

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Інженерно-технологічний факультет
Кафедра енергетики та електротехнічних систем

ЕНЕРГЕТИЧНИЙ АУДИТ

**Методичні вказівки
з виконання самостійної роботи**

**для студентів 1 курсу
спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та
електромеханіка»,
денної та заочної форми навчання,
освітнього ступеня «магістр»**

СУМИ – 2024

УДК 620.93

Н70

Укладачі: Барсукова Г.В., к.т.н., доцент кафедри енергетики та електротехнічних систем
Юрченко О.Ю., ст. викладач кафедри енергетики та електротехнічних систем
Лисенко В.В., завідувач навчально-методичного кабінету кафедри енергетики та електротехнічних систем

**М36 Науково-методичне забезпечення навчального процесу :
методичні вказівки з виконання самостійної роботи / укл.: Г.В.
Барсукова, О.Ю. Юрченко, В.В. Лисенко. - Суми, 2024. – 72 с.**

У методичних вказівках приведені теми щодо методологічної бази знань методики проведення енергетичного аудиту технологічного устаткування, систем електропостачання, та виконання аналізу ефективності використання паливно-енергетичних ресурсів, рівня ефективності використання паливно-енергетичних ресурсів, потенціалу енергозбереження.

Рецензенти:

Думанчук М.Ю., к.т.н., доцент кафедри «Технічного сервісу» СНАУ;
Василенко О.О., к.т.н., доцент кафедри «ПОхорони праці та фізики» СНАУ.

Відповідальний за випуск:

Чепіжний А.В., к.т.н., доцент, завідувач кафедри енергетики та електротехнічних систем СНАУ.

Рекомендовано до видання методичною радою інженерно-технологічного факультету. Протокол № 2 від «01» жовтня 2024 року

© Сумський національний
аграрний університет, 2024

ЗМІСТ

№	Лабораторно-практичні роботи	Стор.
1	Корисність попередньо отриманої інформації під час проведення енергетичного аудиту	4
2	Вимірювальні засоби для поглибленого отримання інформації і їх характеристика	7
3	Характеристика систем вентиляції та кондиціювання	15
4	Характеристика елементів системи освітлення	24
5	Характерні особливості нагрівального і холодильного обладнання	31
6	Опис технологічних процесів, де використовується стиснене повітря.	38
7	Характеристики компресорів, їх види, відмінності і сфери застосування	46
8	Заходи з енергозбереження в холодильних установках. Опис.	48
9	Сфери застосування вентиляційних систем. Структурна схема вентиляційної системи.	54
10	Сфери застосування насосних установок. Структурна схема насосної установки	58
11	Порівняльна таблиця характеристик різних джерел світла	66

Тема 1. Корисність інформації для проведення енергетичного аудиту.

В основному теоретичному матеріалі були наведені деякі відомості, які можуть бути зібрані на переддоговірному етапі аудиторського дослідження. Нижче наведені приклади результатів аналізу інформації, що показують, наскільки зібрана інформація є корисною для проведення енергетичного аудиту.

1. Коротка історія підприємства (необхідно для визначення терміну роботи підприємства, етапів розвитку, загальних особливостей виробництва та його змін протягом історії підприємства).

2. Режим роботи підприємства (являє собою інформацію про кількість годин роботи підприємства протягом доби, місяця, року, а також періоди роботи і зупинок, завантажені і незавантажені періоди: необхідно для розрахунку спожитих теплової, електричної енергії та інших показників, що пов'язані з режимом роботи підприємства).

3. Номенклатура та об'єми виробництва продукції (необхідно для розрахунку обсягів використання ПЕР на виробництво одиниці продукції, порівняння з чинними нормами, розроблення нових норм з урахуванням модернізації виробництва).

4. Виробнича потужність підприємства (дозволяє побачити реальну завантаженість технологічного процесу, що вказує на рівень використання ПЕР на виробництво продукції).

5. Фінансовий стан підприємства (дозволяє визначити чи має підприємство кошти для впровадження енергоощадних заходів).

6. Перспективи розвитку підприємства (дозволяє побачити в якій кількості можна вкладати кошти підприємства в заходи з енергозбереження і чи окупляться ці заходи).

7. Кількість працівників (може бути необхідною для оцінювання умов виробництва, в яких працюють працівники, і розроблення енергоощадних заходів з урахуванням кількості працівників, які працюють в кожному виробничому підрозділі).

8. Загальна площа підприємства (необхідна для розрахунків з підвищення ефективності систем освітлення, опалення та ін).

9. Наявність субабонентів (з метою визначення особливостей роботи субабонентів, їх технологічного процесу та частки використання ПЕР субабонентами, визначення їх впливу на ефективність використання ПЕР на підприємстві замовника, а також для розгляду можливості проведення ЕА підприємств субабонентів).

10. Показники споживання ПЕР за останні декілька років:

- добові та річні графіки споживання ПЕР (з них визначаються тенденції споживання цих ресурсів у майбутньому; дані про погодинне споживання електроенергії дозволяють побачити причини збільшення фінансових витрат, пов'язаних з навантаженням в години, коли вона дорожча);
- паливно-енергетичні баланси (дозволяють визначити втрати енергії та палива по підприємству);
- баланси фінансових витрат на споживання енергоносіїв (дозволяють визначити пріоритетність в обстеженні енергоносіїв);
- баланси фінансових витрат за споживану електричну енергію під час використання одноставкового та диференційованого тарифів (дозволяють оцінити ефективність зміщення споживання електроенергії з годин максимуму в інші години).

11. Існуючі обмеження на споживання енергії (дозволяють виявляти можливості впровадження заходів з економії ПЕР, після застосування яких будуть задовольнятися обмеження, що їх має підприємство щодо енерговикористання).

12. Система тарифів на енергоносії, що їх використовує підприємство (дозволяє визначити ефективність переходу на інші системи тарифів).

13. Наявність і характеристика систем обліку та контролю енергоспоживання (дозволяє визначити енергоаудитору можливості додаткового збирання інформації, а також проаналізувати ефективність чинних систем обліку та контролю енергоспоживання і чи сприяють вони проведенню на підприємстві політики енергозбереження (напр. контролю виконання норм використання ПЕР).

14. Наявність системи енергетичного менеджменту на підприємстві та її робота (дозволяє визначити ефективність чинної системи енергетичного менеджменту, або доцільність впровадження у випадку її відсутності).

15. Інформація про енергетичні аудити підприємства, що були проведені раніше (дозволяє побачити, які сфери використання ПЕР не потребують дослідження, а які ще не вдосконалені).

16. Існуючі на підприємстві виробничі системи, в яких споживаються ПЕР (дозволяє сформувати ефективну послідовність аналізу цих систем для отримання найбільш корисних для підприємства заходів з енергозбереження).

Виявлені виробничі системи, що пов'язані з використанням ПЕР, можна проаналізувати таким чином.

1. Розташувати системи в напрямку, починаючи з найенергозатратніших (які характеризуються високими або низькими температурами (у порівнянні з температурою навколишнього середовища), високою інтенсивністю виробництва, високим рівнем споживання води, пари, стисненого повітря, електричної та ін. видів енергії).
2. Поділити системи на підсистеми:
 - а) вироблення енергії (котел, компресор, насоси, електричний двигун або генератор);
 - б) розподілу, перетворення і передачі енергії (трубопроводи, кабельні або повітряні лінії, ремінні передачі);
 - в) навантаження (витрати електроенергії, теплової енергії, енергія стисненого повітря на виробництво якоїсь корисної дії).
3. Здійснити аналіз кожної з підсистем, під час якого визначити неекономні ланки систем і робити відповідні пропозиції, які будуть внесені в попередній звіт енергоаудитора. Доцільно почати розгляд виробничої системи для пошуку можливостей енергозбереження з кінця, тобто з підсистеми навантаження.

Для аналізу можна використати питання, що покажуть заходи з енергозбереження, які можна запропонувати підприємству.

Тема 2. Вимірювальні засоби для поглибленого отримання інформації і їх характеристика.

Для практичного вимірювання одиниці величини застосовуються технічні засоби, що називаються *засобами вимірювання*. До засобів вимірювання відносяться: міри, вимірювальні перетворювачі, вимірювальні прилади, вимірювальні установки і системи, вимірювальні приналежності.

Міра - засіб вимірювання, призначений для відтворення фізичних величин заданого розміру. До даного виду засобів вимірювання відносяться гирі, кінцеві міри довжини і т.п. На практиці використовують однозначні і багатозначні міри, а також набори і магазини мір. *Однозначні міри* відтворюють величини тільки одного розміру (гиря). *Багатозначні міри* відтворюють кілька розмірів фізичної величини. Наприклад, міліметрова лінійка дає можливість виразити довжину предмета в сантиметрах і в міліметрах.

Набори і магазини являють собою об'єднання (сполучення) однозначних або багатозначних мір для одержання можливості відтворення деяких проміжних або сумарних значень величини. *Набір мір* являє собою комплект однорідних мір різного розміру, що дає можливість застосовувати їх у потрібних сполученнях. Наприклад, набір лабораторних гир. *Магазин мір* - сполучення мір, об'єднаних конструктивно в одне механічне ціле, у якому передбачена можливість за допомогою ручних або автоматизованих перемикачів, зв'язаних з відліковим пристроєм, з'єднувати складовий магазин міри в потрібному сполученні. На такому принципі улаштовані магазини електричних опорів.

До однозначних мір відносять стандартні зразки і стандартні речовини. *Стандартний зразок* - це належним чином оформлена проба речовини (матеріалу), що піддається метрологічній атестації з метою встановлення кількісного значення визначеної характеристики. Ця характеристика (або властивість) є величиною з відомим значенням при встановлених умовах зовнішнього середовища. До таких зразків відносяться, наприклад, набори мінералів з конкретними значеннями твердості (шкала Мооса) для визначення цього параметра в різних мінералів. Стандартним зразком є зразок чистого цинку, що служить для відтворення температури $419,527^{\circ}\text{C}$ за міжнародною температурною шкалою МТШ-90.

При користуванні мірами варто враховувати номінальне і дійсне значення мір, а також погрішність міри і її розряд. *Номінальним* називають значення міри, зазначене на ній. *Дійсне значення* міри повинне бути зазначене в спеціальному свідченні як результат високоточного вимірювання з використанням офіційного еталона.

Різниця між номінальним і дійсним значеннями називається *погрішністю міри*. Величина, протилежна за знаком погрішності, являє собою поправку до зазначеного на мірі номінального значення. Оскільки при атестації (перевірці) також можуть бути погрішності, міри підрозділяють на розряди (1-го, 2-го і т.д. розрядів) і називають *розрядними еталонами* (зразкові вимірювальні засоби), що використовують для перевірки вимірювальних засобів. Величина погрішності міри є основою для поділу мір на класи, що звичайно застосовується до мір, уживаним для технічних вимірювань.

Вимірювальний перетворювач - це засіб вимірювання, що служить для перетворення сигналу вимірювальної інформації у форму, зручну для обробки або збереження, а також передачі в пристрій, що показує, але не піддається безпосередньому сприйняттю спостерігачем.

Вимірювальні перетворювачі *або* входять у конструктивну схему вимірювального приладу, *або* застосовуються разом з ним, але сигнал перетворювача не піддається безпосередньому сприйняттю спостерігачем. Наприклад, перетворювач може бути необхідний для передачі інформації в пам'ять комп'ютера, для посилення напруги і т.д. Перетворену величину називають вхідною, а результат перетворення - вихідною величиною. Основною метрологічною характеристикою вимірювального перетворювача вважається співвідношення між вхідною і вихідною величинами, яка називається *функцією перетворення*.

Перетворювачі підрозділяються на *первинні* (безпосередньо сприймаючи вимірювану величину), *що передають*, на виході яких величина здобуває форму, зручну для реєстрації або передачі на відстань; *проміжні*, що працюють у сполученні з первинними і не впливають на змінювання роду фізичної величини.

Вимірювальні прилади - це засоби вимірювання, що призначені для одержання вимірювальної інформації у формі, доступній для безпосереднього спостереження.

Отже, прилад повинний являти собою сукупність декількох перетворювачів і обов'язково мати вихідний пристрій.

За характером показань ці прилади можуть бути показуючими і аналоговими, а за принципом дії – приладами прямої дії, порівняння, інтегрування і підсумовування.

Прилади прямої дії відображають вимірювану величину на пристрої, що показує, який має шкалу градуювань в одиницях цієї величини. Зміни роду фізичної величини при цьому не відбувається. До приладів прямої дії відносять, наприклад, амперметри, вольтметри, термометри і т.п.

Прилади порівняння призначаються для порівняння вимірюваних величин з величинами, значення яких відомі. Такі прилади широко використовуються в наукових цілях, а також і на практиці для вимірювання таких величин, як яскравість джерел випромінювання, тиск стиснутого повітря й ін.

У залежності від призначення прилади поділяють на універсальні, призначені для вимірювання однакових фізичних величин різних об'єктів, і спеціальні, призначені для вимірювання параметрів виробу одного типу.

У залежності від принципу дії вимірювальної системи, прилади поділяються на механічні, оптичні, оптико-механічні, пневматичні, електричні і т.п.

У залежності з прийнятою термінологією прості прилади з механічним принципом дії вимірювальної системи називаються вимірювальним інструментом (мікрометр, штангенциркуль).

Усі вимірювальні прилади складаються з чуттєвого елемента, що знаходиться під безпосередньою дією фізичної величини, вимірювального механізму і відлікового пристосування. Відлікове пристосування приладу, що показує, має шкалу і показчик, що виконаний у вигляді стрілки (матеріального стрижня) або променя світла (світлового показчика). Шкала має сукупність позначок і проставлених біля деяких з них чисел відліку, що відповідає рядові послідовних значень величини.

