

7.2 Газові мережі

Газові мережі призначені для транспортування і розподілу газу між споживачами на побутові, комунально-побутові й технологічні потреби. Газопостачання міст може здійснюватися природним газом, що добувається з надр землі, зрідженим газом, одержуваним з побіжного нафтового газу, і коксовим газом, вироблюваним на заводах шляхом термічної обробки твердого палива без доступу повітря.

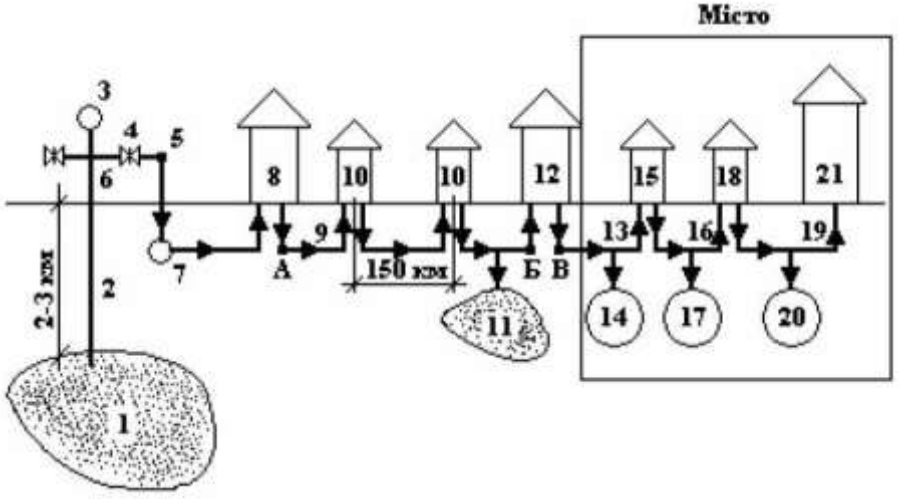


Рис. 7.1. - Схема видобутку, транспортування, збереження і споживання природного газу:

1 - газове родовище; 2 - газова свердловина; 3 - манометр; 4 - засувка; 5 - регулятор тиску; 6 - фонтанна «ялинка»; 7 - збірний колектор; 8 - промислова газорозподільна станція (ПГРС); 9 - магістральний газопровід; 10 – компресорна станція; 11 - підземне сховище газу; 12 - міська газорозподільна станція (ГРС); 13 - газопровід високого тиску; 14 - ТЕЦ і великі промислові підприємства; 15 - районний газорегулюючий пункт (РГРП); 16 - газопровід середнього тиску; 17 - районні котельні (РК); 18 - мікрорайонний газорегулюючий пункт; 19 - газопровід низького тиску; 20 - громадський будинок; 21 - житлові будинки

У порівнянні з твердим газоподібне паливо має ряд таких переваг:

- воно, як правило, більш економічне;
- поліпшує санітарно-гігієнічний стан міста (відсутність викиду в атмосферу вугільного пилу, золи і сірчистих газів);
- полегшує працю людини в побуті і на виробництві;
- звільняє внутрішньоміський транспорт від перевезень палива і територію міста від складів палива і відвалів золи та шлаку;
- застосування газу полегшує автоматизацію теплових виробничих процесів і скорочує чисельність обслуговуючого персоналу, дозволяє здійснити економічно ефективні технологічні процеси.

Найбільшу цінність для газопостачання міст становлять природні гази, що складаються, головним чином, з вуглеводів метанового ряду. Особливістю природних газів є їхня висока теплотворна здатність, низький вміст баласту і для більшості родовищ - відсутність сірководню та інших шкідливих домішок.

Система газопостачання населених місць складається з газових родовищ, магістральних газопроводів високого тиску (ГЗ), компресорних станцій, міських газорозподільних станцій (ГРС), розподільних газопроводів середнього і високого тиску (Г2, Г3), районних газорегулюючих пунктів (РГРП), мікрорайонних газорегулюючих пунктів (ГРП), розвідних газопроводів низького тиску (ГІ) і вводів споживачам (рис. 4.1).

ГРС - призначена для очищення газу від механічних домішок, зниження тиску й одоризації; розміщується за кордоном міста.

7.3 Види горючих газів

Гази як паливо застосовують для приготування їжі, в системах гарячого водоспоживання для підігріву води, в системах опалення будівель, в технологічних процесах промислових підприємств.

В якості палива використовують гази природних нафтових та газових родовищ, їх газоповітряні суміші, а також зріджені вуглеводні гази. Газоподібне паливо є сумішшю горючих та негорючих компонентів.

До горючих газів належать вуглеводень, водень та окис вуглецю, а до не горючих – кисень, азот, вуглекислий газ, водяні пари, аміак та інші. В природних газах або в їх газоповітряних сумішах, які призначені для газопостачання населених пунктів, вміст шкідливих домішок не повинно перебільшувати значень, які надані в нормативних документах.

Штучні гази мають різкий запах, а природні гази зовсім без запаху, тому для виявлення втечі газу, його змішують з спеціальними речовинами, які надають запах.

Величина витрати газу на потреби споживачів цілком залежить від його теплоти згорання, чим вона менш, тим більше витрачається газу.

Природні гази добувають з газових або нафтових родовищах, а штучні – отримують при термічної переробки рідкого та твердого палива без доступу повітря. Для централізованого постачання населених пунктів та виробничих об’єктів застосовують природні гази. Якщо немає природних газів, то застосовують зріджені вуглеводні гази.

До зріджених вуглеводних газів належать такі вуглеводі, які в нормальних умовах знаходяться в газоподібному стані, а при невеликому підвищенні тиску переходять в рідкий стан. Температура запалювання зріджених бутану та пропану складає відповідно 510 та 490 ^{0}С. Зріджені гази у порівнянні з природними мають в 2-3 рази більшу теплоту згоряння та швидкість запалювання.

Для газопостачання житлових будівель, комунальних та промислових підприємств використовують природні, штучні та змішані гази.

Природні гази. В процесі біохімічного і термічного розкладання простих залишків тваринного і рослинного походження, похоронених в надрах пористих осадкових порід (піски, пісковики, галечнику), протягом багатьох тисячоліть утворювалися пальні, природні гази. Необхідною умовою цього з'явилася також наявність щільних, наприклад глинистих, порід, що підстилають і покривають газові родовища. У багатьох випадках підошвою для них служать нафта і вода.

Звичайно газові родовища діляться на три групи: сухі, газоконденсатні і попутні, або нафтові. У сухих родовищах газ знаходиться переважно у вигляді суміші метану з невеликими кількостями етану, пропану та бутану. У газоконденсатних містяться не тільки метан, але і значна кількість етану, пропану, бутану і інших важких вуглеводнів аж до бензинових і гасових фракцій. У попутних нафтових газах знаходяться легкі і важкі вуглеводні розчинені в нафті. Наближені склади природних газів приведені в табл. 7.1, а вимоги, які висуваються до природних паливних газів для комунально-побутового призначення в табл. 7.2.

Таблиця 7.1.

Склад природних газів

№	Родовище газу	Склад газу, % за об'ємом						
		CH_4	C_2H_6	C_3H_6	C_4H_{10}	C_5H_{12}	CO_2	N_2
1.	Шебілінське	93,3	4,0	0,6	0,4	0,3	0,1	1,3
2.	Опошнянське	88,9	5,74	0,67	0,24	0,20	3,98	0,28
3.	Зачепилівське	91,2	4,86	1,3	0,56	0,39	0,2	1,54
4.	Борівське	82,7	4,7	2,9	1,1	1,2	0,5	7,5
5.	Джанкійське	95,9	0,7	0,2	0,03	0,01	0,1	3,0
6.	Кегичивське	93,0	3,3	1,4	0,25	0,18	0,6	1,3

Таблиця 7.2.

Вимоги, які висуваються до природних паливних газів для комунально-побутового призначення

Показники	Норма
Число Воббе, МДж/м3	39400-52000
Об'ємна доля кисню, %, не більш	1,0
Інтенсивність запаху газу при об'ємній долі 1% в повітрі, бал, не більше	3

Згідно ГОСТ 5542-87 горючі властивості природних газів характеризуються числом Воббе, яке є відношенням теплоти згорання (нижчої або вищої) до кореня квадратному з відносної (по повітрю) щільності газу.

$$Wo = \frac{Qh}{\sqrt{\mathrm{d}}} \qquad (7.1)$$

Оскільки межі коливання числа Воббе вельми широкі, ГОСТ 554287 вимагає встановлювати для кожної газорозподільної системи (за погодженням між постачальником газу і споживачем) номінальне значення числа Воббе з відхиленням від нього не більше ± 5%. Пояснюється це тим, що природні гази, особливо нафтових родовищ, містять не тільки легкі і важкі вуглеводні, але і інертні гази, недооблік концентрації яких може приводити до порушення стійкості полум'я горілок, зменшенню діапазону їх регулювання, зниженню повноти згорання газового палива і підвищенню змісту шкідливих компонентів в продуктах згорання.

Якщо природний газ порівняти з іншими видами палива, то його собівартість в три рази нижче собівартості торфу та мазуту, в 15-20 разів нижче собівартості вугілля підземної виробітки. Застосування газу в побуту та промисловості в порівнянні з твердим паливом в 4-5 разів ефективніше. Газ згорає без утворення диму, в якому багато продуктів неповного згорання твердого та рідкого палива, тому заміна газом інших видів палива сприяє очистки повітря населених пунктів.

Зріджені вуглеводневі гази. До зріджених вуглеводневих газів відносять такі, які за нормальних фізичних умов знаходяться в газоподібному стані, а при відносно невеликому підвищенні тиску (без зниження температури) переходять в рідке. Це дозволяє перевозити і зберігати зріджені вуглеводні як рідини, а газоподібні регулювати і спалювати як природні гази. Основні газоподібні вуглеводи, що входять до складу зріджених газів, характеризуються високою теплотою згорання, низькими межами займистості, високою щільністю (що значно перевершує щільність повітря), високим об'ємним коефіцієнтом розширення рідини (значно більшим, ніж у бензину і гасу), що обумовлює необхідність заповнювати балони і резервуари не більше ніж на 85-90% їх геометричного об'єму, значною пружністю насиченої пари, зростаючої із зростанням температури, і малої щільністю рідини щодо води.

Хімічний склад зріджених вуглеводневих газів різний і залежить від джерел їх отримання. Зріджені гази з попутних нафтових і газоконденсатних родовищ складаються з граничних (насичених) вуглеводнів – алканів. Основними компонентами цих вуглеводнів є пропан і бутан. Неприпустимо наявність в зрідженому газі в значних кількостях як етану і особливо метану, оскільки це приводить до різкого збільшення пружності насиченої пари, так і пентана і його ізомерів, оскільки це спричиняє різке зниження пружності насиченої пари і підвищення точки роси . Зріджені гази, що одержуються на підприємствах в процесі переробки нафти, окрім алканів містять негранічні (ненасичені) вуглеводні - алкани). Основними компонентами цих газів крім пропану і бутану є пропилен і бутилен. Наявність в зрідженому газі в значних кількостях етилену неприпустимо, оскільки веде до підвищення пружності насиченої пари. Властивості зріджених газів для побутових цілей регламентує ГОСТ 2044880* «Гази вуглеводні зріджені паливні для комунально-побутового споживання», що передбачає постачання наступних марок цих газів і області їх застосування (табл. 2.4): СПБТЗ суміш пропану і бутану технічна зимова (не більше 20% Бутану); СПБТЛ суміш пропану і бутану літня (не більше 60% Бутану); БТ бутан технічний (не менше 60% бутану).

Штучні гази. Ці гази ділять на дві групи. До першої відносять гази високотемпературної (близько 1000 ^{O}C). перегонки, що одержуються при нагріванні твердого палива без доступу повітря: коксохімічні, коксогазові, газосланцеві. Виробництво горючих газів за цим способом засноване на пірогенетичному розкладанні жирного кам'яного вугілля і сланців під впливом температури. До другої групи відносять гази безостаточної газифікація, що одержується в результаті нагрівання твердого палива в струмі повітря, кисню і їх сумішей з водяною парою: доменні, генераторні, підземної газифікації.

7.4 Вимоги до газів, які застосовуються в комунальному господарстві

Газ не повинен мати великої кількості шкідливих домішок. У відповідності звимогами нормативних документів на 100м^3 газу домішок не більш: 2 г. аміаку, 5 гр. ціаністих з’єднань, 10 гр. нафталіну, смоли, пилу та інших речовин. У комунальному господарстві на побутові потреби жилих та громадських будівель, навчальних закладів, комунальних підприємств використовують газ низького тиску. Якщо подається штучний газ, то тиск в

газопровідних трубах не повинен перебільшувати $2*10^{-3}$ МПа, якщо природний – не більш $3*10^{-3}$ МПа, якщо зріджений – не більш $4*10^{-3}$ МПа. Якщо в газопровідній мережі тиск не відповідає встановленим вимогам, то застосовують регулятори тиску – пристрої, які зменшують тиск та підтримують його постійним в встановлених необхідних межах. Після регуляторів тиску встановлюють запобіжні пристрої – запірні клапани, які не дозволяють підвищити тиск у випадку несправності регуляторів.

