

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

С.С.Антоненко

КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ
З КУРСУ “СИСТЕМИ ВИРОБНИЦТВА ТА РОЗПОДІЛУ
ЕНЕРГІЇ”
для студентів спеціальності 7.000008 “Енергетичний
менеджмент” денної форми навчання

СУМИ ВИД-ВО СУМДУ 2005

ВСТУП

Даний конспект лекцій являє собою опорний конспект, в якому фрагментарно викладений тільки теоретичний матеріал у вигляді основних понять і положень. Детальний розгляд поданого матеріалу здійснюється на лекційних заняттях, де безпосередньо наводяться пояснювальні ілюстрації, приклади, коментарі, розрахункові формули і т.д.

Курс лекцій призначений для спеціальності “Енергетичний менеджмент”, а також може бути використаний і для інших інженерних спеціальностей, що вивчають питання виробництва і розподілу основних видів енергії в промислових чи комунально-побутових господарствах. Предмет головним чином спрямований на одержання знань про загальну структуру тих чи інших енергетичних систем з описом їх основних схем (вузлів), устаткування, галузей застосування і т.д. Матеріал викладається в контексті питань, що торкаються проблеми раціонального використання енергоносіїв, як у загальній структурі енергетичних систем, так і на рівні застосовуваного в них устаткування, тобто паралельно вивчаються задачі визначення методів підвищення енергоефективності їх експлуатації.

Виклад лекційного матеріалу припускає, що студенти мають базові знання з фізики, теорії гідравліки і газу, хімії, економіки, що полегшує завдання в повноцінному сприйнятті, розумінні і запам'ятовуванні всього курсу даного предмета.

1 СИСТЕМИ ВИРОБНИЦТВА І РОЗПОДІЛУ ТЕПЛОЇ ЕНЕРГІЇ

1.1 Види передачі теплоти. Теплообмінні апарати

Розрізняють два види використання теплоти - енергетичне і технологічне. Енергетичне використання теплоти ґрунтується на процесах, що перетворюють теплоту в механічну роботу.

Технологічне використання теплоти ґрунтується на реалізації теплоти для цілеспрямованої зміни фізико-хімічних властивостей при здійсненні різних технологічних процесів.

Розрізняють три елементарних принципово відмінних один від одного процеси теплообміну - **теплопровідність, конвекцію і теплове випромінювання.**

Якщо переміщення часток рідини чи газу обумовлюється різницею їх густини, то таке переміщення називають **природною конвекцією.**

Якщо рідина чи газ переміщається за допомогою насоса, вентилятора, ежектора й інших пристроїв, то таке переміщення називають **змушеною конвекцією.**

Теплообмінними апаратами (теплообмінниками) називаються пристрої, призначені для передачі теплоти від одного теплоносія до іншого. За принципом дії і конструктивним оформленням теплообмінники поділяються на **рекуперативні, регенеративні і змішувальні.**

Залежно від взаємного напрямку руху теплоносіїв теплообмінники цього типу підрозділяються на **протиструмінні, прямострумінні і перехресні.**

Рекуперативні і регенеративні теплообмінники називають **поверхневими**, а змішувальні - **контактними.**

1.2 Системи опалення. Загальні відомості про опалення

1.2.1 Класифікація систем опалення. Теплоносії

Під тепловим споживанням розуміють використання теплової енергії для різноманітних комунально-побутових і виробничих цілей: опалення, вентиляція, кондиціонування повітря, гаряче водопостачання, технологічні процеси.

Споживачі теплоти за характером їх завантаження в часі діляться на **сезонні і цілорічні**.

Вимоги до систем опалення:

- **санітарно-гігієнічні** - забезпечення відповідними будівельними нормами і правилами температур у всіх точках на визначеному рівні;

- **економічні** - забезпечення мінімуму приведених витрат щодо спорудження й експлуатації, обумовленого техніко-економічним порівнянням варіантів різних систем;

- **будівельні** - забезпечення ув'язування розміщення опалювальних елементів з будівельними конструкціями;

- **монтажні** - забезпечення монтажу індустріальними методами з максимальним використанням уніфікованих вузлів заводського виготовлення при мінімальній кількості типорозмірів;

- **експлуатаційні** - простота і зручність обслуговування, керування і ремонту, надійність, безпека і безшумність дії;

- **естетичні** - гарна сполучуваність із внутрішньою архітектурою окремого приміщення, мінімальна площа, зайнята системою опалення.

Система опалення являє собою комплекс елементів, призначених для одержання, перенесення і передачі необхідної кількості теплоти в приміщення, що обігріваються. Кожна система опалення містить у собі три основних елементи: **теплогенератор, системи теплопроводів і опалювальні прилади**.

Класифікацію систем опалення проводять за рядом ознак:

- за взаємним розміщенням основних елементів системи опалення підрозділяються на **центральні і місцеві**;

- за видом теплоносія центральні системи опалення підрозділяються на **водяні, парові, повітряні і комбіновані**;

- за способом циркуляції теплоносія центральні і місцеві системи водяного і повітряного опалення підрозділяються на **системи з природною циркуляцією і системи зі штучною циркуляцією**;

- за параметрами теплоносія центральні водяні і парові системи підрозділяються на **водяні низькотемпературні** (до 100°C) і **високотемпературні** (більше 100°C);

- за тиском, що розвивається, поділяються на: **парові системи низького** ($p=0,1-0,17$ МПа), **високого** ($p=0,17-0,3$ МПа) **тиску і вакуум-парові** з тиском $p<0,1$ МПа.

Найбільш широко в системах опалення використовують **воду, водяний пар і повітря**.

Властивості води: висока теплоємність і велика густина, нестисливість, розширення при нагріванні зі зменшенням густини,

підвищення температури кипіння при збільшенні тиску, виділення абсорбованих газів при підвищенні температури і зниженні тиску.

Властивості пари: мала щільність, висока рухомість, висока ентальпія за рахунок прихованої теплоти фазового перетворення, підвищення температури і щільності зі зростанням тиску.

Властивості повітря: низька теплоємність і густина, висока рухомість, зменшення густини при нагріванні.

1.2.2 Техніко-економічне порівняння основних систем опалення

Одним із найважливіших техніко-економічних показників систем опалення є маса металу, що витрачається на виготовлення основних елементів за наявності того чи іншого теплоносія.

У водяних системах середня температура поверхні опалювальних приладів не перевищує 80°C . Системи водяного опалення завдяки високим санітарно-гігієнічним якостям, надійності і довговічності набули найбільш широкого застосування. Радіус дії водяних систем по вертикалі обмежений величиною припустимого гідростатичного тиску (0,6-1 МПа).

Парове опалення рекомендується для періодичного і чергового опалення. Малий гідростатичний тиск у парових системах робить доцільним застосування їх для високих будинків. Галузь застосування парових систем опалення обмежується насамперед невідповідністю їх санітарно-гігієнічним вимогам, зниженими акустичними показниками і недовговічністю.

Повітряне опалення більшою мірою, ніж парове, задовольняє санітарно-гігієнічні вимоги; можливість сполучення опалення і вентиляції; використання повітряного опалення як чергового і періодичного опалення чи для опалення приміщень великого об'єму виробничого призначення. До обмежень у застосуванні повітряного опалення відносять невисоку надійність через можливе порушення розподілу повітря по приміщеннях, а також невеликий радіус дії.

1.3 Системи водяного опалення

1.3.1 Улаштування і класифікація систем водяного опалення

Водяне опалення завдяки ряду переваг перед іншими системами дістало в даний час найбільш широке поширення. Система водяного опалення гідравлічно замкнута і має визначену місткість опалювальних приладів, теплопроводів, арматури, тобто постійний об'єм води, що її заповнює.

Системи водяного опалення містять у собі такі основні елементи: **теплогенератор, головний стояк, магістральні теплопроводи, стояки, підводки, опалювальні прилади, розширювальний бак, запірно-регулюючу арматуру.**

Класифікація систем водяного опалення проводиться за такими основними ознаками:

- за способом створення циркуляції водяні системи підрозділяють на системи з **природною циркуляцією (гравітаційні)** і зі **штучною циркуляцією (насосні)**;

- за схемою включення опалювальних приладів у стояк системи водяного опалення підрозділяють на **двотрубні й однотрубні**;

- за напрямком з'єднання опалювальних приладів системи опалення можуть бути **вертикальні і горизонтальні**;

- за місцем розміщення магістралей, що подають воду, і зворотних магістралей системи водяного опалення підрозділяють на системи з **верхнім розміщенням магістралей**, що подають воду, і з **нижнім розміщенням обох магістралей**;

- за напрямком руху води в магістралях, що подають воду, і зворотних магістралях системи водяного опалення підрозділяють на **тупикові і з попутним рухом.**

1.3.2 Розміщення, улаштування і монтаж основних елементів систем водяного опалення

Теплопроводи вертикальних систем опалення підрозділяють на **магістралі, стояки і підводки.** Теплопроводи горизонтальних систем, крім магістралей, стояків і підводок, мають горизонтальні вітки.

Розміщення стояка виконується, як правило, біля зовнішніх стін. Розміщення магістралі визначається призначенням і шириною будинку, видом системи опалення. У ряді випадків за технологічними

розміркуваннями магістралі розміщують на технічних поверхах і підвальних каналах. Стояки систем за схемами поділяються на **піднімальні і опускні**.

Теплопроводи систем опалення прокладаються відкрито. У будинках висотою більше семи поверхів для компенсації подовження стояків і довгих прямолінійних ділянок магістралей застосовують П-подібні компенсатори.

Під час прокладки теплопроводів у місцях, де можливе замерзання теплоносія, а також для зниження марних втрат теплоти теплопроводи покривають теплоізоляцією.

Запірно-регулююча арматура служить для пуску системи в роботу за частинами, а також вимикання окремих віток системи для ремонту на магістральних теплопроводах.

Розширювальний бак встановлюють у найвищій точці системи опалення. У системах водяного опалення з нижнім розміщенням магістралей при природній циркуляції для видалення повітря влаштовують спеціальну повітровідвідну мережу, приєднуючи її до розширювального бака і до повітрозбірника.

У системі водяного опалення зі штучною циркуляцією встановлюють **повітрозбірники**. Найбільше поширення дістали горизонтальні проточні повітрозбірники. Повітрозбірники на кінцевих ділянках гарячих магістралей постачають автоматичними повітровідвідниками. Для видалення повітря можуть бути використані також **повітряні крани**, установлені на верхніх опалювальних приладах.

1.3.3 Техніко-економічні показники різних систем водяного опалення

Вертикальні двотрубні системи з верхнім розміщенням магістралі, що подає воду, застосовують в основному при природній циркуляції води в системі опалення в будинках з кількістю поверхів до трьох включно. Ці системи в порівнянні із системами при нижньому розміщенні магістралі, що подає воду, мають більший природний циркуляційний тиск, у них простіше повітровидалення із системи, а також вище тепловіддача опалювальних приладів.

Двотрубна вертикальна система з нижнім розміщенням обох магістралей і природною циркуляцією води перед системою з верхнім розташуванням магістралі, що подає воду, має такі переваги: менше тепловтрати; монтаж і пуск системи можуть робитися послідовно за

поверхами в міру зведення будинку; зручніше експлуатація системи; надходження води з найвищою температурою до кожного опалювального приладу. Однак у двотрубній системі, особливо з верхньою прокладкою магістралі, що подає воду, має місце значна витрата труб і фасонних частин, ускладнюється монтаж.

У порівнянні з двотрубними системами опалення вертикальні однотрубні системи із замикальними ланками на стояках і природною циркуляцією води мають ряд переваг: менша первісна вартість, більш простий монтаж і менша довжина теплопроводів, більш красивий зовнішній вигляд, можливість послідовного за поверхами включення системи і стандартність вузлів. У горизонтальних проточних системах регулювання може бути тільки за поверхом, що є їх істотним недоліком.

Загальними перевагами систем із природною циркуляцією води є відносна простота улаштування і експлуатації; відсутність насоса і потреби в електроприводі; безшумність дії; порівняльна довговічність при правильній експлуатації і забезпечення рівномірної температури повітря в приміщенні.

Системи водяного опалення зі штучною циркуляцією принципово відрізняються від систем водяного опалення з природною циркуляцією тим, що в них тиск створюється відцентровим циркуляційним насосом, що встановлюється на зворотному магістральному теплопроводі біля котла, а для видалення повітря з мережі служать повітряні лінії, повітрозбірники і повітряні крани.

У системах зі штучною циркуляцією, особливо при великій довжині теплопроводів, доцільно застосовувати попутний рух гарячої й охолодженої води за схемою. За цією схемою довжина всіх циркуляційних кілець майже однакова, унаслідок чого легко отримати однакову втрату тиску в них і рівномірний прогрів усіх приладів. Недоліком цієї системи в порівнянні з тупиковою є велика на 3-5 % первісна вартість системи.

Переваги однотрубних систем опалення зі штучною циркуляцією полягають у меншому діаметрі труб, завдяки великому тиску, створюваному насосом; більшому радіусі дії; більш простому монтажі; більшій можливості уніфікації деталей теплопроводів, приладових вузлів, а також більш стійкому тепловому і гідравлічному режимі роботи.

1.3.4 Критерії економічного обґрунтування експлуатації систем водяного опалення

Основними техніко-економічними показниками будь-якої опалювальної системи є первісна вартість і експлуатаційні витрати.

Первісна вартість системи водяного опалення зі штучною циркуляцією значно нижче від вартості системи водяного опалення з природною циркуляцією.

Для систем зі штучною циркуляцією води котельні можуть обслуговувати з одного центра кілька будинків і дозволяють здійснювати центральне регулювання тепловіддачі опалювальних приладів у дуже широких межах. Експлуатація системи зі штучною циркуляцією коштує дорожче водяного від опалення з природною циркуляцією на величину вартості електроенергії, споживаної циркуляційним насосом. Однак витрати на амортизацію систем зі штучною циркуляцією за рахунок їх меншої первісної вартості в порівнянні з гравітаційними системами виявляються меншими.

1.4 Класифікація і монтаж опалювальних приладів. Приєднання їх до теплопроводів

Опалювальні прилади, які застосовуються в системах центрального опалення, підрозділяються: за переважним способом тепловіддачі - **на радіаційні, конвективно-радіаційні і конвективні**; за видом матеріалу - на прилади **металеві, малометалеві і неметалеві**; за характером зовнішньої поверхні - на **гладкі, ребристі**.

Опалювальні прилади системи центрального опалення розміщують біля зовнішніх стін, переважно під вікнами, тому що в результаті зменшуються холодні струми повітря поблизу вікон.

При підвищених санітарно-гігієнічних вимогах рекомендуються прилади з гладкою поверхнею; при нормальних санітарно-гігієнічних вимогах можна застосовувати прилади з гладкою і з ребристою поверхнею; при знижених санітарно-гігієнічних вимогах у приміщеннях використовуються прилади будь-якого виду. Сходові клітки багатопверхових будинків рекомендується обігрівати рециркуляційними повітрянагрівачами (конвекторами), установлюючи їх на першому поверсі і приєднуючи до теплопроводу високотемпературної води.

У приміщеннях великої висоти з другим ярусом встановлюються

опалювальні прилади у верхній зоні. Прилади не слід загороджувати, тому що це зменшує їхню тепловіддачу.

Приєднання опалювальних приладів до теплопроводів може здійснюватися за трьома схемами, що коротко називаються: «зверху вниз», «знизу вниз» і «знизу вгору». Найбільш ефективна схема «зверху вниз», при якій щільність теплового потоку опалювального приладу завжди вище за рахунок найбільш рівномірної і високої температури поверхні приладу, ніж за схемою «знизу вниз» і особливо «знизу вгору». За схемою приєднання «зверху вниз» площа поверхні приладу буде найменшою, і ця схема має перевагу над іншими.

Постачання приладів сходових кліток рекомендується здійснювати за однотрубною проточною схемою. Приєднання опалювальних приладів на «зчепленні» допускається тільки в межах одного приміщення. Найбільш доцільно різнобічне приєднання до стояка приладів на «зчепленні». Прилади на «зчепленні» у теплотехнічному і гідравлічному розрахунках розглядаються як один прилад.

Різнобічне приєднання теплопроводів до опалювального приладу за схемою «зверху вниз» застосовується в тих випадках, коли горизонтальна зворотна магістраль системи знаходиться під приладом, над приладом і при внутрішньому установленні великого приладу. Приєднання приладів за схемою «знизу вниз» найчастіше здійснюється у верхньому поверсі вертикальних однотрубних і двотрубних систем з нижньою прокладкою обох магістралей і в горизонтальній однотрубній системі. Приєднання приладів за схемою «знизу вгору» застосовується в однотрубних і двотрубних системах опалення з нижньою прокладкою обох магістралей.

1.5 Системи парового опалення

1.5.1 Характеристика систем парового опалення

У порівнянні із системами водяного опалення системи парового опалення мають такі переваги:

- завдяки малій густині пари він переміщається з великими швидкостями, унаслідок чого вимагаються менші діаметри теплопроводів, ніж при водяному опаленні, тому вартість теплопроводів у системах парового опалення нижча, ніж у системах водяного опалення;

- більший коефіцієнт тепловіддачі від пари до стінок

опалювального приладу, завдяки цьому і високій температурі пари площа поверхні опалювальних приладів у системах парового опалення приблизно на 25-30 % менша, ніж у системах водяного опалення;

- швидкий прогрів приміщень і відключення системи з роботи;
- можливість використання систем опалення в будинках підвищеної поверховості внаслідок малої густини пари.

Однак поряд із усіма переліченими позитивними властивостями, пара має ряд істотних недоліків:

- неможливість центрального якісного регулювання подачі теплоти, унаслідок чого в приміщенні важко підтримувати постійну і рівномірну температуру; забезпечення постійної температури досягається шляхом періодичного відключення системи, що незручно в експлуатації;
- забруднення повітря продуктами сухої сублімації (розкладання) органічного пилу, що осідає на поверхню опалювальних приладів;
- великі тепловтрати паропроводів;
- скорочення терміну придатності паропроводів у результаті проникнення повітря в систему при періодичному її відключенні, що викликає інтенсифікацію корозії, особливо конденсатопроводів.

1.5.2 Класифікація і схеми систем парового опалення

Системи парового опалення поділяють за: наявністю зв'язку з атмосферою; величиною початкового тиску пари; способом повернення конденсату в котлоагрегат чи у теплову мережу; місцем розміщення паропроводу і схемою стояків.

За величиною тиску розрізняють системи парового опалення **високого** ($P_{\text{изб}} > 0,07$ МПа), **низького** ($P_{\text{изб}} < 0,07$ МПа) тиску і **вакуум-парові** ($P_{\text{абс}} < 0,1$ МПа).

За способом повернення конденсату системи парового опалення поділяються на **замкнуті** і **розімкнуті**.

За місцем розміщення паропроводу і схемою стояків системи парового опалення виконуються так, як і системи водяного опалення.

За умови, коли магістральний конденсатопровід ніколи цілком не буде заповнюватися водою, ці системи називаються системами парового опалення з «сухим» конденсатопроводом. При прокладанні конденсатопроводу нижче рівня води у котлі його називають «мокрим», тому що він весь заповнюється конденсатом. Повітря віддаляється із системи опалення з «мокрим» конденсатопроводом через спеціальну повітряну мережу.

Розімкнуті системи парового опалення застосовують при тиску пари 30 кПа і вище. На відміну від замкнутої системи конденсат у ній стікає не в котлоагрегат, а у конденсатний бак, звідки насосом, що включається автоматично чи вручну, подається в котлоагрегат.