Ціна розподілу шкали – це різниця значень величини, що відповідає двом сусіднім позначкам шкали. Початкове і кінцеве значення шкали – це найменше і найбільше значення вимірюваної величини, що позначено на шкалі.

Вимірювальні приналежності – це сукупність різних допоміжних елементів, призначених для роботи разом з вимірювальним приладом (наприклад, різні шунти для розширення шкали приладу). Вони необхідні для обчислення виправлень до результатів вимірювання, якщо потрібний високий ступень точності. Наприклад, термометр може бути допоміжним засобом, якщо показання приладу достовірні при строго регламентованій температурі; психрометр - якщо строго застерігається вологість навколишнього середовища.

Варто враховувати, що вимірювальні приналежності вносять певні погрішності в результат вимірювання, що пов'язані з погрішністю самого допоміжного засобу.

Вимірювальні установки і системи - це сукупність засобів вимірювання, об'єднаних за функціональною ознакою з допоміжними пристроями, для вимірювання однієї або декількох фізичних величин об'єкта вимірювання. Звичайно такі системи автоматизовані і забезпечують уведення інформації в

систему, автоматизацію самого процесу вимірювання, оброблення і відображення результатів вимірювання для їх сприйняття користувачем.

Вимірювальні інформаційні системи – це засоби вимірювання, призначені для автоматичного представлення інформації у вигляді, зручному для використання в системах керування і регулювання.

У залежності від призначення розрізняють 4 різновиду вимірювальних систем:

1. вимірювальна система (ВС), призначена для встановлення кількісних характеристик об'єкта;
2. система контролю (СК), призначена для установлення відповідності параметрів об'єкта нормам або вимогам до характеристик об'єкта;
3. система діагностики (СД), призначена для встановлення причин несправностей і їхньої локалізації в об'єкті;
4. система розпізнавання (СР), призначена для встановлення приналежності даного об'єкта до деякого класу зразків об'єкта.

Сьогодні широко застосовуються цифрові вимірювальні перетворювачі. У них інформація про вимірювану величину піддається квантуванню за рівнем, дискретизації за часом і кодуванню спочатку у виді коду двійкової системи числення, а потім десяткової системи. Таким чином, вихідна величина відображається на цифровому відліковому пристрої. Представлення вимірювальної інформації у виді коду забезпечує можливість її реєстрації й обробки, тривалого збереження в запам'ятовуючих пристроях і введення в ЕОМ для обробки.

З моменту своєї появи (70-і роки XX століття) цифрова вимірювальна техніка розвивалася в двох напрямках: створення автономних цифрових вимірювальних приладів і цифрових вимірювальних перетворювачів. У сучасних цифрових вимірювальних приладах широко застосовують мікропроцесор – пристрій, що складається з однієї, рідко декількох інтегральних схем (БІС) і виконує ряд функцій центрального процесора програмувальної обчислювальної машини.

Складність задач контролю, автоматизації експерименту, обробки інформації привела до появи нового різновиду засобів вимірювання – вимірювально-обчислювальних комплексів (ВОК).

ВОК орієнтований на автоматизацію технологічних процесів виробництва, експериментальних установок, приладових стендів і обчислювальних засобів. ВОК створюються на базі обчислювальних комплексів, що випускаються

серійно, (ЕОМ) і програмно-керованих пристроїв зв'язку з об'єктом. Останнім часом широкий розвиток одержали ВОК, що виконані на базі мікропроцесорів.

ВОК – це автоматизований засіб вимірювання електричних величин, на основі якого можливе створення вимірювальної інформаційної системи шляхом приєднання до входу вимірювальних сигналів датчиків вимірюваних величин з уніфікованим електричним вихідним сигналом і генерація на основі програмних компонентів ВОК програм обробки інформації і керування експериментами, орієнтованими на рішення конкретних задач. ВОК призначені в основному для побудови на їхній основі наступних систем:

- автоматизованих систем управління технологічним процесом (АСУТП);
- систем автоматизації випробувань і наукових досліджень виробів і об'єктів промисловості (САНД);
- систем автоматизованої перевірки засобів вимірювання;
- автоматизованих вимірювальних інформаційних систем.

Метрологічні характеристики засобів вимірювання

Метрологічна характеристика засобу вимірювання – це характеристика однієї з властивостей засобу вимірювання, які впливають на результат вимірювання або його погрішність.

Основними метрологічними характеристиками є: діапазон вимірювання (або показання) і різні складові погрішності засобу вимірювання. Для кожного типу засобів вимірювання установлюють свої метрологічні характеристики. (Наприклад, діапазон вимірювання, діапазон показання, номінальне значення міри, дійсне значення міри, погрішність засобу вимірювання або її складові, нестабільність (стабільність), варіація показання, поріг чутливості, коефіцієнт перетворення й ін.)

Метрологічні характеристики, що установлюються нормативними документами, називаються нормованими метрологічними характеристиками, а ті, що визначаються експериментально – дійсними метрологічними характеристиками.

Діапазон показання – це область значень шкали приладу, обмежена кінцевим і початковим значеннями шкали.

Діапазон вимірювання – це область значень вимірюваної величини, для якої нормуються припустимі помилки приладу. Межа вимірювання – це найбільше і найменше значення діапазону вимірювання.

Варіація показання вимірювального приладу – різниця між двома показаннями приладу, коли одне і теж значення вимірюваної величини досягається внаслідок її збільшення або її зменшення.

Стабільність засобу вимірювання – це здатність засобу вимірювання зберігати свої метрологічні характеристики в заданих границях протягом заданого інтервалу часу

Номінальне значення міри – значення величини, приписане мірі або партії мір при виготовленні (наприклад, гиря з номінальним значенням 1 кг).

Дійсне значення міри – дійсне значення величини, відтворене і збережене мірою. Воно знаходиться шляхом звірення міри з більш точним засобом вимірювання. (Наприклад, Державний еталон – платино-іридієва гиря з номінальним значенням маси 1 кг після звірення з Міжнародним еталоном одержала значення 1,000000087 кг – на 87 мкг більше).

Поріг чутливості засобу вимірювання – найменша зміна вимірюваної величини, що викликає помітну зміну вихідного сигналу засобу вимірювання. Наприклад, якщо найменша зміна маси, що викликає помітне переміщення стрілки ваг, складає 10 мг, то поріг чутливості ваг дорівнює 10 мг.

Чутливість засобу вимірювання – відношення зміни вихідного сигналу до спричиненої ним зміни вимірюваної величини.

Клас точності засобу вимірювання – це узагальнена характеристика, яка обумовлена межами припустимих основних і додаткових погрешностей, а також іншими властивостями засобів вимірювання, що впливають на точність, значення яких встановлюють у стандартах на окремі види засобів вимірювання. Клас точності звичайно позначають числом. Клас точності засобу вимірювання конкретного типу встановлюють у стандартах технічних вимог (умов). Для кожного класу точності встановлюють конкретні вимоги до метрологічних характеристик, що у сукупності встановлюють рівень точності засобів вимірювання даного класу точності.

За метрологічним призначенням засоби вимірювання поділяють на два види - робочі засоби вимірювання і еталони. *Робочі засоби* вимірювання застосовують для визначення параметрів (характеристик) технічних пристроїв, технологічних процесів, навколишнього середовища й ін. Робочі засоби можуть бути лабораторними (для наукових досліджень), виробничими (для забезпечення і контролю заданих характеристик технологічних процесів), польовими (для літаків, автомобілів, судів і т.п.). Кожний з цих видів робочих засобів відрізняється особливими показниками. Так, *лабораторні* засоби вимірювання - самі точні і чутливі, а їхні показання характеризуються високою стабільністю. *Виробничі* мають стійкість до впливів різних факторів виробничого процесу: температури, вологості, вібрації і т.п., що може позначитися на

вірогідності і точності показань приладів. *Польові* працюють в умовах зовнішніх впливів, що постійно змінюються в широких межах.

Статистична характеристика вимірюваної величини

Унаслідок недосконалості методів і засобів вимірювання, впливу умов вимірювання і недосконалості органів почуттів спостерігача, а також багатьох інших факторів виникають погрішності вимірювання.

Ці погрішності поділяються на два види: випадкові і систематичні. Випадкові погрішності (у тому числі грубі погрішності і промахи) змінюються випадково при повторних вимірах однієї і тієї ж величини. Систематичні погрішності залишаються постійними або закономірно змінюються при повторних вимірах однієї і тієї ж величини.

Випадкова погрішність не може бути виключена з результатів вимірювання, однак її вплив може бути зменшений за рахунок повторних вимірювань однієї і тієї ж величини й обробки експериментальних даних.

Грубі погрішності і промахи з'являються через помилки або неправильні дії виконавця (його психофізичного стану, неправильного відліку, помилок запису або обчислень, неправильного включення приладу й ін.), а також при короточасних різних змінах при проведенні вимірювання (вібрація, надходження холодного або теплого повітря, поштовх приладу виконавцем і ін.).

Систематичні погрішності – це визначені функції невинуватих факторів, склад яких залежить від фізичних, конструктивних і технологічних особливостей засобів вимірювання, умов їхнього використання, а також індивідуальних якостей спостерігача. Складні закономірності, яким підкоряються систематичні погрішності, визначаються або при створенні засобів вимірювання і комплектації вимірювальної апаратури, або безпосередньо при підготовці вимірювального експерименту й у процесі його проведення.

Еталони, їхня класифікація і види

Особливим засобом вимірювання є еталон. **Еталон** - це високоточна міра, призначена для відтворення і збереження одиниці величини з метою передачі її розміру іншим засобам вимірювання. Від еталона одиниця величини передається *розрядним еталонам*, а від них *робочим засобам вимірювання*.

Еталони класифікують на первинні, вторинні і робочі.

Первинний еталон - це еталон, що відтворює одиницю фізичної величини з найвищою точністю, можливою в даній області вимірювання на сучасному рівні науково-технічних досягнень. Первинний еталон може бути національним (державним) і міжнародним.

Національний еталон затверджується національним органом з метрології як вихідний засіб вимірювання для країни. В Україні національні (державні) еталони затверджує Держспоживстандарт. Первинному еталонові супідрядні вторинні і робочі (розрядні) еталони. Розмір відтвореної одиниці вторинним еталоном звіряється з державним еталоном.

Вторинні еталони (їх іноді називають "еталони-копії") можуть затверджуватися або Держспоживстандартом, або державними науковими метрологічними центрами, що зв'язано з особливостями їхнього використання.

Робочі еталони сприймають розмір одиниці від вторинних еталонів і у свою чергу служать для передачі розміру менш точному робочому еталонові (або еталонові більш низького розряду) і робочим засобам вимірювання.

Найпершими офіційно затвердженими еталонами минулого прототипи метра і кілограма, виготовлені у Франції у 1799 р. були передані на зберігання в Національний архів Франції, тому їх стали називати "метр Архіву" і "кілограм Архіву". З 1872 р. кілограм став визначатися як рівний масі "кілограма Архіву". Кожен еталон основної або похідної одиниці Міжнародної системи SI має свою цікаву історію і зв'язаний з тонкими науковими дослідженнями й експериментами.

Державні еталони - це національне надбання країни, по їх технічних характеристиках можна оцінити науковий і технічний потенціал держави, визначити перспективи її соціально-економічного розвитку, здатність вийти на передові рубежі науково-технічного прогресу. Еталонна база сприяє також захисту інтересів споживачів і держави в сфері якості і безпеки продукції.

Після розпаду СРСР велика частина цієї бази залишилася в Росії. Україна фактично, у перші роки незалежності була начебто "прив'язана" до еталонної бази Росії, що обмежувало й ускладнювало роботу з організації забезпечення єдності вимірювань. Виходячи з цього, Харківський науково-дослідний інститут метрології (ХНДІМ) разом з іншими компетентними службами вже в 1992 році розробили програму створення еталонної бази України, що була затверджена урядом України.

В результаті у Харкові створено 34 державних еталона з 69 існуючих в Україні. Створена еталонна база забезпечує потреби вітчизняних товаровиробників, сприяє підвищенню конкурентоспроможності продукції і її вихід на світовий ринок. У розвиток еталонної бази України розроблена нова програма "Еталонна Україна" відповідно до якої у нас в 2006 р. повинно бути 80 державних еталонів, що наближає Україну до держав з розвинутою економікою і наукою - до оптимального метрологічного забезпечення.

Тема 3. Характеристика систем вентиляції та кондиціювання.

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

Кондиціювання повітря здійснюється комплексом технічних засобів, який називається системою кондиціювання повітря (СКП). До складу СКП входять технічні засоби забору повітря, підготовки, тобто надання необхідних властивостей (фільтри, теплообмінники зволожувачі чи осушувачі повітря), переміщення (вентилятори) та його розподілу, а також засоби холодо- та тепlopостачання, автоматики, дистанційного керування та контролю. СКП великих громадських, адміністративних та виробничих будівель обслуговуються, як правило, комплексними автоматизованими системами керування.

Автоматизована система кондиціювання підтримує заданий стан повітря в приміщенні, незалежно від коливань параметрів навколишнього середовища (атмосферних умов). Основне обладнання системи кондиціювання для підготовки та переміщення повітря агрегується (компонується в єдиному корпусі) у пристрої, який називається кондиціонером. У багатьох випадках усі технічні засоби для кондиціювання повітря скомпоновані в одному блоці або двох блоках, і тоді поняття «СКП» та «кондиціонер» є однозначними.