Однією з найважливіших вимог до газу, який застосовується в комунальному господарстві, є наявність запаху для своєчасного його виявлення та попередження отруєння та вибуху. Обов'язково виконують одоризацію, тобто додають до газу одоранти в такої кількості, щоб при мінімальної концентрації газу в повітрі відчувався різкий запах. Якщо горючі гази змішані з повітрям та нагріти, то вони можуть вибухати та займатися полум'ям.

7.5 Норми витрат газу

Визначення витрат газу на господарсько-побутові і комунальні потреби житлових і громадських будівель, підприємств громадського харчування і об'єктів комунально-побутового призначення (лазні, пральні, хлібопекарні і ін.) слід виконувати по укрупнених нормах витрати теплоти, одержаних з практики.

Норми витрати газу на газопостачання шкіл, вузів, технікумів і інших спеціальних учбових закладів (для лабораторних потреб) слід визначати по теплових навантаженнях q_1. Для споживачів, не перерахованих у вищенаведених таблицях, норми витрати газу визначають виходячи з норм витрати інших видів палива або за даними фізичної (фактичного) витрати використовуваного палива з урахуванням зміни КПД при переході на газове паливо. Згідно пунктам 3.4 і 3.5 СНіП 2.04.0887 річні витрати газу на потреби підприємств торгівлі, побутового обслуговування невиробничого характеру і т.п. (ательє, майстерні, перукарні. магазини і ін.) слід приймати до 5% від сумарної витрати теплоти на житлові дома, а річні витрати газу на технологічні та інші потреби промислових і сільськогосподарських підприємств слід визначати за даними паливоспоживання (з урахуванням зміни КПД устаткування і приладів при переході на газове паливо) цих підприємств з перспективою їх розвитку або на основі технологічних норм витрати теплоти.

Приведені середні норми витрати теплоти дозволяють визначити потреби в газі за рік і розробити планові і проектні завдання по газопостачанню міст і населених пунктів. Вказані норми неприйнятні для виявлення потреби в газі конкретних об'єктів і розробці для них проектної документації. Для вказаних цілей необхідно вивчити установки, переобладнані для спалювання газу, і визначити для них розрахунковим або досвідченим шляхом індивідуальні норми. Для спеціальних газових приладів норми витрати газу (теплові навантаження) регламентуються ГОСтами, паспортною характеристикою, а також даними налагоджувальних робіт

7.6. Режими споживання та розрахункові годинні витрати газу

Споживачами горючих газів в містах є житлові будинки, підприємства громадського харчування, установи охорони здоров'я і дитячі, учбові заклади. деякі цехи промислових підприємств із специфічними тепловими процесами і ін. Споживання газу відбувається нерівномірно, причому кожній категорії властиві характерні сезонні, тижневі і добові нерівномірності споживання.

Найбільша добова нерівномірність властива побутовим і іншим споживачам, що використовують газ для приготування їжі і гарячої води, найменша - промисловим підприємствам з безперервними технологічними процесами. Практика показує, що коливання у витраті газу побутовими споживачами мають певну закономірність: у денні і вечерні години витрата газу найбільша, а в нічні знижується до мінімуму, доходячи при малому числі споживачів майже до нуля. При цьому протягом доби спостерігаються годинник посиленого споживання газу, відповідні часу приготування їжі і прийому ванн. Споживання газу нерівномірно і по днях тиждень при порівняно рівномірному від понеділка до п'ятниці у суботу воно збільшується. Значне підвищення витрати газу спостерігається також в передсвяткові дні, зокрема 31 грудня, коли споживання газу перевищує річну середньодобову витрату в 1,6 - 1,65 разу . Сезонна нерівномірність споживання газу викликана додатковою витратою на опалювання в зимовий час і деяким зменшенням його влітку.

Режими витрати газу різними категоріями споживачів вивчені недостатньо і залежать від безлічі чинників і місцевих умов, непіддатливих точному обліку і узагальненню. З цих причин кількісні характеристики режимів витрати газу, що приводяться нижче, складені на підставі досліджень проектних, наукових і експлуатаційних організацій, можуть і повинні уточнюватися залежно від місцевих умов.

Розрахункові годинні витрати газу служать початковими даними для визначення діаметрів газопроводів, для вибору розмірів і типів газової арматури, апаратури і устаткування. Нерівномірність споживання газу обумовлюється нерівномірними режимами роботи кожного встановленого приладу або установки і неспівпаданням годин роботи як однотипних, так і різних за призначенням приладів.

Розрахункова годинна витрата газу $Q_{год}$, м^3/год, при 0^{0}С та напорі 101,3 кПа на господарсько-побутові і комунальні потреби визначають як частку річної витрати за формулою:

$$Q_{год} = k_м \cdot Q_{річ} \qquad (7.2)$$

де $k_м$ - коефіцієнт годинного максимуму витрати газу (коефіцієнт переходу від річної витрати до максимальної годинної); $Q_{год}$ - годинна витрата газу, м^3/год.

Коефіцієнт годинного максимуму витрати приймають диференційно для кожного району газопостачання, мережі якого є самостійною системою, не пов'язаною з системами інших районів.

Контрольні питання

1. Охарактеризуйте газотранспортну систему України
2. Основні складові газових мереж
3. Види горючих газів, що використовуються в газопостачанні
4. Вимоги до газів, які застосовуються в комунальному господарстві
5. Норми витрат газу.
6. Режими споживання газу. Розрахункові витрату газу

Тема 8. Розподільчі системи газопостачання

8.1 Класифікація газопроводів та типи систем розподілу газу

Газопроводи, що входять в систему газопостачання, класифікуються за наступними показниками:

- **за призначенням в системі газопостачання** - розподільні газопроводи-введення, ввідні, продувочні, скидні, імпульсні, міжселищні;

Розподільні газопроводи низького тиску служать для подачі газу житловими і громадським будівлям, а також комунально-побутовим і промисловим споживачам з малою витратою газу. Підключення до цих газопроводів споживачів з великою витратою газу допустимо тільки за умови забезпечення нормального режиму роботи побутових газових приладів. Розподільні газопроводи середнього тиску забезпечують подачу газу в аналогічні газопроводи низького тиску і підключеним ним (за умови установки місцевих ГРП) промисловим і комунально-побутовим підприємствам. Розподільні газопроводи високого тиску служать для подачі газу в газопроводи середнього тиску, а також для живлення крупних промислових підприємств, що потребують газу високого тиску. В окремих випадках і з дозволу місцевого органу госпроматомнадзора до цих газопроводів можуть підключатися підприємства, що не працюють на газі високого тиску, але що мають велику витрату газу (наприклад, ТЕЦ), або ті, для яких ці газопроводи (з погляду територіального розташування) є єдиними або найбільш близькими по відстані. Подача газу від розподільних газопроводів середнього і високого тиску в газопроводи інших категорій тиску, а також на промислові і комунально-побутові підприємства, в житлові і громадські будівлі здійснюється тільки через ГРП. Промисловим і комунально-побутовим споживачам газ з розподільних газопроводів подають через газопроводи - введення. Як правило, переважна більшість промислових і комунально-побутових підприємств підключаються до газопроводів середнього тиску.

- **по місцезнаходженню щодо планування населених пунктів** – зовнішні (вуличні, внутрішньоквартальні, дворові, міжцехові) і внутрішні (усередині будівель і приміщень);

- **по місцезнаходженню щодо поверхні землі** - підземні (підводні), надземні (надводні), наземні;

- **за матеріалом труб** - металеві (сталеві, мідні і ін.) і неметалєві (поліетиленові і ін.)

Газопроводи систем газопостачання згідно ДБН В.2.5-20-2001 залежно від **тиску газу,** що транспортується, класифікуються таким чином:

- газопроводи високого тиску 1 категорії (при робочому тиску газу понад 0,6 до 1,2 МПа включно для природного газу і газоповітряних сумішей і до 1,6 МПа для СУГ;
- газопроводи високого тиску II категорії (при робочому тиску газу понад 0,3 до 0,6 МПа);

- газопроводи середнього тиску (при робочому тиску газу понад 500 даПа до 0,3 МПа);

- газопроводи низького тиску (при робочому тиску газу до 500 даПа включно. Тиск газу перед побутовими газовими приладами слід приймати відповідно до паспортних даних приладів, але не більше 300 даПа).

У міську систему розподілу газу входять наступні споруди: міські розподільчі газопроводи різного тиску і призначення, газорозподільні станції (ГРС), газорегуляторні пункти (ГРП), пристрої зв'язку і телемеханізації і підсобні споруди, що служать для нормальної експлуатації системи.

Основними вимогами, яким повинні задовольняти всі системи розподілу газу, є надійність і безперебійність газопостачання, безпека, простота і зручність експлуатації, можливість почергового будівництва і введення в експлуатацію, максимальна однотипність споруд і монтажних вузлів, мінімальні матеріальні, капітальні вкладення і експлуатаційні витрати. Залежно від числа ступенів перепаду тиску газу в газопроводах системи газопостачання міст і населених пунктів діляться на одно-, двух-, трьох- і багатоступінчасті:

1) одноступінчата (рис. 8.1) - система газопостачання, при якій розподіл і подача газу споживачам здійснюються по газопроводах тільки одного тиску, як правило, низького. Вона може бути рекомендована для населених пунктів і невеликих міст, що приєднуються до магістральних газопроводів, а також для селищ при автономному газопостачанні, коли як джерело газу виступають місцеві газовий, коксогазовий або нафтопереробний заводи, станції змішення пари зріджених вуглеводневих газів (ЗВГ) з повітрям, або газогенераторних установки, біогазів.

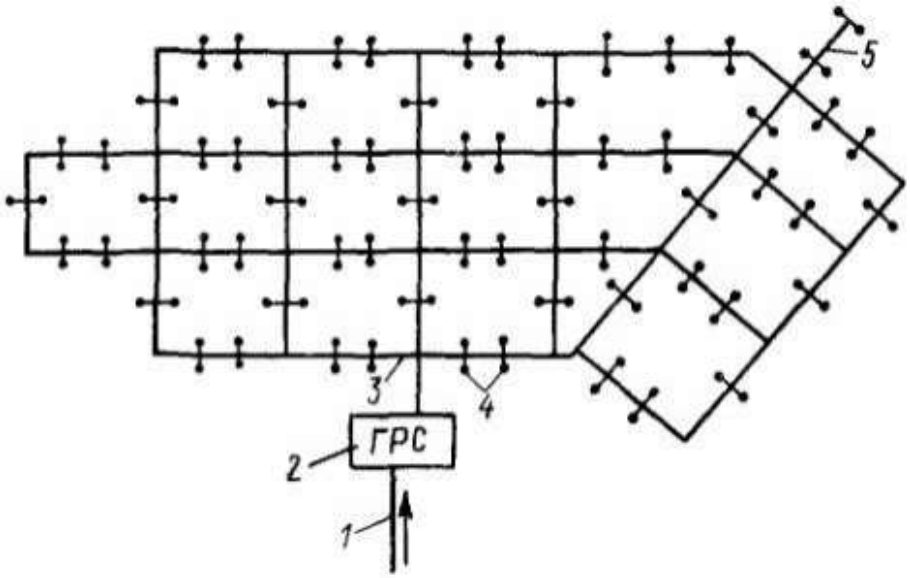


Рис. 8.1. Схема одноступінчатої системи розподілу газу:
1 - магістральний трубопровід, 2 - ГРС, 3 - кільцеві газопроводи,
4 - відгалуження до споживачів, 5 - тупикові газопроводи

При останньому рішенні в схему (рис. 8.1) замість магістрального газопроводу і ГРС включені завод, станція змішення пари ЗВГ з повітрям і газогенераторна установка;

2) двоступінчата система (рис. 8.2) забезпечує розподіл і подачу газу споживачам по газопроводах двох категорій: середнього і низького або високого і низького тиску.

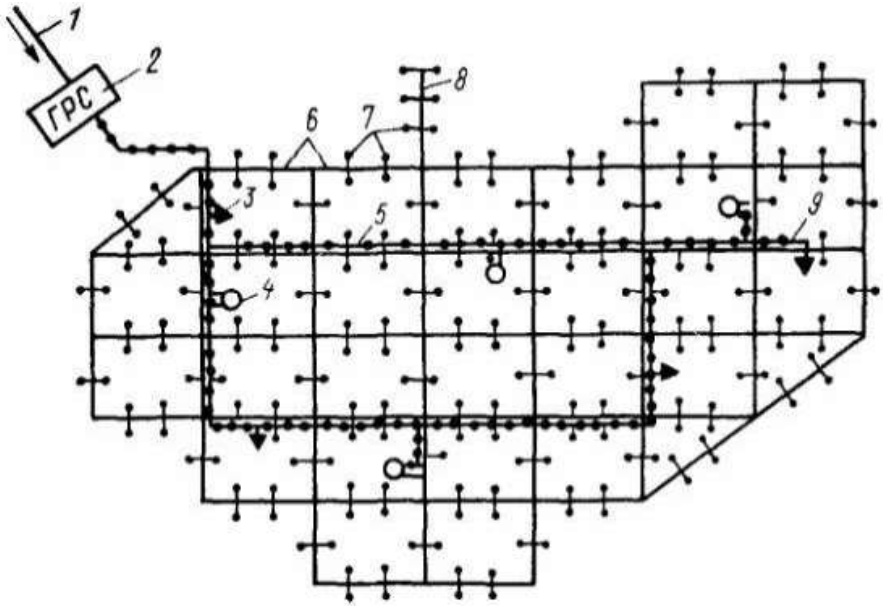


Рис 8.2. Схема двоступінчатої системи розподілу газу:
1 - магістральний газопровід високого тиску, 2 - ГРС, 3 - крупні споживачі газу, 4 - міські ГРП, 5 - газопроводи високого і низького тиску, 6 - кільцеві газопроводи низь-кого тиску, 7 - відгалуження до споживачів, 8 - 9 - тупикові газопроводи

Ця система може бути рекомендована для міст з великим числом споживачів, розміщених на значній території, та тих, що одержують газ від магістральних газопроводів;

3) триступінчата (рис. 8.3) - система газопостачання, де розподіл і подача газу споживачам здійснюються по газопроводах трьох категорій тиску: низького, середнього і високого. Ця система може бути рекомендована для великих міст.