1.6 Електричне опалення

До основних переваг електричного опалення відносять: гарну керованість і високий ступінь автоматизації процесу відпуску теплоти; відсутність продуктів згоряння і забруднення атмосфери; високу транспортабельність електроенергії, що дозволяє відмовитися від будівництва теплових мереж і внутрішньобудинкових трубопроводів систем опалення; простоту і швидкість монтажу електропроводки до опалювальних приладів; простоту транспортування легких опалювальних приладів, дуже високий ККД (до 100%).

Основні недоліки електричного опалення - висока відпускна вартість електроенергії, пожежонебезпека.

В окремих випадках електричне опалення є особливо раціональним або єдино можливим. Цей вид опалення доцільно застосовувати як тимчасові опалювальні пристрої.

Електроопалювальні прилади поділяються на **високотемпературні** (більше 70°C) та **низькотемпературні** (25-70°C). До першої групи приладів відносять **електрорадіатори, рефлектори, електрокаміни** та ін. До другої групи - **низькотемпературні опалювальні панелі чи панельні прилади зі струмопровідної гуми**.

1.7 Газове опалення

Газ широко використовується для опалення будинків як при централізованому теплопостачанні, так і місцевому опаленні. Він спалюється в топках парових і водонагрівальних котлоагрегатів, опалювальних печах, у газових опалювальних приладах.

За газові опалювальні прилади використовуються прилади **променево-конвективного типу і газові інфрачервоні випромінювачі**. Ці місцеві прилади мають ряд переваг у порівнянні з системами центрального опалення: малі капітальні витрати і витрати металу, високий ККД (до 80-85%), невисоку вартість експлуатації і простоту обслуговування. Теплопередача від газових опалювальних приладів відбувається випромінюванням і конвекцією.

1.8 Централізоване теплопостачання

1.8.1 Класифікація систем теплопостачання

Існуючі системи теплопостачання залежно від взаємного розміщення джерела і споживачів теплоти можна поділити на **централізовані і децентралізовані системи**.

Централізоване теплопостачання складається з трьох взаємозалежних і стадій, що послідовно проходять: підготовки, транспортування і використання теплоносія. Відповідно до цих стадій кожна система централізованого теплопостачання складається з трьох основних ділянок: **джерела теплоти, теплових мереж і споживачів теплоти**.

У децентралізованих системах теплопостачання кожен споживач має власне джерело теплоти.

1.8.2 Районні котельні і теплоелектроцентралі (ТЕЦ)

Перевагами великих систем централізованого теплопостачання у порівнянні з теплопостачанням від котельнь малої і середньої потужності є: можливість ефективного спалювання низькосортного палива в котлах великої потужності; велика можливість механізації та автоматизації технологічних процесів; значне скорочення будівельних об'ємів виробничих будинків, площі забудови, витрати будівельних матеріалів на одиницю встановленої потужності; більша можливість застосування індустріальних методів будівництва; можливість організації ефективного очищення продуктів згоряння палива від шкідливих речовин та ін.

З метою зниження витрат на транспортування теплоти районні котельні по можливості будують у центрі теплових навантажень.

Найбільш досконалим методом централізованого теплопостачання, вищою його формою, є теплофікація.

Теплофікація - це централізоване теплопостачання на базі комбінованого вироблення теплоти та електричної енергії, що здійснюється на теплоелектроцентралі (ТЕЦ). За рахунок комбінованого вироблення на ТЕЦ теплоти й електроенергії забезпечується істотне зниження питомої витрати палива на вироблення електроенергії в порівнянні з роздільним виробленням теплоти в котельні, а електроенергії - на конденсаційній електричній станції (КЕС).

Завдяки об'єднанню процесу вироблення електроенергії з одержанням теплоти для централізованого теплопостачання в єдиному технологічному циклі при теплофікації поліпшується використання палива на ТЕЦ і здешевлюється будівництво теплових мереж. Ці переваги характерні для ТЕЦ як джерела теплопостачання в порівнянні з великими районними котельнями.

На ТЕЦ використовуються такі типи турбін: **теплофікаційні** (тип Т); **промислово-теплофікаційні** (тип ПТ); **протитискові** (тип Р).

1.8.3 Теплові мережі. Способи прокладки теплопроводів

Теплова мережа - один з найбільш дорогих і трудомістких елементів систем централізованого теплопостачання. Вона являє собою теплопроводи - такі спорудження, що складаються із з'єднаних між собою зварюванням сталевих труб, теплової ізоляції, компенсаторів теплових подовжень, запірної і регулюючої арматури, будівельних конструкцій, рухомих і нерухомих опор, камер, дренажних і повітровипускних пристроїв.

За кількістю паралельно прокладених теплопроводів теплові мережі можуть бути **однотрубними, двотрубними та багатотрубними**.

Водяні теплові мережі за способом приготування води для гарячого водопостачання поділяються на **закриті і відкриті**.

Теплові мережі поділяють на **магістральні і розподільні**.

Радіальні мережі споруджують з поступовим зменшенням діаметрів теплопроводів у напрямку від джерела теплоти. Такі мережі найбільш прості і економічні щодо початкових витрат. Їх основний недолік - відсутність резервування.

При улаштуванні перемичок теплова мережа перетворюється в радіально-кільцеву, відбувається частковий перехід до **кільцевих мереж**. Хоча кільцювання мереж здорожує їх, але зате підвищується надійність теплопостачання, створюється можливість резервування.

За способом прокладки теплові мережі поділяють на **підземні і надземні (повітряні)**. Надземна прокладка теплових мереж рекомендується переважно при високому стоянні ґрунтових вод.

Переважним способом прокладки трубопроводів теплових мереж є **підземна прокладка**: у прохідних каналах і колекторах; у напівпрохідних і непрохідних каналах; безканална (у захисних оболонках різної форми і з засипною теплоізоляцією).

По трасі підземного теплопроводу влаштовують спеціальні

камери і колодязі для установаження арматури, вимірювальних приладів, чепцевих компенсаторів та ін., а також місця для П-подібних компенсаторів.

1.8.4 Приєднання теплоспоживних систем до теплових мереж. Теплові пункти

Для приєднання теплоспоживних систем до водяних теплових мереж використовують дві принципово відмінні схеми - **залежну і незалежну**. При залежній схемі приєднання вода з теплової мережі надходить безпосередньо в системи абонентів. При незалежній схемі вода з мережі надходить на теплообмінний апарат, де нагріває вторичними теплоносіями, що використовується у системах.

Незалежна схема є більш раціональною, а іноді і єдино прийнятною. Ця схема дорожче і складніше залежного приєднання.

Залежне (безпосереднє) приєднання з **водострумним елеватором** для підмішування охолодженої води найбільш широко застосовується для житлових і суспільних будинків.

Теплові пункти - важлива ділянка в системах централізованого теплопостачання, що зв'язує теплову мережу зі споживачами і являє собою вузол приєднання споживачів теплової енергії до теплової мережі. Основне призначення теплового пункту полягає в підготовці теплоносія визначеної температури і тиску, регулюванні їх, підтриманні постійної витрати, обліку споживання теплоти.

Теплові пункти поділяються на: **індивідуальні теплові пункти (ІТП)** і **центральні (ЦТП)**.

Основне устаткування теплових пунктів складається з елеваторів, відцентрових насосів, теплообмінників, змішувачів, акумуляторів гарячого водопостачання, приладів контролю й обліку теплоти і пристроїв для захисту від корозії й утворення відкладень у системах гарячого водопостачання.

1.8.5 Теплова ізоляція й антикорозійний захист

Завдяки тепловій ізоляції зменшуються спад температури теплоносія і втрати теплоти при транспортуванні його на великі відстані. Втрати теплоти при надземній прокладці теплових мереж знижуються в 10-15 раз, а при підземній - у 3-5 раз у порівнянні з неізольованими теплопроводами.

При підземній прокладці теплопроводів застосовують

теплоізоляційні конструкції: **підвісні, засипні, мастичні, монолітні**. При прокладці трубопроводів у каналах як ізоляцію широко застосовують вироби з мінеральної вати, захищені від зволоження бітумінуванням.

Для захисту від електрокорозії вживають заходів, що виключають проникання блукаючих токів до труб, або влаштовують так званий електричний дренаж, чи катодний захист.

1.8.6 Надійність систем теплопостачання

Під надійністю системи теплопостачання розуміють її здатність забезпечити безперебійну подачу теплоти споживачам із заданими параметрами. З трьох основних ділянок централізованого теплопостачання міст: джерело теплоти - теплова мережа – споживач. Найменшу надійність має середня ділянка - теплова мережа.

Незадовільна надійність і якість теплопостачання споживачів мають ряд причин, серед яких: непридатні конструкції підземних теплопроводів, незадовільна якість будівельно-монтажних робіт, помилки проектувальників при виборі конструкцій прокладок теплових мереж, відсутність надійних методів і приладів для своєчасного виявлення місць втрат теплової енергії.

2 СИСТЕМИ ВОДОПОСТАЧАННЯ

2.1 Класифікація систем водопостачання

Системи водопостачання являють собою комплекси споруджень, що забезпечують водою різних споживачів, і класифікуються за такими ознаками:

- за видом обслуговуваного об'єкта водопостачання поділяється на: **міське, сільськогосподарське, селищне, промислове, залізничне;**
- за призначенням водопроводи бувають: **господарсько-питні, виробничі, протипожежні і комбіновані;**
- за видом джерела водопостачання поділяється на системи з **поверхневим і підземним джерелами;**
- за способом подачі води системи можуть бути **механізовані і самопливні;**
- за способом регулювання витрат води системи поділяють на **баштові** (з напірними резервуарами) та **безбаштові** (із пневматичними пристроями);
- за кратністю використання води системи поділяються на **прямоструминні** (у яких вода використовується один раз) і **оборотні** (з багаторазовим використанням води).

Системи, що забезпечують водою великі комплекси об'єктів комунального і виробничого призначення, називаються **централізованими**. На відміну від них існують **місцеві** (локальні) системи, що постачають водою окремі будинки чи невелику їх групу.

Системи, що постачають водою кілька великих районів і які мають велику довжину називаються **груповими, чи районними**.

При проектуванні системи водопостачання необхідно враховувати такі загальні вимоги:

- система повинна забезпечувати безперебійну подачу води належної якості;
- у будь-якому місці системи повинний бути напір, що забезпечує подачу води в необхідній кількості;
- схема системи вибирається одночасно зі схемою каналізації;
- система проектується з урахуванням рішення щодо забезпечення водою прилеглих об'єктів і використання існуючих водопровідних споруджень.

Види споживання води можна поділити на чотири основні групи:

- 1) комунальний сектор;

- 2) виробничий сектор;
- 3) сільськогосподарський сектор;
- 4) споживання води при гасінні пожеж.

2.2 Водозабірні спорудження

2.2.1 Водозабірні спорудження на поверхневих джерелах

З рік вода забирається за допомогою спеціальних споруджень - **водозабори**. Основне призначення їх полягає в тому, щоб відібрати потрібну кількість води як можна кращої якості.

Водозабір розміщується в місцях, де в безпосередній близькості відсутні джерела забруднення води, скидання стічних вод, спадання дрібних припливів, наявність тваринницьких ферм, балок, ярів і ін. На ріках водозабір розміщують у місцях, де не спостерігається різкої деформації русла.

Водозабірні спорудження на ріках можуть бути таких типів:

- руслові із самопливними (звичайними і сифонними) лініями;
- берегові (роздільні і з'єднані з насосною станцією);
- ківшові;
- інфільтраційні (підруслові).

2.2.2 Водозабірні спорудження на підземних джерелах

Для збирання підземних вод найбільшого поширення набули **вертикальні водозабори** - колодязі різних видів. Вони поділяються на два типи: **шахтні і трубчасті** (свердловини).

Шахтні колодязі використовуються в основному для добування ґрунтової безнапірної чи міжпластової води верхніх шарів.

Трубчасті колодязі використовуються для добування міжпластових вод і можуть досягати глибини в кілька сотень метрів. Коли колодязь заглиблений на усю висоту водоносного шару, то він називається **повним**, або **досконалим**, а коли частково – **неповним**, або **недосконалим**.

Шахтні колодязі являють собою вертикальні круглі шахти (бувають і прямокутного перетину), заглиблені у водоносний шар.

Горизонтальні водозабори являють собою систему колодязів, з'єднаних дренажними (водозбірними) пристроями, і застосовуються для збирання ґрунтових вод у малопотужних водоносних шарах, що залягають на невеликій (до 6 м) глибині. Більш могутні горизонтальні

водозбори виконуються зі спеціальних перфорованих залізобетонних труб або у вигляді галерей аркового типу зі збірного залізобетону.

У тих місцях, де підземна вода виходить на поверхню, утворюються зони ключів. Для збирання її робляться спеціальні спорудження, що називаються **каптажами**.

2.3 Водопровідні насосні станції

Насосна станція являє собою комплекс різних споруджень і устаткування. На ній розміщуються основні (робочі) і резервні насоси, запобіжна арматура, контрольно-вимірювальне устаткування, що сигналізує, електричне господарство: занижувальна підстанція, розподільний пристрій, щит керування й автоматики.

За надійністю дії станції поділяються на три класи: **I класу** - не допускається перерва в роботі насосів, **II класу** - допускається короткочасна перерва, **III класу** - перерви в роботі на період ліквідації аварії.

За розміщенням в загальній схемі водопостачання насосні станції поділяються на станції **першого, другого підйому, підвищувальні і циркуляційні**.

В окремих випадках станції першого і другого підйому можуть розміщатися в одному приміщенні, тоді станція називається **об'єднаною**.

Підвищувальні насосні станції будуються в тих випадках, коли для подачі потрібної кількості води не вистачає напору. **Підвищувальні** установки, у яких застосовуються відцентрові насоси, можуть бути таких типів:

- з безперервно діючими насосами;
- з періодично діючими насосами;
- з пожежними насосами, що працюють тільки при гасінні пожежі усередині будинку.

Підвищувальні насосні установки господарсько-питних, виробничих і протипожежних водопроводів обладнуються робочими і резервними насосами.

Циркуляційні насосні станції споруджуються там, де потрібно забезпечити циркуляцію води відповідно до технологічного процесу.

Споруди насосних станцій поділяються на: **наземні, напівзаглибні та заглибні (шахтні)**.

Продуктивність насосної станції першого підйому визначається за максимальною добовою витратою і залежить від кількості годин

роботи її за одну добу. Продуктивність насосної станції другого підйому залежить від характеру водоспоживання (добового графіка), режиму роботи насосів (безупинний, ступеневий), наявності в системі водонапірних споруджень і резервуарів для збереження води, способу гасіння пожеж і т.д., визначається з урахуванням усіх перелічених факторів у комплексі. Якщо насосна станція другого підйому подає воду в мережу без водонапірного спорудження і її насоси працюють цілодобово, то витрата визначається за графіком як максимальна за одну годину, чи за одну добу.

2.4 Водонапірні спорудження і резервуари

2.4.1 Призначення водонапірних споруджень

Водонапірне спорудження являє собою резервуар, що створює напір, необхідний для подачі води споживачу. У системі водопостачання ним виконується кілька функцій:

- розміщення визначеної кількості води, за допомогою якої проводиться регулювання витрати при подачі її споживачу;
- вирівнювання напору в мережі;
- збереження непорушного запасу води.

Розрахунок регулюючого об'єму води проводиться за об'єднаними графіками добового споживання (витрати) і подачі насосів другого підйому. Відсутність регулюючого резервуара призвела б до збільшення потужності станції і зниження її економічності, тому що основну частину доби насос працював би з недовантаженням.

Об'єм регулюючого резервуара залежить від кількості і складу споживачів, характеру роботи насосної станції, кількості води на гасіння пожеж. Цей об'єм можна визначити декількома способами:

- за графіком споживання;
- за сумарною (інтегральною) кривою водоспоживання.

2.4.2 Водонапірні башти. Безбаштові пневматичні установки. Підземні резервуари

Водонапірна башта складається з несучої конструкції, резервуара (бака), розміщеного в “наметі”, що служить для утеплення й охороняє бак від забруднення.

Висота водонапірної башти визначається відстанню від точки її

фундаменту і до нижнього рівня води в резервуарі. Вона залежить від величини вільного напору в мережі, розміщення башти відносно споживача, рельєфу місцевості.

Водонапірні спорудження можуть бути розміщені на початку, в кінці водогінної мережі і на різних проміжних її ділянках у залежності від рельєфу місцевості і конфігурації мережі. Башти, або напірні резервуари, розміщені в кінці мережі, називають **контрбаштами**, чи **контррезервуарами**.

В окремих випадках башта, розміщена на початку мережі, підключається до неї послідовно, і уся вода від насосів надходить у башту. У цьому випадку башту називають **прохідною**. У гористій місцевості роль водонапірної башти може виконувати резервуар, розміщений на височині, безпосередньо на поверхні землі.

До великих систем водопостачання водонапірні спорудження не підключають, тому що збільшення кількості споживачів призводить до дуже великого регулюючого об'єму води. Будувати башти з великими баками або встановлювати кілька башт малих розмірів економічно недоцільно. У великих системах регулювання витрати здійснюється ступеневою роботою насосів.

Роль водонапірних башт у системах водопостачання можуть виконувати безбаштові пневматичні установки змінного і постійного тиску. Досить широко використовуються пневматичні установки змінного тиску, а установки постійного тиску застосовуються дуже рідко внаслідок складності їх експлуатації.

Підземні резервуари служать для збереження свіжої, очищеної води й аварійних і протипожежних запасів. Безнапірні резервуари споруджуються на станціях другого підйому. Їх об'єм залежить від призначення і режиму роботи насосної станції. Вони робляться круглої або прямокутної форми.

2.5 Зовнішня водогінна мережа

2.5.1 Схема і трасування зовнішніх мереж

Зовнішня водогінна мережа є головним елементом усієї системи водопостачання, і її вартість складає 50-70 % від загальної вартості водопроводу. Тому рішення про вибір схеми зовнішньої водогінної мережі ухвалюється на підставі техніко-економічних розрахунків.

Водогінні мережі поділяють на:

- **водоводи** - для транспортування води між окремими

водопровідними спорудженнями;

- **магістральні водогінні мережі** - для подачі води в окремі райони населених місць;

- **розподільні водогінні мережі** - для розподілу води між споживачами;

- **дрібні водогінні мережі** - для підведення води до будинків, промислових і комунальних підприємств, водорозбірних колонок і т.п.

Конфігурація водогінних мереж залежить від планування об'єкта водопостачання, наявності природних і штучних перешкод, призначення водопроводу і вимог щодо надійності водопостачання. Розрізняють:

- **розгалужена (тупикова) мережа** - це магістральна лінія з відгалуженнями до окремих об'єктів або районів;

- **кільцева (замкнута) мережа** - складається з трубопроводів, закільцьованих в одне чи кілька кілець;

- **водогінна мережа змішаної конфігурації** - кільцева мережа з тупиковими відгалуженнями.

Найбільш економічною за будівельною вартістю є розгалужена водогінна мережа, оскільки на її спорудження потрібна найменша кількість труб. Разом з тим цей вид мережі не забезпечує надійності водопостачання і піддається дії гідравлічних ударів при зміні швидкостей руху води внаслідок раптового перекриття кранів.