Перш ніж перейти до класифікації систем кондиціювання, необхідно зазначити, що загальноприйнятої класифікації СКП досі не існує, і пов'язано це з багатоваріантністю принципів схем, технічних та функціональних характеристик, які залежать не лише від технічних можливостей самих систем, але й від об'єктів застосування (кондиційованих приміщень).

Сучасні системи кондиціювання можуть бути класифіковані за:

- основним призначенням (об'єктом застосування) — комфортні та технологічні;
- принципом розташування кондиціонера по відношенню до приміщення, що обслуговується, — центральні та місцеві;
- наявністю власного (тобто такого, що входить до конструкції кондиціонера) джерела тепла та холоду – автономні та неавтономні;
- принципом дії — прямоточні, рециркуляційні та комбіновані;
- способом регулювання вихідних параметрів кондиційованого повітря — з якісним (однотрубним) та кількісним (двотрубним) регулюванням;
- ступенем забезпечення метеорологічних умов у приміщенні, що обслуговується — I-го, II-го та III-го класу;

- кількістю приміщень, що обслуговуються (локальних зон) — однозональні та багатозональні;
- тиском, який розвивається вентиляторами кондиціонерів: низького, середнього та високого тиску.

Також існують різноманітні системи кондиціювання, що обслуговують спеціальні технологічні процеси, включаючи системи зі змінними в часі (за певною програмою) метеорологічними параметрами.

Комфортні СКП призначені для створення та автоматичної підтримки температури, відносної вологості, чистоти та швидкості руху повітря, які відповідають оптимальним санітарно-гігієнічним вимогам для житлових, громадських та адміністративно-побутових будівель чи приміщень. Технологічні СКП призначені для забезпечення параметрів повітря, які максимальним чином відповідають вимогам виробництва. Технологічне кондиціювання в приміщеннях, де знаходяться люди, здійснюється з урахуванням санітарно-гігієнічних вимог до стану повітряного середовища.

Центральні СКП постачаються ззовні холодом (який доставляється холодною водою чи холодоагентом), теплом (яке доставляється гарячою водою, парою або електроенергією) та електричною енергією для приводу електродвигунів вентиляторів, насосів та ін. Центральні СКП розташовані за межами обслуговуваних приміщень та кондиціонують одне велике приміщення, декілька зон такого приміщення або багато окремих приміщень. Інколи декілька центральних кондиціонерів обслуговують одне приміщення великих розмірів (виробничий цех, театральний зал, закритий стадіон або каток). Центральні СКП облаштовуються центральними неавтономними кондиціонерами, які виготовляються за базовими (типовими) схемами компонування обладнання та їх модифікаціями.

Центральні СКП мають наступні переваги:

- ефективна підтримка заданої температури та відносної вологості повітря в приміщеннях;
- зосередження обладнання, яке потребує систематичного обслуговування та ремонту, як правило, в одному місці (підсобному приміщенні, технічному поверсі і т.д.);
- можливості забезпечення ефективного шумо- та вібропоглинання.

З допомогою центральних СКП, за умови належної акустичної обробки повітропроводів, облаштування глушників шуму та поглиначів вібрації, можливо досягнути найнижчих рівнів шуму в спецприміщеннях типу телерадіостудій u1080 і т.д.

Незважаючи на низку переваг центральних СКП, слід зазначити, що великі габарити та проведення складних будівельно-монтажних робіт зі встановлення кондиціонерів, прокладання повітропроводів та трубопроводів, часто призводять до неможливості застосування таких систем в існуючих реконструйованих будівлях.

Місцеві СКП розробляються на основі автономних та неавтономних кондиціонерів, які встановлюються безпосередньо в обслуговуваних приміщеннях. Перевагою місцевих СКП є простота встановлення та монтажу.

Така система застосовується у великій кількості випадків:

- в існуючих житлових та адміністративних будівлях для підтримки теплового мікроклімату в окремих офісних приміщеннях або в житлових кімнатах;
- у заново збудованих будівлях для окремих кімнат, режим споживання холоду в яких значно відрізняється від такого режиму в більшості інших кімнат, наприклад, у серверних та інших кімнатах адміністративних будівель, які насичені тепловиділяючою технікою (подача свіжого повітря та видалення витяжного повітря при цьому виконується, як правило, центральними системами припливно-витяжної вентиляції);
- у заново збудованих будівлях, якщо підтримка оптимальних теплових умов вимагається у невеликій кількості приміщень, наприклад, в обмеженій кількості номерів-люкс невеликого готелю;
- у великих приміщеннях, як існуючих, так і заново збудованих будівель: кафе та ресторанах, магазинах, проектних залах, аудиторіях і т.д.

Автономні СКП постачаються ззовні лише електричною енергією, наприклад, кондиціонери спліт-систем, шафові кондиціонери і т.д. Такі кондиціонери мають вбудовані компресійні холодильні машини, які працюють, як правило, на фреоні 22.

Автономні системи охолоджують та осушують повітря, для чого вентилятор продуває рециркуляційне повітря крізь поверхневі охолоджувачі повітря, котрими є випарники холодильних машин, а в перехідний та зимовий час вони можуть здійснювати підігрів повітря за допомогою електричних підігрівачів або шляхом реверсування роботи холодильної машини за циклом так званого «теплового насоса». Найбільш простим варіантом, який надає децентралізоване забезпечення температурних умов в приміщеннях, можна вважати застосування кондиціонерів спліт-систем.

Неавтономні СКП поділяються на:

- повітряні, під час використання яких до обслуговуваного приміщення подається лише повітря (міні-центральні кондиціонери);
- водо-повітряні, під час використання яких до кондиціонованих приміщень підводяться повітря та вода, які несуть тепло чи холод, або і одне, й інше разом взяті (системи чілерів-фанкойлів, центральні кондиціонери з місцевими доводчиками і т.д.).

Однозональні центральні СКП застосовуються для обслуговування великих приміщень із відносно рівномірним розподілом тепла, виділень вологи, наприклад, великих залів кінотеатрів, аудиторій і т.д. Такі СКП, як правило, комплектуються пристроями для утилізації тепла

(теплоутилізаторами) або змішувальними камерами для використання в обслуговуваних приміщеннях рециркуляції повітря.

Багатозональні центральні СКП застосовуються для обслуговування великих приміщень, у яких обладнання розташоване нерівномірно, а також для обслуговування низки порівняно невеликих приміщень. Такі системи є більш економічними, аніж окремі системи для кожної зони або кожного приміщення. Однак, з їх допомогою не може бути досягнутий такий самий ступінь точності підтримки одного чи двох заданих параметрів (вологості та температури), як із допомогою автономних СКП (кондиціонерами спліт-систем і т.д.).

Прямоточні СКП повністю працюють на зовнішньому повітрі, яке обробляється в кондиціонері, і після цього подається в приміщення.

Рециркуляційні СКП, навпаки, працюють без припливу або з частковою подачею (до 40 %) свіжого зовнішнього повітря або на рециркуляційному повітрі (від 60 до 100 %), яке забирається з приміщення, і після його обробки в кондиціонері знову подається у це ж приміщення.

Класифікація кондиціювання повітря за принципом дії на прямоточні та рециркуляційні обумовлюється, головним чином, вимогами до комфортності, умовами технологічного процесу виробництва, а також техніко-економічними міркуваннями.

Центральні СКП з якісним регулюванням метеорологічних параметрів являють собою широкий ряд найбільш поширених, так званих одноканальних систем, у яких все оброблене повітря при заданих кондиціях виходить із кондиціонера по одному каналу, і далі поступає в одне або декілька приміщень.

При цьому регулювальний сигнал від терморегулятора, який встановлений в обслуговуваному приміщенні, поступає безпосередньо на центральний кондиціонер. СКП з кількісним регулюванням подають в одне або декілька приміщень холодне та підігріте повітря двома паралельними каналами. Температура в кожному приміщенні регулюється кімнатним терморегулятором, який впливає на локальні змішувачі (повітряні клапани), які змінюють співвідношення витрат холодного та підігрітого повітря в суміші, що подається.

Двоканальні системи використовуються дуже рідко через складність регулювання, хоча й володіють деякими перевагами, зокрема, відсутністю в обслуговуваних приміщеннях теплообмінників, трубопроводів тепло- та холодоносія, можливістю спільної роботи зі системою опалення, що особливо важливо для існуючих будівель, системи опалення яких при облаштуванні двоканальних систем можуть бути збережені.

Недоліком таких систем є підвищені витрати на теплову ізоляцію паралельних повітропроводів, які підводяться до кожного обслуговуваного

приміщення. Двоканальні системи, аналогічно, як і одноканальні, можуть бути прямоточними та рециркуляційними.

Кондиціонування повітря, згідно БНіП 2.04.05–91*, за ступенем забезпечення метеорологічних умов, поділяється на три класи:

- Перший клас — забезпечує необхідні для технологічного процесу параметри у відповідності з нормативними документами.

- Другий клас — забезпечує оптимальні санітарно-гігієнічні норми або необхідні технологічні норми.

- Третій клас — забезпечує допустимі норми, якщо вони не можуть бути забезпечені вентиляцією в теплу пору року без застосування штучного охолодження повітря.

За тиском, який створюється вентиляторами центральних кондиціонерів, СКП поділяються на системи низького тиску (до 100 кг/м²), середнього тиску (від 100 до 300 кг/м²) та високого тиску (понад 300 кг/м²).

ВЕНТИЛЯЦІЯ

Вентиляцією називається сукупність заходів та пристроїв, що використовуються при організації повітрообміну, для забезпечення заданого стану повітряного середовища в приміщеннях та на робочих місцях, у відповідності до БНіП (Будівельних норм). Системи вентиляції забезпечують підтримку допустимих метеорологічних параметрів у приміщеннях різноманітного призначення.

При всьому різноманітті систем вентиляції, обумовленому призначенням приміщень, характером технологічного процесу, видом шкідливих виділень і т.д., їх можна класифікувати за наступними характерними ознаками:

- способом створення тиску для переміщення повітря (з природним та штучним нагнітанням);

- призначенням (припливні та витяжні);

- зоною обслуговування (місцеві, а також загальнообмінні);

- конструктивним виконанням (канальні та безканальні).

Природна вентиляція

Переміщення повітря в системах природної вентиляції відбувається:

- внаслідок різниці температур зовнішнього (атмосферного) повітря та повітря в приміщенні, так званої «аерації»;

- внаслідок різниці тисків «повітряного стовпа» між нижнім рівнем (обслуговуванням приміщенням) та верхнім рівнем – витяжним пристроєм (дефлектором), встановленим на даху;

- в результаті впливу так званого вітрового тиску.

Аерацію застосовують у цехах зі значними тепловиділеннями, якщо концентрація пилу та шкідливих газів у припливному повітрі не перевищує 30 % від гранично допустимої концентрації в робочій зоні. Аерацію не застосовують, якщо за умовами технології виробництва вимагається

попередня обробка припливного повітря, або якщо приплив зовнішнього повітря призводить до утворення туману чи конденсату.

У приміщеннях з великими надлишками тепла повітря є завжди теплішим, ніж зовнішнє. Більш важке зовнішнє повітря, потрапляючи до будівлі, витісняє з неї менш щільне тепле повітря.

При цьому в замкнутому просторі приміщення виникає циркуляція повітря, яка викликається джерелом тепла, подібна до тієї, яку створює вентилятор.

В системах природної вентиляції, в яких переміщення повітря створюється за рахунок різниці тисків повітряного стовпа, мінімальний перепад за висотою між рівнем забору повітря з приміщення та його викидом через дефлектор повинен складати не менше 3 м. При цьому рекомендована довжина горизонтальних ділянок повітропроводів не повинна бути більшою за 3 м, а швидкість повітря в повітропроводах – не перевищувати 1 м/с

Вплив вітрового тиску виражається в тому, що на навітряних (звернених до вітру) сторонах будівлі утворюється підвищений, а на підвітряних сторонах, а іноді й на даху, – понижений тиск (розрідження).

Якщо в огорожах будівлі є прорізи, то з навітряної сторони атмосферне повітря поступає в приміщення, а з підвітряної – виходить з нього, причому швидкість руху повітря в прорізах залежить від швидкості вітру, що обдуває будівлю, а також, відповідно, від величин виникаючих при цьому різниць тисків.

Системи природної вентиляції є відносно простими та не потребують складного високовартісного обладнання, а також витрати електричної енергії. Однак, залежність ефективності цих систем від змінних факторів (температури повітря, напрямку та швидкості вітру), а також невеликий існуючий тиск не дозволяють вирішувати з їх допомогою всі складні та різноманітні завдання в області вентиляції.

Механічна вентиляція

В механічних системах вентиляції використовуються обладнання та прилади (вентилятори, електродвигуни, повітрянагрівачі, пиловловлювачі, автоматика та ін.), які дозволяють переміщувати повітря на значні відстані. Витрати електроенергії на їх роботу можуть бути досить великими. Такі системи можуть подавати та видаляти повітря з локальних зон приміщення у необхідній кількості, незалежно від мінливих умов навколишнього повітряного середовища. За необхідності повітря піддають різним видам обробки (очищенню, нагріванню, зволоженню і т.д.), що практично неможливо в системах із природним нагнітанням. На практиці часто передбачають так звану «змішану вентиляцію», тобто одночасно природну та механічну вентиляцію. У кожному конкретному проекті визначається, який тип вентиляції є найкращим у санітарно-гігієнічному відношенні, а також економічно та технічно більш раціональним.