4) багатоступінчата система забезпечує розподіл газу по газопроводах чотирьох тисків: високого 1 категорії (до 1,2 МПа) і II категорії (до 0,6 МПа), середнього (до 0,3 МПа) і низького (до 500 даПа). Ця система може бути рекомендована для крупних міст з великим числом промислових споживачів високого і середнього тиску відгалуження до споживачів; у яких по характеру забудови і режиму споживання газу доцільно застосовувати не одну з вказаних вище систем, а одночасно декілька. Зв'язок між газопроводами різного тиску, що входять в систему газопостачання, повинен передбачатися тільки через ГРП або ГРУ.

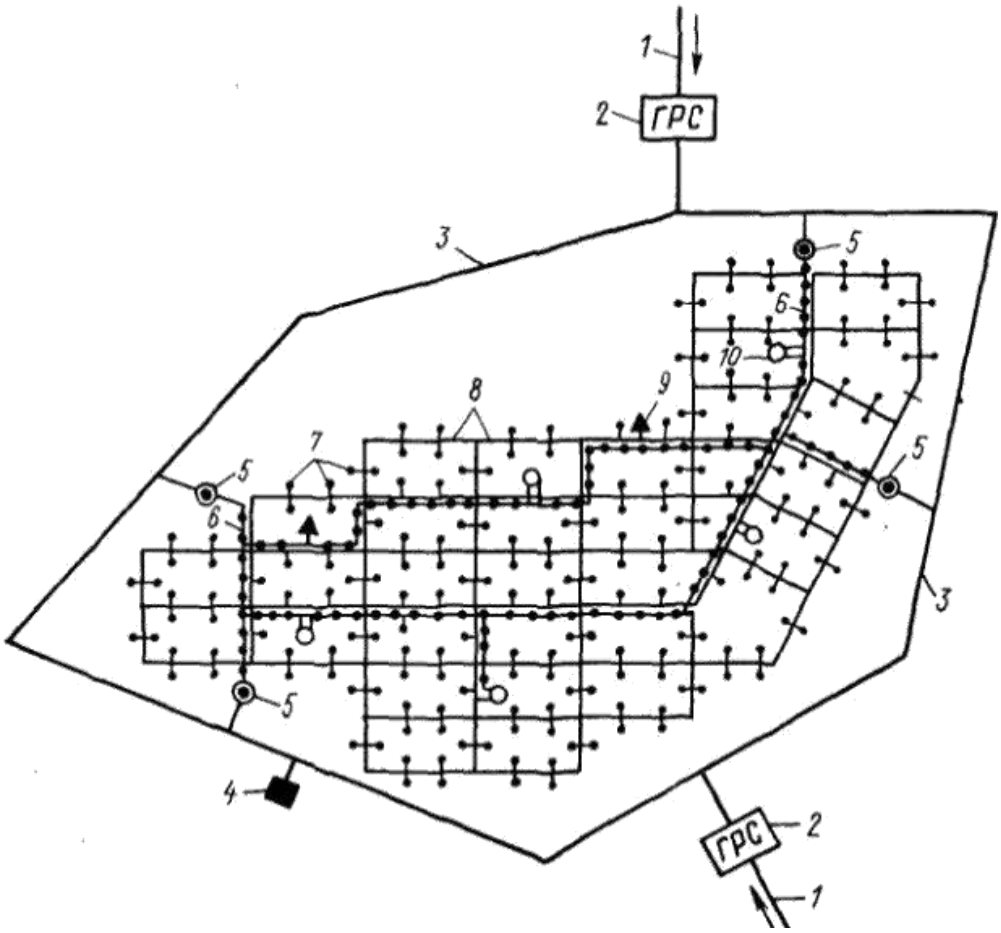


Рис. 8.3. Схема трьохступеневої системи розподілення газу:

1 - магістральний газопровід, 2 - ГРС, 3 – газопроводи високого тиску (до 1,2 МПа), 4 – промислові підприємства, які за технологією потребують газ високого тиску, 5 - ГРП, що обмежують тиск газу в газопроводах середнього тиску, 6 - газопроводи середнього тиску, 7 – відгалуження до споживачів на газопроводах низького тиску, 8 - газопроводи низького тиску, 9 – великі споживачі, які приєднуються до газопроводів середнього тиску, 10 – міські ГРП, які живлять газопроводи низького тиску

Кожна з перерахованих вище систем газопостачання залежно від характеру планування і щільності забудови міста може бути кільцевою, тупиковою або змішаною, розгалуженою або комбінованою. Переважні кільцева і змішана системи газопостачання, оскільки вони забезпечують найбільш рівномірний режим тиску в усіх точках відбору газу з розподільних газопроводів, а також підвищують надійність газопостачання.

Системи газопостачання міст і селищ можуть також розрізнятися:

- принципами, закладеними в схемі розподільних газових мереж;
- характером «живлення» міської розподільної мережі від газопроводів, виконаних у вигляді променів півкільця або кільця, що оточує міста, через різне число ГРС;

- наявністю підземних сховищ або використанням як акумулюючих емностей останніх ділянок магістральних газопроводів;

- типом устаткування і споруд на мережах, системами зв'язку і телемеханізації. На вибір системи газопостачання міста робить вплив ряд чинників. Основні з них:

- характер джерела газу і властивості газу, ступінь його очищення, наявність в ньому волога;

- розміри міста, особливості його планування і забудови, щільність населення;

- число і характер промислових споживачів і електростанцій;

- наявність великих природних або штучних перешкод для прокладки газопроводів (річок, озер, залізничних вузлів і ін.).

При проектуванні системи газопостачання розробляють декілька варіантів і проводять їх техніко-економічне порівняння. Для будівництва приймається наївигоднійший варіант.

Слід додати, що сумісне застосування декількох ступенів тиску газу в містах пояснюється наступними причинами:

- наявністю споживачів, яким потрібен газ різного тиску. Так, в житлові і громадські будівлі, підприємствам побутового обслуговування подають газ тільки низького тиску, а багатьом промисловим підприємствам - середнього або високого;

- значною протяжністю міських газопроводів, що несуть великі навантаження. В цьому випадку переважний газ середнього або високого тиску;

- невеликою шириною вулиць і проїздів в центральних районах міст із старою забудовою, де прокладка газопроводів високого тиску може виявитися нездійсненною. Крім того, при високій щільності населення (з умов безпеки і зручності експлуатації) прокладка газопроводів високого тиску небажана;

- проектуванням в центральній частині міст газопроводів меншого, ніж вирішується в даний час, тиску, а також тривалістю будівництва, розширення і реконструкції систем газопостачання великих міст.

Число ГРП, що живлять мережу низького тиску, визначають за допомогою техніко-економічного розрахунку. ГРП розташовують в центрах зон обслуговування, якомога ближче до точок перетину газопроводів. Зона дії одного ГРП не повинна перекриватися зоною дії іншого.

8.2 Схема міських систем газопостачання

Газові мережі можуть бути тупиковими, частіше кільцевими. Метод прокладки газових мереж - роздільний. Розподільні газові мережі прокладають по вулицях міста під тротуаром до ГРП.

Розвідні газові мережі низького тиску від ГРП можуть прокладатися у двох варіантах:

1- й варіант - газопроводи зі сталевих труб з посиленою ізоляцією прокладають в землі на відстані 2 м від фундамента будинку. Ввід в будинок роблять у сходові клітки;

2-й варіант - газопроводи, пофарбовані олійною фарбою, прокладають в основному по дворових фасадах житлових будинків вище вікон 1-го поверху і між будинками в землі. Вводи в будинок улаштовують безпосередньо в кухні.

Якщо кухні знаходяться з боку вуличного фасаду, то ввід роблять у сходові клітки (рис. 8.4).

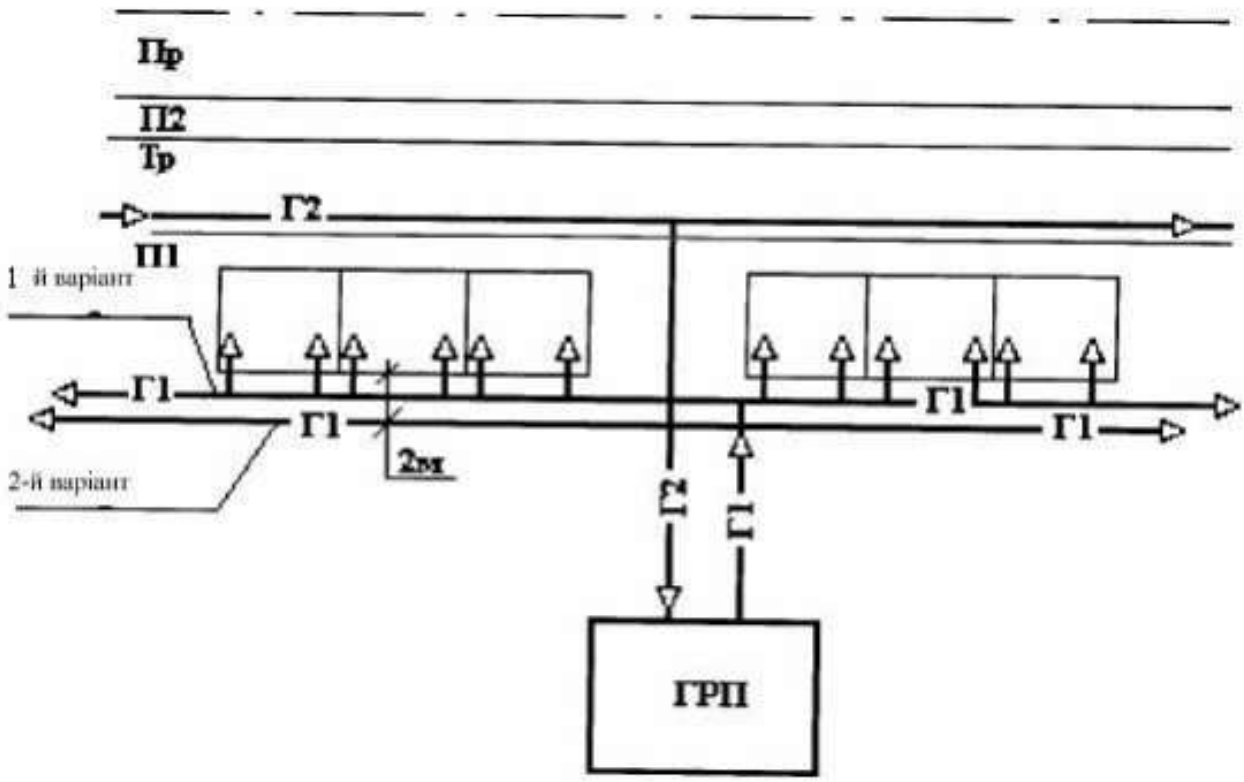


Рис. 8.4. Методи прокладання газових мереж:
1-й варіант - Г1 у землі; 2-й варіант - Г1 по фасадах будинків

При відсутності газової мережі для побутових цілей використовують деякі види пальних газів (наприклад пропан, бутан та їхні суміші) у рідкому вигляді. Зріджені гази повинні відповідати вимогам ДСТ – 20448-80 (вміст сірководню, наявність характерного запаху). Різкий запах дозволяє легко знайти газ у приміщенні й вжити термінових заходів для ліквідації його витоку.

Сучасні міські розподільчі системи являють собою складний комплекс споруд, що складається з наступних основних елементів:

- газових мереж низького, середнього та високого тиску,
- газорозподільчих станцій,
- газорегуляторних пунктів і установок.

У зазначених станціях і установках тиск газу знижують до необхідної величини та автоматично підтримують постійним. Вони мають автоматичні запобіжні пристрої, які виключають можливість підвищення тиску газу в мережах поверх норми. Для керування та експлуатації цієї системи є спеціальна служба з відповідними засобами, що забезпечують можливість здійснювати безперебійне газопостачання.