Кільцева водогінна мережа, навпаки, забезпечує надійність водопостачання і значно менше піддається гідравлічним ударам, але будівельна вартість її завжди більша від будівельної вартості розгалуженої мережі.

Протипожежні мережі в обов'язковому порядку виконуються за кільцевою схемою. Для забезпечення гасіння пожеж передбачаються спеціальні водойми або контррезервуар вприкінці тупикової мережі. Мережі систем водопостачання сільськогосподарських об'єктів виконуються за тупиковою схемою.

2.5.2 Зоновані водоводи

Зонування водопроводів, тобто розподіл їх на автономні системи, застосовується як у промисловості, так і в населених місцях. Зонування виробничих водопроводів визначається різними вимогами окремих цехів чи технологічних установок до якості води, величини напору і надійності водопостачання. У зв'язку з цим для постачання водою кожної групи водоспоживачів з подібними вимогами споруджують

окремі, незалежні від інших, водогінні мережі, в яких вода подається окремими групами насосів чи окремими насосними станціями.

Централізовані системи водопостачання мають ряд переваг перед **децентралізованими**, а саме: надійність водопостачання, можливість забезпечення надійного режиму водопостачання, належна якість води і менші витрати на спорудження. Разом з тим централізовані системи водопостачання забезпечені великими, аніж потрібними, витратами, тому що ці системи розраховуються на забезпечення водою під належним напором усіх водоспоживачів одночасно.

При такому підході до забезпечення вільних напорів усіх споживачів води більшість вузлів водогінної мережі перебувають під надмірним напором, не потрібним за умовами водокористування. Надмірний напір у водогінних мережах призводить до перевитрат електроенергії на підйом води, підвищення аварійності водопроводу й ускладнення водокористування.

При величинах, що перевищують припустимий тиск для труб водоводів і водогінної мережі, застосовують зонування водогінної мережі, тобто споруджують кілька водопровідних мереж, що працюють ізольовано.

2.5.3 Вибір системи зонування водопроводу і кількості зон

Систему зонування вибирають техніко-економічним порівнянням варіантів. Основними факторами, що здорожують будівництво в зонованих водопроводах, є будівельна вартість водоводів і насосних станцій, а також вартість утримання експлуатаційного персоналу насосних станцій.

Основним фактором, що здорожує зонування, є водопроводи з паралельною подачею води.

У водопроводах послідовного зонування водоводи короткі і вартістю їх можна знехтувати. Основними факторами, що здорожують водопроводи послідовного зонування, є будівельна вартість зональних насосних станцій і резервуарів, а також вартість утримання експлуатаційного персоналу насосних станцій.

Кількість зон залежить від величин необхідного вільного напору, втрат напору і різниці у висотах місцевості. Будівельна вартість зональних насосних станцій і витрати на утримання експлуатаційного персоналу збільшуються пропорційно кількості зон, вартість енергії на підйом води зменшується непропорційно кількості зон.

У водопроводах паралельного зонування кожна зона працює окремо від інших і не має транзитних витрат води для інших зон. При збільшенні кількості зон пропорційно зменшується витрата води в кожній зоні.

2.5.4 Арматура водогінної мережі

Для улаштування зовнішньої мережі водопроводу використовуються чавунні, сталеві, азбестоцементні, залізобетонні і пластмасові труби.

На водогінних мережах встановлюються така арматура і прилади: **запірно-регулююча** (засувки, вентилі), **водорозбірна** (водорозбірні колонки, пожежні гідранти), **запобіжна** (вантузи, клапани), **вodomіри**.

Існує кілька типів засувок: клинові, паралельні, кільцеві, пробкові, конічні, засувки з електричним чи гідравлічним приводом, засувки з висувними і невисувними шпindelями.

Водорозбірні колонки для відбору води споживачем встановлюються на ділянках мережі, що проходять по житловому району без внутрішнього водопроводу.

Пожежні гідранти встановлюються на мережі для відбору води при гасінні пожежі. Гідранти бувають підземні і наземні.

Вантузи служать для випуску повітря, що виділяється з води, і скопичується в трубах, утворюючи повітряні мішки. Вони розміщаються у вищих точках мережі.

Зворотні клапани встановлюються там, де потрібно пропускати воду тільки в одному напрямку.

Водоміри служать для виміру кількості води, що проходить у водоводі. Водоміри встановлюються на напірних водоводах у будинку насосної станції чи в спеціальних колодязях поруч зі станцією.

2.5.5 Норми і режими водоспоживання

Сумарне водоспоживання в місті складається з витрат на: господарсько-питні потреби населення, міські комунальні потреби, господарсько-питні цілі, технологічні потреби промислових підприємств і для потреб пожежогасіння.

Витрата господарсько-питної води не є постійною і змінюється за сезонами року, тому при проектуванні системи водопостачання необхідно, крім середньої добової норми водоспоживання, знати і ймовірну максимальну добову норму.

Для попередніх орієнтовних розрахунків споживання води на виробничі потреби можуть використовуватися питомі витрати води на одиницю продукції в різних промислових підприємствах, також вони залежать від кількості змін роботи підприємства за одну добу.

Графік споживання води з міського водопроводу на технічні потреби промислових підприємств приймають у залежності від режиму забору ними води з мережі водопроводу.

Розрахункова витрата води для гасіння однієї пожежі, а також кількість можливих одночасних пожеж на території населеного пункту чи промислового підприємства встановлюють залежно від розмірів населених місць, розрахункової кількості жителів, щільності і характеру забудови.

Таким чином, при проектуванні міського водопроводу повинен бути складений загальний графік водоспоживання на господарсько-питні потреби населення і споживання води з мережі міського водопроводу промисловими підприємствами.

Основним фактором, що визначає режим роботи всіх елементів системи водопостачання та їх кількостей, є режим витрати води споживачами, яких ця система повинна обслуговувати.

Щоб правильно запроектувати режим роботи окремих елементів системи, необхідно задатися ймовірним графіком водоспоживання протягом розрахункової доби найбільшого водоспоживання.

3 СИСТЕМИ ГАЗОПОСТАЧАННЯ

3.1 Призначення систем газопостачання

Стосовно до газового господарства можна виділити такі основні напрямки в підвищенні енергоефективності його роботи:

- упровадження засобів комплексної механізації й автоматизації і передової технології обслуговування та ремонту газового устаткування;
- підвищення надійності й оперативності керування газорегуляторними пунктами і мережами шляхом впровадження автоматизованих систем керування технологічними процесами;
- підвищення безпеки експлуатації систем газопостачання;
- широке застосування неметалевих труб і нових матеріалів при будівництві систем газопостачання;
- розроблення й освоєння промисловістю масового виробництва удосконаленої побутової і промислової газової апаратури;
- розроблення методів і споруджень для забезпечення стійкого газопостачання споживачів при знижених температурах зовнішнього повітря і нерівномірності газоспоживання;
- прискорення технічного переозброєння виробництва, широке впровадження прогресивної техніки і технології;
- удосконалювання стандартів і технічних умов;

Основне завдання газових господарств - безперебійне, надійне й економічне газопостачання споживачів. Експлуатація газопроводів і газового устаткування в містах і населених пунктах здійснюється спеціалізованими підприємствами газового господарства. Газопроводи і газове устаткування, що перебувають на балансі промислових, комунальних і сільськогосподарських підприємств, обслуговуються газовими службами цих підприємств чи підприємствами газового господарства за договорами.

3.2 Особливості використання газового палива

Родовища природних газів поділяються на **газові, газоконденсатні, газонафтові**. Вуглеводневі гази містяться, крім того, у розчиненому вигляді в нафтових родовищах. Такі гази називають **побіжними, чи нафтовими**.

На газових і нафтових промислах у спеціальних установках із природних газів газоконденсатних і нафтових родовищ витягують

важкі вуглеводи й одержують товарні продукти: сухий природний газ, зріджені вуглеводневі гази (пропан, бутан), газовий бензин (пентан і гексан) і стабільну нафту.

Наявність вологи в газі небажана, тому що при транспортуванні газу відбуваються внутрішня корозія трубопроводів і арматури, а також утворення закупорок газопроводів. Крім того, вміст вологи знижує теплоту згоряння газу. Тому до подачі газу в міські газові мережі виробляється його ретельне сушіння шляхом поглинання водяних пар твердими чи рідкими поглиначами.

У багатьох технологічних процесах, зв'язаних із процесами сушіння повітря, застосовується проміжний теплоносій - водяна пара. Одержання водяної пари вимагає додаткових джерел теплоти, а тим часом для сушіння з успіхом можна застосовувати продукти згоряння газу, тоді відпадає необхідність спеціальних котлових установок і калориферів для нагрівання повітря паром. Відомо, що при спалюванні одного кубічного метра газу виділяється два кубічних метри водяної пари, що іде з продуктами згоряння. Якщо теплоту конденсації цих водяних парів використовувати для нагрівання постачальної води, можна підвищити ККД котлових установок.

Найбільш прогресивний метод ступеневого використання теплоти продуктів згоряння, ґрунтується на поєднанні роботи низькотемпературних, середньотемпературних і високотемпературних установок. Теплота газів, що відходять від котлів і печей, можна використовувати для опалення сушильних установок, а теплоту газу конденсації водяної пари, що міститься в продуктах згоряння газу, який відводиться з котлів чи сушарок, - для нагрівання води в контактних економайзерах. Таким чином, продукти згоряння, що відводяться з високотемпературних установок, використовуються в низькотемпературних процесах для опалення цих установок.

3.3 Улаштування і класифікація систем газопостачання

Природний газ добувають на газових промислах, що складаються з **експлуатаційних свердловин, промислових газозбірних мереж і головних споруджень підготовки газу** до подальшого транспортування.

Подача природного газу від газових свердловин до місць його споживання проходить по магістральних газопроводах. Магістральний газопровід являє собою складне спорудження, що складається з газопроводів, установок з очищення і сушіння газу, компресорних і

газорозподільних станцій і одоризаційних установок.

Режим роботи магістрального газопроводу передбачає рівномірну подачу газу від газових промислів до споживачів газу. Однак потреба в газовому паливі для багатьох споживачів нерівномірна. Для вирівнювання сезонної нерівномірності споживання газу будують **підземні сховища** газу чи підключають до газопроводу споживачів, яким у літню пору можна подавати надлишки газу, наприклад електростанції. Таких споживачів називають **буферними**. На підході до міста споруджують **газорозподільні станції** (ГРС), з яких газ після виміру його кількості і зниження тиску подається в розподільні мережі міста. Газорозподільна станція є кінцевою ділянкою магістрального газопроводу і є якби межею між міськими і магістральними газопроводами.

Газопроводи, що прокладаються в містах і населених пунктах, класифікуються за такими показниками:

- за видом газу, що транспортується: **природного, побіжного нафтового, зріджених вуглеводневих; штучного, змішаного;**
- за тиском газу: **низького** (до 5000 Па), **середнього** (понад 0,005 до 0,3 МПа), **високого** (понад 0,3 до 1,2 МПа);
- за місцем розміщення щодо землі: **підземні** (підводні), **надземні** (надводні);
- за призначенням в системі газопостачання: **міські магістральні, розподільні, вводи, ввідні газопроводи** (введення в будинки), **імпульсні, продувні;**
- за розміщенням в системі планування міст і населених пунктів: **зовнішні, внутрішні;**
- за принципом побудови (розподільні газопроводи): **закільцьовані, тупикові, змішані;**
- за матеріалом труб: **металеві, неметалеві.**

Газопроводи низького тиску призначаються для подачі газу житловим і суспільним будинкам, а також комунально-побутовим споживачам.

Газопроводи середнього тиску служать для живлення розподільних газопроводів низького тиску через **газорозподільний пункт** (ГРП), а також подають газ у газопроводи промислових і комунально-побутових підприємств (через місцеві газорегуляторні пункти і установки).

По газопроводах високого тиску надходить газ для міських газорегуляторних пунктів, місцевих газорегуляторних пунктів великих підприємств, а також підприємств, технологічні процеси яких

вимагають застосування газу високого тиску. Газопроводи різних тисків зв'язані між собою через газорегуляторні пункти.

За кількістю ступенів тиску, застосовуваних у газових мережах, системи газопостачання поділяються на: **одноступінчасті** (з подачею різним споживачам газу тільки по газопроводах одного тиску); **двоступінчасті** (з подачею споживачам по газопроводах газу двох тисків - середнього і низького, високого і низького, високого і середнього); **треступінчасті** (з подачею споживачам по газопроводах газу трьох тисків - низького, середнього і високого; **багатоступінчасті** (з подачею споживачам по газопроводах газу низького, середнього і високого тисків).

Міські газові мережі починаються з газопроводів високого тиску, що забезпечуються газом від ГРС. Усі міські мережі різних тисків зв'язані між собою через газорегуляторні пункти (ГРП). Для вирівнювання добового графіка споживання газу служать **газгольдерні станції**.

Системи газопостачання міст і населених пунктів можуть бути **тупиковими, кільцевими і змішаними**.

Тупикові газопроводи розгалужуються у різних напрямках до споживачів газу. Недолік цієї схеми - різна величина тиску газу в окремих споживачів. Причому в міру віддалення від джерела газопостачання чи ГРП тиск газу падає.

Живлення газом цих мереж відбувається тільки в одному напрямку, тому виникають труднощі під час ремонтних робіт. Ці схеми застосовуються для внутрішньоквартальних і дворових газопроводів у невеликих населених пунктах, а також у початковий період газифікації.

Кільцеві мережі являють собою систему замкнутих газопроводів, завдяки чому досягається більш рівномірний режим тиску газу у всіх споживачів і полегшується проведення різних ремонтних і експлуатаційних робіт. Позитивною властивістю кільцевих газових мереж є також і те, що при виході з ладу якого-небудь газорегуляторного пункту навантаження з постачання споживачів газом беруть на себе інші ГРП.

Змішана система газопостачання складається з кільцевих газопроводів і тупикових газопроводів, що приєднуються до них. В даний час міста і населені пункти газифікують за кільцевою і змішаною системами.

3.4 Улаштування підземних газопроводів

Система газопостачання може бути надійною та економічною

при правильному виборі трас для прокладки газопроводів. На вибір траси впливають такі умови: відстань до споживачів газу; напрямок і ширина проїздів; вид дорожнього покриття; наявність уздовж траси різних споруд і перешкод; рельєф місцевості; планування кварталів. Траси газопроводів вибирають з урахуванням транспортування газу найкоротшим шляхом.

На трасування газопроводів впливають різні перешкоди: ріки, водойми, яри, шосейні дороги, залізничні колії і т.д.

Глибина прокладки газопроводу залежить від складу газу, що транспортується, ґрунтово-кліматичних умов, величини динамічних навантажень.

Перевага підземної прокладки газопроводів - створення відносно постійного температурного режиму. При закладенні газопроводу в ґрунт слід:

- для сприйняття і зменшення напруг, що виникають під дією температурних змін, установлювати на газопроводі пристрої, що компенсують подовження трубопроводу (компенсатори);

- при прокладці газопроводів у зонах з підвищеними динамічними навантаженнями (трамвайні шляхи, автомобільні дороги і т.д.) глибину укладання збільшують і газопроводи закладаються в спеціальні захисні пристрої (футляри);

- міські газопроводи, що транспортують вологий газ, прокладають з ухилом, що забезпечує стікання вологи, що утворилася, у спеціальні ємності - конденсатозбірники.

Переходи газопроводів усіх тисків через перешкоди можуть бути **підводними (дюкерними), підземними чи наземними.**

Газопроводи мають пристрої, що відключають окремі ділянки системи. Якщо газопровід кільцевий, то ці пристрої ставлять по обидва боки; якщо тупиковий, то з боку входу газу.

3.5 Газова арматура і устаткування

Газовою арматурою називають різні пристосування і пристрої, які монтуються на газопроводах, апаратах і приладах, за допомогою них здійснюються включення, відключення, зміна кількості, тиску чи напрямків газового потоку, а також видалення газів.

При виборі газової арматури необхідно враховувати властивості металів і сплавів: газова арматура може бути виготовлена зі сталі, мідних сплавів і чавуну, чавунна арматура може застосовуватися при тисках не більше 1,6 МПа і щоб її фланці не працювали на вигин.

За призначенням існуючі види газової арматури поділяються на:

- **запірну** - для періодичних герметичних відключень окремих ділянок газопроводу, апаратури і приладів;
- **запобіжну** - для попередження можливості підвищення тиску газу понад установлені межі;
- **арматуру зворотної дії** - для запобігання руху газу в зворотному напрямку;
- **аварійну і відсічну** - для автоматичного припинення руху газу до аварійної ділянки при порушенні заданого режиму.

Як запірну арматуру на газопроводах застосовують засувки, крани, вентиля, гідравлічні затвори.

Для збору і видалення конденсату та води в низьких ділянках газопроводів споруджуються **конденсатозбірники**. Залежно від вологості газу, що транспортується, вони можуть бути з більшою ємністю - для вологого газу і з меншою - для сухого газу. Залежно від величини тиску газу вони поділяються на **конденсатозбірники низького, середнього і високого тиску**.

Пристроями, що забезпечують вільне переміщення труб, є **компенсатори - лінзові, ліро- та П-подібні, гумовотканинні**. На підземних газопроводах поширення набули лінзові компенсатори.

3.6 Режим роботи систем газопостачання

Будівництво систем газопостачання міст і населених пунктів проводиться за спеціально розробленими проектами, в основу яких покладено річне споживання газу різними споживачами. Розрахунок річного споживання газу кожним споживачем проводиться за встановленими питомими нормами теплоспоживання, передбаченими СНіП. Після цього визначають максимальну годинну витрату, на яку розраховують системи газопостачання міст і населених пунктів.

Розрахункова витрата газу на ділянках розподільних газопроводів низького тиску, що мають шляхові витрати газу, визначають як суму транзитного і половину шляхової витрати газу на даній ділянці.

Споживання газу змінюється відповідно до доби, днів тижня, місяців року. Залежно від періоду, протягом якого споживання вважається постійним, розрізняють:

- сезонну нерівномірність чи нерівномірність за місяцями року;
- добову нерівномірність чи нерівномірність за днями тижня, чи місяцями року;
- годинну нерівномірність чи нерівномірність за годинами доби.

Найбільш рівномірно за місяцями споживають газ промислові підприємства. Це викликано тим, що потреба в газі для технологічних потреб практично постійна і не залежить від температури зовнішнього повітря. З невеликою нерівномірністю споживають газ промислові котельні, що виробляють пар для технологічних потреб і на опалення, і вентиляцію будинків;

Значну сезонну нерівномірність мають комунальні, суспільні і побутові споживачі газу. У літні місяці витрата газу в цих споживачів різко скорочується.

Знання закономірностей коливань витрати газу дозволяє експлуатаційним організаціям для покриття нерівномірності споживання газу вживати відповідних заходів: використовувати підземні сховища газу; буферних споживачів; зріджений газ для одержання пропан-повітряної суміші; акумуляторні ємності останніх ділянок магістральних газопроводів.

Недолік газу в зимовий період покривається за рахунок підземних сховищ газу. Для покриття добової нерівномірності опалювального навантаження використовують буферні споживачі, що можуть споживати газ і чи припиняти зменшувати витрату газу або переходити з одного виду палива на інший.

Облік нерівномірності споживання газу дозволяє правильно планувати подачу газу від джерел газопостачання, визначати режим роботи буферних споживачів, а також координувати роботу окремих елементів системи газопостачання.