Припливна вентиляція

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

Витяжна вентиляція

Витяжна вентиляція видаляє з приміщення (цеху, корпусу) забруднене чи нагріте відпрацьоване повітря. В загальному випадку, в приміщенні передбачаються як припливні, так і витяжні системи. Їх продуктивність повинна бути збалансованою, з урахуванням можливості поступлення повітря в суміжні приміщення або зі суміжних приміщень. У приміщеннях може бути також передбачена лише витяжна або лише припливна система. В такому випадку повітря поступає в дане приміщення ззовні або зі суміжних приміщень через спеціальні прорізи чи видаляється з даного приміщення назовні, або ж перетікає у суміжні приміщення. Як припливна, так і витяжна вентиляція може облаштовуватися на робочому місці (місцева) або для всього приміщення (загальнообмінна).

Місцева вентиляція

Місцевою вентиляцією називається така вентиляція, при якій повітря подається на окремі місця (місцева припливна вентиляція), і забруднене повітря видаляється лише з місць утворення шкідливих виділень (місцева витяжна вентиляція).

Місцева припливна вентиляція

До місцевої припливної вентиляції відносяться повітряні душі (зосереджений приплив повітря з підвищеною швидкістю). Вони повинні подавати чисте повітря до постійних робочих місць, зменшувати в їх зоні температуру навколишнього повітря та обдувати робочих, які піддаються інтенсивному тепловому опроміненню.

До місцевої припливної вентиляції відносяться повітряні оазиси – ділянки приміщень, відгороджені від решти приміщення пересувними перегородками висотою 2–2,5 м, у які нагнітається повітря з пониженою температурою. Місцеву припливну вентиляцію застосовують також у вигляді повітряних завіс (біля воріт, печей та ін.), які створюють ніби повітряні перегородки або змінюють напрямки потоків повітря. Місцева вентиляція потребує менших затрат, ніж загальнообмінна. У виробничих приміщеннях при виділенні шкідливих речовин (газів, вологи та ін.) зазвичай застосовують змішану систему вентиляції — загальну для усунення шкідливих речовин у всьому об'ємі приміщення, а також місцеву (місцеві відсмоктування та приплив) для обслуговування робочих місць.

Місцева витяжна вентиляція

Місцеву витяжну вентиляцію використовують, коли місця виділення шкідливих речовин у приміщенні є локалізовані, і можливо не допустити їх

поширення по всьому приміщенню. Місцева витяжна вентиляція у виробничих приміщеннях забезпечує вловлювання та відведення шкідливих виділень: газів, диму, пилу та частково тепла, яке виділяється від обладнання. Для видалення шкідливих речовин застосовуються місцеві відсмоктувачі (укриття у вигляді шаф, зонти, бортові відсмоктувачі, завіси, укриття у вигляді кожухів біля верстатів та ін.).

Основні вимоги, яким вони повинні задовольняти: місце утворення шкідливих виділень, за можливості, повинно бути повністю закрито; конструкція місцевого відсмоктувача повинна бути такою, щоб відсмоктування не перешкоджало нормальній роботі та не зменшувало продуктивність праці; шкідливі виділення необхідно видаляти з місця їх утворення в напрямку їх природного руху (гарячі гази та пару необхідно видаляти вгору, холодні важкі гази та пил – вниз).

Конструкції місцевих відсмоктувачів поділяються на дві групи: напіввідкриті відсмоктувачі (витяжні шафи, зонти) — об'єми повітря визначаються розрахунком; відкритого типу (бортові відсмоктувачі) — відведення шкідливих виділень досягається лише за великих обсягів повітря, що відсмоктується. Основними елементами такої системи є місцеві відсмоктувачі — укриття (МВ), всмоктувальна мережа повітропроводів (ВМ), вентилятор (В) відцентрового або осьового типу, ВШ — витяжна шахта.

При улаштуванні місцевої витяжної вентиляції для вловлювання пиловиділень, повітря, що видаляється з цеху, перед його викидом в атмосферу повинно бути попередньо очищене від пилу. Найбільш складними витяжними системами є такі, в яких передбачена дуже висока ступінь очищення повітря від пилу, зі встановленням послідовно двох або навіть трьох пиловловлювачів (фільтрів).

Фільтри кишенькові Серії ВЕНТС ФБК

Місцеві витяжні системи, як правило, є досить ефективними, оскільки дозволяють видаляти шкідливі речовини безпосередньо від місця їх утворення чи виділення, не даючи їм поширитися у приміщенні. Завдяки значній концентрації шкідливих речовин (парів, газів, пилу), зазвичай вдається при невеликому обсязі повітря, що видаляється, досягти задовільного санітарно-гігієнічного ефекту.

Місцеві системи не можуть вирішити всіх завдань вентиляції: не всі шкідливі виділення можуть бути локалізовані цими системами, наприклад, шкідливі виділення, розосереджені на значній площі або в об'ємі; подача повітря в окремі зони приміщення не може забезпечити необхідних умов повітряного середовища, якщо робота проводиться по всій площі приміщення, або вона пов'язана з переміщенням і т.д.

Загальнообмінні системи вентиляції, як припливні, так і витяжні, призначені для здійснення вентиляції в приміщенні в цілому або в значній його частині. Такі системи відносно рівномірно видаляють повітря з усього

обслуговуваного приміщення, а загальнообмінні припливні системи подають повітря та розподіляють його по всьому об'єму вентилязованого приміщення.

Загальнообмінна припливна вентиляція

Загальнообмінна припливна вентиляція застосовується для асиміляції надлишкового тепла та вологи, розведення шкідливих концентрацій парів та газів, які не були видалені місцевою та загальнообмінною витяжною вентиляцією, а також для забезпечення розрахункових санітарно-гігієнічних норм та вільного дихання людини в робочій зоні.

При від'ємному тепловому балансі, тобто, при нестачі тепла, загальнообмінну припливну вентиляцію встановлюють з механічним нагнітанням та з підігрівом всього обсягу припливного повітря. Як правило, перед подачею повітря очищається від пилу. При поступленні шкідливих виділень у повітря цеху кількість припливного повітря повинна повністю компенсувати загальнообмінну та місцеву витяжну вентиляцію.

Загальнообмінна витяжна вентиляція

Найпростішим типом загальнообмінної витяжної вентиляції є окремий вентилятор (як правило, осьового типу) з електродвигуном на одній осі, розташований у вікні чи отворі стіни.

Така установка видаляє повітря з найближчої до вентилятора зони приміщення, здійснюючи лише загальний повітрообмін. У деяких випадках установка має протяжний витяжний повітропровід. Якщо довжина витяжного повітропроводу перевищує 30–40 м та, відповідно, втрати тиску в мережі складають понад 30–40 кг/м², тоді замість осьового вентилятора встановлюється вентилятор відцентрового типу.

Коли шкідливими виділеннями в цеху є важкі гази чи пил, і відсутні тепловиділення від обладнання, витяжні повітропроводи прокладаються по підлозі цеху або виконуються у вигляді підпідлогових каналів. У промислових будівлях, де присутні шкідливі виділення різного виду (тепло, волога, гази, пари, пил і т.д.), і їх поступлення в приміщення відбувається в різних умовах (зосереджено, розосереджено, на різних рівнях і т.д.), досить часто неможливо обійтися якоюсь однією системою, наприклад, місцевою або загальнообмінною.

Тема 4. Характеристика елементів системи освітлення.

1.1. Основні характеристики освітлення

Відчуття світла при дії на очі людини викликають електромагнітні хвилі оптичного діапазону. Видима частина оптичних випромінювань розташовується між областями ультрафіолетових і інфрачервоних випромінювань і лежить в діапазоні довжин хвиль 380—760 нм.

Освітлення характеризується кількісними і якісними показниками. До кількісних показників відносяться: світловий потік, сила світла, освітленість, яскравість.

Світловий потік Φ – це частина променистого потоку, яка сприймається зором людини як світло (вимірюється в люменах – лм).

Сила світла I – величина, що оцінює просторову густину світлового потоку і є відношенням світлового потоку $d\Phi$ до тілесного кута $d\omega$, в межах якого світловий потік розповсюджується:

$$I = d\Phi / d\omega.$$

За одиницю сили світла прийнята кандела (кд).

Освітленість E – поверхнева густина світлового потоку, є відношенням світлового потоку $d\Phi$, падаючого на елемент поверхні dS , до площі цього елемента:

$$E = d\Phi / dS$$

За одиницю освітленості прийнятий люкс (лк) – при світловому потоці в 1 лм на площі в 1 м².

Яскравість поверхні L – відношення сили світла, випромінюваного в напрямку, що розглядається, до площі поверхні, що світиться, кд/м²:

$$L = I / S$$

Коефіцієнт віддзеркалення ρ визначається як відношення відображеного від поверхні світлового потоку $\Phi_{отр}$ до падаючого на неї світлового потоку $\Phi_{пад}$:

$$\rho = \Phi_{отр} / \Phi_{пад}.$$

До основних якісних показників освітленості відносяться: фон, контраст об'єкту з фоном, видимість, показник засліпленості і дискомфорту, коефіцієнт пульсації.

Фон – поверхня, прилегла безпосередньо до об'єкту, на якій він розглядається.

Видимість – здатність ока людини сприймати об'єкт при освітленості від 0,1 до 100 000 лк.

Світло діє на очі і через них на центральну нервову систему, кору великих півкуль головного мозку і на весь організм людини, викликаючи посилення діяльності дихальних органів, поліпшуючи стан і стимулюючи діяльність всього організму.

При поганому освітленні зростає потенційна небезпека помилкових дій і нещасних випадків: до 5 % травм можна пояснити недостатнім освітленням, а в 20 % випадків воно сприяло їх виникненню. Погане освітлення може привести до професійних захворювань: робоча міопія (короткозорість), спазм акомодатії, ністагм. У осіб, повністю або частково позбавлених природного світла (по роду роботи або через географічні умови), може виникнути світлове голодування.

Виробниче освітлення характеризується кількісними і якісними показниками. Кількісними показниками є світловий потік, сила світла, освітленість, яскравість і світлимість. Якісними показниками, визначальними умови зорової роботи, є фон, контраст об'єкту з фоном, видимість, циліндрова освітленість, показник засліпленості, показник дискомфорту і коефіцієнт пульсації освітленості.

При дослідженні освітлення виробничих приміщень вимірюються площинна (горизонтальна, вертикальна і похила) і об'ємна (циліндрова і півсферична) освітленість. Для вимірювання площинної освітленості застосовується об'єктивний люксметр Ю-116. Люксметр є поєднанням фотоелемента і міліамперметра. Світловий потік викликає протікання фотоструму через міліамперметр, шкала якого проградуєвана в люксах. Прилад має дві межі вимірювань: до 30 і 100

лк. Прикладені до приладу насадки дозволяють розширювати діапазони вимірювань в 10, 100 і 1000 разів. Погрішність вимірювання без насадок $\pm 10\%$, з насадками $\pm 15\%$ вимірюваної величини.

Залежно від джерела світла виробниче освітлення буває природним, штучним і сумішним.

Для створення сприятливих умов праці виробниче освітлення повинне відповідати наступним вимогам:

1. Освітленість на робочому місці повинна відповідати гігієнічним нормам. Збільшення освітленості робочої поверхні до певної межі поліпшує видимість об'єкту, збільшує швидкість розрізнення предметів і підвищує продуктивність праці.

2. Яскравість на робочій поверхні і в межах оточуючого простору повинна розподілятися по можливості рівномірно, оскільки перехід погляду з яскраво освітленої на слабо освітлену поверхню і навпаки викликає стомлення очей. Рівномірному розподілу яскравості сприяє світле забарвлення стелі, стін, устаткування.

3. На робочій поверхні не повинно бути різких тіней, оскільки вони створюють нерівномірний розподіл яскравості, спотворюють форму і розміри об'єктів і викликають стомлення зору, а наявність жвавих тіней, крім того, сприяє виникненню травм.

4. Блискіт (прямий або відображений) повинний бути відсутнім в полі зору. Прямий блискіт створюється поверхнями джерел світла, і його зменшення здійснюється зменшенням яскравості джерел світла, відповідним вибором захисного кута світильника і збільшенням висоти підвісу світильників. Відображений блискіт створюється поверхнями з великими коефіцієнтами і віддзеркаленням у напрямку до очей. Послаблення відображеного блискоту досягається підбором напрямку світлового потоку на поверхню і заміною блискучих поверхонь матовими.

5. Освітлення повинне забезпечувати необхідний спектральний склад світла для правильної передачі кольорів. Правильну передачу кольорів створює природне освітлення і штучні джерела світла із спектральною характеристикою, близькою до природного освітлення.

Залежно від зорової роботи приміщення підрозділяються на наступні чотири групи:

I група — приміщення, в яких розрізнення об'єктів зорової роботи здійснюється при фіксованому напрямку лінії зору працюючих на робочу поверхню (виробничі приміщення промислових підприємств, робочі кабінети, конструкторські бюро, аудиторії, лабораторії і т.п.);

II група — приміщення, в яких проводиться розрізнення об'єктів при нефіксованій лінії зору і огляд оточуючого простору (виробничі приміщення, в яких ведеться тільки нагляд за роботою технологічного устаткування, виставкові зали, зали їдалень і т.п.);

III група — приміщення, в яких огляд оточуючого простору здійснюється при дуже короткочасному, епізодичному розрізненні об'єктів (глядачеві зали і фойє клубів, кімнати очікування, актові зали, вестибюлі, гардеробні суспільних будівель і т.п.);

IV група — приміщення, в яких відбувається загальне орієнтування в просторі інтер'єру (проходи, коридори, гардеробні виробничих будівель, санвузли, закриті стоянки автомашин і т.п.).