На сьогодні майже всі міста газифіковані, тому основним завданням при проектуванні системи газопостачання міста є її реконструкція та розвиток, відповідно розвитку міста і його промисловості. При рішенні цього завдання насамперед необхідно виявити нове газове навантаження на перспективу залежно від схеми реконструкції міської забудови, ухвалених рішень щодо їхнього теплопостачання, гарячому водопостачанню та ступеню побутового обслуговування. Після розрахунку нових навантажень виявляються газопроводи, які зберігаються в новій мережі, проектується нова мережа та визначаються діаметри газопроводів. Тут слід зазначити, що з розвитком міста росте його система газопостачання та до неї пред'являються більше високі вимоги по надійності функціонування, тому мережі повинні бути запроектовані зі структурними та транспортними резервами, які необхідно перевірити розрахунком.

На вибір системи газопостачання міста впливає ряд факторів, основні з яких:

- розміри міста, особливості його планування та забудови,
- щільність населення;
- число та характер промислових споживачів і електростанцій;
- наявність великих природних або штучних перешкод для прокладки газопроводів (рік, озер, залізничних вузлів та ін.);
- перспективний план розвитку міста.

При проектуванні системи газопостачання розробляють ряд варіантів і роблять їхні техніко-економічні порівняння. Для будівництва застосовують найвигідніший варіант.

Для середніх і невеликих міст звичайно приймають двоступінчасту систему з газопроводами високого (до 0,6 МПа) і низького тиску. Якщо в центральній частині міста прокласти газопроводи високого тиску виявляється неможливим, застосовують триступінчасту систему: високий (до 0,6 МПа), середній і низький тиск. У цьому випадку високий тиск заміняють середнім тільки частково: у центральній, найбільше щільно забудованій та населеній частини міста. Вибір того або іншого варіанта визначають техніко-економічним розрахунком.

Багатоступінчасті системи газопостачання з газопроводами тиском більше 0,6 МПа застосовують тільки у великих містах і обласних системах. Для великих і середніх міст мережі проектують кільцевими, а для дрібних міст система може бути тупиковою для мереж і високого і низького тиску. Діаметри розподільчих газопроводів звичайно змінюються в межах 50...400 мм.

Газорегуляторні пункти розташовують в окремих будівлях з опаленням і вентиляцією, їх зручно експлуатувати та проводити ремонтні роботи. Розро-

лені газорегуляторні пункти, розташовані в спеціальних опалювальних шафах (ШРП), більш економічні, ніж стаціонарні ГРП старого типу. Але для ефективної експлуатації ШРП необхідна організація блокового ремонту зі швидкою заміною агрегату, що вийшов з ладу, при будь-яких, несприятливих атмосферних умовах. Але максимальне використання ШРП завжди дає економічний ефект при правильно організованій їхній експлуатації. Число ГРП визначають техніко-економічним розрахунком. Газорегуляторні пункти розташовують у центрах зон, які вони живлять.

Траси газопроводу проектують із урахуванням транспортування споживачам газу найкоротшим шляхом, тобто з умови мінімальної довжини мережі. Точки зустрічі потоків газу призначають на границі зон сусідніх ГРП. Мережі низького тиску складаються з кільцевих і тупикових газопроводів і абонентських відгалужень. Основні газопроводи проектують при розробці технічного проекту, а відгалуження - при робочому проектуванні. Щільність основних газопроводів приймають такою, щоб довжина абонентських відгалужень до вводів у будівлі була 50... 100 м.

У містах і селищах, що мають значну різницю геодезичних відміток, при розташуванні ГРП і трасуванні газопроводів необхідно враховувати гідростатичний тиск. Якщо газ легше повітря, ГРП і основні лінії розподільчих газопроводів варто прокладати по проїздах з найменшими геодезичними відмітками. Житлові та громадські будівлі, комунально-побутові споживачі, а також дрібні підприємства безпосередньо приєднують до розподільчих мереж. Тому на вводах газопроводів у будівлях встановлюють тільки пристрої, що відключають.

Залежно від характеру планування житлових масивів і щільності населення мережі низького тиску виконують із газопроводів, що прокладаються по проїздах і вулицям у вигляді суцільних кільцевих мереж, або з газопроводів, що прокладаються переважно всередині кварталів із закільцьованими тільки основними лініями. Перша схема характерна для районів міста зі старим плануванням, коли квартали мають суцільну забудову по периметру та складаються з окремих замкнутих володінь. У цьому випадку газопроводи прокладають по кожній вулиці, провулку та проїзду; перетинаючись між собою вони створюють кільця. Від вуличних газопроводів у кожне володіння йдуть вводи.

Друга схема використовується для міських районів з новим плануванням. Житлові будівлі розташовують рівномірно по всій площі мікрорайонів з дотриманням необхідних розривів, а окремі мікрорайони групують у житлові масиви. При такому плануванні газопроводи прокладають всередині мікрорайонів. У більшості випадків їх проектують тупиковими, розгалуженими. Закільцьовують тільки основні лінії так, щоб одержати єдину мережу з декількома точками живлення, кількість яких дорівнює кількості ГРП.

Для можливості відключення мереж низького тиску окремих мікрорайонів при виробництві ремонтних робіт на газопроводах встановлюють пристрої, що відключають. На газопроводах середнього та високого тиску пристрої, що відключають, встановлюють так, щоб можна було виключити з роботи окремі ділянки.

Пристрої, що відключають, встановлюють перед окремими житловими, громадськими та виробничими будівлями, зовнішніми газоспоживаючими установками та ГРП, на перетинаннях водних перешкод, залізничних і автомобільних магістралей. Кількість пристроїв, що відключають, повинна бути строго обґрунтованою і мінімально необхідною для можливості оперативного керування розподільчою системою при виконанні ремонтних робіт, реконструкціях, а також при необхідності аварійного відключення окремих газопроводів. Кожний пристрій, що відключає, характеризується певною ймовірністю відмови в роботі, що знижує надійність системи, але їхня наявність дозволяє в аварійних ситуаціях відключати менше споживачів, що підвищує надійність.

Переважну більшість промислових підприємств можна приєднувати до газопроводів як середнього, так і високого тиску, що виключає необхідність паралельної прокладки по вулицях і проїздам газопроводів високого та середнього тиску. Якщо в частині міста можлива прокладка газопроводів тільки середнього тиску або вона бажана через велике число шафових ГРП або комбінованих регуляторів тиску, установлюваних на стінах житлових і громадських будівель, тоді в цій частині проектують газопроводи середнього тиску, які з'єднують послідовно через головні ГРП (ГГРП) з мережею високого тиску, розташовуваною в іншій частині міста. Газопроводи високих тисків намагаються прокладати по окраїнних районах міста, де невелика щільність населення та менше число підземних споруджень. Багатоступінчасті системи є економічними системами, тому що основні потоки газу транспортують під високим тиском, що приводить до скорочення металозатрат у газові мережі. До мереж високого або середнього тиску приєднують великих споживачів. У житлових і громадських будівлях прокладають тільки газопроводи низького тиску.

Для підвищення надійності газопостачання мережі кільцюють. Насамперед варто кільцювати мережі високого та середнього тиску, тому що вони є головними міськими артеріями. У мережах низького тиску доцільно кільцювати тільки основні газопроводи, а другорядні виконувати тупиковими розгалуженими. Для надійного газопостачання в кільцевих мережах повинен бути забезпечений резерв тиску, а основні кільця бажано виконувати постійного діаметра. Мережі різних ступенів тиску з'єднують декількома ГРП, що забезпечує їхнє резервування. Мережі низького тиску живлять у декількох точках, а по низького ступеня тиску - об’єднують газопроводами: кільцевими або променевими, ділянки яких мають однакові діаметри. Це резервує точки живлення з боку низького ступеня тиску: при вимиканні ГРП потоки газу від сусідніх ГРП будуть направлятися найкоротшим шляхом по цих газопроводах у зону дії відключеного ГРП. Таке рішення газової мережі забезпечує необхідну надійність і разом з тим є економічним, тому що прийнято кільцювання тільки магістральних ліній.

У сучасних системах газопостачання газопроводи низького тиску не являють собою єдину мережу, вони розділені на окремі райони та мікрорайони. Такий принцип проектування випливає з того, що газопроводами низького тиску недоцільно перетинати виликі природні та штучні перешкоди (наприклад,

ріки, яри, залізничні вузли, автостради та т.д.). При розподілі потоку газу по мережі низького тиску варто виділити головні магістральні лінії та по них направити основні транзитні витрати. Таке рішення є більше економічним, тому що в цьому випадку потік газу ділиться на мале число основних потоків, а не рівномірно розподіляється по всіх газопроводах. Оптимальному розподілу потоку газу по двох паралельних лініях відповідає випадок, коли весь потік іде тільки по одній короткій лінії.

Найбільша вартість буде в тому випадку, якщо потік буде розподілений рівномірно по обох паралельних лініях. Цей висновок справедливий і для декількох паралельних ліній . Крім того, виділення головних магістральних ліній із загальної мережі більше технологично та зручно для експлуатації, тому що магістральні лінії становлять кільцевий кістяк системи та для підвищення надійності газопостачання за ними може бути встановлений строгий контроль.

Другорядні тупикові газопроводи мають місцевий характер, і перерви в газопостачанні при ремонтних роботах будуть торкати невелике коло споживачів, а сам ремонт можна зробити в досить короткий час.

Система газопостачання, показана на рис. 8.6, є надійною та гнучкою в експлуатації. У ній:

- витриманий принцип багатобічного живлення міських газових мереж,
- кільцювання основних ліній мереж,
- передбачено вирівнювання добового графіка,
- передбачено покриття нерівномірності споживання газу за допомогою споживачів-регуляторів і використання як аккумулирующих ємності, кінцевих ділянок магістральних газопроводів.

8.3 Влаштування зовнішніх газопроводів

На території міст і населених пунктів газопроводи прокладають у ґрунті. Для газопроводів промислових і комунальних підприємств доцільно передбачати надземну прокладку по стінах і дахам будівель, по колонах і естакадам. Допускається надземна прокладка внутріквартальних (дворових) газопроводів на опорах і на стінах будівель.

Підземні газопроводи. Газопроводи прокладають по міських проїздах. Рекомендується передбачати прокладку в технічній зоні або в смузі зелених насаджень. Газопроводи високого тиску варто прокладати в районах з малою щільністю забудови та по проїздах з малою насиченістю іншими підземними комунікаціями. Прокладка газопроводів по проїздах з удосконаленим дорожнім покриттям, а також паралельно шляхам електрифікованих залізниць на відстані менш 50 м не рекомендується . Відстані по горизонталі між підземними та іншими спорудами повинні бути не менш величин, зазначених у табл. 8.1. Відстані, зазначені в табл. 8.1, не поширюються на спільні прокладки газопроводів з іншими комунікаціями в одній траншеї.

Таблиця 8.1.

Мінімальні відстані по горизонталі в світу між підземними газопроводами і іншими спорудами та комунікаціями

Газопровід	Будівлі та споруди	Залізничі шляхи	Трамвайні шляхи	Водопровід	Каналізація	Теплова мережа	Силові кабелі до 35кВ	Телефонні кабелі броньовані	Телефонікабелівканалізації	Дерева	Повітряні лінії електропередач		
											До 1 кВт	Понад 1 до 35кВ	Понад 35кВ
Низького тиску не більше 5 кПа	2	3,8	2,8	1	1	2	1	1	1	1,5	1	5	10
Середнього тиску 5 кПа – 0,3 МПа	4	4,8	2,8	1	1,5	2	1	1	1,5	1,5	1	5	10
Високого тиску 0,3 – 0,6 МПа	7	7,8	3,8	1,5	2	2	1	1	2	1,5	1	5	10
Високого тиску 0,6 – 1,2 МПа	10	10,8	3,8	2	5	4	2	1	3	1,5	1	5	10

На окремих ділянках траси газопроводу, а також при прокладці між будівлями або під арками відстані, наведені в табл. 8.1, можуть бути зменшені. Зменшення відстаней припустимо до 50% для газопроводів з тиском до 0,6 МПа за умови застосування для цих ділянок безшовних труб або електрозварних труб з 100%-ним контролем зварених швів неруйнуючими методами або електрозварними трубами, прокладеними у футлярі. Розміри ділянок вибирають із умови їхнього виходу на 2 м з кожної сторони від будівель і споруд. Відстань від газопроводу до стінок колодязів і камер підземних споруд повинна бути не менш 0,3 м. Допускається прокладка декількох газопроводів в одній траншеї. Відстань між ними у світлі повинна бути прийнята достатньою для виробництва монтажу та ремонту трубопроводів.

При перетинанні газопроводами різних тисків підземних інженерних мереж відстань між ними по вертикалі у світлі повинна бути не менш 0,2 м, при перетинанні електричних мереж - відповідно до вказівок ПУЕ.

Арматура, що встановлюється на газопроводах, варто розташовувати не ближче 2 м від краю комунікацій і споруд, що вони перетинають.

При перетинанні газопроводами каналів тепломережі, колекторів, тунелів їх прокладають у футлярах, що виходять на 2 м з кожної сторони від зовнішніх стінок споруд, які перетинаються, при цьому повинен бути обов'язковий контроль всіх зварених стиків у межах перетинання та по 5 м у сторони від зовнішніх стінок неруйнуючими методами. На одному кінці футляра повинна бути контрольна трубка. Глибина закладення газопроводів повинна бути не менш 0,8м.

Газопроводи, що транспортують вологий газ, укладають нижче зони сезонного промерзання ґрунту з ухилом ≥ 0,002° і установкою конденсатозбірників у найнижчих точках.