3.7 Методи вимірювання тиску і пошуку витоків газу в газопровідних системах

У системах розподілу газу мають місце коливання тисків газу перед газовими приладами. Зниження коливань тиску дозволяє поліпшити умови спалювання газу, підвищити ККД приладів.

Для зниження цих коливань і вимірювання витрати газу використовують газорегуляторні пункти. Вимірювання тиску газу може проводитися в конденсатозбірниках, у вводах в будинки чи безпосередньо в газових приладах, а також безпосередньо в газорегуляторних пунктах.

Для вивчення режиму роботи газопроводів проводять вимірювання тиску газу в період найбільшої витрати (взимку) і найменшого (влітку). За результатами вимірювань складають карти тисків у газових мережах. За цими картами визначають ті ділянки, де

виявлений найбільший перепад тиску газу. Це допомагає визначити радіус дії газорегуляторних пунктів і вживати практичних заходів для поліпшення режимів газопостачання окремих районів. Також за результатами цих вимірювань визначають оптимальний режим роботи газорегуляторних пунктів і накреслюють конкретні заходи щодо усунення виявлених недоліків.

Для поліпшення режиму газопостачання проводять такі заходи: змінюють вихідні тиски газу на газорегуляторних пунктах, що живлять ці газопроводи; замінюють окремі ділянки газопроводів на великі діаметри для збільшення їхньої пропускної здатності; кільцюють газові мережі; ліквідують виявлені закупорки.

Витікання газу з газопроводів і споруд найбільш ймовірне: у стикових з'єднаннях газопроводів; у місцях установаження конденсатозбірників і гідрозатворів; у сальникових ущільненнях арматури; у місцях газопроводів, ушкоджених корозією; у місцях із заводським чи монтажним браком труб чи арматури; у місцях, ушкоджених випадково при проведенні аварійно-пошукових чи будівельно-монтажних робіт; у місцях установаження арматури, не забезпеченої компенсаційними пристроями; у місцях з'єднань і тріщинах неметалічних труб.

Методи пошуку витікання газу бувають **якісні** і **кількісні**. Методи якісного визначення передбачають розпізнавання самого факту витікання газу без оцінки їхньої величини.

Найбільш поширені такі методи якісного визначення витоків газу:

- одоризація газу - додання специфічного запаху, що допомагає знайти присутність газу в приміщеннях, у ґрунті та в інших місцях навіть при малій концентрації;
- перевірка місць передбачуваного витікання газу на газопроводах за допомогою бурового огляду;
- перевірка місць передбачуваного витікання газу на газопроводах за допомогою мильної емульсії;
- застосування різних газових аналізаторів і індикаторів (приладові методи);
- перевірка на загазованість підземних комунікацій і підвалів, розміщених уздовж траси газопроводів.

Кількісне визначення витікання газу пов'язано з відключенням окремих ділянок газопроводу. Можна виділити три основних етапи пошуку витікання газу:

- установаження факту витікання газу й уточнення його ознак;

- установлення можливої причини витікання газу;
- виконання перевірних операцій з виявлення місця витікання газу.

3.8 Улаштування і експлуатація газорегуляторних пунктів

Керування режимом роботи систем газопостачання здійснюється **газорегуляторними пунктами (ГРП) і газорегуляторними установками (ГРУ)**, що автоматично підтримують постійний тиск у мережах незалежно від інтенсивності споживання газу.

Газорегуляторні пункти й установки є автоматичними пристроями і виконують такі функції: знижують тиск газу до заданої величини; підтримують заданий тиск поза залежністю від змін витрати газу і його тиску перед регуляторними пунктами; припиняють подачу газу при підвищенні чи зниженні його тиску після регуляторів понад задані межі; очищають газ від механічних домішок.

ГРП споруджують на розподільних мережах міст і населених пунктів, а також на території комунальних, промислових та інших підприємств.

ГРУ монтують безпосередньо в приміщеннях, де розміщені газоспоживаючі агрегати. У залежності від величини тиску газу на вході підрозділяють **ГРП і ГРУ середнього тиску** (понад 0,005 до 0,3 МПа) і **ГРП і ГРУ високого тиску** (понад 0,3 до 1,2 МПа).

До найбільш характерних несправностей устаткування ГРП відносять: витікання газу; несправності ротаційних лічильників; несправності газових фільтрів; несправності засувок; несправності запобіжно-запірних клапанів; несправності регуляторів тиску типу РД; несправності регуляторів типу РСД.

3.9 Виробниче улаштування систем газопостачання

Газопостачання промислових підприємств і котельних споруд здійснюється переважно від газопроводів середнього чи високого тиску. Система газопостачання підприємства складається з таких елементів: вводу газу, газорегуляторних пунктів і установок, міжцехових і внутрішньоцехових газопроводів, пристроїв для горіння газу.

Ввід газу зазвичай робиться підземним, і на ньому встановлюється пристрій, що відключає живлення газом. Міжцехові газопроводи можуть бути надземними, підземними або змішаними.

Прокладають надземні газопроводи, використовуючи опори, естакади, вогнестійкі зовнішні стіни і перекриття. На естакадах і опорах допускається спільна прокладка газопроводів із трубопроводами для пару, повітря, води і кисню. По стінах будинків газопроводи прокладають на кронштейнах, а по перекриттях - на опорах. Для забезпечення компенсації температурних деформацій надземних газопроводів на них споруджують спеціальні компенсатори. Перед введенням газопроводів у цехи встановлюють пристрої, що відключають живлення газом, і продувні лінії. Усі внутрішньоцехові газопроводи прокладають відкрито і кріплять за допомогою кронштейнів чи підвісок. Усі внутрішньоцехові газопроводи фарбують у жовтий колір з червоними кільцями, а надземні міжцехові газопроводи захищають лакофарбовими покриттями.

При виборі схеми газопостачання враховують режим газоспоживання цехами, характеристику теплових агрегатів і пристроїв для горіння газу на основі техніко-економічних розрахунків.

3.10 Використання зріджених вуглеводневих газів

Зрідженими вуглеводневими газами називають вуглеводи або їхні суміші, що при температурі навколишнього повітря й атмосферному тиску перебувають в газоподібному стані, а при відносно невеликому підвищенні тиску (без зниження температури) переходять у рідину.

Основні джерела одержання зріджених газів - газоконденсатні родовища і побіжні нафтові гази. На газобензинових заводах з цих газів витягають етан, пропан, бутан і газовий бензин. Пропан і бутан, а також їхні суміші при транспортуванні і збереженні використовують переважно в рідкій фазі, а при спалюванні – в газоподібній.

Властивості зріджених газів обумовлюють конструктивні особливості устаткування, у якому вони транспортуються, зберігаються і використовуються. Прилади, що працюють на зрідженому газі, заборонено встановлювати в підвальних приміщеннях. Заповнювати ємності треба не більше ніж на 85% їхнього геометричного об'єму.

З газобензинових чи нафтопереробних заводів газ у рідкому стані доставляється на **газонаповнювальні станції** чи **кустові бази**. На газонаповнювальних станціях приймаються зріджені гази. Переливаючи їх у резервуари і наповнення балонів і автоцистерн, вони доставляються безпосередньо до споживачів. Для транспортування зрідженого газу на великі відстані використовують залізничні цистерни. Сховища для зріджених газів можуть складатися з наземних і підземних сталевих резервуарів.

4 СИСТЕМИ ВИРОБНИЦТВА І РОЗПОДІЛУ ЕНЕРГІЇ СТИСНЕНОГО ПОВІТРЯ

4.1 Причини неефективної роботи систем стисненого повітря

Розрахунки собівартості продукції великих промислових підприємств показують, що однією з головних витратних статей є витрати електроенергії, у структурі яких найбільшими є витрати на виробництво стисненого повітря, використаного як робоче середовище в технологічних процесах, так і як енергоносіє.

Результати із обстеження (аудиту) систем повітропостачання підприємств різних галузей дозволяють сформулювати такі основні висновки:

- компресорні станції підприємств в основному створені з великим запасом «на перспективу» і за сформованими у наш час потребами явно надлишкові;

- компресорні станції оснащені, як правило, морально і фізично застарілим устаткуванням, технічний стан якого залишає бажати кращого;

- складне компресорне господарство вимагає великих витрат на утримання експлуатаційного і ремонтного персоналу;

- системи повітропроводів громіздкі, з істотними доповненнями і змінами проектних схем, мають «тупикові» і невикористовувані ділянки, у яких утворюється волога, а в зимовий час - обмерзання, з численними свищами, течами, неуцільненою арматурою і т.п. Втрати повітря набагато перевищують нормативні;

- у переважній більшості випадків не налагоджений сучасний контроль виробництва і споживання стисненого повітря, відсутні необхідні засоби КВП. Баланс стисненого повітря часто складається формально, у кращому випадку проводиться облік лише вироблюваного повітря чи споживаною компресорною станцією електроенергії;

- відсутні які-небудь системи і засоби регулювання виробництва стисненого повітря. Зміна подачі повітря здійснюється лише за тиском у нагнітальному колекторі або за указанням диспетчера. Пристосування компресорної станції до режиму споживання, що змінюється, проводиться або вмиканням-вимиканням агрегатів, або втравлюванням надлишкового повітря в атмосферу, величина якого досягає 50% і більше від продуктивності компресора (снайбільше неефективний спосіб регулювання);

- системи постачання стисненим повітрям підприємств виконуються, як правило, з центральною компресорною станцією. Деякі споживачі повітря відстоять на сотні і навіть тисячі метрів. У результаті в трубопроводах мають місце великі гідравлічні втрати, конденсатні пробки, течі, як наслідок споживачі отримують недостачу повітря.

З урахуванням усього сказаного вище вартість вироблення стисненого повітря виявляється неприпустимо високою.

4.2 Рівень і режими споживання стисненого повітря

За рівнем споживання повітря системи можуть бути розділені на **великі** - понад 500 нм³/хв; **середні** - 200 - 500 нм³/хв; **малі** - 50 – 200 нм³/хв; **дрібні** - до 50 нм³/хв.

За каталожними чи розрахунковими даними визначають витрату повітря для одиниці устаткування кожного типу і розміру. Для практичних цілей можна скористатися середніми значеннями витрати повітря для різних споживачів. Необхідно також враховувати збільшення витікання у процесі експлуатації, що може привести до збільшення первісної витрати повітря на 20-30% і більше.

До групової витрати повітря варто додати витрату на витікання повітря в магістральних і цехових повітропроводах. Витікання повітря в зовнішніх (магістральних) повітропроводах звичайно невелике і складає не більше 1-2% загальної витрати, у цехових повітропроводах втрати від витікання складають 8-10%.

Залежно від характеру діяльності підприємства споживання стисненого повітря протягом року може бути близьким до постійного чи мати явно виражений сезонний характер.

Режим споживання повітря на підприємствах протягом року, місяця і навіть доби звичайно нерівномірний і коливається між максимальним і мінімальним значеннями. Залежно від величини відносної амплітуди можна виділити:

- умовно-постійний режим;
- змінний режим;
- максимально нерівномірний режим;
- режим «пікових» навантажень.

У заводській системі повітропостачання для економії енергетичних витрат на виробництво стисненого повітря доцільно мати мережу високого 0,7-1 МПа і вище, і низького 0,2-0,4 МПа тисків.

При виборі тиску необхідно враховувати можливі його коливання

в заводській мережі при одночасному підключенні великі кількості споживачів і втрати тиску при транспортуванні повітря по трубопроводу від компресорної до споживача. У правильно побудованих пневмомережах підприємств коливання тиску звичайно не перевищують 0,05 МПа, а втрати тиску 5-10% від робочого тиску.

4.3 Характеристика споживачів енергії стисненого повітря

Стиснене повітря використовується:

- у технологічних процесах - у пневмомеханічних і пневматичних флотаційних машинах, пневматичних сепараторах і відсаджувальних машинах, вакуум-фільтрах, сушарках, апаратах для пиловловлення, гідравлічних безпоршневих відсаджувальних машинах;

- для вентиляції приміщень;

- у пневмотранспортних установках. Стиснене повітря використовують для транспортування сипучих матеріалів і субпродуктів;

- як носій пневматичної енергії - при будівництві і ремонті (відбійні і бурильні молотки, гайковерти й ін.), а також у системах пневмоавтоматики;

- у приводах і системах керування різних пристроїв.

Основні споживачі електроенергії на стиснене повітря:

- виробництво скла - 20%;

- машинобудування - 12%;

- виробництво продуктів харчування і напоїв - 5%;

- виробництво гуми і пластмас - 10%;

- виробництво хімікатів - 8%.

Тільки 10% корисної енергії витрачається на одержання стисненого повітря, а інші 90% перетворюються в тепло. Тому він є одним з найдорожчих енергоносіїв, використовуваних у сучасному виробництві.

4.4 Виробництво і підготовка стисненого повітря

Щоб перетворити повітря з навколишнього середовища в робоче тіло пневматичного привода, над ним необхідно виконати ряд послідовних дій: зжати до необхідного значення тиску, осушити й очистити. Для нормальної роботи пневмоприводів необхідно, щоб забруднення стисненого повітря не перевищувало допустимого рівня. Основні забруднювачі повітря - вода і компресорна олія в рідкому і

пароподібному станах, а також тверді і газоподібні речовини.

Джерелом води, що міститься в стисненому повітрі, є водяна пара, засмоктувана компресором разом з атмосферним повітрям.

Джерелами забруднення стисненого повітря маслом можуть бути мастильні матеріали компресорів і пневматичних пристроїв, пару і розпиленого в навколишньому повітрі масла. Попадання в лінію постачання мастильних матеріалів компресорів є основною причиною забруднення стисненого повітря.

Якісним вважається таке стиснене повітря, у якому вміст пару води й масла настільки малий, що виключається утворення крапель і льоду в елементах і пристроях при будь-яких можливих температурах навколишнього середовища, а рівень вмісту пилу не призводить до закупорення найбільш вузьких їх ділянок.

У джерело постачання стисненим повітрям повинні входити:

- компресор;
- фільтр для очищення повітря від пилу;
- масловідділювач;
- пристрій для осушення й охолодження стисненого повітря;
- ресивер - ємність для створення резервного запасу повітря.

4.5 Компресори

За фізичним принципом роботи розрізняють компресори **об'ємного типу**:

- зворотно-поступальної дії: **поршневі, мембранні**;
- ротаційні: **пластинчасті, гвинтові, шестеренні**, або **Рутса**.

Динамічного типу: відцентрові, осьові.

В об'ємних компресорах, що працюють за принципом витиснення, повітря замикають у робочій камері і потім зменшують її об'єм, після чого робоча камера з'єднується з нагнітальним трубопроводом.

У динамічних компресорах повітря надходить на робочий орган, що надає йому кінетичної енергії, яка на виході компресора перетворюється в потенційну.

Для одержання високих тисків при невеликій продуктивності використовують компресори об'ємного типу (крім компресорів Рутса), а для одержання великих витрат при відносно малому тиску - компресори динамічного типу.

4.5.1 Об'ємні компресори

Найбільш широко застосовуються поршневі компресори. Існує багато типів поршневих компресорів. Вони бувають **прості і подвійної**

дії для збільшення продуктивності, **одноступінчасті і багатоступінчасті, одноциліндрові і багатопциліндрові, з повітряним і водяним охолодженням.**

У мембранному компресорі процес одержання стисненого повітря відбувається в принципі так само, як і в поршневому, з тією лише різницею, що в ньому рухомий поршень замінений жорстко закріпленою гнучкою мембраною. Тиск повітря в мембранних компресорах обмежено міцнісними характеристиками мембрани і не перевищує 0,3 МПа.

Ротаційні компресори, як і поршневі, працюють із примусовим виштовхуванням стисненого повітря, однак у їх конструкції відсутні клапани і кривошипно-шатунний механізм. Ступінь стиску, а отже, і значення тиску на виході пластинчастого компресора (до 0,8 МПа) значно менше, ніж поршневого, але його конструктивне виконання набагато простіше.

Процес переміщення повітря у гвинтових компресорах відбувається по всій довжині гвинтів безупинно, і при постійній частоті обертання вала компресора забезпечується рівномірна, без пульсацій, подача. Гвинтові компресори забезпечують тиск стисненого повітря до 2,5 МПа, а витрата повітря в них досягає 30 тис. м³/год.

Компресор Рутса і шестеренний насос також належать до ротаційних компресорів. Робочими органами такого компресора є дві синхронно обертові шестерні. Повітря, потрапляючи в робочі камери, утворені між витиснювачами і корпусом, переноситься з зони всмоктування в зону нагнітання. Практична відсутність третєвих поверхонь у робочій камері забезпечує можливість досягнення великої продуктивності завдяки високій частоті обертання роторів.

4.5.2. Динамічні компресори

У відцентрових компресорах (турбокомпресорах) основним елементом конструкції є розміщене в спіральному відводі робоче колесо, що являє собою диск зі спрофільованими лопатками.

Всмоктуване повітря надходить в осьовому напрямку до центра колеса. Під дією відцентрової сили повітря рухається від центра колеса до периферії. Таким чином, потоку повітря надається кінетична енергія, що при прохлдженні його по спеціально спрофільованих напрямних пристроях, перетворюється в енергію тиску. Як правило, відцентрові компресори виготовляють багатоступінчастими, тобто з декількома робочими колесами, установлюваними на одному валу. Необхідний рівень тиску повітря забезпечується його послідовною подачею з виходу одного колеса на вхід іншого. Основна перевага компресорів цього типу

- велика продуктивність (до 400 тис. м³/год).

Ця ж перевага характерна і для осьових компресорів. Потік повітря в них має осьовий напрямок. Основний конструктивний елемент - обертовий ротор, на поверхні якого встановлені робочі лопатки. Осьові компресори розвивають тиск повітря до 0,4 МПа, а їх продуктивність досягає значень більше 50 тис. м³/год.

Виробництво стисненого повітря супроводжується значним споживанням електроенергії. Наприклад, при одержанні 10 м³ стисненого повітря під тиском 0,6 МПа з використанням поршневого компресора витрати електроенергії складають 0,76-0,98кВт·год, а з використанням турбокомпресора 0,82-1,77кВт·год. При цьому чим вище продуктивність компресора, тим нижче витрати електроенергії на кожен 1 м³ стиснутого повітря. Отже, вартість виробництва стисненого повітря залежить від типу компресора і від його продуктивності.

Щоб продуктивність компресора відповідала споживанню стисненого повітря, що змінюється, необхідно регулювати тиск, який розвивається компресором, у діапазоні від максимального до мінімального. На практиці застосовують різні види регулювання.

Регулювання навантаження. Рівень тиску в напірній магістралі регулюється шляхом зміни частоти обертання приводного двигуна компресора.

Регулювання періодичним відключенням. При досягненні заданого максимального рівня тиску приводний двигун компресора відключається. Включення двигуна проводиться при зниженні величини тиску до мінімально допустимого значення. Щоб забезпечити прийнятну періодичність умикань-вимикань компресора, необхідно мати резервний запас стисненого повітря на його виході, що створюється за допомогою ресивера. Для запобігання виходу повітря з ресивера в атмосферу через непрацюючий компресор, на виході останнього встановлюють зворотний клапан.

4.6 Пристрої очищення та сушіння стисненого повітря

Забруднювачі типу пилу, окалини, іржі, а також такі рідинні складові, як конденсат і компресорні масла, різко знижують показники безвідмовності елементів пневматичних систем, призводять до порушення технологічних процесів. Внаслідок забруднення стисненого повітря знос конструкцій збільшується у 2-7 разів, а число їхніх виходів з ладу з тієї ж причини складає до 80 % загальної кількості відмов.