1.2. Природне освітлення

Природне освітлення — освітлення приміщень світлом неба (прямим або відображеним), проникаючим через світлові отвори в зовнішніх захищаючих конструкціях. По своєму спектральному складу воно є найсприятливішим. Природне освітлення може бути:

- бічним — через світлові отвори в зовнішніх стінах (вікна);
- верхнім — через світлові отвори в покритті і ліхтарі, а також через світлові отвори в місцях перепадів висот суміжних будівель;
- комбіноване — поєднання верхнього і бічного освітлення.

Природне освітлення характеризується коефіцієнтом природної освітленості КПО (e). КПО — відношення природної освітленості, створюваної в деякій точці заданої площини у середині приміщення світлом неба (безпосереднім або після віддзеркалень), до значення зовнішньої горизонтальної освітленості, створюваної світлом повністю відкритого небозводу, %.

$$e = \frac{E_{\text{вс}}}{E_{\text{зовн}}} \cdot 100\%,$$

де $E_{\text{вс}}$, $E_{\text{зовн}}$ - природна освітленість, зміряна відповідно в контрольній точці всередині приміщення і зовні будівлі, лк.

При бічному природному освітленні нормується мінімальне значення КПО ($e_{\text{мін}}$): при односторонньому — в точці, розташованій на відстані 1 м від стіни, самої віддаленої від світлових отворів, а при двосторонньому — в точці посередині приміщення на перетині вертикальної площини характерного розрізу приміщення і умовної робочої поверхні (або підлоги). При верхньому і комбінованому освітленнях нормується середнє значення КПО:

$$e_{\text{ср}} = (e_1/2 + e_2 + e_3 + \dots + e_N/2)/(N-1),$$

де N — кількість точок визначення (перша і остання точки приймаються на відстані 1 м від поверхні зовнішніх стін або перегородок); e_1, e_2, e_3, e_N — значення КПО при верхньому і комбінованому освітленні в точках характерного розрізу приміщення.

Під умовною робочою поверхнею приймається умовно прийнята горизонтальна поверхня, розташована на висоті 0,8 м від підлоги.

Експериментальне визначення КПО вимагає одночасного вимірювання освітленості всередині і зовні приміщення (для вимірів необхідно два люксметри і два фотометриста). Виміри повинні проводитися, коли небо затягнене хмарами. Зовнішню горизонтальну освітленість необхідно виміряти на відкритому місці.

Нормовані значення КПО для виробничих приміщень, залежать від характеристики та розряду зорової роботи (визначаються в залежності від найменшого розміру об'єкта розпізнання), або призначення приміщення в будівлях управління, конструкторських, проектних, науково-дослідних установах, громадянських і суспільних будівлях, а також від системи освітлення і стійкості сніжного покриву (при системі бічного освітлення).

Нормовані значення КЕО для будівель, що розташовуються в різних місцях, визначаються по формулі

$$e_n = e_n m_n$$

де e_n — нормоване значення КПО; m — коефіцієнт світлового клімату, що враховує забезпеченість природним освітленням в залежності від орієнтації світлових прорізів за сторонами горизонту

Таблиця 1.1. Коефіцієнт світлового клімату

Світлові прорізи	Орієнтація світлових прорізів за сторонами горизонту	Коефіцієнт світлового клімату, m_N	
		Автономна республіка Крим, Одеська обл..	Решта території України
В зовнішніх стінах будинків	ПН	0,85	0,90
	ПНС, ПНЗ	0,85	0,90
	З, С	0,80	0,85
	ПДС, ПДЗ	0,80	0,85
	ПД	0,75	0,85
В прямокутних та трапецієподібних ліхтарях	ПН-ПД	0,80	0,80
	ПНС-ПНЗ	0,75	0,80
	ПДЗ-ПНЗ	0,75	0,80
В ліхтарях типу «Шед»	ПН	0,80	0,80
В зенітних ліхтарях	-	0,70	0,80

Примітка. ПН - північ; ПНС – північ-схід; ПНЗ – північ-захід; С - схід; З - захід;
ПН-ПД – північ-південь; С-З – схід-захід; ПД - південь; ПДС – південь-схід; ПДЗ – південь-захід

Отримане значення КПО слід округляти до десятих часток.

При розрахунку природного освітлення за відомою площею підлоги приміщення із співвідношення площі світлових отворів і площі підлоги визначають вимагаєму загальну площу світлових отворів. Потім по заздалегідь прийнятому стандартному отвору визначається необхідна кількість світлових отворів, які розміщуються в зовнішніх стінах або перекритті будівлі відповідно до архітектурного рішення і будівельної конструкції

Основним вимірювальним приладом для оцінки освітлення у виробничих умовах є фотоелектричний об'єктивний люксметр Ю - 116, призначений для вимірювання освітленості, створеної природним світлом і штучними джерелами світла, які можуть бути розташовані довільно щодо світлоприймача люксметра. Люксметр складається з вимірника (міліамперметра), що має дві (або одну) шкали, градуйовані в люксах, селенового фотоелемента в окремому пластмасовому корпусі і чотирьох насадок на фотоелемент, призначених для розширення діапазонів вимірювань. На верхній панелі вимірника розташовані шкали приладу, коректор установки стрілки приладу на нульовий розподіл шкали, кнопки перемикача діапазонів вимірювань і таблиця, в якій приведені верхні межі діапазонів вимірювань залежно від поєднання: “натиснута кнопка перемикача” - “комплект вживаних насадок” (без насадок, КМ, КР, КТ). На лівій стіні корпусу вимірника розташована вилка (в гнізді) для приєднання фотоелемента. Фотоелемент приєднується до вимірника кабелем з розеткою, що забезпечує правильну полярність з'єднання. На корпус фотоелемента можуть надягати насадки, маркіровані буквами К, М, Р, Т. Насадка К призначена для зменшення косинусної погрішності приладу і виконана у вигляді півсфери з білої світлорозсіювальної пластмаси, укладеної в непрозоре пластмасове кільце з різьбленням для нагвинчування на корпус фотоелемента. Ця насадка застосовується тільки спільно з однією з трьох інших насадок, виконаних у вигляді дисків, що мають маркіровку М, Р, Т і встановлюваних між корпусом фотоелемента і насадкою К.

1.3. ШТУЧНЕ ОСВІТЛЕННЯ

Системи штучного освітлення

Штучне освітлення буває двох систем: загальне і комбіноване. *Загальне освітлення* — це освітлення, при якому світильники розміщуються у верхній зоні приміщення рівномірно (загальне рівномірне освітлення) або стосовно розташування устаткування (загальне локалізоване освітлення). *Комбіноване освітлення* — це освітлення, при якому до загального освітлення додається місцеве. *Місьцеве освітлення* — це додаткове до загального освітлення, створюване світильниками, що концентрують світловий потік безпосередньо на робочих місцях (поверхнях). Застосування одного місцевого освітлення у виробничих приміщеннях не допускається.

Штучне освітлення підрозділяється на робоче, аварійне, евакуаційне і охоронне. *Робоче освітлення* — це освітлення, призначене для виконання технологічного процесу або руху людей і транспорту в темний час доби. Його слід передбачати для всіх приміщень будівель, а також для ділянок відкритих просторів, призначених для роботи, проходу людей і руху транспорту. *Аварійне освітлення* — це освітлення, що вживається при відключенні робочого освітлення і дозволяє продовжувати роботи. *Евакуаційне освітлення* (аварійне освітлення для евакуації) — це освітлення для евакуації людей з приміщення при аварійному відключенні робочого освітлення. *Охоронне (чергове) освітлення* — це освітлення в неробочий час.

Нормування штучного освітлення

Як критерії оцінки штучного робочого освітлення прийняті: *освітленість E*, *показник засліпленості P* (для виробничих приміщень) або *показник дискомфорту M* (для приміщень управління, проектних, конструкторських, науково - дослідницьких установ і приміщень цивільних і суспільних будівель), *коефіцієнт пульсації освітленості K_n* (при освітленні приміщень газорозрядними лампами).

Для виробничих приміщень нормована освітленість залежить від характеристики та розряду зорових робіт (визначається за найменшим розміром об'єкта розпізнання), підрозряду зорової роботи (визначається за співвідношенням контрасту об'єкта розрізнення з фоном та характеристикою фону і системи освітлення (комбіноване або загальне освітлення)).

Контраст об'єкту розрізнення з фоном

$$K = \left| \frac{L_o - L_{\phi}}{L_{\phi}} \right|, \quad 1$$

де L_o, L_{ϕ} - яскравість відповідно об'єкту розрізнення і фону, кд/м².

Контраст об'єкту розрізнення на фон вважається

великим при $K > 0,5$;

середнім при $0,2 \leq K \leq 0,5$;

малим при $K < 0,2$.

Характеристика фону (поверхні, безпосередньо прилеглої до об'єкту розрізнення) визначається коефіцієнтом віддзеркалення ρ . Фон вважається світлим при $\rho > 0,4$, середнім при $0,2 \leq \rho \leq 0,4$ і темним при $\rho < 0,2$.

Для приміщень управління, конструкторських, проектних, науково - дослідницьких установ і приміщень цивільних і суспільних будівель значення нормованої освітленості залежить від призначення приміщення (освітлення таких приміщень здійснюється переважно системою загального рівномірного освітлення).

Норми освітленості встановлені для газорозрядних джерел світла; у разі застосування ламп розжарювання (необхідне спеціальне обґрунтування) значення, що вимагається, освітленості встановлюється коректуванням норм.

Нормовані значення показника засліпленості для виробничих приміщень залежать від розряду зорової роботи і часу перебування людей в приміщенні.

Нормовані показники дискомфорту для приміщень управління, конструкторських, проектних, науково - дослідницьких установ і приміщень цивільних і суспільних будівель залежать від призначення приміщення.

Нормування показників засліпленості і дискомфорту здійснюється з метою обмеження сліпучої дії (блискоту) джерел світла, які потрапляють в поле зору працюючих безпосередньо або відображаються від полірованих робочих поверхонь. Сліпуча дія джерел світла і характеризуючи його показники засліпленості і дискомфорту залежать від яскравості джерел світла, конструкції світильника (захисного кута відбивача, наявності розсівальників, затінювальників), висоти підвісу світильників, відношення довжини і ширини приміщення до висоти підвісу світильників, коефіцієнтів віддзеркалення різних поверхонь в приміщенні.

Показник дискомфорту

$$M = M_T \mu_1 \quad 2$$

де M_T - табличне значення показника дискомфорту, є функцією відношення світлового потоку, випромінюваного світильником в нижню півсферу (Φ_o), до повного потоку світильника, коефіцієнтів віддзеркалення поверхонь приміщення і відносин довжини і ширини приміщення до висоти установки світильника над очима спостерігача; μ_1 - поправочний коефіцієнт.

$$\mu_1 = 0,5 \sqrt{\frac{F_o}{\sigma}} \quad 3$$

F_o - фактичний світловий потік, що направляється світильником в нижню півсферу, тис. лм;
 σ - площа вихідного отвору світильника, м².

Критерієм оцінки відносної глибини коливань освітленості в результаті зміни в часі світлового потоку газорозрядних ламп при живленні їх змінним струмом є коефіцієнт пульсації освітленості, %:

$$K = \frac{E_{\max} - E_{\min}}{2E_{\text{ср}}} \times 100 \quad 4$$

де $E_{\max}$ і $E_{\min}$ - відповідно максимальне і мінімальне значення освітленості за період її коливання, лк; $E_{\text{ср}}$ - середнє значення освітленості за цей же період, лк.

Нормовані значення коефіцієнта пульсації освітленості для виробничих приміщень залежать від розряду зорової роботи і системи освітлення.

Нормовані значення коефіцієнта пульсації освітленості для приміщень управління, конструкторських, проектних, науково - дослідницьких установ і приміщень цивільних і суспільних будівель залежать від призначення приміщення.

Нормовані значення освітленості (при використанні ламп розжарювання), відмінні на один ступінь, слід приймати по шкалі: 0,2; 0,3; 0,5; 1; 2; 3; 5; 7; 10; 20; 30; 50; 75; 100; 150; 200; 300; 400; 500; 600; 700; 1000; 1250; 1500; 2000; 2500; 3000; 3500; 4000; 4500; 5000 лк.

При використовуванні ламп розжарювання освітленість слід знижувати по наступній шкалі: на один ступінь при системі комбінованого освітлення, якщо нормована освітленість складає 750 лк і більше; на один ступінь при системі загального освітлення для розрядів роботи I—V і VII, при цьому освітленість від ламп розжарювання не повинна перевищувати 300 лк; на два ступені при системі загального освітлення для VI і VIII розрядів робіт.

Норми освітленості (см, табл.) слід підвищувати на один ступінь шкали освітленості в наступних випадках: при роботах I—IV розрядів, якщо напружена зорова робота виконується протягом всього робочого дня; при підвищеній небезпеці травматизму, якщо освітленість від системи загального освітлення складає 150 лк і менш; при спеціальних підвищених санітарних вимогах, якщо освітленість від системи загального освітлення складає 500 лк і менш; при роботі або виробничому навчанні підлітків, якщо освітленість від системи загального освітлення складає 300 лк і менш; у разі відсутності в приміщенні природного світла при постійному перебуванні працюючих, якщо освітленість від системи загального освітлення складає 1000 лк і менш.

В приміщеннях, де виконуються роботи V і VI розрядів, норми освітленості слід знижувати на один ступінь при короткочасному перебуванні людей або за наявності устаткування, що не вимагає постійного обслуговування.

При виконанні в приміщеннях робіт I—IV розрядів слід застосовувати системи *комбінованого* освітлення. Освітленість системи комбінованого освітлення є сумою освітлень від загального і місцевого освітлення. Освітленість робочої поверхні, створювана світильниками загального освітлення в системі комбінованого, повинна складати не менш 10 % нормованої для комбінованого освітлення, при цьому найбільша і якнайменша освітленості повинні складати відповідно 500 і 150 лк при газорозрядних лампах і 100 і 50 лк при лампах розжарювання.