Надземні газопроводи. Надземну прокладку газопроводів роблять по зовнішніх негорючих покриттях будівель, окремим колонам і естакадам. По стінах житлових і громадських будівель, що газифікуються, припустима прокладка газопроводу з тиском не більше 0,3 МПа (крім транзитної прокладки). Газопроводи високого тиску до 0,6 МПа можна прокладати тільки по глухих стінах або над вікнами верхніх поверхів виробничих будівель. Газопроводи, прокладені по стінах будівель, не повинні порушувати архітектуру його фасаду. Висоту прокладки приймають такою, щоб газопроводи були доступні для огляду та ремонту та щоб була виключена можливість їхнього ушкодження. Мінімальні відстані від газопроводів, прокладених на опорах, до сусідніх будівель і споруд, лімітовані та змінюються від 1 до 40 м залежно від типу споруд та тиску газу.

При перетинанні надземних газопроводів з повітряними лініями електропередачі вони повинні проходити нижче ліній електропередачі. На газопроводі повинні бути передбачені огородження для захисту від падіння на нього електропроводу. Відстань між газопроводом і лініями електропередачі, а також розміри огородження приймають по ПУЕ. Можлива прокладка газопроводів на опорах і естакадах разом із трубопроводами іншого призначення за умови забезпечення вільного огляду та ремонту кожного із трубопроводів. Відстані між газопроводом і трубопроводами при їхній спільній прокладці та перетинанні приймають від 100 до 300 мм залежно від діаметра. Спільна прокладка газопроводів з електролініями повинна відповідати ПУЕ.

Газопроводи, що транспортують осушений газ, можна прокладати без ухилів. При транспортуванні вологого газу газопроводи варто прокладати з ухилом не менш 0,003°, а в нижчих точках передбачати пристрої для видалення конденсату (дренажні штуцера). Труби та арматуру варто теплоізолювати. Надземні газопроводи варто проектувати з урахуванням компенсації температурних подовжень по фактично можливих температурних умовах. Якщо поздовжні деформації не можна компенсувати за рахунок вигинів газопроводу, передбачених схемою (за рахунок самокомпенсації), то варто встановлювати лінзові або П-Образні компенсатори. Сальникові компенсатори на газопроводах установлювати не можна.

Величину прольоту між опорами сталевих газопроводів, що транспортують осушений газ, визначають із умов міцності багатопрогонової балкової системи з урахуванням навантаження від власної ваги, ваги газу, що транспортується, сніги або зледеніння труби, а також від впливу внутрішнього тиску, вітрового тиску, температури та ін. Для газопроводів, що транспортують вологий газ, величину прольоту між опорами визначають із умов прогину газопроводу, що повинен бути не більше 0,02D. Методику розрахунку приймають таку ж, як і для магістральних газопроводів.

Переходи газопроводів через природні та штучні перешкоди. Переходи газопроводів через ріки, канали та інші водні перешкоди здійснюють підводними (дюкерами) і надводними (по мостах, естакадам і ін.) способами. Підводні переходи газопроводів при ширині водних перешкод при меженному обрії 75 м і більше виконують у дві нитки із пропускною здатністю кожної 0,75 м розрахункової витрати газу. В одну нитку дюкер можна проектувати для закільцьованих газопроводів, якщо при його відключенні буде забезпечене постачання споживачів газом. При ширині водної перешкоди менш 75 м другу нитку прокладають при несприятливих умовах. Для тупикових газопроводів до промислових споживачів перехід можливо прокладати в одну нитку, якщо підприємства мають резервне паливо.

Відстань по горизонталі між дюкерами, надводними переходами та мостами залежно від характеру ріки, типу моста та розташування переходу вище або нижче моста повинне становити величину від 2 до 50 м. Відстань між осями паралельних газопроводів на підводних переходах варто приймати не менш 30 м. При перетинанні несудохідних рік, несхильних розмиву, а також при перетинанні водних перешкод у межах населеного пункту можливе укладання двох газопроводів в одну траншею, при цьому відстань між газопроводами у світлі повинне бути не менш 0,5 м.

Глибина закладення в ґрунт від верху забаластованого газопроводу на переходах через судноплавні ріки повинна бути не менш 1 м, а через інші - не менш 0,5 м, нижче прогнозованого дна. Підводні переходи варто виконувати з довгомірних труб і покривати досить посиленою ізоляцією. Товщину стінки приймають на 2 мм більше розрахункової, але не менш 5 мм. Для запобігання всплівання газопровід, прокладений по дну ріки або водойми, навантажують залізобетонними вантажами (баластом). При відповідних умовах можна застосовувати чавунні вантажі. На обох берегах переходу споруджують колодязі, у яких розміщають засувки. Поблизу кожного переходу встановлюють постійні репери. Через водні перешкоди з нестійким руслом і берегами, з високими швидкостями (більше 2 м/с) руху води, через глибокі яри та балки доцільно здійснювати надземні переходи. Їх улаштовують у вигляді шпренгельних, аркових і висячих систем, а також у вигляді естакад.

Можливість прокладки газопроводів по залізничних і автомобільних мостах вирішується відповідно до вимог по проектуванню мостів і трубопроводів. Газопроводи, що підвішуються до мостів, повинні виконуватися зі сталевих безшовних або прямошовних труб, виготовлених електродуговим зварюванням, і мати пристрої, що компенсують. Розташування газопроводів повинне виключати можливість скупчення газу в конструкціях моста.

Газопровідні переходи через залізничні, трамвайні шляхи та автомобільні дороги (I, II і III категорій) бувають підземні та надземні. При підземних переходах газопроводи укладають у футляри, кінці яких виводять на певні відстані по СНиП, наприклад: від крайніх рейок залізничних колій не менш 10 м, від крайніх рейок трамвайних шляхів 2 м, від краю проїзної частини автомобільної дороги 3,5 м.

Діаметр футляра приймають не менш чим на 100 мм більше діаметра газопроводу. Газопровід у межах футляра повинен мати мінімальне число зварених стиків, бути покритий досить посиленою ізоляцією та покладений на діелектричні прокладки, що центрують. Всі зварені стики в межах футляра необхідно перевіряти фізичними методами контролю, кінці футляра ущільнювати, а на одному з них установлювати контрольну трубу, що виходить під захисний пристрій.

Глибина укладання газопроводу під магістральними залізничними коліями повинна бути не менш 1,5 м при провадженні робіт методом продавлювання, рахуючи від підошви шпали до верху футляра. Під трамвайними шляхами та залізничними вітками промислових підприємств, а також під автомобільними дорогами глибину укладання варто приймати не менш 1 м. Висоту надземного переходу визначають із урахуванням забезпечення вільного пересування транспорту та проходу людей. Так, у непроїзній частині території в місцях проходу людей висота прокладки повинна бути 2,2 м, а в місцях перетинання автомобільних доріг - 4,5 м, а при перетинанні трамвайних і залізничних колій - 5,6...7,1 м.

Установка пристроїв, що відключають.

Пристрої, що відключають, на газопроводах встановлюють у наступних місцях:

1) на розподільних газопроводах низького тиску для відключення окремих мікрорайонів, кварталів, групи житлових будівель і на газопроводах середнього та високого тиску при відключенні окремих ділянок;

2) перед житловими, громадськими та виробничими будівлями, зовнішніми газоспоживаючими установками, на перетинанні водних перешкод, залізниць загальної мережі та автомобільних доріг I і II категорій і ГРП.

Пристрої, що відключають, допускається не встановлювати:

1) на виході із ГРП при системах газопостачання з одним ГРП;

2) перед ГРП підприємств, якщо пристрій, що відключає, є на відводі від розподільного газопроводу, знаходиться від ГРП на відстані не більше 100 м;

3) на перетинанні залізничних колій загальної мережі та автомобільних доріг I і II категорії при наявності пристрою, що відключає, на відстані від шляхів (доріг) не далі 1000 м, що забезпечує припинення подачі газу на ділянці переходу.

На зовнішніх газопроводах пристрої, що відключають, встановлюють у колодязях, наземних шафах або огорожах, а також на стінах будівель. На вводах газопроводу в житлових і громадських будівлях пристрій, що відключає, варто встановлювати на стіні ззовні будівлі.

На підземних газопроводах пристрої, що відключають, варто встановлювати в колодязях з лінзовими компенсаторами або косими фланцевими вставками. На газопроводах малого діаметра (d_y=100 мм) краще застосовувати гнуті або зварені П-Образні компенсатори. При сталевій арматурі, що приєднується до газопроводів на зварюванні, компенсатори не встановлюють. Ділянки закільцьованих розподільчих газопроводів, що проходять по території підприємств, повинні мати пристрої, що відключають, поза їхньою територією.

При тупиковому газопроводі достатня установка одного пристрою, що відключає, перед територією підприємства.

Контрольні запитання

1. Класифікація систем газопостачання за призначенням.
2. Класифікація систем газопостачання залежно від тиску газу, що транспортується (газопроводи високого, середнього та низького тиску).
3. Класифікація систем газопостачання за місцезнаходженням (щодо поверхні землі, щодо планування населених пунктів).
4. Охарактеризуйте основні типи систем розподілу газу (одно-, дво-, три-та багатоступінчасті).
5. Назвіть та охарактеризуйте основні елементи міських газових розподільчих мереж.
6. Схеми прокладання міських мереж низького тиску. Область використання цих схем.
7. Підземні газопроводи. Вимоги до їх прокладання.
8. Надземні газопроводи. Вимоги до їх прокладання.
9. Переходи газопроводів через природні та штучні перешкоди.
10. Вимоги до встановлення пристроїв, що відключають на мережах газопроводів.

Тема 9. Попереджання виникнення надзвичайних ситуацій на системах газопостачання

9.1. Труби, арматура та обладнання газопроводів

Для будівництва газопроводів застосовують сталеві безшовні, зварні прямошовні і спіральношовні труби, мідні, поліетиленові.

Вибір траси та матеріалу труб (сталевих або поліетиленових) підземних газопроводів, що прокладаються по території населених пунктів та міжселищних газопроводів, слід здійснювати на підставі проробок з урахуванням корозійної агресивності ґрунтів, наявності блукаючих струмів.

Глибину прокладки газопроводів слід приймати:

- для сталевих газопроводів не менше 0,8 м до верху газопроводів або футлярів. Допускається приймати глибину прокладки до 0,6 м в місцях, де виключається рух транспорту;
- для поліетиленових газопроводів не менше 1 м до верху газопроводів або футлярів. При прокладанні під проїзними частинами доріг та вуличних проїздів (у футлярах або без футлярів) глибину прокладки слід приймати не менше 1,2 м до верху газопроводів або футлярів.

При прокладанні по ораних та зрошувальних землях рекомендується глибину прокладки приймати не менше 1 м до верху газопроводів.

В місцях пересічення з підземними інженерними мережами на висоті 400-500 мм над поліетиленовими газопроводами повинна укладатися попереджувальна жовта полімерна стрічка шириною не менше 200 мм із незмивним написом «Газ».

Траси підземних газопроводів повинні бути відмічені табличками-покажчиками:

- в забудованій частині - на стінах будинків або орієнтирних стовпчиках у характерних точках (кути повороту трас, установка арматури, зміни діаметрів тощо);
- в незабудованій частині - на орієнтирних стовпчиках.

При прокладці газопроводів між населеними пунктами орієнтирні стовпчики повинні встановлюватися з інтервалами між ними не більш 500 м на прямих ділянках газопроводів, а також у характерних точках трас (повороти, відгалуження тощо).

На сталевих газопроводах між населеними пунктами допускається використовувати як орієнтирні стовпчики контрольно-вимірювальні пункти (далі КВП) та контрольні трубки (далі КТ).

Орієнтирні стовпчики на поліетиленових газопроводах повинні установлюватися на відстані 1 м від осі газопроводів, справа по ходу газу.

Сталеві труби виготовляють зі сталей, що добре зварюються, що містять не більше 0,25% вуглецю, не більше 0,56% сірки і не більше 0,046% фосфору. Для систем газопостачання слід застосовувати труби, виготовлені, як правило, з

вуглецевої сталі. Залежно від розрахункових значень зовнішніх температур, способу прокладки (надземна, наземна, підземна), діаметру трубопроводу і його призначення нормативи встановлюють норми на матеріали, які можливо застосовувати для виготовлення труб і на способи їх. Зварні шви сталевих труб повинні бути рівні за міцністю основному металу труби. Труби піддають гідравлічним випробуванням на заводах де виробляються.

Мінімальний умовний діаметр для розподільних газопроводів приймають звичайно рівним 50 мм, а для відгалужень до споживачів — 25 мм. Товщина стінки труби для підземних газопроводів повинна бути не менше 3 мм, а для надземних — не менше 2 мм. Товщина стінок труб для підводних переходів повинна бути на 2 мм більше розрахункової, але не менше 5 мм. Для їх будівництва слід використовувати довгомірні зварні труби. З'єднання труб здійснюють зварюванням. Якість зварних стиків контролюють. На зовнішніх газопроводах фланцеві з'єднання встановлюють для приєднання засувок, кранів і іншої арматури. Для ущільнення застосовують паронит, гуму і інші матеріали відповідно до СНіП. Різьбові з'єднання допустимі при установці кранів, пробок і муфт на гідрозасувах і збірниках конденсату, на надземних введеннях газопроводів низького тиску в місцях установки відключаючих пристроїв і для приєднання контрольно-вимірювальних приладів.