Очищення стисненого повітря від різних включень досягається

шляхом розміщення та експлуатації очисних пристроїв на всіх основних ділянках пневматичної мережі: на компресорній станції, у магістральних трубопроводах і безпосередньо у споживача.

Для очищення повітря від механічних включень застосовують фільтри. Очищення повітря необхідно передбачати вже на стадії його всмоктування з атмосфери. Розміри часток, затримуваних фільтром, залежать від геометричних розмірів фільтруючого матеріалу і коливаються залежно від заданих до стисненого повітря вимог: максимальний розмір складає 80 мкм і більше, мінімальний - 0,5 мкм.

Основна кількість твердих забруднюючих речовин попадає в стиснене повітря під час руху його по трубопроводах і з'єднаннях. Це іржа, окалини, продукти зносу поршневих кілець компресорів і рухомих деталей пневмоапаратів, частки матеріалів ущільнень, і промисловий пил. На трубопроводах, що перебувають під тиском, встановлюють напірні фільтри.

Ефективне видалення масла забезпечують фільтри **контактної дії**, чи **коалісцентні**. Такі фільтри забезпечують уловлювання не менше 99 % часток аерозолів.

У деяких випадках застосовують спеціальні пристрої - **фільтри-глушники**. Конструктивно вони складніші від звичайних, мають великі габарити, тому їх встановлюють на загальному для всієї пневмосистемі вихлопному трубопроводі. Для очищення стисненого повітря від краплинної вологи і твердих часток застосовують **фільтри для видалення вологи**.

З метою зниження імовірності утворення конденсату в пневмопроводах джерело стисненого повітря постачають пристроями охолодження і сушіння, що встановлюють безпосередньо за компресором.

Залежно від вимог до ступеня сушіння повітря для конкретних споживачів застосовують різні пристрої для сушіння: **рефрижераторні; абсорбційні; адсорбційні**.

Одержати стиснене повітря з точкою роси 2-7°C дозволяють рефрижераторні установки. Повітря пропускають через резервуар з охолодним радіатором, по якому циркулює холодоагент. Конденсат, що збирається в нижній частині установки, періодично видаляється шляхом приєднання до дренажної системи.

В абсорбційних осушувачах повітря надходить знизу в резервуар, заповнений спеціальною абсорбуючою (поглинаючою) речовиною - флюсом, і виходить з верхньої частини резервуара. З'єднання флюсу і води стікає в нижню частину установки і видаляється з неї.

За необхідності більш глибокого сушіння стисненого повітря

застосовують адсорбційні осушувачі, що дозволяють знизити точку роси до мінус 70°C. Як осушувальні речовини в них використовують адсорбенти - речовини, що осаджують вологу на своїй поверхні (активоване вугілля, активний оксид алюмінію - алюмогель, силікагель і т.д.). Адсорбенти здатні відновлювати свої вологовбирні властивості після регенерації, що полягає в їхньому примусовому сушінні.

4.7 Ресивери

Вирівнювання коливань тиску в мережі при витраті стисненого повітря і створення резервного запасу повітря здійснюються шляхом використання спеціальних ємностей (повітрозбірників) - ресиверів. Об'єм ресивера вибирають залежно від режиму роботи компресорної установки, і величина його повинна складати не менше половини об'єму повітря, всмоктуваного компресором протягом однієї хвилини.

Акумуляція енергії стисненого повітря в ресивері дозволяє періодично відключати компресор від пневмомережі (переводити в режим розвантаження) або взагалі тимчасово його виключати. Звичайно це робиться автоматично, коли тиск у ресивері досягає значення, на яке настроєний встановлений на ньому електричний датчик тиску. Як тільки тиск падає нижче граничного значення, датчик видає сигнал на підключення (включення) компресора.

Таким чином, компресор працює під навантаженням не постійно, а періодично, у міру того як витрачається стиснене повітря у пневмомережі.

Оскільки ресивер є ємністю, що перебуває під тиском, то з метою забезпечення безпеки експлуатації його роблять з **запобіжним пневмоклапаном**, призначеним для автоматичного спуску стисненого повітря в атмосферу при підвищенні тиску понад установлене значення.

Параметри стисненого повітря, що містяться в ресивері, (температуру і тиск) контролюють установленими на ньому термометром і манометром. Найбільш часто застосовують стрілочні манометри.

4.8 Схеми систем повітропостачання. Трубопроводи

Кожній машині, кожному пристрою потрібна визначена кількість стисненого повітря, і вони забезпечуються ним від компресорної установки через мережу трубопроводів.

Системи повітропостачання промислових підприємств являють собою складні інженерні системи різних конфігурацій (схем). У

звичайному виконанні система припускає наявність центральної компресорної станції і мережі повітропроводів, що виконується за схемою **центральный колектор - цехові колектори - місцеві розгалуження (променева схема)**. Така схема не раціональна, тому що падіння тиску через гідравлічні опори приводить до недостатнього забезпечення стисненим повітрям периферійних споживачів. Для усунення цього недоліку встановлюють додаткові (кустові) компресорні станції і (або) закріплюють центральний колектор. **Кільцева схема повітропостачання** забезпечує більш рівномірне подання повітря до всіх споживачів. Це зменшує втрати енергії, а також дозволяє ремонтувати окремі ділянки трубопроводів, не відключаючи всієї системи. Прокладка повітропроводів виконується або над землею **на опорах**, або **в траншеях**, іноді **комбіновано**. Передбачається встановлення **компенсаторів** температурних розширень труб, **конденсатозбірників**, **вентилів** для продувки і зливу конденсату, **запірної арматури**.

Вибір типу і матеріалу трубопроводу залежить від робочого тиску, температури і агресивності навколишнього і робочого середовищ, виду з'єднань труб, умов монтажу, маси і вартості труб. При цьому трубопроводи можуть бути гнучкими і твердими.

Діаметри трубопроводів повинні бути такими, щоб втрати тиску стисненого повітря на шляху від джерела до споживача не перевищували 100 кПа (1 бар). Вибирають діаметри трубопроводів на основі необхідних значень витрати повітря під визначеним тиском, довжин трубопроводів, тиску в ресивері, числа і характеру місцевих опорів.

При монтажі трубопроводів повинні забезпечуватися не тільки міцність і щільність з'єднань, надійність кріплення на опорах, але і можливість видалення з них вологи і здійснення продувки і промивання.

Трубопроводи між пристроями, що з'єднуються, варто прокласти по найкоротших відстанях, з мінімальним числом перегинів і перетинань. При прокладці металевих трубопроводів необхідно враховувати можливі температурні зміни довжин проводок, обумовлені перепадами температур робочого і навколишнього середовищ.

Для об'єднання окремих труб у трубопроводів і підключення до них пневматичних пристроїв і апаратів використовують різні нерознімні і рознімні з'єднання.

4.9. Блоки підготовки повітря

Незважаючи на прийняті заходи для централізованого очищення і

осушення стисненого повітря в магістральних трубопроводах, зберігається імовірність появи забруднювачів різного походження в повітря, що надходять безпосередньо до споживача. Для забезпечення стабільного рівня тиску й остаточної підготовки стисненого повітря безпосередньо до споживача встановлюють ряд пристроїв кондиціонування, об'єднаних у блоки чи виконаних у вигляді моноблоків. Ці пристрої називаються **блоками підготовки повітря**. Такий моноблок також називається **фільтр-редукційний, пневмоклапан або фільтр-регулятор**.

Основні базові елементи цих блоків: **фільтр-вологовідділювач; редукційний пневмоклапан**, що знижує робочий тиск і підтримує заданий його рівень на виході поза залежністю від коливань тиску в системі подачі повітря перед клапаном і від зміни витрати повітря за клапаном (у споживача).

Застосовувані в пневмоприводах редукційні клапани розрізняють за такими основними ознаками:

- способом настроювання вихідного тиску (механічне чи пневматичне настроювання);
- можливістю випуску надлишкового вихідного тиску (із клапаном чи випуску без нього).

Маслорозпилювач - пристрій, що забезпечують введення масла в потік повітря. Установлюють їх, як правило, у блоці підготовки повітря за фільтром-вологовідділювачем і редукційним клапаном і поєднують у єдині функціональні блоки - блоки підготовки повітря.

5 СИСТЕМИ КОНДИЦІОНУВАННЯ ПОВІТРЯ

5.1 Значення кондиціонування повітря

Здоров'я, працездатність і самопочуття людини значною мірою визначаються умовами мікроклімату і повітряного середовища в житлових і суспільних приміщеннях, де він проводить значну частину свого часу. Усе це багато в чому залежить від інженерних систем, спеціально призначених для забезпечення повітряного комфорту.

Серед таких систем можна виділити систему вентиляції і кондиціонування повітря. Принципова перевага системи кондиціонування повітря полягає в тому, що, крім виконання задач вентиляції й опалення створюється комфортний рівень температур у літній, жаркий період року, завдяки використанню у своєму складі холодильної машини.

Таким чином, підготовка повітря в цій системі може передбачати його охолодження, нагрівання, зволоження чи сушіння, очищення (фільтрацію, іонізацію і т.п.), причому система дозволяє підтримувати в приміщенні задані кондиції повітря незалежно від рівня і коливань метеорологічних параметрів зовнішнього повітря, а також змінних надходжень у приміщення тепла і вологи.

Системи кондиціонування повітря, повітряного опалення чи вентиляції проектуються загальними, або передбачаються окремі системи відповідно до вимог нормативних документів.

5.2 Класифікація систем кондиціонування

Кондиціонування повітря - це створення та автоматична підтримка (регулювання) у закритих приміщеннях усіх або окремих його параметрів (температури, вологості, чистоти, швидкості руху повітря) на визначеному рівні з метою забезпечення оптимальних метеорологічних умов, найбільш сприятливих для самопочуття людей чи ведення технологічного процесу.

Кондиціонування повітря здійснюється комплексом технічних засобів, який називається **системою кондиціонування повітря (СКП)**.

До складу СКП входять технічні засоби забору повітря, підготовки, тобто надання йому необхідних кондицій (фільтри, теплообмінники, зволожувачі або осушувачі повітря), переміщення (вентилятори) і його розподілу, а також засоби холодо- і

теплопостачання, автоматики, дистанційного управління і контролю.

Основне устаткування системи кондиціонування для підготовки і переміщення повітря агрегується (компонується в єдиному корпусі) в апарат, який називається **кондиціонером**.

Сучасні системи кондиціонування можуть бути класифіковані за такими ознаками:

- за основним призначенням (об'єктом застосування): **комфортні і технологічні**;
- за принципом розміщення кондиціонера стосовно приміщення, що обслуговується: **центральні і місцеві**;
- за наявністю власного (вхідного в конструкцію кондиціонера) джерела тепла і холоду: **автономні і неавтономні**;
- за принципом дії: **прямоточні, рециркуляційні і комбіновані**;
- за способом регулювання вихідних параметрів кондиціонованого повітря: **з якісним і кількісним регулюванням**;
- за ступенем забезпечення метеорологічних умов у приміщенні, що обслуговується: **першого, другого і третього класу**;
- за кількістю приміщень, що обслуговуються: **однозональні і багатозональні**;
- за тиском, що розвивається вентиляторами кондиціонерів: **низького тиску** (до 100 кг/м²), **середнього тиску** (від 100 до 300кг/м²) і **високого тиску** (вище 300 кг/м²).

Комфортні СКП призначені для створення й автоматичної підтримки температури, відносної вологості, чистоти і швидкості руху повітря, що відповідають оптимальним санітарно-гігієнічним вимогам.

Технологічні СКП призначені для забезпечення параметрів повітря у максимальному ступені, що відповідає вимогам виробництва.

Центральні СКП розміщені поза приміщеннями, що обслуговуються, і кондиціонують одне велике приміщення, кілька зон такого приміщення чи багато окремих приміщень. Мають такі переваги: можливість ефективної підтримки заданої температури і відносної вологості повітря в приміщеннях; зосередження устаткування в одному місці; можливість забезпечення ефективного шумо- і віброгасіння.

Місцеві СКП розробляють на базі автономних і неавтономних кондиціонерів, що встановлюють безпосередньо в приміщеннях, що обслуговуються. Достоїнством місцевих СКП є простота монтажу.

Така система може застосовуватися у великому ряді випадків:

- в існуючих житлових і адміністративних будинках для підтримки теплового мікроклімату в окремих офісних приміщеннях чи

у житлових кімнатах;

- у нових споруджуваних будинках для окремих кімнат, режим споживання холоду в яких різко відрізняється від такого режиму в більшості інших приміщень;

- у нових споруджуваних будинках, якщо підтримка оптимальних теплових умов необхідна в невеликій кількості приміщень;

Автономні СКП забезпечуються ззовні тільки електричною енергією. Автономні системи прохолоджують і осушують повітря, для чого вентилятор продуває рециркуляційне повітря через поверхневі повітроохолоджувачі, якими є випарники холодильних машин. У перехідний і зимовий час вони можуть робити підігрів повітря за допомогою електричних підігрівників або шляхом реверсування роботи холодної машини за циклом «теплового насоса».

Неавтономні СКП поділяються на:

- повітряні, при використанні яких у приміщення, що обслуговується, подається тільки повітря;

- водоповітряні, при використанні яких у кондиціоноване приміщення підводяться повітря і вода, що несуть тепло чи холод.

Однозональні центральні СКП застосовуються для обслуговування великих приміщень з відносно рівномірним розподілом тепла, вологовідділюванням. Такі СКП, як правило, комплектуються пристроями для утилізації тепла (теплоутилізаторами) або змішувальними камерами для використання в приміщеннях рециркуляції повітря.

Багатозональні центральні СКП застосовують для обслуговування великих приміщень, у яких устаткування розміщене нерівномірно, а також для обслуговування ряду порівняно невеликих приміщень. Такі системи більш економічні, ніж окремі системи для кожної зони чи кожного приміщення. Однак за їх допомогою не може бути досягнутий такий самий ступінь точності підтримки одного чи двох параметрів (вологості і температури), як автономними СКП.

Прямоточні СКП цілком працюють на зовнішньому повітрі, що обробляється в кондиціонері, а потім подається в приміщення.

Рециркуляційні СКП, навпаки, працюють без підмішування або з частковою подачею свіжого зовнішнього повітря чи на рециркуляційному повітрі, що забирається з приміщення і після його обробки в кондиціонері знову подається в це саме приміщення.

СКП із кількісним регулюванням подають в одне чи кілька приміщень холодне і підігріте повітря по двох паралельних каналах.

Температура в кожному приміщенні регулюється кімнатним терморегулятором, що впливає на місцеві змішувачі (повітряні клапани), які змінюють співвідношення витрат холодного і підігрітого повітря в подаваній суміші.

Кондиціонування повітря за ступенем забезпечення метеорологічних умов поділяються на три класи:

- перший клас - забезпечує необхідні для технологічного процесу параметри відповідно до нормативних документів;

- другий клас - забезпечує оптимальні санітарно-гігієнічні норми або необхідні технологічні норми;

- третій клас - забезпечує припустимі норми, якщо вони не можуть бути забезпечені вентиляцією в теплий період року без застосування штучного охолодження повітря.

5.3 Основні елементи холодильної машини

5.3.1 Компресор

Компресор всмоктує пароподібний холодоагент, що надходить від випарника при низькій температурі і низькому тиску, підвищує тиск і температуру і спрямовує потім до конденсатора.

За своїм конструктивним виконанням компресори, використовувані в холодильних машинах, можуть бути поділені на **поршневі і ротаційні**.

Залежно від типу конструкції і від типу електродвигуна розрізняють компресори: **герметичні; напівгерметичні; відкриті**.

Ротаційні компресори виробляються в двох варіантах: зі стаціонарними пластинами і з обертовими пластинами. Спіральні компресори SCROLL знайшли широке застосування в холодильних машинах малої і середньої потужності. Гвинтові компресори знайшли широке застосування в холодильних машинах великої потужності від 160 до 3500 кВт. Гвинтові компресори забезпечують плавну роботу компресора і дозволяють регулювати потужність холодильної машини зміною обертів електродвигуна.

5.3.2 Конденсатор

Конденсатор являє собою теплообмінний апарат, що передає теплову енергію від холодоагенту до навколишнього середовища, найчастіше воді чи повітряю. Теплова енергія, передана холодоагентом через конденсатор, складається з тепла, поглиненого випарником

холодильного контура; тепла, вироблюваного компресором при стиску холодоагенту. Виділюване тепло передається навколишньому повітрю (конденсатори з повітряним охолодженням) чи рідині (конденсатори з водяним охолодженням).

Найбільшого поширення набули конденсатори з повітряним охолодженням. Вони складаються з **теплообмінника і блока вентилятора з електродвигуном.**

Характеристики конденсаторів залежать як від типу холодоагенту і температури навколишнього середовища, так і від атмосферного тиску навколишнього повітря.

Конденсатори з водяним охолодженням за своїм конструктивним виконанням поділяються на такі основні групи: **кожухотрубні конденсатори; конденсатори типу «труба в трубі»; пластинчасті конденсатори.**

5.3.3 Випарник

Випарники використовуються для охолодження робочого середовища - повітря або води. Відповідно ці теплообмінники поділяються на випарники для охолодження води чи рідин, що містять антифриз, і для охолодження повітря.

Повітряні випарники аналогічні до повітряних конденсаторів. Розміри теплообмінників сучасних холодильних машин визначаються виходячи з витрати охолоджуваного повітря. Орієнтовно це складає близько 195 м³/год на 1 кВт виробництва холоду.

5.3.4 Вентилятор

Вентилятори забезпечують обдув повітрям конденсаторів і випарників. Обдув конденсаторів з повітряним охолодженням, установлених на відкритому місці, виконується, як правило, вентиляторами осьового типу, що забезпечують необхідну витрату охолодженого повітря при малому напорі.

Вентилятор звичайно працює на всмоктування, тому що при цьому повітря перед теплообмінником не нагрівається від вентилятора і електродвигуна. Крім того, таке розміщення дозволяє створити більш рівномірний потік повітряного потоку. У тих випадках, коли конденсатор встановлюється в приміщенні і повітря від конденсатора треба відводити на вулицю через повітропроводи, використовуються

відцентрові вентилятори, що забезпечують більш високий напір.

5.4 Класифікація кондиціонерів

5.4.1 Кондиціонери спліт-систем

Різні моделі кондиціонерів обов'язково мають такі основні режими: охолодження; обігрів; осушення; вентиляція.

Для кондиціонування повітря в житлових і суспільних (офісних) приміщеннях найбільшого поширення набули кондиціонери спліт-систем.

Кондиціонери спліт-систем складаються з **зовнішнього блока** (компресорно-конденсаторного агрегату) і **внутрішнього блока** (випарного). В зовнішньому блоці містяться компресор, конденсатор і вентилятор.

Зовнішній блок може бути встановлений на стіні будинку, даху або на горищі, у підсобному приміщенні чи на балконі, тобто в такому місці, де гарячий конденсатор може продуватися атмосферним повітрям більш низької температури.

Внутрішній блок встановлюється безпосередньо в кондиціонованому приміщенні і призначений для охолодження чи нагрівання повітря, фільтрації його і створення необхідного руху повітря в приміщенні.

Блоки з'єднані між собою трубками в теплоізоляції.

Основною перевагою кондиціонерів спліт-систем є відносна простота конструкції, що дозволяє одержати досить низьку вартість кондиціонера при швидкому і легкому його встановленні.