Аварійне освітлення слід передбачати, якщо відключення робочого освітлення і пов'язане з цим порушення нормального обслуговування устаткування може викликати вибух, пожежу, отруєння людей, тривале порушення технологічного процесу, порушення роботи важливих промислових об'єктів (електростанції, вузли радіопередачі і зв'язки, диспетчерські пункти, установки водопостачання, каналізації, теплофікації, вентиляція і кондиціонування повітря). Якнайменша освітленість робочих поверхонь виробничих приміщень і територій підприємств, що вимагають обслуговування при аварійному режимі, повинна складати 5 % освітленості, нормованої для робочого освітлення при системі загального освітлення, але не менш 2 лк усередині будівель і не менш 1 лк для територій підприємств.

Евакуаційне освітлення в приміщеннях або в місцях ведення робіт зовні будівель слід передбачати в місцях, небезпечних для проходу людей; в проходах і на сходах, що служать для евакуації людей, при числі евакуйованих більше 50 чіл.; по основних проходах виробничих приміщень, в яких працюють більше 50 чіл.; у виробничих приміщеннях з постійно працюючими людьми, де вихід з приміщення при аварійному відключенні робочого освітлення пов'язаний з небезпекою травматизму через продовження роботи виробничого устаткування; в приміщеннях допоміжних будівель, якщо в приміщенні можуть одночасно знаходитися більше 100 чіл. Евакуаційне освітлення повинне забезпечувати якнайменшу освітленість на підлозі основних проходів, на землі і на ступенях сходів 0,5 лк в приміщенні і 0,2 лк на відкритих територіях.

Для аварійного і евакуаційного освітлення слід застосовувати лампи розжарювання або люмінесцентні лампи (тільки в приміщеннях з мінімальною температурою повітря не менше + 5 ° С за умови живлення ламп у всіх режимах змінним струмом напругою не нижче 90 % номінального).

Джерела освітлення

Для штучного освітлення приміщень слід застосовувати газорозрядні лампи (люмінесцентні, типу ДРЛ, ДРІ, ДКсТ і ДНаТ). Якщо їх застосовувати неможливо або економічно нецільно, допускається застосування ламп розжарювання.

Найсприятливішими з гігієнічної точки зору і економічними є газорозрядні *люмінесцентні лампи* низького тиску. Серійно випускаються декілька типів ламп, що розрізняються спектральним складом світла. Лампи денного світла (ЛД) і денного світла з поліпшеною передачею кольорів (ЛДЦ) мають голубуватий колір свідчення, по спектру що наближається до денного світла. Спектр інших типів ламп істотно відрізняється від спектру денного світла: лампи білого світла (ЛБ) мають злегка жовтий відтінок, тепло-білого світла (ЛТБ) — рожевий, а лампи холодно-білого світла (ЛХБ) займають проміжне положення між лампами ЛБ і ЛД. Лампи ЛХБ з поліпшеною передачею кольорів мають позначення ЛЕ. Деякі технічні характеристики люмінесцентних ламп приведені в табл. 23. З 1985 р. випускаються нові енергетично економні люмінесцентні лампи потужністю 18, 36 і 58 Вт.

Для освітлення відкритих просторів і високих виробничих цехів застосовуються газорозрядні лампи високого тиску: ртутні дугові з виправленою кольоровістю ДРЛ, метало галогенні ДРІ, дугові ксенонові ДКсТ і натрієві ДНаТ.

Лампи типу ДРЛ володіють високою світловою віддачею (до 60 лм/Вт) і терміном служби (до 15000 г.), але в спектрі їх випромінювання переважають синьо-зелені тони, що обмежує їх застосування, коли об'єктами розрізнення є особи людей або забарвлені поверхні: випускаються такі лампи з шаром, що відображає, — типу ДРЛР. *Лампи типу ДРІ* (вдосконалені ДРЛ — шляхом добавки іодидів металів) мають більш високу світлову віддачу (до 90 лм/Вт), кращий спектральний склад, але менший термін служби (до 10000 г.). *Дугові ксенонові трубчасті лампи* з повітря охолодженням типу ДКсТ мають середню світлову віддачу (до 45 лм/Вт) і порівняно малий термін служби (до 3000 г.). Їх випромінювання найбільш близько до денного світла, але в його спектрі є надлишок ультрафіолетових випромінювань, що обмежує область їх застосування. Цей недолік усунений в лампах типу ДКсТЛ в колбах з легованого кварцу. *Натрієві лампи типу ДНаТ* мають рекордну світлову віддачу (до 140 лм/Вт) і великий термін служби (до 20000 ч), але в їх спектрі переважає жовте проміння і їх застосовують для освітлення відкритих просторів.

Лампи розжарювання (ЛН) виготовляються різної потужності (15— 1500 Вт) і на різні напруги (12, 24, 36, 42, 127, 220 і до 245 В), а також різних типів з поліпшеними характеристиками випромінювання (біспіральні, газонаповнені, в колбах з світлорозсіювальним покриттями). ЛН мають спектр випромінювання з переважанням жовто-червоного проміння, що не забезпечує правильної передачі кольорів. Світлова віддача і термін служби ЛН дуже мала (до 19,5 лм/Вт і до 1000 г.). В умовних позначеннях типів ЛН загального призначення букви і цифри означають: В — вакуумна, Г — газонаповнена, Б — біспіральна, БК — біспіральна криптонова. Наступні за цими буквами цифри позначають номінальну напругу (В) і номінальну потужність (Вт). Позначення ЛН для місцевого освітлення аналогічне, при цьому букви позначають наступне: МО — звичайного виконання, МОД — лампа-світильник з відображаючим дифузним шаром, МОЗ — те ж з дзеркальним шаром.

Тема 5. Характерні особливості нагрівального і холодильного обладнання.

Принцип роботи основних типів агрегатів.

Холодильне обладнання використовується в багатьох сферах діяльності. Без нього не обійтися в побуті і неможливо уявити повноцінну роботу виробничих цехів на підприємствах, торговельних майданчиків, закладів громадського харчування. Залежно від цільового призначення і області застосування розрізняють кілька основних типів приладів.

На чому заснована робота абсорбційних виробів

В системі установок абсорбційного типу циркулюють дві речовини – холодоагент і абсорбент. Функції холодоагенту зазвичай виконує аміак, рідше – ацетилен, метанол, фреон, розчин бромистого літію.

Абсорбент являє собою рідину, яка володіє достатньою поглинальною здатністю. Це може бути сірчана кислота, вода та ін

Вся робота обладнання побудована на принципі абсорбції, подразумевающем поглинання однієї речовини іншою. Конструкція складається з кількох провідних вузлів – випарника, абсорбера, конденсатора, регулюючих вентилів, генератора, насоса

Елементи системи з'єднані трубками, з допомогою яких утворюється єдиний замкнутий контур. Охолодження камер відбувається за рахунок теплової енергії.

Процес здійснюється наступним чином:

- холодинний агент, розчинений в рідині, проникає у випарник;
- з концентрованого розчину виділяються киплячі при 33 градусах пари аміаку, охолоджуючі об'єкт;
- речовина переходить в абсорбер, де знову поглинається абсорбентом;
- насос перекачує розчин в генератор, що обігрівається певним джерелом тепла;
- речовина закипає і виділяються аміачні пари йдуть в конденсатор;
- холодоагент остигає і перетворюється в рідину;
- робоче тіло проходить через регулюючий вентиль, стискається і надсилається у випарник.

В результаті аміак, що циркулює в замкнутому контурі, забирає тепло з охолоджуваної камери, вступаючи у випарник. І віддає його у зовнішнє середовище, перебуваючи в конденсаторі. Цикли відтворюються безупинно.

Так як агрегат можна вимкнути, він не дуже економний і відрізняється підвищеною витратою енергії. Якщо таке обладнання виходить з ладу, відремонтувати його, швидше за все, не вийде.

Залежність абсорбційних приладів від перепадів напруги, струму та інших параметрів електромережі мінімальна. Компактні розміри дозволяють з легкістю встановлювати їх на будь-якому зручному дільниці

У конструкції пристосувань немає громіздких рухомих і третьових елементів, тому в них низький рівень шуму. Пристрої актуальні для будівель, електрична мережа яких піддається постійним пікових навантажень, і місць, де відсутнє постійне електропостачання.

Принцип абсорбції реалізується в промислових холодильних установках, невеликих холодильниках для автомобілів та офісних приміщень. Іноді він зустрічається в окремих побутових моделях, які функціонують на природному газі.

Принцип дії термоелектричних холодильників

Зниження температури в камері термоелектричного апарату досягається за допомогою спеціальної системи, яка викачує тепло згідно ефекту Пельтьє. Він передбачає поглинання теплоти в області з'єднання двох різних провідників у момент проходження через неї електроструму.

Конструкція холодильників складається з термоелектричних елементів у формі куба, виготовлених з металів. Вони об'єднуються однією електричною схемою. Разом з пересуванням струму з одного елемента в інший переміщається і тепло.

Алюмінієва пластина поглинає його з внутрішнього відсіку, а потім передає кубічним робочим деталям, які, в свою чергу, виконують перенаправлення до стабілізатора.

Там, завдяки вентилятору, вона викидається назовні. За таким принципом працюють переносні сумки-холодильники.

У більшості моделей термоелектричних холодильних приладів при перемиканні полярності живлення можна отримувати не тільки холод, але і тепло – до 60 градусів Цельсія. Ця функція застосовується для підігріву продуктів

Обладнання використовується в галузі кемпінгу, в легкових автомобілях і моторних човнах, часто ставиться на дачах і в інших місцях, де можна забезпечити пристрій електроживленням з напругою в мережі 12 Ст.

В термоелектричних виробках передбачений спеціальний аварійний механізм, який відключає їх у разі перегріву робочих деталей або відмови системи вентиляції.

До переваг такого методу роботи відносяться висока надійність і досить низький рівень шуму при експлуатації приладів. У числі недоліків – дорожнеча, чутливість до зовнішніх температур.

Як працює обладнання на вихрових охолоджувачах

У приладах цієї категорії присутній компресор. Він стискає повітря, який надалі розширюється у встановлених блоках вихрових охолоджувачів. Об'єкт охолоджується внаслідок різкого розширення стисненого повітря.

Вихрові пристосування довговічні та безпечні: вони не мають потреби в електриці, не мають рухомих елементів, що не містять небезпечних хімічних складів у внутрішній системі конструкції

Широкого поширення метод вихрових охолоджувачів не отримав. Це пояснюється великою витратою повітря, дуже гучною роботою і відносно низькою холодопродуктивністю. Іноді пристрої застосовують на промислових підприємствах.

Докладний огляд компресорних приладів

Компресорні холодильники – найбільш розповсюджений тип обладнання в побуті. Вони є майже в кожному будинку — споживають не надто багато енергоресурсів і безпечні в експлуатації. Найбільш вдалі моделі надійних виробників служать своїм власникам більше 10 років. Розглянемо будову і принципи, за якими працюють компресорні побутові прилади.

Особливості пристрою агрегату

Класичний побутовий холодильник – це вертикально орієнтований шафа, оснащений однією або двома дверцятами. Його корпус виготовляється з жорсткою листової сталі завтовшки близько 0,6 мм або міцного пластику, що полегшує вагу несучої конструкції.

Для якісної герметизації виробу застосовують пасту з високим вмістом хлорвінілової смоли. Поверхня ґрунтується і покривається якісною емаллю з краскопультів.

У виробництві внутрішніх металевих відділень задіють так званий спосіб штампування, пластикові шафи роблять за методом вакуумного формування.

Двері приладу складаються із сталевих листів. По краях вставляється щільний гумовий ущільнювач, який не пропускає зовнішнє повітря. В деякі модифікації вбудовують магнітні затвори

Між внутрішньою і зовнішньою стінкою виробу обов'язково прокладають шар теплоізоляції, який захищає камеру від тепла, що намагається проникнути з навколишнього середовища, і запобігають втраті утворюється всередині холоду. Для цих цілей добре підходить мінеральний або скляний повсть, пінополістирол, пінополіуретан.

Внутрішній простір традиційно поділяється на дві функціональні зони: холодильну і морозильну. За формою компонування розрізняють одне-, двох-і багатокамерні прилади. В окремий вид виділені апарати Side-by-Side, що включають дві камери.

Однокамерні агрегати забезпечені однією дверима. У верхній частині обладнання розміщено морозильний відсік з власної дверцятами з відкидним або відкидним механізмом, у нижній – холодильна відділ з регульованими по висоті полицями.

В камерах встановлюється освітлювальна апаратура з ліхтариком або лампою розжарювання.

Прилади, зроблені за типом «пліч-о-пліч», набагато об'ємніше і ширше побратимів. Обидва відсіку в них займають простір по всій висоті обладнання. Вони розташовані паралельно один одному

У двокамерних агрегатах внутрішні шафи ізольовані і відокремлені кожен своєю дверима. Розташування відділів у них може бути європейським і азійським. Перший варіант передбачає нижню компоновку морозильної камери, другий – верхню.

Основні елементи конструкції

Холодильні установки компресорного типу не виробляють холод. Вони охолоджують об'єкт, вбираючи внутрішнє тепло і переправляючи його назовні.

Процедура утворення холоду протікає з участю наступних вузлів:

- охолоджувальний агент;
- конденсатор;
- випарний радіатор;
- компресорний апарат;
- терморегулюючий вентиль.