Для газопостачання селищ і сільських населених пунктів використовують поліетиленові газопроводи з тиском газу до 0,3 МПа (ДСТУ Б.В.2.7-73- 98). Тиск газу в міжселищних газопроводах може бути до 0,6 МПа. Труби допускається прокладати тільки під землею на глибині не менше 1 м до верху труби.

Не допускається застосовувати поліетиленові труби:

- для транспортування газів, що містять ароматичні і хлоровані вуглеводні, атакож парові і рідкі фази ЗВГ;
- для наземних та надземних газопроводів;
- в тунелях та колекторах;
- на підроблюваних територіях.

Для підземної прокладки газопроводів застосовують поліетиленові труби з маркіруванням «газ», виготовлені відповідно до діючих технічних умов. Труби з’єднують зварюванням. Відгалуження до пластмасових газопроводів приєднують за допомогою стандартних фасонних частин, а також врізанням в сталеві вставки, які повинні бути не більше 1 м. Арматуру і конденсатосборники приєднують також сталевими вставками. Переходи газопроводів під залізничними і трамвайними коліями, автомобільними дорогами, а також при перетині складних перешкод здійснюють із сталевих труб.

Основною перевагою пластмасових труб є їх висока корозійна стійкість, мала маса, легка обробка труб і менше, ніж у сталевих, гідравлічний опір (приблизно на 20%). Разом з тим пластмасові труби володіють меншою механічною міцністю, чим сталеві (межа міцності при розтягуванні для поліетиленових труб 10...40 МПа), меншої температуростійкістю і старінням

(тобто погіршенням физико-механічних характеристик з часом). Температурна межа застосовності поліетиленових труб складає - 40 ^{0}С.

Як запірні пристрої на газопроводах застосовують крани і засувки. Вентилі із-за великих втрат тиску знайшли обмежене застосування тільки для газопроводів невеликих діаметрів при високому тиску газу, коли гідравлічний опір запірного пристрою не має суттєвого значення. Для газопроводів низького тиску як відключаючі пристрої знаходять застосування гідравлічні затвори.

Крани забезпечують більшу герметичність відключення, чим засувки. Вони є надійними і швидкодіючими пристроями.

Разом з тим за допомогою кранів важко забезпечити плавне регулювання потоку газу. Засувки мають перевагу в плавному регулюванні подачі газу, але недостатньо герметичні. Негерметичність засувок пояснюється тим, що потік газу постійно омиває поверхні і викликає їх ерозію, утворюючи різного роду нерівності. Крім того в нижній частині корпусу засувки, під затвором, можуть скуплюватися різні тверді частинки, пил і бруд і перешкоджати її щільному закриттю. Враховуючи викладене, застосування як відключаючіх пристроїв кранів є переважним.

Крани виготовляють з бронзи, латуні і чавуну Бронзові і латунні крани встановлюють в тих місцях, де в процесі експлуатації ними доводиться часто користуватися, чавунні і комбіновані крани — де ними користуються рідко. Сальникові крани застосовують на промислових газопроводах.

9.2. Захист газопроводів від корозії

Залежно від складу газу, матеріалу трубопроводу, умов прокладки і физико-механічних властивостей ґрунту газопроводи схильні в тому або іншому ступені внутрішньої і зовнішньої корозії. Корозія внутрішніх поверхонь труб в основному залежить від властивостей газу. Вона обумовлена підвищеним вмістом в газі кисню, вологи, сірководня і інших агресивних сполук. Боротьба з внутрішньою корозією зводиться до видалення з газу агресивних сполук, тобто до доброго його очищення. Значно великі труднощі представляє боротьба з корозією зовнішніх поверхонь труб, укладених в ґрунт, тобто з ґрунтовою корозією.

Ґрунтову корозію за своєю природою розділяють на хімічну, електрохімічну і електричну (корозію блукаючими струмами).

Хімічна корозія виникає від дії на метал різних газів і рідких неелектролітів. Вона не супроводжується перетворенням хімічної енергії в електричну. При дії на метал хімічних сполук на його поверхні утворюється плівка, що складається з продуктів корозії. Якщо плівка, що утворюється, не розчиняється, має достатню щільність і еластичність, а також добре зчеплена з металом, то корозія сповільнюватиметься і при певній товщині плівки може припинитися. Хімічна корозія є суцільною корозією, при якій товщина стінки труби зменшується рівномірно. Такий процес є менш небезпечним з погляду крізного пошкодження труб. Корозія металу в ґрунті має переважно електрохімічну природу.

Електрохімічна корозія є результатом взаємодії металу, який виконує роль електродів, з агресивними розчинами ґрунту, що виконують роль електроліту. Процес електрохімічної корозії схематично показано на рис.9.1.

Рис. 9.1. Процес електрохімічної корозії

Метал, володіючи певною пружністю розчинення, при зіткненні з ґрунтом посилає в нього свої позитивно заряджені іони. Електрони залишаються в металі, і він набуває негативного потенціалу, а ґрунт (електроліт) заряджає позитивно, оскільки в ньому накопичуються позитивні іони. Через фізико-хімічну неоднорідність металу і ґрунту поблизу ділянок, де протікає процес розчинення металу (тобто що володіють більшою пружністю розчинення), розташовуються ділянки, розчинення, що характеризуються меншою пружністю. Перші стають анодними зонами, а другі — катодними. Катодна ділянка газопроводу набуває позитивного потенціалу по відношенню до анода. Електрони перетікають від анода до катода по металу трубопроводу. У ґрунті відбувається переміщення іонів: катіонів (заряджених позитивно) — до катода, аніонів (заряджених негативно) — до анода.

Електрохімічна неоднорідність розташованих поряд ділянок газопроводу викликає різницю їх електродних потенціалів. Нормальним електродним потенціалом називають різницю потенціалів, яка виникає між металом, зануреним в нормальний розчин (при концентрації 1 г-экв на 1 л) солі цього металу, і потенціалом нормального водневого електроду, умовно прийнятим рівним нулю. Всі метали можна розташувати в електрохімічний ряд напружень за збільшенням їх нормальних електродних потенціалів (у вольтах):

Ділянки металу, що мають більш негативні електродні потенціали, ставатимуть анодами.

Метал піддається корозії в анодних зонах і ділянках, оскільки в них іони металу виходять в грунт.

Електрохімічна корозія має характер місцевої корозії, тобто такий, коли на газопроводах виникають місцеві виразки і каверни великої глибини, які можуть, розвиваючись, перетворитися на крізні отвори в стінці труби. Місцева корозія значно небезпечніша за суцільну корозію.

Електрохімічна корозія виникає також при дії на газопровід електричного струму, який рухається в грунті. У грунт струми потрапляють внаслідок витоків з рейок електрифікованого транспорту — їх називають блукаючими.

Корозію, що виникає під дією блукаючих струмів, називають **електричною** на відміну від електрохімічної — гальванокорозії.

Блукаючі струми, стікаючи з рейок в ґрунту, рухаються у напрямку до негативного полюса тягової підстанції. У місцях, де пошкоджена ізоляція, вони потрапляють на газопровід. Електрична корозія блукаючими струмами у багато разів небезпечніше за електрохімічну корозію. У міських умовах це найбільш поширений вид корозії.

Корозійна активність ґрунту залежить від структури, вологості, повітропроникності, наявності солей і кислот, а також від електропровідності. Сухі ґрунти менш активно впливають на метал, чим вологі. Із збільшенням вологості ґрунту спочатку збільшується і його корозійна активність. Найбільшу активність має ґрунт при вологості 11... 13 %. Збільшення вологості понад 20...24 % призводить до зниження інтенсивності корозії.

Міські ґрунти , засмічені стічними водами, що мають різнорідну структуру і включення різних предметів, є корозійно-активними. Заболочені ділянки, торф'янисті вологі ґрунти, ділянки ґрунту, що знаходилися під відвалами шлаків, засолені ґрунти також є корозійно-активними. Чисті піски менш небезпечні в корозійному відношенні.

При дослідженні ґрунту врахувати всі вказані чинники вельми складно, тому вибирають таку характеристику, яка в основному відображала б основні чинники. Найбільш важливою властивістю ґрунту, що піддається швидкому і відносно точному визначенню, є його питомий електричний опір, який і розглядають як основну характеристику його корозійної активності. Електричний опір є функцією ряду інших характеристик ґрунту: складу, концентрації розчинених речовин, вологості і ін..

Існуючі методи захисту газопроводів від корозії можна розділити на дві групи: пасивні і активні. Пасивні методи, захисту полягають в ізоляції газопроводу. До ізоляційних матеріалів, використовуваних для захисту газопроводів, пред'являють низку вимог, основні з яких наступні: монолітність покриття, водонепроникність, добре прилипання до металу, хімічна стійкість в ґрунтах, висока механічна міцність (при змінних температурах), наявність діелектричних властивостей. Ізоляційні матеріали не повинні бути дефіцитними.

Найбільш поширеними ізоляційними матеріалами є бітумно-мінеральні і бітумно-гумові мастики.

До активних методів захисту відносять катодний і протекторний захист і електричний дренаж. Основним методом захисту газопроводів від блукаючих струмів є електричний дренаж. Він полягає у відведенні струмів, що потрапили на газопровід, назад до джерела.

Відведення здійснюють через ізольований провідник, що з’єднує газопровід з рейкою електрифікованого транспорту або мінусовою шиною тягової підстанції. При відведенні струму з газопроводу по провіднику

припиняється вихід іонів металу в грунт і тим самим припиняється електрична корозія газопроводу.

Для захисту газопроводів від ґрунтової корозії застосовують катодний захист. При катодному захисті на газопровід накладають негативний потенціал, тобто переводять всю ділянку газопроводу, що захищається, в катодну зону.

9.3. Випробування газопроводів

Випробування газопроводів і прийом їх в експлуатацію Міські газопроводи, що прокладаються під землею, є прихованими спорудами, тому встановити якість проведених робіт по їх прокладенню після закінчення будівництва не можна. Досвід показує, що дефекти будівництва служать основною причиною аварій і поломок газопроводів, а також є причиною порушення режиму роботи системи. Випробування міцності і щільності газопроводу не можуть розкрити всіх недоліків будівництва. Наприклад, погана основа під газопровід може викликати перенапруження в зварних швах, низька якість ізоляції може привести до виходу газопроводу з ладу внаслідок корозії. Такі дефекти не можна або дуже важко виявити під час випробувань. Якість робіт слід ретельно контролювати в процесі будівництва.

Цей контроль здійснюється організацією, що будує, і технічним наглядом експлуатації. При контролі зварювальних робіт перевіряють якість вживаних матеріалів і технічний стан устаткування, проводять перевірку всіх операцій по збіганню та зварюванню. Якість зварних стиків перевіряють зовнішнім оглядом, фізичними методами і механічними випробуваннями контрольних зразків. Якість ізоляції газопроводу до засипки його ґрунтом контролюють зовнішнім оглядом і за допомогою приладів. Пріліпаємость бітумної емалі до труби і злипаємість шарів ізоляції перевіряють зовнішнім оглядом. Надрізають ізоляцію такими, що двома сходяться під кутом 45...60° лініями і знімають її у вершини кута. При цьому ні ізоляція, ні обгортка не повинні відставати.

Змонтований газопровід зі встановленою арматурою і устаткуванням перед засипкою ґрунтом оглядають. При огляді перевіряють глибину заставляння труб, ухил, стан постелі і ізоляції, правильність монтажу арматури і її дія. Якщо в внаслідок огляду встановлено, що монтаж проведений відповідно до проекту і технічних умов (ТУ), то проводять продування газопроводу повітрям для видалення окалини, вологи, засмічень і приступають до випробувань. Ізоляцію газопроводу після його засипки перевіряють за допомогою приладів. Реультати контролю якості будівельно-монтажних робіт заносять в акти, які представляють комісії при прийманні газопроводу.

Газопровід випробовують стислим повітрям в два етапи: на міцність і герметичність.

Випробування трубопроводів на міцність є, по суті, попередніми випробуваннями, що виявляють явні дефекти, оскільки газу, що використовується, недостатній для того, щоб досліджувати дійсну механічну міцність труб і зварних з'єднань. Перед випробуваннями газопровід засипають на рівень 20...25 см дрібним ґрунтом. Засипку здійснюють з ретельним

пошаровим ущільненням і підбиттям пазух і приямків одночасно з обох сторін. Стики у газопроводів перед випробуванням не засинають.

Тривалість витримки газопроводу під випробувальним тиском при випробуванні на міцність повинна бути рівна 3 ч (окрім введень в будівлі, для яких час випробувань встановлений в 1 ч), після чого тиск знижують до норми , встановленої для випробування на герметичність, і оглядають газопроводу і арматури. Дефектні місця виявляють за допомогою змащування з'єднань мильною емульсією. Виявлені дефекти усувають після зниження тиску в газопроводі до атмосферного.