Недоліком таких кондиціонерів можна вважати неможливість подачі в приміщення свіжого повітря. Тільки моделі великої потужності та настінно-стельового типу дозволяють організувати підмішування невеликої кількості свіжого повітря.

Типологія кондиціонерів спліт-систем представлена наступним рядом: **настінні, напольно-стельові, колонного типу, касетного типу, багатозональні**.

Для кондиціонування будинку, що має велику кількість приміщень з різними тепловими навантаженнями, що змінюються протягом доби, були розроблені багатозональні системи зі змінюваною витратою холодоагенту. Такі системи дозволяють до одного зовнішнього блока приєднувати до 16 внутрішніх блоків не тільки різної потужності, але і різного конструктивного виконання. Крім того,

блоки можуть включатися і працювати незалежно один від одного, причому частина їх - на режимі охолодження, а частина - на режимі обігріву.

Оскільки внутрішні блоки встановлюються в приміщеннях, розмічених у різних зонах будинку, і не завжди працюють на повну потужність одночасно, то продуктивність зовнішнього блока може бути менше від сумарної продуктивності внутрішніх блоків. Витрати на електроенергію при цьому значно знижуються.

У більш складних моделях внутрішні блоки можуть автоматично переходити з режиму охолодження на режим обігріву і назад незалежно один від одного. При цьому відбувається «перекачування» тепла з одного приміщення в інше, що дозволяє розвантажити зовнішній блок і ще більше зменшити витрати електроенергії на роботу системи.

5.4.2 Канальні кондиціонери і кондиціонери спліт-систем з припливною вентиляцією

Канальні кондиціонери призначені, як правило, для кондиціонування декількох приміщень одночасно, і насамперед, розраховані на роботу в режимі рециркуляції. В саме такому режимі він більш близький до кондиціонерів спліт-систем, розглянутих вище.

Основна відмінність полягає в тому, що внутрішні блоки каналних кондиціонерів встановлюються за підшивною стелею, а повітря забирається і надходить повітропроводами по кондиціонованих приміщеннях.

Принцип роботи цієї системи такий - повітря забирається з приміщення через забірні ґратки, проходить внутрішній блок і системою повітропроводів знову подається в приміщення через розподільні ґратки.

Канальний кондиціонер складається з двох блоків в одному апараті - компресорно-конденсаторного (зовнішнього блока) і випарного (внутрішнього блока).

Канальний кондиціонер розрахований в основному на роботу тільки на рециркуляцію і не завжди може подавати в приміщення свіже повітря. Для забезпечення круглорічної подачі свіжого повітря до каналного кондиціонера необхідно встановлювати спеціальні електричні чи водяні нагрівачі, що забезпечують необхідний підігрів подаваного повітря в холодну пору року, чи застосовувати окремі припливні вентиляційні установки з убудованими нагрівачами.

Більш широкі можливості та переваги мають кондиціонери

«спліт-системи з припливною вентиляцією». Вони дозволяють ефективно вирішувати одночасно задачі вентиляції і кондиціонування приміщення протягом усього року.

Кондиціонери спліт-системи з припливною вентиляцією комплектуються штатними електричними чи водяними нагрівачами із широким діапазоном потужності. Залежно від потужності внутрішнього блока нагрівачі виконуються або окремою секцією, або вбудовуються у внутрішній блок.

Кондиціонери спліт-систем з припливною вентиляцією мають такі переваги:

- широкий діапазон потужностей - від 8 до 80 кВт по холоду і теплу і можливість роботи з витратами повітря від 1200 до 14000 м³/год;

- у єдиній конструкції об'єднуються: каналний кондиціонер та припливна вентиляційна установка;

- забезпечується робота на подачу свіжого повітря при будь-яких негативних температурах зовнішнього повітря за рахунок додаткових електричних чи водяних нагрівачів з єдиною системою автоматики;

- єдина система автоматики дозволяє задати необхідну температуру в приміщенні, після чого кондиціонер сам вибирає режими роботи;

- малошумна робота внутрішніх блоків дозволяє розмішувати їх за фальш-стелями безпосередньо в зоні присутності людей, що істотно скорочує довжину вентиляційних комунікацій і спрощує монтаж.

5.4.3 Системи з чилерами і фанкойлами

Системи з чилерами і фанкойлами дозволяють забезпечити незалежне регулювання температури одночасно у великій кількості приміщень. Споживачі - кондиціонери- фанкойли можуть довільно включатися і виключатися, змінювати своє холодо- чи тепловиробництво.

Крім фанкойлів, як споживачі можуть використовуватися теплообмінники центрального кондиціонера, будь-яке технологічне устаткування. Охолодження проводиться рідиною, що циркулює по системі трубопроводів від джерела холоду до кінцевого споживача. Джерелом холоду є охолоджувач рідини - так називаний чилер.

Чилер являє собою закінчену холодильну машину, призначену для охолодження рідини (вода, незамерзаючі рідини). Деякі моделі чилерів можуть працювати в режимі теплового насоса.

Чилери охоплюють великий діапазон потужностей від декількох одиниць до декількох тисяч кіловатів і розрізняються за конструктивним виконанням (із вбудованим чи зовнішнім конденсатором), за типом охолодження конденсатора (повітряне чи водяне), схемами підключення і т.п. До чилера підключаються тільки трубопроводи з теплоносієм. Розрізняють чилери з осьовими і відцентровими вентиляторами.

Фанкойл - це агрегат, встановлюваний у приміщенні і теплообмінник з вентилятором, фільтр, електродвигун, піддон для збору конденсату, електронагрівник, пульт керування (вбудований або зовнішній).

Повітря з приміщення подається вентилятором на теплообмінник фанкойла, у якому він охолоджується чи підігрівається. У деяких випадках система з чилерами і фанкойлами дозволяє одночасно вирішувати задачі вентиляції.

Фанкойли можуть встановлюватися на підлоги, підвішуватися на стіні чи стелі, вбудовуватися у повітропроводи за підшивною стелею.

Циркуляція рідини від чилера до споживача забезпечується насосними станціями.

Насосні станції в даній системі кондиціонування являють собою закінчений агрегат, що містить циркуляційні насоси, розширювальний бак, запірну арматуру і необхідну автоматику. Насосна станція може керуватися чилером чи працювати самостійно.

Система «чилерів-фанкойлів» має такі переваги:

- система має велику гнучкість при кондиціонуванні великої кількості приміщень. До одного чилера може підключатися велика кількість фанкойлів, а також теплообмінники центрального кондиціонера або припливної вентиляційної установки. Кожен споживач може працювати практично незалежно один від одного - змінювати режим роботи, включатися чи відключатися;

- можна задавати не тільки загальний тепловий режим усієї системи, але і регулювати режим роботи кожного фанкойла;

- можна поступово нарощувати потужність споживачів, що дозволяє вводити об'єкт в експлуатацію поступово, окремими етапами;

- гранична відстань між чилером і фанкойлом не лімітується і визначається можливостями насосної станції і теплоізоляцією трубопроводів.

Розподільна мережа трубопроводів системи чилерів-фанкойлів має, як правило, ввідну і поворотну вітки, до яких паралельно підключені споживачі.

5.4.4 Дахові кондиціонери

Дахові кондиціонери являють собою холодильну машину, конструктивно виконану у вигляді моноблока, призначеного для установки на плоских покрівлях будинків. Вони дозволяють одночасно здійснювати вентиляцію і регулювати температуру повітря в дуже великих приміщеннях.

Свіже повітря забирається з вулиці через забірні ґратки кондиціонера. Рециркуляційне повітря забирається з приміщення по системі повітропроводів і подається в змішувальну камеру, де змішується зі свіжим повітрям. Зі змішувальної камери повітря проходить через фільтр і подається до теплообмінника (чи випарника конденсатора) холодильної машини, де він охолоджується або нагрівається (у кондиціонерах з тепловим насосом).

Після теплообмінників повітря з необхідною температурою подається відцентровим вентилятором у систему розподільних повітропроводів.

Дахові кондиціонери характеризуються: широким діапазоном потужностей - від 8 до 140 кВт по холоду і теплу і відповідними витратами повітря від 1500 до 25000 м³/год; простотою монтажу і установки; компактністю; високою надійністю й економічністю в експлуатації; єдиною системою автоматики, що дозволяє при заданні необхідної температури в приміщенні автоматично вибирати режими роботи; роботою з низькими шумовими характеристиками.

За потужністю і кількістю подаваного в приміщення повітря дахові кондиціонери можна умовно поділити на три групи - малої, середньої і великої потужності. Основне розходження полягає в організації забору повітря з вулиці і з приміщення, змішання повітря і подачі його в розподільні повітропроводи.

5.4.5 Шафові кондиціонери

Шафові кондиціонери являють собою, як правило, закінчений моноблок, призначений для установки в приміщенні, де необхідно цілодобово і щодня регулювати температуру і чистоту повітря. Холодильна потужність шафових кондиціонерів складає приблизно від 11 до 80 кВт.

Основною перевагою шафових кондиціонерів є простота монтажу та обслуговування. Основні компоненти кондиціонера розміщені у внутрішньому блоці, доступ до яких забезпечується з лицьового боку кондиціонера.

Шафові кондиціонери виконуються як з повітряним, так і з водяним охолодженням конденсатора. Вони простіші за конструкцією, більш мобільні за своєю установкою, тому що можуть встановлюватися практично в будь-якій точці приміщення, куди можна підвести охолодну воду. Крім того, кондиціонери з водяним охолодженням конденсатора мають меншу вартість порівняно із шафовими кондиціонерами з повітряним охолодженням.

Основна проблема у випадку застосування шафових кондиціонерів з водяним охолодженням - необхідність використання системи оборотного водопостачання (системи охолодження води, що циркулює через гарячий конденсатор).

5.4.6 Прецизійні кондиціонери

Прецизійні кондиціонери являють собою різновид шафових кондиціонерів. Вони обладнані різними типами систем мікропроцесорного керування і здатні підтримувати в приміщенні не тільки точні параметри за температурою, але і за вологістю.

Прецизійні кондиціонери мають такі відмітні характеристики:

- точність контролю температури ($\pm 1^{\circ}\text{C}$) і вологості ($\pm 2\%$);
- надійність роботи при безупинній експлуатації;
- можливість роботи в широкому діапазоні температур зовнішнього повітря (до мінус 35°C);
- повна сумісність із системами диспетчерського контролю і системами керування мікрокліматом будинку.

Прецизійні кондиціонери з повітряним охолодженням складаються з двох блоків: внутрішнього блока (власне кондиціонера), у якому розміщені компресор, випарник, вентилятор і автоматика; зовнішнього блока чи конденсатора теплообмінника.

5.4.7 Центральні кондиціонери

Центральні кондиціонери, що знайшли широке застосування в комфортному і технологічному кондиціонуванні, являють собою неавтономні кондиціонери, що постачаються ззовні холодом (підведенням холодної води чи незамерзаючих рідин), теплом (підведенням гарячої води чи пару) і електроенергією для привода

вентиляторів, насосів, запірно-регулюючих апаратів та ін.

Центральні кондиціонери призначені для обслуговування декількох приміщень або одного великого приміщення. Іноді кілька центральних кондиціонерів обслуговують одне приміщення великих розмірів.

Сучасні центральні кондиціонери випускаються в секційному виконанні і складаються з уніфікованих типових секцій (тривимірних модулів), призначених для регулювання, змішування, нагрівання, охолодження, очищення, сушіння, зволоження і переміщення повітря.

Центральні кондиціонери мають і деякі недоліки, основними з яких є необхідність проведення складних монтажних будівельних робіт, прокладка по будинку протяжних комунікацій (повітропроводів і трубопроводів)

Прямоточні центральні кондиціонери обробляють тільки зовнішнє повітря, кондиціонери з рециркуляцією обробляють суміш зовнішнього і рециркуляційного (витяжного) повітря.

Центральні кондиціонери, що працюють з рециркуляцією, комплектуються змішувальною камерою, що дозволяє подавати змінні об'єми зовнішнього (свіжого) і рециркуляційного повітря.

6 СИСТЕМИ ВЕНТИЛЯЦІЇ

6.1 Класифікація систем вентиляції

Вентиляцією називається сукупність заходів і пристроїв, що використовуються при організації повітрообміну для забезпечення заданого стану повітряного середовища в приміщеннях і на робочих місцях відповідно до СНіП.

При всьому різноманітті систем вентиляції їх можна класифікувати за такими характерними ознаками:

- за способом створення тиску для переміщення повітря: **із природним і штучним (механічним) спонуканням**;
- за призначенням: **припливні і витяжні**;
- за зоною обслуговування: **місцеві і загальнообмінні**;
- за конструктивним виконанням: **каналні і безканалні**.

6.1.1 Природна вентиляція

Переміщення повітря в системах природної вентиляції відбувається:

- внаслідок різниці температур зовнішнього повітря і повітря в приміщенні, так називаної аерації;
- внаслідок різниці тисків «повітряного стовпа» між нижнім рівнем (приміщенням, що обслуговується,) і верхнім рівнем - витяжним пристроєм (дефлектором), встановленим на покрівлі будинку;
- у результаті дії так називаного вітрового тиску.

У приміщеннях з великими надлишками тепла повітря завжди тепліше зовнішнього. Більш важке зовнішнє повітря, надходячи в будинок, витісняє з нього менш щільне тепле повітря. При цьому в замкнутому просторі приміщення виникає циркуляція повітря, спричинене джерелом тепла, подібна до тієї, котру викликає вентилятор.

Вплив вітрового тиску виражається в тому, що на навітряних (звернених до вітру) сторонах будинку утвориться підвищене, а на підвітряних сторонах, а іноді і на покрівлі знижений тиск (розрідження).

Системи природної вентиляції прості і не вимагають складного дорогого устаткування і витрати електричної енергії. Однак залежність ефективності цих систем від змінних факторів (температури повітря,

напрямки і швидкості вітру), а також невеликий тиск не дозволяють вирішувати за їх допомогою всі складні і різноманітні задачі в області вентиляції.

6.1.2 Механічна вентиляція

У механічних системах вентиляції використовується устаткування і прилади (вентилятори, електродвигуни, повітрянагрівачі, пиловловлювачі, автоматика й ін.), що дозволяє переміщати повітря на значні відстані. Витрати електроенергії на їхню роботу можуть бути досить великими. Такі системи можуть подавати і видаляти повітря з локальних зон приміщення в необхідній кількості незалежно від умов навколишньої повітряного середовища, що змінюються. При необхідності, повітря піддають різним видам обробки (очищенню, нагріванню, зволоженню і т.д.), що практично неможливо в системах із природним спонуканням.

Слід зазначити, що в практиці часто передбачають так названу змішану вентиляцію, тобто одночасно природну і механічну вентиляцію.

У кожному конкретному проєкті визначається, який тип вентиляції є найкращим у санітарно-гігієнічному відношенні, а також економічно і технічно більш раціональним.

6.1.3 Припливна і витяжна вентиляція

Припливні системи використовуються для подачі у вентилявані приміщення чистого повітря замість видаленого. Припливне повітря в необхідних випадках піддається спеціальній обробці (очищенню, нагріванню, зволоженню і т.д.).

Витяжна вентиляція видаляє з приміщення (цеху, корпусу) забруднене чи нагріте відпрацьоване повітря.

У загальному випадку в приміщенні передбачаються як припливне, так і витяжні системи. Їхня продуктивність повинна бути збалансована з урахуванням можливості надходження повітря в суміжні приміщення або із суміжних приміщень. У приміщеннях може бути також передбачена тільки витяжна чи тільки припливна система. У цьому випадку повітря надходить у дане приміщення зовні або із суміжних приміщень через спеціальні прорізи чи видаляється з даного приміщення назовні, або переходить в суміжні приміщення.

Як припливна, так і витяжна вентиляція може влаштовуватися на

робочому місці (місцева) чи для всього приміщення (загальнообмінна).

6.1.4 Місцева вентиляція

Місцевою вентиляцією називається така, при якій повітря подають на визначені місця (місцева припливна вентиляція) і забруднене повітря видаляють тільки від місць утворення шкідливих виділень (місцева витяжна вентиляція).

До місцевої припливної вентиляції відносять **повітряні душі** (локальна подача повітря з підвищеною швидкістю). Вони повинні подавати чисте повітря до постійних робочих місць, знижувати в їхній зоні температуру навколишнього повітря й обдувати робітників, що піддаються інтенсивному тепловому опроміненню.

Місцеву припливну вентиляцію застосовують також у вигляді повітряних завіс, що створюють ніби повітряні перегородки або змінюють напрямок потоків повітря. Місцева вентиляція вимагає менших витрат, ніж загальнообмінна. У виробничих приміщеннях звичайно застосовують змішану систему вентиляції - загальну для усунення шкідливостей у всьому об'ємі приміщення і місцеву для обслуговування робочих місць.

Місцеву витяжну вентиляцію застосовують, коли місця виділень шкідливостей у приміщенні локалізовані і можна не допустити їх поширення по всьому приміщенню. Місцева витяжна вентиляція у виробничих приміщеннях забезпечує уловлювання і відведення шкідливих виділень: газів, диму, пилу і частково від устаткування, що виділяє тепло.

Для видалення шкідливостей застосовують місцеві відсмоктувачі (укриття у вигляді шаф, парасолі, бортові відсмоктувачі, завіси, укриття у вигляді кожухів у верстатів та ін.).

Основні вимоги, які вони повинні задовольняти:

- місце утворення шкідливих виділень по можливості повинне бути цілком відсічено;
- конструкція місцевого відсмоктувача повинна бути такою, щоб він не заважав нормальній роботі і не знижував продуктивність праці;
- шкідливі виділення необхідно видаляти від місця їхнього утворення в напрямку їх природного руху (гарячі гази і пар треба видаляти нагору, холодні важкі гази і пил - вниз).

Конструкції місцевих відсмоктувачів умовно поділяють на дві групи: **напіввідчинені відсмоктувачі** (витяжні шафи, парасолі), та **відкритого типу** (бортові відсмоктувачі).

Основними елементами такої системи є місцеві відсмоктувачі, мережа повітропроводів, вентилятор (відцентрового чи осьового типу), витяжна шахта. Найбільш складними витяжними системами є такі, у яких передбачають дуже високий ступінь очищення повітря від пилу з установленням послідовно двох чи навіть трьох пиловловлювачів (фільтрів).

Місцеві витяжні системи, як правило, дуже ефективні, тому що дозволяють видаляти шкідливі речовини безпосередньо від місця їхнього утворення або виділення, не даючи їм поширитися в приміщенні.

6.1.5 Загальнообмінна вентиляція

Загальнообмінні системи вентиляції - як припливні, так і витяжні, призначені для здійснення вентиляції в приміщенні в цілому чи в значній його частині. Ці витяжні системи відносно рівномірно видаляють повітря з усього приміщення, що обслуговується, а загальнообмінні припливні системи подають повітря і розподіляють його по всьому об'єму вентиляованого приміщення.

Загальнообмінна припливна вентиляція встановлюється для асиміляції надлишкового тепла і вологи, розбавлення шкідливих концентрацій пару і газів, не вилучених місцевою і загальнообмінною витяжною вентиляцією, а також для забезпечення розрахункових санітарно-гігієнічних норм і вільного подиху людини в робочій зоні.

При негативному тепловому балансі, тобто при недостатчі тепла, загальнообмінну припливну вентиляцію встановлюють з механічним спонуканням і з підігрівом всього об'єму припливного повітря. Як правило, перед подачею повітря очищають від пилу.