У ролі холодоагенту, яким заповнюють систему холодильника, найчастіше виступає фреон – суміш газів з високим рівнем плинності і досить низькими показниками температури кипіння/випаровування. Він пересувається по замкнутому контуру, переносячи тепло по різних ділянках циклу.

В більшості випадків в якості робочого елемента для домашніх холодильних машин виробники застосовують Фреон 12. Цей безбарвний газ з ледь відчутним специфічним запахом не отруйний для людини і не впливає на смак і властивості продуктів, що зберігаються в камерах

Компресор – центральна частина конструкції будь-якого холодильника. Це інверторний або лінійний мотор, провокуючий примусову циркуляцію газу в системі, нагнітаючи тиск. Простіше кажучи, він стискає пари фреону і змушує їх рухатися в потрібному напрямку.

Техніка може бути оснащена одним або двома компресорами. Вібращії, що виникають при роботі, поглинає зовнішня або внутрішня підвіска. У двохкомпресійних моделях за кожен камеру відповідає окремий пристрій.

Класифікацією компресорів передбачено два підтипи:

Динамічний. Змушує холодоагент пересуватися за рахунок сили руху лопатей відцентрового або осьового вентилятора. Має просту будову, але через низький ККД і швидкого зношування під дією крутного моменту в побутовому обладнанні використовується рідко.

Об'ємний. Стискає робоче тіло за допомогою спеціального механічного пристрою, який запускається електродвигуном. Буває поршневим роторним. В основному в холодильниках встановлюються саме такі компресори.

Поршневий апарат представлений у вигляді електромотора з вертикальним валом, укладеного в цілісний металевий кожух. Коли пусковий реле приєднає харчування, він активізує колінчастий вал, а поршень, закріплений на ньому, починає рухатися.

До роботи підключається система відкриваються і закриваються клапанів. У підсумку фреонові пари витягуються з випарника і нагнітаються в конденсатор.

При поломках поршневого компресора ремонт можливий лише за умови застосування спеціалізованого професійного обладнання. Будь-яка розбирання в побутовій обстановці загрожує втратою герметичності та неможливістю подальшої експлуатації

У роторних механізмах необхідний тиск підтримується двома роторами, що рухаються назустріч один одному. Фреон потрапляє у верхню кишеню, розташований на початку валів, стискається і виходить через нижній отвір невеликого діаметру. Для зменшення тертя в простір між валами вводиться масло.

Конденсатори виконуються у вигляді решітки-змійовика, яку закріплюють на задній або бічній стінці обладнання.

Вони мають різну конструкцію, але завжди відповідають за одне завдання: охолодження гарячих газових парів до заданих значень температури шляхом конденсації речовини і розсіювання тепла в приміщенні. Бувають щитовими або ребристо-трубчастими.

Випарник складається з тонкого алюмінієвого трубопроводу, спаяних сталевих пластинок. Він контактує з внутрішніми відсіками холодильника, ефективно відводить поглинене тепло із приладу й істотно знижує температуру в шафах

Терморегулюючий клапан потрібен для того, щоб підтримувати тиск робочого тіла на певному рівні. Великі вузли агрегату пов'язують між собою системою трубок, що утворюють герметичне замкнуте кільце.

Послідовність робочого циклу

Оптимальна температура для довготривалого зберігання провізії в компресійних приладах створюється в ході робочих циклів, що здійснюються один за іншим.

Протікають вони наступним чином:

- при підключенні апарата до електромережі запускається мотор-компресор, стискає пари фреону, одночасно підвищуючи їх тиск і температуру;
- під силою дії надлишкового тиску гаряче робоче тіло, що перебуває в газовому агрегатному стані, потрапляє в ємність конденсатора;
- пересуваючись по довгій металевій трубці, пар викидає накопичене тепло в навколишнє середовище, плавно остигає до кімнатних температурних значень і перетворюється в рідину;
- рідке робоче тіло проходить через фільтр-осушувач, поглинає зайву вологу;
- холодоагент проникає крізь вузьку капілярну трубку, на виході з якої знижується його тиск;
- речовина остигає і перетворюється в газ;
- охолоджений пар добирається до випарника і, проходячи по його каналах, забирає тепло з внутрішніх відділень холодильного агрегату;
- температура фреону підвищується, і він знову відправляється в компресор.

Якщо говорити простими словами про те, як працює компресорний холодильник, то процес виглядає так: компресор переганяє холодоагент по замкнутому колу. Який, у свою чергу, змінює агрегатний стан завдяки спеціальним пристосуванням, збирає тепло всередині і переносить його назовні.

Робочий цикл у системі повторюється до тих пір, поки не будуть досягнуті температурні значення, задані системними програмами, і відновлюється знову, коли фіксується їх підвищення

Після охолодження до потрібних параметрів терморегулятор зупиняє мотор, розмикаючи електричну ланцюг.

Коли температура в камерах починає підвищуватися, контакти знову замикаються, а електродвигун компресора приводиться в дію захисно-пускових реле. Саме тому в процесі роботи холодильника постійно то з'являється, то знову затихає гул мотора.

Як керувати холодильним приладом

В експлуатації обладнання немає нічого складного: воно функціонує в автоматичному режимі цілодобово. Єдине, що необхідно зробити при першому включенні і періодично коригувати в процесі роботи, – встановити оптимальний в конкретних обставинах температурний режим.

Потрібна температура задається терморегулятором. В електромеханічній системі значення виставляються на око або з урахуванням рекомендацій, зазначених в інструкції виробника. При цьому слід брати до уваги тип і кількість продуктів, що зберігаються в холодильнику.

Ручка регулятора являє собою цілий механізм з кількома поділками. Кожна позначка відповідає певному температурному режиму: чим більший розподіл, тим нижче температура.

Для того щоб оцінити ступінь заморозки, фахівці радять спочатку поставити регулятор в середнє положення, а через деякий час при необхідності підкрутити його вправо або вліво

Електронний блок дозволяє задати температуру з максимальною точністю до 1 градуса за допомогою поворотного регулятора або кнопок. Наприклад, встановити в морозильній відсіку значення -14 градусів. Всі введені параметри будуть відображатися на цифровому дисплеї.

Рекомендації по експлуатації і догляду

Щоб максимально продовжити життя домашнього холодильника, слід не тільки розбиратися в його устрої, але і правильно за ним доглядати.

Відсутність належного сервісу та неправильна експлуатація може призвести до швидкого зношування важливих деталей і неповноцінного функціонування. Уникнути небажаних наслідків можна, дотримуючись ряду правил:

□ Регулярно чистити конденсатор від бруду, пилу та павутиння в моделях з відкритою металевією решіткою на задній стінці. Для цього потрібно використовувати звичайну злегка зволожену ганчірку чи пилосос з маленькою насадкою.

- Стежити за тим, щоб відстань між конденсатором і стіною кімнати було не менше 10 див. Така міра допоможе забезпечити безперешкодну циркуляцію повітряних мас.
- Своєчасно розморожувати прилад, не допускаючи утворення надмірного шару снігу на стінках камер. При цьому для усунення льодових кірок заборонено пускати в хід ножі та інші гострі предмети, які можуть легко пошкодити і вивести з ладу випарник.

Також потрібно враховувати, що холодильник не можна ставити поруч з нагрівальними приладами та в місцях, де можливий прямий контакт з сонячними променями.

Надмірний вплив зовнішнього тепла погано позначається на роботі основних вузлів і загальної продуктивності приладу.

Для чищення фрагментів виробу, виконаних з нержавіючої сталі, підходять тільки спеціальні засоби, рекомендовані виробником в інструкції до приладу

Якщо планується перевезення з місця на місце, то найкраще транспортувати обладнання у вантажному автомобілі з високим фургоном, фіксуючи його в строго вертикальному положенні.

Таким чином, можна запобігти поломки мотора, витікання масла з компресора, потрапляє безпосередньо в контур циркуляції охолоджувального агента.

Тема 6. Опис технологічних процесів, де використовується стиснене повітря.

1.1 Загальна характеристика систем стисненого повітря

Стиснене повітря являє собою повітря, яке зберігається і використовується під тиском, що перевищує атмосферний. Системи стисненого повітря приймають деяку масу атмосферного повітря, що займає певний об'єм, і стискають її до меншого об'єму. На системи стисненого повітря припадає близько 10% промислового споживання електричної енергії.

Згідно з стиснене повітря використовується двома основними способами:

- як компонент технологічного процесу, наприклад, для: виробництва азоту низького ступеня чистоти з метою створення інертної атмосфери для технологічного процесу; виробництва кисню низького ступеня чистоти в якості окислювача, наприклад, при очищенні стічних вод; перемішування при високих температурах, наприклад, розплавленої сталі або скла; видування скляних виробів або витягування волокон; лиття пластмас; пневматичного сортування.
- як енергоносіїв, наприклад, для: приведення в дію інструментів, що працюють на стисненому повітрі; приведення в дію пневматичних пристроїв (наприклад, циліндрів).

На підприємствах стиснене повітря використовується, головним чином, в якості компонента технологічного процесу. Необхідний тиск і чистота повітря, а також часовий графік його споживання визначаються умовами конкретного технологічного процесу.

За своєю природою використання стисненого повітря є чистою та безпечною технологією внаслідок низького ризику займання або вибуху, як самовільного, так і при контакті з гарячими деталями. Внаслідок цього стиснене

повітря широко застосовується на підприємствах, що характеризуються підвищеною небезпекою, наприклад, на хімічних виробництвах. На відміну від систем електропостачання, системи стисненого повітря не вимагають зворотного трубопроводу або кабелю.

Система стисненого повітря, незалежно від її конкретного застосування, включає чотири основні підсистеми:

- виробництво стисненого повітря;
- зберігання стисненого повітря;
- підготовка стисненого повітря;
- розподіл стисненого повітря.

Крім цього, до складу системи можуть входити такі допоміжні підсистеми, як, наприклад, утилізація тепла або збір конденсату.

Зазвичай, на промисловому підприємстві встановлено кілька компресорів, єдина система підготовки стисненого повітря і розгалужена розподільна система. Крім того, деякі види обладнання - наприклад, ткацькі або скляні машини - можуть мати вбудовану систему для живлення їх стисненим повітрям. Навіть для конкретних застосувань не існує стандартного проекту системи стисненого повітря. Необхідно підбирати компоненти і забезпечувати їх оптимальну взаємодію в залежності від характеристик конкретного технологічного процесу і умов виробництва.

ККД компресора залежить від його типу та конструкції. ККД і, як наслідок, експлуатаційні витрати, є найважливішим фактором при виборі компресора, однак на вибір можуть впливати і інші вимоги, наприклад, щодо кількості та якості стисненого повітря.

За принципом дії компресори підрозділяються на дві основні групи - об'ємні і динамічні компресори. Об'ємні компресори збільшують тиск даної кількості повітря за допомогою зменшення об'єму, яке займає повітря. Цей тип компресорів підрозділяється на дві основні різновиди - поршневі і ротаційні компресори. Динамічні компресори діють за принципом надання швидкості безперервному

поток повітря, яка потім перетворюється в тиск, як в елементі, що обертається, так і за допомогою нерухомих дифузорів або лопаток.

Зміна об'єму в поршневих машинах здійснюється за рахунок зворотнопоступального руху поршня в циліндрі між двома крайніми положеннями, що виникає за допомогою кривошипно-шатунного механізму від валу, що обертається. У поршневих компресорах існує так званий «мертвий» об'єм (шкідливий), який виникає з об'єму між поршнем та кришкою циліндра (корпусом) і його стінкою. «Мертвий» об'єм зменшує кількість повітря, яку може захопити компресор, тому значно впливає на його продуктивність. Зазвичай об'єм шкідливого простору складає 4 – 10% об'єму циліндра. Поршневі компресори мають значний робочий діапазон, легко регулюються і характеризуються відносно низьким енергоспоживанням. Недоліком такого типу компресорів є зношування циліндрів, поршнів та поршневих кілець. Спрацювання та задирки на клапанах також знижують ККД компресорів.

Ротаційні гвинтові компресори мають наступні особливості:

- забезпечують чистіше повітря;
- компактні агрегати мають вбудовані системи регенерації тепла;
- дуже ефективні при плавному регулюванні;
- потужність холостого ходу вища, ніж у поршневих компресорів;
- слід використовувати як машину, що несе базове навантаження, а додаткові поршневі компресори використовувати для покриття пікових.

У ротаційно-пластинчатих компресорах зміна об'єму відбувається за рахунок обертання в корпусі ексцентрично розташованого ротора, у радіальні пази якого встановлені пластини. Повітря у компресор поступає через вхідний патрубок. Під час обертання ротора за годинниковою стрілкою повітря переміщується в напрямі вихідного патрубка, де об'єм простору між корпусом та ротором менший, ніж на вході. Коли ротор повертається, він стискає повітря між лопатками. Такі машини використовуються для менш напружених режимів роботи, потребують мастила, яке забезпечує необхідне ущільнення і змащення

пластин, що труться. Основною перевагою ротаційних пластинчатих машин є те, що вони не потребують великих капіталовкладень, але не містять систем регенерації тепла.

Відцентрові компресори характеризуються наступними особливостями:

- великої потужності виконуються для покриття базового навантаження;
- великі машини мають високу ефективність при повному навантаженні;
- робота з неповним навантаженням досягається за рахунок плавного регулювання дроселя вхідного отвору;
- плавне регулювання повинно використовуватись лише в умовах близьких до повного навантаження, а двопозиційне регулювання більш ефективне для низьких навантажень.