Випробування газопроводів на герметичність проводять після засипки траншеї ґрунтом до проектних відміток. Газопровід витримують під випробувальним тиском до вирівнювання його температури з температурою ґрунту. Тривалість випробувань на герметичність залежить від тиску газу і діаметру труби і змінюється від 3 до 48 ч. Падіння тиску газу не повинне перевищувати величин, які визначають в залежності від діаметру трубопроводу та тривалості випробувань.

Фактичне падіння тиску газу в газопроводі визначають з урахуванням зміни барометричного тиску.

При випробуванні на міцність надземних газопроводів їх витримують під необхідним тиском протягом 1 ч, після чого тиск знижують до величини, встановленої для випробування на герметичність, і оглядають зовнішній з перевіркою мильною емульсією всіх з'єднань.

Випробування на герметичність проводять протягом 30 мин. Газопровід вважається таким, що витримав випробування, якщо видимого падіння тиску по манометру встановлено не було.

Внутрішню газову мережу житлових і громадських будівель випробовують на міцність і герметичність. Випробування на міцність газопроводів низького тиску житлових, суспільних, комунальних і промислових будівель проводять при тиску 0,1 МПа на ділянці від вимикаючого пристрою на введенні в будівлю до кранів на відведеннях до газових приладів. Щоб температура повітря в газопроводі стала однаковою з температурою повітря в приміщенні, випробування починають через 3 год. після підйому тиску. При випробуванні трубопроводів на міцність виявляються дефектні місця, які виявляють в результаті змочування мильною емульсією стиків, різьбових і фланцевих з'єднань, арматури і ін. Під час випробувань тиск в трубопроводі не повинен різко знижуватися. Після виправлення виявлених дефектів газопроводи випробовують на герметичність.

Газопроводи житлових будівель випробовують на герметичність тиском 5 кПа. Якщо протягом 5 мін падіння тиску не перевищує 200 Па, то газопровід вважають таким, що витримало випробування. Газопроводи низького тиску промислових і комунальних будівель випробовують на герметичність тиском 10 кПа до кранів перед пальниками не менше 1 ч, падіння тиску за цей час допускається не більше 600 Па.

9.4. Можливі шляхи розвитку аварій на розподільних газопроводах

Аналіз аварій на розподільних газопроводах показав, що в 68 % випадках відбувається витік газу, в 20 % випадках - витік газу з подальшим займанням, в 12 % випадках відбувається вибух в житлових будинках, куди газ потрапляв через підземні комунікації. При розгерметизації газопроводу найчастіше відбувається виділення природного газу в атмосферу з подальшим розсіянням. Аварійне витікання може походити як з надземного, так і з підземної ділянки газопроводу. Крім цього газопровід може бути розташований по дну водоймища і на глибині під дном. В цьому випадку при паводках може відбутися повний розрив газопроводу як в першому, так і в другому випадку з тією лише різницею, що в другому повний розрив відбувається за умови розмиву трубопроводу.

При розвитку аварії на підземному розподільному газопроводі принципово можливо утворення так званої «пожежі в котловані», проте, при аналізі реальних подій за п'ять років таких випадків не зареєстровано, так само як не зафіксовано повних руйнувань підземних газопроводів. При розгерметизації ж надземних ділянок газопроводів набагато частіше відбувається так зване «факельне горіння». Причому факельне горіння так само можливе при витіканні з підземного газопроводу, але тільки в штучно створеному котловані (при веденні земляних робіт).

Найбільш небезпечним є початковий момент витікання і горіння факела, коли швидкість витікання і розмір струменя максимальні і у людей, що потрапили в небезпечну зону, немає часу, щоб його покинути. У разі витоку газу з підземної ділянки газопроводу походить проникнення речовини через грунт над трубою з подальшим займанням уздовж траси – спостерігається полум'я, що колишеться. Крім того, при аварії на підземному газопроводі на території населеного пункту може відбутися проникнення природного газу в приміщення будівель, внаслідок чого можливо утворення взрыво- і пожежонебезпечної газоповітряної суміші, яка за наявності джерела запалення здібна до вибуху, що призводить до руйнування будівель і травмування людей.

При аваріях на підземних газопроводах, що супроводжуються вибухом в житловому будинку, зона дії вражаючих чинників вибуху обмежена розмірами приміщень. ймовірність реалізації такого сценарію залежить від властивостей ґрунту, від відстані до приміщень, від того йдуть до дому каналізація, водопровід або існують інші «шляхи» підходу газу до дому (колектора і ін .). У разі відсутності шляхів розповсюдження газу і проходження газопроводу в глинистих ґрунтах з малою пористістю ймовірність цього сценарію аварії мала. Слід враховувати, що принципово пожежа і вибух в приміщенні мало чим відрізняються, але при вибуху відбуваються руйнування.

Повні розриви газопроводу відбуваються надзвичайно рідко і лише на надземних ділянках газопроводу. Крім того, у разі підводного газопроводу при паводку і при пошкодженні надземної ділянки газопроводу спецтехнікою (наїзді, зриві) спостерігається розрив газопроводу на повний переріз.

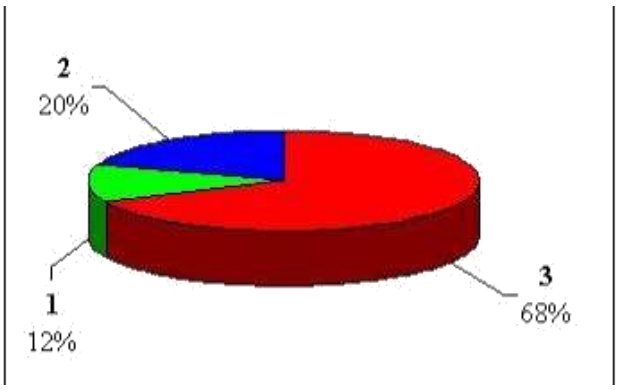


Рис. 9.2. Розподілення аварій за видами на розподільчих газопроводах:
1 – вибух в житловому будинку, 2 – витік газу з наступним спалахуванням,
3 – витік газу на розподільчому трубопроводі

Варіанти розвитку аварій на газорегуляторних пунктах і установках

Аналіз аварій на газорегуляторних пунктах і газорегуляторних установках показав, що в 75 % випадках відбувається витік газу з подальшим займанням або займання без загазованості приміщення, в 13 % випадках – витік газу в приміщенні ГРП і ГРУ, в 12 % випадках відбувається вибух в сусідніх приміщеннях. У загальному випадку, аварійний процес включає витік газу в приміщенні ГРП і ГРУ, утворення взрыво - і пожежонебезпечної суміші і її займання з подальшою пожежею або вибухом. Крім того, можливо займання струменя без утворення загазованості приміщення.

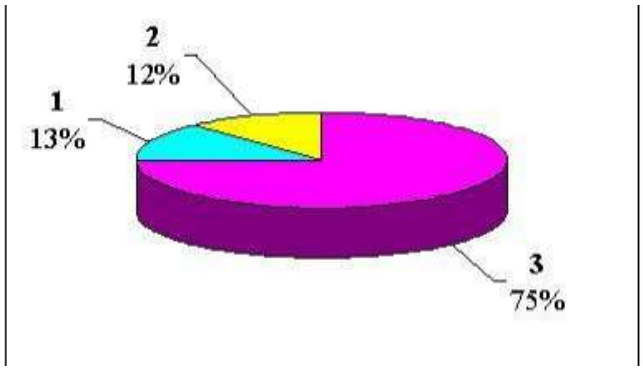


Рис. 9.3. Розподіл аварій по видах на газорегуляторних пунктах та установках:
1 - витік газу в приміщенні ГРП і ГРУ 2 - вибух в сусідніх приміщеннях 3-витік газу з подальшим займанням або займання без загазованості приміщення

Окремо відзначимо випадки, коли порушення технологічного процесу ГРП призводить до підвищення тиску в газопроводі низького тиску, розгерметизації газового обладнання на джерелах споживання, зокрема в житлових будинках або котельній, виникнення загазованості приміщень, за наявності джерел запалювання - займання витоки або вибух. При цьому слід враховувати, що принципово пожежа і вибух в приміщенні мало чим відрізняються, але тільки при вибуху відбуваються руйнування.

Таким чином, за результатами аналізу аварій на ГРП і ГРУ виділені типові сценарії розвитку аварійної ситуації, які разом з найбільш характерними за останні 10 років випадками представлені нижче:

Контрольні питання

1. Труби, арматура та обладнання газопроводів.
2. Методи захисту трубопроводів від корозії
3. Випробування газопроводів на міцність. Мета, етапи проведення.
4. Випробування газопроводів на герметичність. Мета, етапи проведення.

Тема 10. Влаштування та обладнання систем газопостачання будівлі

10.1. Влаштування внутрішньобудинкових газопроводів

У житлові, суспільні і комунальні будівлі газ поступає по газопроводах від міської розподільної мережі. Ці газопроводи складаються з абонентських відгалужень, що підводять газ до будівлі, і внутрішньобудинкових газопроводів, які транспортують газ усередині будівлі і розподіляють його між окремими газовими приладами. У внутрішніх газових мережах житлових, суспільних і комунальних будівель можна транспортувати тільки газ низького тиску.

Можливість установки газового обладнання та прокладання газопроводів в будинках різного призначення визначається у відповідності з будівельними нормами і правилами на проектування цих будинків.

Не допускається розміщення газових приладів:

- в коридорах загального користування;
- в санітарних вузлах;
- в гуртожитках усіх типів;
- в приміщеннях будинків будь якого призначення, які не мають вікна з кватиркою (фрамугою);
- в підвальних поверхах, а при газопостачанні ЗВГ підвалах і цокольних поверхах будинків.

В підвалах індивідуальних житлових будинків, які належать громадянам на правах приватної власності, допускається установка опалювального газового обладнання, при умові, що ці підвали мають вікна з кватиркою (фрамугою), та газопостачання їх здійснюється природним газом. Для газопроводів, що транспортують вологий газ і прокладаються в приміщеннях, в яких температура повітря може бути нижче 3 ^{0}С, слід передбачати теплову ізоляцію із негорючих матеріалів.

Газопровід вводять в житлові і громадські будівлі через нежилі приміщення, доступні для огляду труб. Введення газопроводів в громадські і комунально-побутові будівлі здійснюють в коридори або безпосередньо в приміщення, в яких встановлені газові прилади. Можна влаштовувати введення в технічні коридори і підпілля тільки при підведенні до вказаних будівель зовнішніх газопроводів низького тиску у внутрішньоквартальних колекторах. Введення газопроводів вологого газу слід укладати з ухилом у бік розподільного газопроводу.

На введенні газопроводу в будівлі встановлюють відключаючий пристрій, який монтують ззовні будівлі. Місце установки повинне бути доступно для обслуговування і швидкого відключення газопроводу. Усередині будівлі відключаючі пристрої розміщують в сходових клітках, тамбурах і коридорах. Розводящі газопроводи прокладають по верху стін першого поверху.

Газові стояки прокладають в кухнях або коридорах. Не можна прокладати стояки в житлових приміщеннях, ванних кімнатах і санітарних вузлах. На стояках і розводящих газопроводах встановлювати пробки забороняється. Якщо від одного введення в житлову будівлю газ подають до декількох стояків, то на

кожному з них встановлюють кран або засувку. У одно - п'ятиповерхових будівлях відключаючі пристрої на стояках не встановлюють. Транзитні газопроводи прокладати через житлові приміщення не можна. Перед кожним газовим приладом встановлюють крани. За наявності газового лічильника кран встановлюють також і перед ним.

Прокладку газопроводів в місцях проходу людей слід передбачати на висоті не менше 2,2 м від підлоги до низу газопроводів, а при наявності теплової ізоляції - до низу ізоляції. Транзитні газопроводи в межах житлових приміщень не повинні мати різьбових з'єднань та арматури.

Газопроводи усередині будівлі виконують із сталевих труб. Труби з'єднують зварюванням. Різьбові і фланцеві з'єднання допускають тільки в місцях установки відключаючих пристроїв, арматури і приладів.

Приєднання до газопроводу побутових газових приладів та апаратів, опалювальних установок, контрольно-вимірювальних приладів (КВП) та приладів автоматики, переносних газових пальників, пересувних та тимчасових (сезонних) газовикористовуючих установок та установок, що відчувають вібрацію, допускається передбачати гнучкими рукавами після вимикаючого пристрою на відгалуженні газопроводу до установок.

Для гнучких рукавів слід застосовувати гумові рукави, рукави в металевій оплітці та металорукави, які повинні бути стійкими до транспортованого газу при заданих тиску та температурі. Забороняється прихована прокладка гнучких рукавів, пересічення гнучкими рукавами будівельних конструкцій, в тому числі віконних та дверних отворів. Допускається приєднання побутових газових лічильників металорукавами довжиною не більше 0,5 м.

Газопроводи в будівлях прокладаються відкрито. При відповідному обґрунтуванні допускають приховану прокладку в борознах стін, які закривають щитами з отворами для вентиляції. У приміщеннях котельних, підприємств комунально-побутового обслуговування і громадського харчування, а також в лабораторіях газопроводи, що підводять, до окремих агрегатів і газових приладів можна прокладати в штробі бетонної підлоги із заливкою цементом. В цьому випадку труби повинні мати протикорозійну ізоляцію. На ділянці газопроводу, закладеній в підлогу, не повинно бути запірних пристроїв і різьбових з'єднань. Газопроводи для осушеного газу прокладають без ухилу, а для вологого газу - з ухилом не менше 0,003. За наявності газового лічильника ухил має напрям від лічильника до стояка і газових приладів.