При надходженні шкідливих виділень у повітря цеху кількість припливного повітря повинне цілком компенсувати загальнообмінну і місцеву витяжну вентиляцію.

Найпростішим типом загальнообмінної витяжної вентиляції є окремих вентилятор (у більшості випадків осьового типу) з електродвигуном на одній осі, розміщеним у вікні чи в отворі стіни. Така установка видаляє повітря з найближчої до вентилятора зони приміщення, здійснюючи лише загальний повітрообмін. Коли шкідливими виділеннями в цеху є важкі гази чи пил і немає теплоутворення від устаткування, витяжні повітропроводи прокладають по підлозі цеху або у вигляді підпільних каналів.

У промислових будинках, де є різномірні шкідливі виділення

(теплота, волога, газ, пар, пи́л і т.п.) і їхнє надходження в приміщення відбувається в різних умовах (локально, розосереджено, на різних рівнях і т.п.), то в таких приміщеннях для видалення шкідливих виділень застосовують загальнообмінні витяжні системи.

Канальна і безканальна вентиляція характеризується тим, що має або розгалужену мережу повітропроводів для переміщення повітря (канальні системи), або канали (повітропроводи) можуть бути відсутніми, наприклад, при установленні вентиляторів у стіні, у перекритті, при природній вентиляції і т.д. (безканальні системи).

6.2 Устаткування систем вентиляції

Системи вентиляції так само, як і системи кондиціонування, містять групи найрізноманітнішого устаткування: насамперед це **вентилятори, вентиляторні агрегати або вентиляційні установки**. Серед додаткового устаткування - **шумоглушники, повітряні фільтри, електричні і водяні нагрівачі, повітророзподільні регулюючі пристрої** й ін.

6.2.1 Вентилятори

Вентилятор являє собою механічний пристрій, призначений для переміщення повітря по повітропроводах систем кондиціонування і вентиляції, а також для здійснення прямої подачі повітря в приміщення або з приміщення, і створює необхідний для цього перепад тисків (на вході і виході вентилятора).

Залежно від величини повного тиску, що вони створюють при переміщенні повітря, вентилятори бувають **низького тиску** (до 1 кПа), **середнього тиску** (до 3 кПа) і **високого тиску** (до 12 кПа).

Залежно від складу повітря, що переміщується, й умов експлуатації вентилятори поділяються на: **звичайні** (для повітря (газів) з температурою до 80°C); **корозійностійкі** (для корозійних середовищ); **термостійкі** (для повітря з температурою вище 80°C); **вибухобезпечні** (для вибухонебезпечних середовищ); **пилові** (для запиленого повітря).

За способом з'єднання крильчатки вентилятора й електродвигуна вентилятори можуть бути: з **безпосереднім з'єднанням з електродвигуном**; із з'єднанням на **еластичній муфті**; із **клиноременевою передачею**; з **регулюючою вісеступінчастою передачею**.

За місцем встановлення вентилятори поділяють на: **звичайні**, які

встановлені на спеціальній опорі (рамі, фундаменті і т.д.); **каналні**, що встановлюються безпосередньо у повітропроводи; **дахові**, розміщені на покрівлі.

Основними характеристиками вентиляторів є такі параметри: **витрата повітря**, м³/год; **повний тиск**, Па; **частота обертання**, об/хв; **споживана потужність**, затрачувана на привод вентилятора, кВт; **коефіцієнт корисної дії** вентилятора; **рівень звукового тиску**, дБ.

З видом виконання вентилятори поділяються на: **осьові** (аксіальні); **радіальні** (відцентрові); **діаметральні** (відцентрові).

Вентилятор встановлюється разом з електродвигуном у спеціальний корпус. Крім того, вони можуть використовуватися в складі агрегованих припливних установок, у кондиціонерах, у повітряних завісах, у повітроочисниках, фанкойлах, спліт-системах, шафових кондиціонерах та інших вентиляційних установках.

Зниження шуму самого вентилятора можливо: при зменшенні швидкості обертання робочого колеса, підвищенні ККД вентилятора, поліпшенні аеродинамічних характеристик повітропроводів. Для зменшення шуму в мережі повітропроводів встановлюють шумоглушники, можливі облицювання корпусів вентиляторів звукоізоляційними матеріалами та установлення вентилятора в спеціальному звукоізолюючому кожусі.

6.2.2 Вентиляторний агрегат

Вентиляторний агрегат - установка, у якій вентилятор з електродвигуном змонтовані на одній рамі, як правило, укомплектовані віброізоляторами. До вентиляторних агрегатів належать каналні і дахові вентилятори.

Канальні вентилятори - призначені для установлення безпосередньо у вентиляційну мережу (проточну частину) круглого чи прямокутного перетину.

Через невеликі габарити каналні вентилятори можуть установлюватися безпосередньо в мережі повітропроводів, вбудовуватися в каналні системи вентиляції і кондиціонування повітря і ховатися за підшивною стелею чи в спеціальних вертикальних технічних шафах. Допускається кожне (горизонтальне, вертикальне чи похиле) положення вентилятора при його установленні. Основні переваги каналного вентилятора зв'язані з його компактністю при значних витратах повітря.

Дахові вентилятори або витяжні вентиляторні агрегати,

установлювані на покрівлях, призначені для витяжних систем вентиляції. У таких агрегатах застосовуються осьові, як правило, багатолопатеві вентилятори або радіальні, однобічного чи двобічного всмоктування.

Маючи просту і легку конструкцію, дахові вентилятори легко монтуються на покрівлі будинків. Встановлення дахових вентиляторів на покрівлі будинку дозволяє заощаджувати корисну площу будинку.

Вентиляційні установки за призначенням, складом і конструктивним виконанням поділяють на: **припливні вентиляційні установки; витяжні установки; припливно-витяжні установки; повітряно-теплові завіси.**

Припливні установки здійснюють фільтрацію свіжого повітря, за необхідності його нагрівають (у холодний період року) і подають в систему повітропроводів для подальшої роздачі по приміщеннях.

Припливні вентиляційні установки складаються з корпусу, у якому змонтовані: фільтр; водяний електричний калорифер; вентилятор; система автоматики; звукоізоляційний матеріал.

Умовно можна поділити припливні установки на кілька типів: за типом нагрівача (з електричним калорифером, з водяним калорифером); за витратою повітря (4 до 200-3000 м³/год - міні-припливні установки, більше 3000 м³/ч); за конструктивним виконанням (для вертикального монтажу, для горизонтального монтажу, універсальні).

У системах вентиляції з припливними установками можуть використовуватися такі додаткові елементи: **повітрозабірні ґратки; клапан** на припливне повітря (з електроприводом чи ручним приводом); **шумоглушники**; пристрої для регулювання витрати повітря по приміщеннях; пристрій розподілу повітря (**дифузори, ґратки, плафони**).

Вибір конкретної моделі припливної вентиляційної установки здійснюється, як правило, за величиною продуктивності (витратою) і за величиною напору, що дозволяє перебороти опір мережі повітропроводів і повіторозподільних пристроїв.

Витяжні установки використовуються для створення балансу витрат повітря, що надходить і видаляється з приміщення, і які можуть бути представлені: автономними осьовими вентиляторами; даховими вентиляторами; відцентровими вентиляторами; канальними вентиляторами в корпусі у формі обичайки або в коробчастому корпусі; витяжними вентиляційними установками.

Системи припливно-витяжної вентиляції ефективні і з

економічної точки зору, оскільки дозволяють істотно знизити витрати на опалення, використовуючи утилізацію тепла. Тепло, що видаляється з приміщення повітря, може бути використане для підігріву припливного повітря в спеціальних теплообмінниках, названих **рекуператорами**.

6.3 Повітряні завіси

Повітряні завіси призначені для поділу зон з різною температурою по різні боки відкритих вікон, вхідних дверей і воріт. За рахунок подачі високошвидкісного повітряного потоку утвориться «невидима завіса», що не дає теплову повітря виходити назовні і не впускає холодне повітря в приміщення. У такий спосіб поліпшується внутрішній температурний комфорт, зникають протяги, значно знижуються тепловтрати, а отже, і витрати на обігрів.

При закритих дверях повітряна завіса може працювати як тепловентилятор. Влітку та в районах з теплим кліматом повітряна завіса однаковою мірою є енергозберігаючим устаткуванням, що забезпечує значне зниження витрат на кондиціонування приміщень і підтримку низької температури в холодильних камерах.

Крім того, у всіх випадках приміщення надійно ізолюється від вихлопних газів, пилу, а відрізувальний потік повітря залишається непомітним для людини і не створює перешкод для транспортних засобів.

У конструкцію теплової завіси, крім вентилятора, електро- чи водонагрівача, може входити також повітряний фільтр.

Повітряні завіси встановлюються за звичай над входом у приміщення з внутрішнього боку безпосередньо над дверми. Для великих отворів необхідно встановлювати кілька завіс упритул один до одного, створюючи безупинну повітряну завісу. Коли розміщення завіс над дверним отвором неможливе, застосовують вертикальну установку збоку від воріт.

Серед основних параметрів, що характеризують конкретні моделі теплових завіс: **потужність обігріву** (від одиниць до десятків кВт); **продуктивність по повітрю** (від сотень до тисяч м³/год); **довжина завіси** (зазвичай від 0,6м до 2,5м); **тип використовуваного підігрівника** (з електрокалорифером, з водяним калорифером).

Повітряні і повітряно-теплові завіси можуть ефективно використовуватися:

- у постійно відкритих отворах у зовнішніх стінах приміщення, а

також у воріт і прийомів у зовнішніх стінах, що не мають тамбурів з розрахунковою температурою зовнішнього повітря мінус 15°C та нижче (параметри Б);

- у зовнішніх дверях вестибулів суспільних і адміністративно-побутових будинків - залежно від розрахункової температури зовнішнього повітря і кількості людей, що проходять через двері;

- у зовнішніх дверях будинків, якщо до вестибуля примикають приміщення без тамбура, обладнані системами кондиціонування;

- у зовнішніх дверях приміщень з підвищеною вологістю;

- у прорізів у внутрішніх стінах і перегородках виробничих приміщень і для запобігання проходженню повітря з одного приміщення в інше;

- у воріт, дверей і прорізів приміщень з кондиціонуванням.

6.4 Повітропроводи

У системах вентиляції і кондиціонування повітря використовується велика кількість повітропроводів і фасонних частин з різних матеріалів.

За формою повітропроводи і фасонні частини можуть застосовуватися як круглого, так і прямокутного перетину. Залежно від матеріалів, з яких вони виготовляються, повітропроводи поділяються на **металеві, металопластикові і неметалеві**.

За конструкцією повітропроводи поділяють на **прямошовні і спіральні**, а за способом з'єднання - на **фланцеві, безфланцеві і зварені**. Крім перелічених модифікацій, повітропроводи також можуть бути **гнучкими, напівгнучкими, теплоізовльованими**, а також **звуковбирними**.

Повітропроводи будь-яких систем для багатопверхових житлових, суспільних і адміністративно-побутових будинків проектується з горизонтальними колекторами, що поєднують поверхові повітропроводи не більше п'яти поверхів.

7 КРЮГЕННІ СИСТЕМИ

Основні продукти поділу повітря отримують у газоподібному стані при невеликому тиску (0,105-0,12МПа), у стисненому газоподібному стані (при тиску 0,2-20 МПа, і навіть 40 МПа) і в рідкому стані (при тиску 0,105-0,5МПа). Повітророзділення відбувається у **повітророздільних установках (ПРУ)**

Основними споживачами рідкого кисню й азоту є чорна металургія, хімія, нафтопереробка, ракетна техніка. Збільшується споживання кисню, азоту, аргону, неону, криптону і ксенону в нових галузях виробництва.

7.1 Класифікація ПРУ. Загальна характеристика

Принципи класифікації ПРУ та індексації конкретних установок відображають їх основне призначення і рівень продуктивності. Індокси установок складені з перших букв назв продуктів (К - кисень технічний; Кт - кисень технологічний; А - азот; Аж - азот рідкий; Кж - кисень рідкий; Арж - аргон рідкий). Цифра в індексі установки позначає рівень продуктивності за годину за основним продуктом у тисячах кубічних метрів для газоподібних продуктів чи у тисячах кілограмів для рідких продуктів, наприклад.

Технологічні схеми ПРУ в основному визначаються тиском стисненого повітря або, у більш загальному розумінні, холодильним циклом. Для більшості ПРУ робочим тілом холодильного циклу є повітря, що розділяється, тобто технологічний і холодильний цикли в установці об'єднані. За цим принципом розрізняють установки: **низького, середнього і високого тисків; з детандерами; з попереднім охолодженням** і т.п. Існує також незначна кількість типів ПРУ, у яких холодильний і технологічний цикли роз'єднані. Особливість деяких з цих установок - можливість організації технологічного процесу без стиску повітря. Крім того, використання холодного зрідженого природного газу дає істотну економію енергії.

Найбільш потужні за продуктивністю ПРУ низького тиску ($P_{сж}=0,5-0,6$ МПа) призначені в основному для одержання газоподібних продуктів розділення, але дозволяють отримувати продукти й у рідкому стані.

У ПРУ середнього ($P_{сж}=2-5$ МПа) і високого ($P_{сж}=15-20$ МПа) тисків отримують рідкі і стиснені продукти розділу повітря. Для

компенсації втрат при виробництві холоду з рідкими продуктами необхідно його виробляти в установці. Одержання в ПРУ стиснених продуктів за допомогою насосів зріджених газів також пов'язано з необхідністю компенсації додаткових втрат при виробництві холоду, що виникають при цьому. Чим вище тиск стиснення, тим більше питоме виробництво холоду ПРУ і тим більша частка продукту може бути відведена в рідкому стані. При великій продуктивності за рідким азотом і киснем переважають середні тиски, тому що при цьому для стиснення повітря можна використовувати турбокомпресори. Для установок малої продуктивності з компресорами об'ємного типу при виробництві рідких продуктів часто використовують цикли високого тиску з попереднім охолодженням і турбодетандерами.

Загальними тенденціями розвитку ПРУ є: зниження витрат на виробництво продуктів розділення, матеріаломісткості й енерговитрат, підвищення надійності установок, автоматизація процесів керування ПРУ, використання мікропроцесорної техніки.

Існують оригінальні **адсорбційні** і **ректифікаційні** технологічні процеси вилучення та очищення рідких газів, а також одержання кисню й азоту особливої чистоти.

Метод низькотемпературної ректифікації, за допомогою якого отримують кисень, відбувається при низьких температурах, тому необхідна додаткова енергія для підтримки цих умов і компенсації різних втрат при виробництві холоду.

Технічне застосування ефекту надпровідності зажадало створення систем криогенного забезпечення, розробленням ефективних холодильних циклів, збільшення одиничних потужностей - **криогенних гелієвих установок (КГУ)**, що мають високі енерготехнологічні показники.

Слід також зазначити особливе значення мікрокриогенної техніки як засобу забезпечення роботи багатьох електронних пристроїв, систем далекого і космічного зв'язку, лазерної й обчислювальної техніки, а також медико-біологічних досліджень, вивчення властивостей матеріалів, структури хімічних сполук і т.д.

У наш час існують КГУ з виробництвом холоду від долів ватів до декількох кіловатів. Комбіновані КГУ працюють як у зріджуваному, так і рефрижераторному режимі.

Існує широкий клас криогенних систем, у яких як робоче середовище використаний водень. У сучасних рідинних ракетних двигунах (РРД) широко використовують двокомпонентне рідке паливо, що складається з пального й окислювача. Криогенні водневі системи

використовують також в експериментальній техніці. Водневий рівень охолодження характерний для криогенних вакуумних насосів конденсаційного й адсорбційного типів.

Одержання дейтерію з водню також належить до процесів зрідження водню. Його використовують для одержання важкої води, що є кращим сповільнювачем для ядерних реакторів. Один зі способів вилучення дейтерію з водню - ректифікація рідкого водню.

Останніми роками активно розробляється ідея про використання водню як перспективного джерела енергії (головним чином для транспортних систем), здатного замінити нафту і вугілля. Ефективність водню як пального обумовлена тим, що теплота його згорання втричі вище, ніж у нафти. Перевага - високий ступінь чистоти продуктів його згорання.

7.2 Технологія розділення повітря. Основні вузли й устаткування ПРУ

Технологічний цикл розділення повітря в ПРУ складається з декількох взаємозалежних процесів: стиснення повітря; осушки й очищення його від двоокису вуглецю і вуглеводнів; охолодження до температур насичення і утворення необхідного об'єму рідкої фази (так називаної флегми); власне процесу поділу методом низькотемпературної ректифікації з добором продуктів. Продукти розділення можуть бути отримані в газоподібному, стисненому стані при тиску до 40 МПа або у вигляді недогрітої (переохолодженої) рідини. Усі робочі процеси в ПРУ можуть бути реалізовані в конструктивно різних машинах і апаратах, а осушка і очищення можуть бути виконані різними методами.

Адсорбційний спосіб розділення повітря базується на властивостях виборчої адсорбції компонентів повітря різними синтетичними цеолітами, а також природними цеолітами (морденітом), активованим вугіллями і полімерними вуглецевими адсорбентами. При проходженні через шар адсорбенту потоку повітря один з його основних компонентів (азот або кисень) сорбується краще, і в результаті частка іншого компонента у вихідному потоці збільшується.

При розгляді схем сучасних ПРУ доцільно виділити в них такі великі вузли: **стиснення, охолодження і ректифікації.**

Вузол стиснення містить пристрої для подачі повітря в компресор, власне компресор, систему водяного чи повітряного охолодження стисненого повітря, вологовідділювачі, фільтри й ін.

У вузол охолодження входять теплообмінні апарати, у яких так називаний прямий потік стисненого повітря охолоджується зворотними потоками. Може бути включений спеціальний блок комплексного адсорбційного осушення і очищення. У вузол охолодження входять також детандерні агрегати, їхні теплообмінні апарати, фільтри, газофазні адсорбери, фреонові і аміачні установки попереднього охолодження і т.п.

Вузол ректифікації містить ректифікаційні колони, конденсатори, переохолоджувачі флегми, зріджувально-фазні адсорбери, насоси для подачі рідини і стиснення рідких продуктів та ін.

При компонуванні ПРУ вузол стиснення практично завжди розміщують у будові, що обумовлено необхідністю обслуговування досить складного електроустаткування й електропривода компресорів. Вузли охолодження і ректифікації залежно від кліматичних умов можуть бути розміщені як у будові, так і поза ним, можуть бути об'єднані чи роз'єднані.

7.3 Показники ефективності, критерії оптимальності ПРУ

Витрати на одержання технічного кисню приблизно на 17-20% більше, ніж витрати на одержання технологічного кисню (95% O_2), а наведені витрати на одержання рідкого кисню в 2,5-3 рази перевищують витрати на одержання газоподібного кисню. У зв'язку з цим великі ПРУ, як правило, призначені для одержання основного продукту необхідної чистоти у визначеному агрегатному стані.

При існуючій вартості електроенергії і матеріалів мінімум зведених витрат забезпечується при частці O_2 у технологічному кисні 80-95%. Якщо збільшення вартості електроенергії перевищить збільшення вартості матеріалів і виготовлення, то оптимальна частка O_2 у продукті зменшиться до 75-85%.

Необхідно відзначити, що вартість стиснених і рідких продуктів вище від вартості газоподібних, тому у великих ПРУ доцільно використовувати навіть невеликі резерви при виробництві холоду для вилучення частини продуктів у стисненому і рідкому станах.