Газопроводи, що перетинають фундаменти, перекриття, сходові майданчики, стіни і перегородки, слід укладати в сталеві футляри. В межах футляра газопровід не повинен мати стикових з'єднань, а простір між ним і футляром повинно бути закладено просмоленою паклею і залито бітумом. Кінець футляра виводять над підлогою на 3 см. У житлових будівлях газопроводи кріплять до стінок за допомогою крюків. При діаметрі труби більше 40 мм кріплення виконують за допомогою кронштейнів. Відстань між опорами приймають не більше: 2,5 м (при 0 труби 15 мм), 3,5 м (при 0 25 мм) і 5 М/ (при 0 50 мм). Зазор між трубою і стіною приймають 1,5-2 см. Труби в технічних коридорах укладають на бетонні або цегляні стовпи на відстані від

підлоги не менше 0,3 м. Відстань між відкрито прокладеним електропроводом і стінкою газопроводу повинне бути не менше 10 см. Газопроводи, пересічні з електропроводом, укладають в гумову або ебонітову трубку.

Установку вимикаючих пристроїв на газопроводах, що прокладаються в житлових та громадських будинках (за винятком підприємств громадського харчування та підприємств побутового обслуговування виробничого характеру) слід передбачати:

- для вимикання стояків, які обслуговують більше п'яти поверхів;
- перед лічильниками (якщо для вимикання лічильника не можливо використати вимикаючий пристрій на вводі);
- перед побутовими плитами, опалювальними газовими приладами, печами та газовим обладнанням;
- на відгалуженнях до опалювальних печей або приладів згідно з вимогами 6.49.

Необхідність улаштування пристроїв для вимикання стояків (під'їздів) 5-ти і менше поверхових житлових будинків вирішується проектною організацією за погодженням з експлуатуючою організацією в залежності від місцевих конкретних умов, у тому числі поверховості будинків та кількості квартир, що підлягають вимиканню у випадку проведення аварійних та інших робіт. Пристрої, що передбачаються для вимикання стояків (під'їздів), слід встановлювати зовні будинків.

10.2. Газові прилади

У житлових і громадських будівлях газ використовують для приготування їжі і гарячої води. Основними приладами, які застосовують для газопостачання будівель, є плити, водонагрівачі, кип'ятильники, казани, духові шафи.

Установку газових плит в **житлових будинках** слід передбачати в приміщеннях кухонь висотою не менше 2,2 м, що мають вікно з кватиркою (фрамугою) або конструкцією жалюзійного типу, витяжний вентиляційний канап та природне освітлення.

При цьому внутрішній об'єм приміщень кухонь повинен бути, $м^3$, не менше:

- для газової плити з 2 пальниками - 8;
- те ж з 3 пальниками - 12;
- з 4 пальниками -15.

В **громадських будинках** і прибудованих до них приміщеннях можлива установка газового обладнання, в тому числі для теплопостачання, за винятком:

- дитячих дошкільних та шкільних закладах;
- лікарнях та лікувально-поліклінічних приміщеннях;
- спальних корпусів санаторіїв, закладах відпочинку, дитячих оздоровчих закладах та шкіл-інтернатів;
- культурно-видовищних, дозвіллєвих, спортивних, торгівельних, транспортних, культових та інших закладах з можливим масовим перебуванням людей (більше 50) у одному приміщенні;

- громадських будинків та споруд висотою понад 26,5 м (від планувальної відмітки до відмітки підлоги верхнього поверху) будинків з атриумами, багатофункціональних будинків з житловими приміщеннями.

В лікувальних та амбулаторно-поліклінічних приміщеннях допускається передбачати установку газового обладнання тільки в приміщеннях приготування їжі, центральних заготівельних, лабораторіях, стоматологічних поліклініках, які розташовані у окремо розташованих будинках.

Приміщення, в якому установлюється газове обладнання, за винятком опалювального, повинно мати висоту не менше 2,2 м, вікно з кватиркою (фрамугою, що відчиняється у верхній частині вікна,) та постійно діючу приплинно-витяжну вентиляцію з кратністю обміну повітря, обумовленою розрахунком, але не менше трикратного повітрообміну за годину.

Побутові газові прилади умовно можна розділити на наступні групи:

1) прилади для приготування їжі (газові плити різних конструкцій, автономні духові шафи, жаровні, одногорелочні газові примуси);

2) прилади для гарячого водопостачання (проточні водонагрівачі);

3) прилади для індивідуального опалювання (ємкісні водонагрівачі, газові каміни, спеціальні газові пальники, опалювальні з водяним контуром і опалю-вально-варильні апарати, опалювальні установки конвективного і випромінюючого обігріву);

4) прилади для освітлення (переносні освітлювальні).

Робота газових приладів характеризується наступними показниками:

1) тепловим навантаженням, або кількістю теплоти в газі, яка витрачається приладом, в кВт;
2) продуктивністю, або кількістю корисно використовуваної теплоти, яка передається тілу, що нагрівається, в кВт;
3) КПД, що є відношення продуктивності до теплового навантаження приладу.

Номінальним вважають таке навантаження, при якому газовий прилад працює найефективніше, тобто з найменшим хімічним недопалюванням газу, найбільшим КПД, і розвиває номінальну продуктивність. При номінальному навантаженні в конструктивних елементах приладу не повинно виникати небезпечних теплових напруг, що скорочують термін його служби. Граничним (максимальної) тепловим навантаженням вважають навантаження, що перевищує номінальне на 20%. При цьому навантаженні не повинні помітно погіршуватися показники роботи приладу. Газові прилади, встановлювані в житлових і громадських будівлях, працюють на низькому тиску, їх обладнують ежекційними пальниками атмосферного типа. Побутові газові плити виготовляють двух-, трьох- і чотирьохконфорочними з духовими шафами і без них. Вони складаються з наступних основних частин: корпусу, робочого столу з вкладишами, конфорок, духової шафи, газових пальників (конфорок - верхніх , а також для шафи), газорозподільного пристрою з кранами . Деталі побутових плит виготовляють з термічно стійких, корозійностійких і довговічних матеріалів. Поверхня і деталі плити (окрім задньої стінки) покриті білою емаллю. Висота робочого столу побутових плит 850 мм, а ширина - не менше

500 мм. Відстань між центрами сусідніх конфорок 230 мм. Пальники, конфорок, мають наступні номінальні навантаження: нормальну потужність 1,9 кВт, підвищену - 2,8 кВт. Плити, чотирьохконфорок, можуть мати один пальник підвищеної потужності. Номінальне навантаження пальників повинне забезпечувати рівномірний розігрівши духової шафи до температури 285...300 ^{0}С не більше ніж за 25 мин.

Відведення продуктів згорання безпосередньо в приміщення пред'являє високі вимоги до конструктивних якостей пальників, які повинні забезпечувати повне згорання газу.

Відведення продуктів згоряння від побутових газових приладів, печей та іншого побутового газового обладнання, в конструкції яких передбачено відведення продуктів згоряння в димохід, слід здійснювати від кожного приладу, агрегату або печі по відособленому димоходу.

Проточні і ємкісні водонагрівачі є теплообмінні апарати, що служать для місцевого гарячого водопостачання. У проточних водонагрівачів режим приготування гарячої води відповідає режиму споживання. Вони нагрівають воду до 50...60 ^{0}С і віддають її через 1.. 2 хв. після включення приладу. Їх часто називають швидкодіючими. У ємкісних водонагрівачів режим приготування води може не відповідати режиму її споживання. Вода у ємнісних водонагрівачах нагрівається до 80...90 ^{0}С.

Проточні водонагрівачі обладнують запобіжними пристроями, завдяки яким основний пальник вимикається у разі припинення розбору гарячої води або при падінні тиску її нижче встановленої межі. Ємнісні водонагрівачі обладнані автоматикою регулювання температури гарячої води, що забезпечує відключення основного пальника при нагріві води вище заданої величини.

10.3 Розрахунок внутрішньо будинкових газопроводів

Розрахунок внутрішньобудинкових газопроводів проводять після вибору і розміщення обладнання та складання схеми газопроводів. Розрахунковий перепад тиску газу пов'язують з перепадом тиску в розподільній мережі. Сумарний розрахунковий перепад, що включає втрати в розподільних газопроводах, абонентських відгалуженнях і внутрішньобудинкових газопроводах, доцільно приймати велічиной $0{,}7p_o$ (p_o - номінальний тиск газу перед приладами). Розрахункові витрати приймають з урахуванням нерівномірності споживання газу. Розрахунок виконують за такої послідовності:

Гідравлічний розрахунок внутрішньобудинкового газопроводу проводять в наступній послідовності:

1. Визначення витрат газу починають з ділянки, що забезпечує газом прилади квартири верхнього поверху.

Витрати газу газовими приладами Qnp розраховують за формулою:

$$Qnp = \frac{Q_1}{Q_n^P}, \text{ м}^3/\text{год}, \qquad (10\cdot1)$$

де $Q1$ – теплове навантаження газового приладу (згідно з паспортом приладу), ккал/год.

2. Витрати газу по розрахунковій ділянці визначають:

$$QP = Ksim\ Qnp \cdot n \qquad (10.2)$$

де n – кількість квартир на ділянці, що газифіковані;

Qnp – витрати газу газовими приладами, м^3/год, що встановлені на ділянці;

$K\ sim$ – коефіцієнт одночасності роботи газових приладів, $Ksim = f(n)$.

3. Задаються діаметром ділянки розрахункової гилки газопроводу, виходячи з того, що за вимогами ДСТУ 2204-93 діаметр вхідного газового патрубку до газової плити складає 15 мм.

4. Визначають швидкість руху газу в трубопроводі:

$$vp = \frac{4QP}{3600 \cdot \pi \cdot d^2}, \text{ м/с} \qquad 10.3)$$

де d - діаметр трубопроводу, м.

Швидкість руху газу не повинна перебільшувати нормативну $vP \le 7$ м/с.

5. Лінійні втрати тиску газу $h\partial il$ на 1 м газопроводу на ділянці визначають за довідниками.

6. Лінійні втрати тиску на всій ділянці $h\partial il$ визначають за формулою:

$$h\partial il = l\partial il \cdot h\partial il, \text{ м} \qquad (10.4)$$

7. Втрати тиску на місцеві опори $z\partial il$ враховують таким чином:
- на ділянці вводу до стояка – 25 % лінійних втрат;
- на стояках – 20 % лінійних втрат;
- на внутрішньоквартирній розводці (довжина розводки 5-7 м) – 120 % лінійних втрат.

8. Загальні втрати тиску визначають додаванням лінійних втрат тиску на всій ділянці $h\partial il$ та втрат тиску на ділянці на місцеві опори $z\partial il$.

Всі отримані значення заносять до таблиці 10.1.

Розрахунок вважається завершеним, коли $\Sigma(l_{діл} \cdot \quad h_{діл} + z_{діл}) \leq 35$ ммвод. ст. – нормативні втрати тиску на вводі газопроводу та внутрішній системі газопостачання будинку.

Якщо $\Sigma(l_{діл} \cdot \quad h_{діл} + z_{діл}) \geq 35$ мм вод. ст., необхідно на одній або декількох ділянках збільшити діаметр газопроводу.

Таблиця 10.1.

Гідравлічний розрахунок внутрішнього газопроводу житлового будинку

№ ділянки	Кількість квартир n	Витрата газу газовими при-з	Коефіцієнт одночасності K_{si}^{m}	Розрахункова витрата газуз	Довжина ділянки, *l*, м	Діаметр газопроводу *d*, мм	Швидкість руху газу, м/с	Лінійні втрати тиску		Втрати тиску на місцеві опори		Загальні втрати тиску
								на 1 м ділянки $h_{діл}$	на всю ділянку, $h_{діл}$	%	$Z_{діл}$	
								мм вод . ст.				
1-2												
2- 3												

Контрольні питання

1. Вимоги до влаштування внутрішньобудинкового газопроводу
2. Вимоги до встановлення вимикаючих приладів
3. Газові прилади. Номінальне навантаження.
4. Мета та порядок розрахунку внутрішньобудинкових газопроводів.

Список використаної літератури

1. ДСН 3.3.6.042-99 «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень».
2. ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування».
3.НАПБ А.01.001-2014 «Правила пожежної безпеки в Україні».
4.Тихомиров К.В. Теплотехніка, теплогазопостачання і вентиляція / – М.: Будвидат. 1991. – 480 с.
5. Русланов Г.В., Розкін М.Я., Ямпольский Е.Л .Опалення і вентиляція житлових и громадських будівель – Довідник – Київ: Будівельник, 1983 - 272с.
6. Торговніков Б.М., Табачник В.Е.. Ефанов Е.М. Проектування промислової вентиляції.- Довідник – Київ: Будівельник, 1983.- 256с.
7. Волков О.Д. Проектування вентиляції промислової будівлі – Харьків: Вища шк. Вид-во при ХГУ, 1989.-240с.
8.Семенов С.В. Вентиляція житлових та громадських будинків: Навчальний посібник.- Одеса.: Зовнішрекламсервіс, 2008.-177 с.