При розрахунках енергетичних і зведених витрат залежно від конструктивних і технологічних параметрів використовують метод порівняння показників проектного варіанта з показниками базової ПРУ.

7.4 Системи збереження і транспортування криогенних речовин

Кріогенні установки, ємності з рідкими кріоагентами, трубопроводи, кріостатовані об'єкти й інші види кріогенного устаткування функціонують при температурах нижче температури навколишнього середовища, тому необхідно забезпечити захист їх від теплоприпливів ззовні, використовуючи теплоізоляцію. Основна характеристика теплоізоляції - її теплопровідність, що повинна бути зведена до мінімуму. Для зменшення теплопровідності застосовують ізоляцію з матеріалів з **дисперсною структурою, вакуумну теплоізоляцію, екранування теплового випромінювання.**

Сучасні типи кріогенної теплоізоляції поділяють на дві основні групи: ізоляція, що перебуває під атмосферним тиском; вакуумна теплоізоляція. Теплову ізоляцію, що перебуває під атмосферним тиском, застосовують для систем, що працюють при $T > 80$ К - головним чином для ПРУ. Ця теплоізоляція характеризується низькою вартістю, простотою в експлуатації і відносно невисокою ефективністю. Як теплоізоляцію застосовують матеріали трьох типів: **волокнисті** (мінеральну вату, скловату); **порошкоподібні** (перліт, аерогель); **пористі** (міпора, пінопласт).

Види вакуумної теплоізоляції широко застосовують у кріогенних системах, що працюють в основному при $T < 80$ К. Основна ідея застосування вакууму для теплоізоляції полягає в тому, що перенесення теплоти внаслідок теплопровідності і конвекції газу при цьому практично виключається. Існує три види теплоізоляції, що базується на використанні вакууму: **високовакуумна, вакуумно-порошкова і вакуумно-багатошарова.**

Виробництво, використання і транспортування рідких кріоагентів зажадало створення спеціальних ємностей-сховищ стаціонарного і транспортного типу. Застосовують високоефективні види теплоізоляції, спеціальні конструкції теплових мостів та інші засоби для зниження теплоприпливів. Кріогенні ємності постачені пристроями для їхнього заповнення, зливу, підтримки вакууму, контрольно-вимірювальними приладами й арматурою. Ємності звичайно мають циліндричну форму, причому в стаціонарних ємностях (до 60 м^3) вісь циліндра розміщують вертикально для зменшення займаної площі, а в транспортних - горизонтально (для збільшення стійкості і зменшення висоти). Днища виконують еліптичними, напівсферичними чи коробковими.

8 СИСТЕМИ РОЗПОДІЛУ СВІТЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ

8.1 Електричні джерела світла

Електричним джерелом світла (електричною лампою) називається пристрій, що перетворить електричну енергію у світлову. За характером перетворення енергії джерела світла поділяються на **теплові (лампи накалювання) і розрядні**. Останні, у свою чергу, поділяються на **лампи низького і високого тиску**, причому в багатьох із них для перетворення світлової енергії використовуються люмінофорні покриття.

Лампи накалювання розділяються на **лампи загального призначення і спеціальні**. З останніх у даному випадку найбільш поширені **лампи прожекторні, дзеркальні і галогенні**.

Ефективність лампи може бути істотно підвищена, якщо її експлуатувати не при номінальному, а при трохи підвищеній напрузі. Кожен відсоток підвищення напруги збільшує світловий потік лампи на 3,5%, скорочуючи при цьому приблизно на 10% термін її служби.

За кольором випромінювання випускаються **люмінесцентні лампи загального призначення білі (ЛБ), денні (ЛД і ЛДЦ), теплобілі (ЛТБ), холодно-білі (ЛХБ)**, а також ряд типів ламп, що забезпечують поліпшену передачу кольору стосовно до тих чи інших об'єктів освітлення. В установках зовнішнього освітлення зазвичай застосовуються найбільш економічні лампи ЛБ.

Володіючи багатьма позитивними якостями (висока економічність, різноманітна кольоровість, тривалий термін служби, невелика яскравість), люмінесцентні лампи мають і істотні недоліки: одинична потужність їх мала, схема включення ламп відносно складна; щоб пом'якшити явища стробоскопії, необхідно застосовувати багатолампові світильники, що знижує економічність установки; світлові характеристики лампи сильно залежать від температури навколишнього середовища.

Натрієві лампи випускаються двох типів - **низького і високого тиску**, що істотно відрізняються один від одного за характером випромінювання. Світлова віддача натрієвих ламп низького тиску дуже висока. Натрієві лампи високого тиску мають суцільний спектр і наближається до білого кольору випромінювання.

Ртутно-дугові лампи з виправленою кольоровістю - завдяки цьому кольоровість випромінювання лампи ДРЛ стає досить задовільною для застосування в установках зовнішнього освітлення і у деяких виробничих приміщеннях. Істотним недоліком ламп ДРЛ є велика глибина пульсацій світлового потоку (до 75%), що супроводжується відповідними стробоскопними явищами.

Ксенонові дугові трубчасті лампи відрізняються від інших розрядних ламп тим, що вони мають стабілізований розряд і не бідують тому в баластовому опорі.

8.2 Класифікація освітлювальних приладів

Освітлювальні прилади поділяють на прилади **ближньої дії (світильники)** і прилади **далекої дії (прожектори)**.

Світильники, як правило, мають більш широкую криву розподілу сили світла і призначаються для освітлення на відносно невеликій відстані, що не перевищують 20-30 м. Прожектори призначаються для освітлення на великій відстані і, як правило, встановлюються на значній висоті.

Залежно від призначення світильники поділяються на світильники для **внутрішнього освітлення** і світильники для **зовнішнього освітлення** будинків.

Світильники для зовнішнього освітлення поділяються на два класи: **прямого світла** і **розсіяного світла**. До першого класу належить основна частина світильників зовнішнього освітлення, у яких не менше 90% світлового потоку випромінюється в нижню півсферу простору. До другого класу належить нечисленна група світильників з **вінчастими розсіювачами**.

За способом встановлення світильники поділяються на **підвісні, консольні і вінчасті**. За ступенем захисту від вологи світильники поділяються на **водозахищені, захищені, бризкозахищені, каплезахищені, струменезахищені, водонепроникні і герметичні**.

8.3 Критерії для раціонального вибору джерел світла й освітлювальних приладів

Джерела світла характеризуються такими параметрами: світловою віддачею; терміном служби; кольоровістю випромінювання; залежністю від температури навколишнього середовища; розмірами світного тіла; допустимістю відхилень від

нормального положення; можливістю швидкого включення у випадках відключення. Усі ці характеристики повинні розглядатися в сукупності, причому в різних випадках найбільш важливої з них може стати кожна, що залежить від характеристики освітлюваних об'єктів.

Освітлювальні прилади характеризуються такими параметрами: класом і підкласом за світлорозподілом і кривими сил світла; значенням і напрямком максимальної сили світла; коефіцієнтом корисної дії (ККД); захисним кутом (для світильників); яскравістю видимих частин.

ККД освітлювального приладу бажано мати максимальним, але в багатьох випадках, коли потрібно забезпечити нормовану мінімальну освітленість у віддалених ділянках великої площі чи дороги, переважне значення має максимальна сила світла в потрібних напрямках.

Для прожекторів максимум сили світла значною мірою визначається кутом розсіювання прожектора: чим менше кут розсіювання, тим більша максимальна сила світла. У багатьох випадках раціональніше використовувати прожектори з великими кутами розсіювання. Так, наприклад, при освітленні великої площадки, що вимагає низьких рівнів освітленості, раціонально мати відносно широке розсіювання світла.

Зовнішній вигляд освітлювальних приладів важливий у тих випадках, коли, наприклад, прожектори встановлюються відкрито.

Виходячи з розміщення освітлювальних приладів, визначається зона роботи тієї чи іншої групи прожекторів чи світильників; таким чином, габарити, технологія і будівельна характеристика об'єкта багато в чому визначають вибір типу освітлювальних приладів.

Необхідно також враховувати значення нормованої освітленості і розміщення площин, на яких вона задається. Говорячи про рівень освітленості, не слід забувати, що нормування освітленості для відкритих просторів обумовлено іншими факторами, чим нормування для закритих приміщень.

Прожектори створюють можливість освітлення великих відкритих просторів без встановлення на них великої кількості башт, а також значно скорочують довжину мережі електропостачання і полегшують умови експлуатаційного нагляду за освітлювальною установкою. З іншого боку, при застосуванні прожекторів створюється підвищена сліпуча дія.

При освітленні доріг, проїздів і вузьких смуг території світильники раціонально застосовувати з лампами ДРЛ. У південних районах країни можливе застосування люмінесцентних ламп.

Висота установки прожекторів і світильників вибирається з урахуванням обмеження їхньої сліпучої дії.

8.4 Світлотехнічний розрахунок при освітленні світильниками і прожекторами

Вихідними даними для світлотехнічного розрахунку є: значення мінімальної середньої освітленості, що задається нормами, тип джерела світла і світильника, а також висота їхньої установки. У результаті розрахунку визначається потужність ламп і відстань між світильниками і їхніми рядами.

Кінцевою метою розрахунку прожекторної освітлювальної установки є визначення: а) числа прожекторів, необхідних для створення на освітлюваній площі заданої розрахункової освітленості; б) місць установлення прожекторних башт і прожекторів; в) висоти розміщення прожекторів над освітлюваною поверхнею; г) кутів нахилу прожекторів у вертикальній площині; д) кутів повороту прожекторів у горизонтальній площині.

Відносну оцінку раціональності освітлювальної установки можна провести, користуючись такими техніко-економічними показниками: а) питомою встановленою потужністю (у ватах на 1 м^2 освітлюваної площі); б) кошторисною вартістю, віднесеної до 1 кВт встановленої потужності; в) кошторисною вартістю, віднесеною до 1 га освітлюваної площі; г) вартістю річних витрат на експлуатацію освітлювальної установки.

8.5 Регулювання роботи освітлювальних мереж

Освітлювальні мережі територій промислових об'єктів у більшості випадків живляться від об'єднаних підстанцій. При невеликих розмірах території освітлювальні установки живляться від однієї підстанції, на об'єктах же з великою площею територій - від декількох підстанцій.

Питання своєчасного включення і виключення, питання керування освітлювальними мережами являє собою визначені практичні і технічні труднощі. Досконалість технічного рішення цього питання багато в чому визначає умови експлуатації

освітлювальної установки і створює передумови раціональної витрати електроенергії.

Керування освітленням залежно від місця розміщення пунктів керування поділяється на **місцеве** і **дистанційне**. При місцевій системі керування включення і виключення освітлювальних мереж виробляється комутаційними апаратами (вимикачі чи рубильники-автомати), установленими на кожній окремій ділянці освітлюваної території. При централізованій дистанційній системі керування освітленням зосереджується в одному диспетчерському пункті чи в обмеженій кількості місць.

Залежно від способу керування комутаційними апаратами керування освітленням може бути ручним або автоматичним. При ручному керуванні включення і виключення освітлення проводяться безпосередньо обслуговуючим персоналом, при автоматичному – автоматикою залежно від зміни освітленості, створюваної природним світлом.

8.6 Освітлення території промислових підприємств

Норми освітленості відкритих просторів не залежать від типу джерел світла. Нормуються найменші значення освітлення робочих поверхонь чи дорожніх покриттів, при цьому нормами обмежується відношення значень найбільшої освітленості до найменшої.

Для охоронного освітлення рекомендуються лампи накаливання. У випадку, коли охоронне освітлення входить у систему охоронної сигналізації, лампи накаливання обов'язкові. У випадку, коли світильники виконують функцію освітлення доріг і одночасно функцію звичайного охоронного освітлення може бути допущене застосування світильників з лампами ДРЛ.

Для територій промислових підприємств передбачається в основному робоче освітлення. Аварійне освітлення необхідне на відкритих просторах, якщо припинення роботи через загасання робочого освітлення може викликати вибух, пожежу і т.п.

Освітлення територій промислових підприємств може виконуватися як світильниками, так і прожекторами. Вирішальним моментом для вибору того чи іншого виду освітлювальних приладів (прожекторів чи світильників) є розміри освітлюваної поверхні: при висвітленні вузьких площ доцільно застосовувати світильники, при великих площах - прожектори.

Для освітлення територій промислових підприємств найбільшого поширення набули світильники консольної установки; для заводських площадок – вінчасті, встановлювані в основному на металевих опорах невеликої висоти.

З прожекторів найбільшого поширення набули прожектори з галогенними лампами.

Для встановлення світильників і прожекторів у першу чергу використовуються будинки і спорудження. Якщо ж неможливо використовувати будівлю, то для встановлення світильників застосовуються опори, а для встановлення прожекторів - башти.

8.7 Освітлення доріг і проїздів

Освітлення автомобільних доріг нормується залежно від інтенсивності руху автомобілів в обох напрямках. Освітлення автодоріг, а також пішохідних і велосипедних доріжок виконується в основному світильниками. Світильники встановлюються на спеціальних опорах, а також на стінах будинків чи на інших будівельних конструкціях.

Висота установки світильників вибирається з урахуванням вимог обмеження їх сліпучої дії і з урахуванням висоти типових опор. Звичайна висота установки світильника 6-10 м.

Відстань між світильниками обраного типу визначається розрахунком, при якому найчастіше задають потужність лампи і визначають відстань між опорами зі світильниками при заданій ширині освітлюваної смуги.

У тому випадку, коли дорога на значній відстані проходить між будинками (150 м і більше), рекомендується встановлювати світильники на тротуарі.

8.8 Освітлення відкритих складів і робочих площадок

Для освітлення складів чи різного роду робіт на відкритих просторах, як правило, беруться прожектори або світильники прожекторного типу, тому що такі об'єкти мають, звичайно, площі значних розмірів, а освітлювальні прилади можуть розміщатися тільки за межами освітлюваних площ.

Для освітлення відкритих складів чи робочих площадок шириною 30-40 м, розміщених уздовж цехів і в безпосередній близькості від них, можливе встановлення одиночних прожекторів

на даху цеху, що має висоту не менше 10-15 м, за умови дотримання безпеки обслуговуючого персоналу.

Вибір способу освітлення механізованих складів залежить від характеру складування і від організації на них завантажувально-розвантажувальних робіт. Склади з розвантажувальною галереєю можуть освітлюватися світильниками, установленими на огороженні даху галереї, на поворотних кронштейнах з великим (1,5-2 м) вильотом, для того щоб створити необхідну освітленість по всій площі складування, у тому числі і під галереєю. У цьому випадку краще застосовувати світильники з галогенними лампами.

8.9 Охоронне освітлення

Найменша освітленість, створювана охоронним освітленням уздовж лінії границь охоронюваних у нічний час площадок підприємств, нормується такою, що дорівнює 0,5 лк на рівні землі в горизонтальній площині чи на рівні 0,5 м від землі, на одній зі сторін вертикальної площини, перпендикулярної до лінії границі.

Для охоронного освітлення, як правило, використовуються світильники, але можна використовувати і прожектори, в основному за наявності спеціальних вимог, зокрема, при використанні охоронного телебачення. Економічним варіантом виконання охоронного освітлення, що рекомендується, є розміщення світильників і прокладка проводів з використанням огороження. У випадку, коли на підприємстві застосовується охоронна сигналізація, охоронне освітлення розбивається на ділянки визначеної довжини.

8.10 Особливості устрою електричних мереж і керування ними

Живлення мережі освітлення території промислових підприємств рекомендується виконувати від цехових підстанцій окремими лініями. Освітлення відкритих ділянок території, робота на яких пов'язана загальним технологічним процесом з цехом, допускається живлення від освітлювальних мереж цеху за умови централізованого керування освітлювальною установкою.

Рекомендації щодо вибору підстанцій, використовуваних для живлення зовнішнього освітлення:

а) варто використовувати найменшу кількість підстанцій, однак використовувати так, щоб при живленні мережі освітлення доріг від

обраних підстанцій перетину проводів повітряних мереж вони не перевищували 16 мм^2 для алюмінієвих проводів і для мідних 6 мм^2 ;

б) компонування ліній зовнішнього освітлення рекомендується робити з таким розрахунком, щоб, як правило, не допускати прокладки рівнобіжних ліній однакового призначення по загальній трасі;

в) рекомендується використовувати в першу чергу ті підстанції, від яких одночасно з освітленням доріг може бути освітлення складів, чи охоронне освітлення.

При невеликій потужності і малій довжині ліній для скорочення кількості проводів доцільно переходити до однофазних чи двофазних мережам, якщо це не викликає збільшення перетину проводів вище найменших припустимих значень.

На території промислових підприємств, насичених підземними комунікаціями, трудомісткість виконання кабельних мереж у траншеях висока, що потребує мережі прокладати відкрито.

Мережі освітлення заводських площадок і головних доріг промислових підприємств, до яких ставляться підвищені естетичні вимоги, виконуються броньованим кабелем у траншеї.

Кабельні мережі в траншеї, як і повітряні лінії на опорах, мають свої переваги і недоліки. Перевага схованих кабельних мереж полягає в тому, що вони менш піддані обриву, недоліком же їх є труднощі перебування та усунення обривів мережі. Навпроти, перевагою повітряних мереж є можливість легкого виявлення і усунення обривів мережі. З огляду на вищесказане, а також те, що повітряні лінії значно дешевші від кабельних, повітряним мережам варто віддавати перевагу порівняно з кабельними.

Роздільно повинні керуватися такі частини освітлювальної установки: освітлення доріг, освітлення ділянок території, на яких проводяться роботи в темний час доби; охоронне освітлення; світлоогородження висотних споруджень.

Для території промислових підприємств, де основна частина цехів працює в три зміни, освітлення доріг, пішохідних доріжок і залізничних колій включається на весь темний час доби. Для територій підприємств із двозмінною роботою рекомендується, крім робочого освітлення, передбачати чергове знижене освітлення на той період, коли підприємство в цілому не працює.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Черкасский В.М. Насосы, вентиляторы, компрессоры: Учебник для теплоэнергетических специальностей вузов. - М.: Энергия, 1977.
2. Ананьев В.А., Балуева Л.Н. и др. Системы вентиляции и кондиционирования. Теория и практика: Учебное пособие. 2-е изд. - М.: Евроклимат, Издательство "Арина", 2000. - 416с.
3. Щекин Р.В., Корневский С.М. Справочник по теплоснабжению и вентиляции. Вентиляция и кондиционирование воздуха. - К.: Будівельник, 1968.
4. Кязимов К.Г., Гусев В.Е. Основы газового хозяйства: Учеб. для проф. заведений. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Высш. шк., 2000. - 462 с.: ил.
5. Білан О.О., Даниленко М.А. Водоводи та водопровідні мережі. Гідравлічні розрахунки. - К.: Вища школа, 1974.
6. Карасев Б.В., Дечев В.И. Основы гидравлики, сельскохозяйственного водоснабжения и канализации. - Минск: Вышэйш. школа, 1976. - 368с.
7. Соколов Е.Я. Теплофікація і теплові мережі. - М.: Енергія, 1982. - 360с.
8. Архаров А.М., Беляков В.П. и др. Криогенные системы: Учебник для вузов по курсу "Криогенная техника". - М.: Машиностроение, 1987. - 536с.
9. Освещение открытых пространств /Н.В. Волоцкой, М.С. Дадиомов, Л.Д Николаева и др. - Л.: Энергоиздат. Ленингр. отд-ние, 1981. - 232с.: ил.