Відцентрові компресори – це динамічні машини, які надають кінетичну енергію повітрю за допомогою високошвидкісних імпелерів (робочих коліс), а потім перетворюють її в потенційну енергію, що створює тиск в секціях дифузора на кожному ступені.

Будь-яка система стисненого повітря являє собою складну технічну систему, що вимагає проектування кваліфікованими фахівцями та застосування певних методів оптимізації.

1.2 Схеми постачання стисненого повітря

Проблема енергозбереження в останні роки є одним з найважливіших завдань, що стоять перед сучасним підприємством. В умовах ринкової економіки кожна зайва кіловат-година електроенергії лягає на собівартість продукції і в кінцевому рахунку призводить до зниження її конкурентоспроможності. На даний момент ефективність систем виробництва і розподілу стисненого повітря на більшості підприємств досить низька. Це пов'язано зі спрацюванням мереж

розподілу повітря, невідповідністю існуючих мереж до завдань, що на них покладені, експлуатацією компресорів в неоптимальних режимах.

Компресор	Переваги	Недоліки
Поршневі	• Низьке споживання енергії, зокрема для великих машин з редуктором • Придатні для високого тиску • Легко регулювані • Порівняно дорогі	• Значні пульсації • Висока кінцева температура • Високі експлуатаційні затрати старішого обладнання • Шумні
Лопатеві	• Проста конструкція • Безшумна робота • Компактність	• Обмежений рівень потужності • Повинен бути вбудованим • Залишки мастил
Гвинтові	• Безшумні і прості операції • Низькі кінцеві температури з інжекцією оливи або води • Незначний ступінь зношування • Прості у використанні для регенерації тепла • Компактність	• Вище енергоспоживання, ніж поршневих • Повинен бути вбудованим • Залишки мастил повітрі
Відцентрові	• Низьке споживання енергії при високій продуктивності • Безшумна робота • Контроль продуктивності	• Чутливий до забруднення повітря

Рисунок 1.1 – Порівняння різних видів компресорів

Значення правильного вибору схеми постачання стисненим повітрям часто недооцінюється, а дарма, оскільки часто саме тут криється причина підвищених витрат електроенергії і частих поломок компресорного устаткування. Помилки тут можуть вилитися в необхідність додаткових капіталовкладень в майбутньому.

Згідно з існує два основних типи схем подачі повітря: централізована і децентралізована схеми.

У централізованій схемі постачання стисненого повітря до цехів здійснюється із загального компресорного цеху. Як правило, при такій системі

експлуатуються декілька компресорних установок, в основному поршневі або відцентрові, іноді потужні гвинтові. Переваги даної схеми проявляються в повній мірі на великому підприємстві при наявності герметичної пневмомережі, коли всі споживачі зосереджені на відносно невеликій площі (відсутні віддалені точки споживання), робочі тиски більшості споживачів приблизно однакові (робочий тиск мережі).

Переваги схеми:

1. Можливі виходи з ладу окремих компресорів та проведення на них регламентних робіт і планові ремонти не впливають на надійність подачі повітря підприємства в цілому при наявності декількох резервних компресорів (як правило, однотипних).
2. Планові ремонти можуть проводитися в зручний час незалежно від величини завантаження компресорної станції (при наявності резерву).
3. Оскільки все компресорне обладнання знаходиться в одному місці, кількість обслуговуючого персоналу невелика.

Недоліки схеми:

1. Велика протяжність трубопроводів призводить до втрат тиску.
2. Стан існуючих на підприємствах централізованих пневмомагістралей, як правило, не задовільний. Наявні великі витоки, газодинамічний опір підвищено за рахунок наявності місцевих опорів.
3. Висока інерційність системи – оскільки запуск і зупинка великих компресорів вимагає часу, система не може швидко реагувати на зміни необхідної кількості стисненого повітря.
4. У зимовий час можливе обмерзання внутрішніх поверхонь ділянок магістралей, що проходять на відкритому повітрі.
5. При роботі у вихідні дні або нічні зміни, як правило, працюють лише окремі цехи підприємства, для живлення яких використовуються компресори високої продуктивності. Їх експлуатація економічно недоцільна, так як потреба в стисненому повітрі часто реально значно нижче продуктивності компресорів.

6. Через планові ремонти компресорів виникає необхідність наявності резерву.
7. Деякі споживачі можуть потребувати більш високого тиску повітря, а отже виникає необхідність підтримки більш високого тиску в мережі, що призводить до додаткових втрат потужності.
8. Система досить дорога у виготовленні.

У децентралізованій системі живлення споживачів стисненим повітрям здійснюється окремими невеликими компресорами, що встановлюються безпосередньо біля споживача. Необхідно відзначити, що в децентралізованих схемах при локальній потребі в повітрі більше 1 м³/хв доцільне використання надійних гвинтових компресорів, переваги яких широко відомі. Це дозволяє вирішити ряд проблем, властивих поршневим компресорів, таких як необхідність фундаменту під компресор, підвищені шум і вібрація, необхідність періодичних ремонтів (заміна клапанів). Крім того, недорогі поршневі компресори малої продуктивності, як правило, погано пристосовані для використання в промислових цілях і мають невисокий ресурс.

Переваги схеми:

1. Зменшується протяжність трубопроводів, що знижує газодинамічні втрати.
2. Вартість системи значно нижче, ніж в разі централізованої.
3. Завдання повітропостачання віддалених виробничих ділянок вирішується значно простіше, ніж при централізованій схемі – не потрібно тягнути ділянки магістралі на значні відстані.
4. Для кожного споживача може бути встановлений компресор з необхідним тиском (вкрай важливо для мереж з різними робочими тисками споживачів).
5. Для кожного споживача може бути підібраний компресор з необхідною продуктивністю, що знижує енерговитрати.
6. Обмерзання виключається, оскільки трубопроводи не виходять за межі цеху, де встановлено компресор.
7. Знижуються витрати на утримання стисненого повітря, тому що відпадає необхідність в теплоізоляції, герметизації, ремонту та обслуговування трубопроводів.

8. Невеликі компресори не вимагають фундаментів, що спрощує і здешевлює їх установку і пусконаладження.

Недоліки такої системи:

1. Резервування сильно ускладнено, оскільки потребує дублювання компресорного устаткування на відповідальних ділянках. Вартість компресорного устаткування може виявитися трохи вище, ніж при централізованій системі.
2. При установці компресора безпосередньо у виробничому приміщенні виникає шум, який є небезпечним фактором для персоналу.
3. Система погано пристосована до можливого різкого зростання потреби в стисненому повітрі на конкретній ділянці (наприклад, при встановленні додаткових споживачів) - окрім того, що буде потрібна заміна компресора на більш потужний або установка додаткового, переріз локальної магістралі може виявитися недостатнім.

Вибір оптимальної схеми подачі повітря залежить від конкретних умов на конкретному підприємстві, йому обов'язково повинен передувати повний аналіз ситуації, існуючих пневматичних ліній, енергоаудит всього ланцюга виробництва і подачі стисненого повітря, з урахуванням необхідних капіталовкладень і постійних витрат. Децентралізована схема аж ніяк не є універсальним рішенням, застосування її має бути економічно обгрунтовано. При проектуванні пневматичних систем необхідно враховувати не тільки споживачів, наявних в даний час, але і можливі варіанти зміни як необхідної кількості стисненого повітря, так і розташування точок споживання.

Тема 7. Характеристики компресорів, їх види, відмінності і сфери застосування.

Компресор це вид промислового обладнання, призначеного для стиснення повітря або газу з подальшою подачею під тиском. Дані установки використовуються у виробництві, медицині, будівництві. Залежно від принципу дії розрізняють два види повітряних промислових компресорів (гвинтові і поршневі).

Характеристики повітряного компресора

Продуктивність. Даний параметр вимірюється в літрах за хвилину і показує, який обсяг повітря здатний перекачати повітряний компресор за одиницю часу. Продуктивність агрегатів російського виробництва розраховується згідно з обсягом повітря, що виходить, іноземних аналогів входить.

Створюване максимальний тиск. У сучасних моделях повітряних компресорів даний показник може становити від 0,2 до 16 бар (вказується в технічному паспорті). Номінальний тиск завжди нижче цих цифр, тому що при досягненні максимального показника компресор автоматично відключається, і повітря відбирається з ресивера. Після зниження тиску автомата знову включає компресорний блок.

Обсяг повітряного ресивера. Залежить від продуктивності компресора і режиму воздухопотребления. При використанні обладнання з великим об'ємом ресивера робочий цикл триває довше, а сам агрегат рідше включається на всьому протязі зміни.

Потужність двигуна. Значення даного показника визначає характеристики потужності агрегату і рівень його енергоспоживання. Компресор повітряний гвинтовий може оснащуватися двигуном тієї ж потужності, що і поршковий, але ККД і рівень витраченої електроенергії будуть різними.

Детальніше про поршкові компресори та їх вибір читайте на сайті

Сфери застосування компресорного устаткування

Повітряний компресор являє собою агрегат, принцип дії якого заснований на стисненні повітря з їх подальшою передачею під тиском. Сфера застосування устаткування дуже широка, без нього не обходиться робота жодного великого промислового підприємства.

Машинобудування. Компресори використовуються для охолодження інструментів, як повітряної мастила підшипників і напрямних приладів і верстатів, а також для постачання стисненим повітрям пневматичних машин.

Металургія. Устаткування застосовується для дуття в печах металургії, на доменних заводах і в сталеливарних цехах.

Нафтогазова промисловість. Компресори використовуються для транспортування природного газу з глибин і закачування його в спеціалізовані сховища.

Автосервіси. Устаткування застосовується для розпилення фарб при фарбувальних роботах і як джерело стисненого повітря для пневмоінструменту. Використовуючи гвинтовий компресор, можна накачувати шини.

Фармацевтика. Компресори використовуються для виготовлення та упаковки медикаментів, а також для змішування лікарських препаратів або в якості пневмотранспорту.

Виробництво продуктів харчування і напоїв. Устаткування використовується при виготовленні і упаковці харчових продуктів, а також для їх перемішування. Пристрої застосовуються для видування ПЕТ-тари і як пневмотранспорту сипучих речовин. Гвинтові компресори використовуються в холодильних установках.

Будівництво. Повітряні компресори застосовуються при будівництві доріг, будинків і мостів, зведенні великих інженерних споруд, а також для проведення ремонтних і піскоструменевих робіт.

Тема 8. Заходи з енергозбереження в холодильних установках. Опис.

Енергозбереження - реалізація правових, організаційних, наукових, виробничих, технічних і економічних заходів, спрямованих на ефективне (раціональне) використання (і економне витрачання) паливно-енергетичних ресурсів та на залучення в господарський оборот поновлюваних джерел енергії. Енергозбереження - важливе завдання по збереженню природних ресурсів [6,9].

В даний час найбільш нагальним є побутове енергозбереження (енергозбереження в побуті), а також енергозбереження в сфері ЖКГ. Перешкодою до його здійснення є стримування зростання тарифів для населення на окремі види ресурсів (електроенергія, газ), відсутність коштів у підприємств ЖКГ на реалізацію енергозберігаючих програм, низька частка розрахунків за індивідуальними приладами обліку і застосування нормативів, а також відсутність масової побутової культури енергозбереження.

Економія електричної енергії.

Найбільш поширений спосіб економії електроенергії - оптимізація споживання електроенергії на освітлення. Ключовими заходами оптимізації споживання електроенергії на освітлення є:

- максимальне використання денного світла (підвищення прозорості та збільшення площі вікон, додаткові вікна);
- підвищення здатності, що відображає (білі стіни і стеля);
- оптимальне розміщення світлових джерел (місцеве освітлення, спрямоване освітлення);
- використання освітлювальних приладів тільки в разі потреби;
- підвищення світловіддачі існуючих джерел (заміна люстр, плафонів, видалення бруду з плафонів, застосування більш ефективних відбивачів);
- заміна ламп розжарювання на енергозберігаючі (люмінесцентні, компактні люмінесцентні, світлодіодні);
- застосування пристроїв управління освітленням (датчики руху і акустичні датчики, датчики освітленості, таймери, системи дистанційного керування);
- впровадження автоматизованої системи диспетчерського управління зовнішнім освітленням;
- установка інтелектуальних розподілених систем управління освітленням (що мінімізують витрати на електроенергію для даного об'єкта).

Електропривод.

Основними заходами є:

- оптимальний підбір потужності електродвигуна;
- використання частотно-регульованого приводу (ЧРП).

Електрообігрів і електроплити.

Основні заходи:

- підбір оптимальної потужності електрообігрівальних приладів;

- оптимальне розміщення пристроїв електрообігріву для зниження часу і необхідної потужності їх використання;
- підвищення теплообміну, в тому числі очищення від бруду поверхонь пристроїв електрообігріву і конфорок електроплит;
- місцевий (локальний) обігрів, в тому числі переносними масляними обігрівачами, спрямований обігрів рефлекторами;
- використання масляних обігрівачів з вентилятором для прискорення теплообміну в квартирі;
- використання пристроїв регулювання температури, в тому числі пристроїв автоматичного включення і відключення, зниження потужності в залежності від температури, тимчасових таймерів;
- використання теплових акумуляторів;
- заміна електрообігріву на обігрів з використанням теплових насосів;
- заміна електрообігріву на обігрів газом або підключення до централізованого опалення, у випадках, коли така заміна вигідна з урахуванням необхідних інвестицій;
- використання посуду з широким плоским дном.

Для холодильних установок і побутових холодильників основними способами зниження споживання електроенергії є:

- оптимальний підбір потужності холодильної установки;
- якісна ізоляція корпусу (стінок), двері холодильної установки, холодильника, прозора кришка в холодильнику для продуктів, з якісною ізоляцією;
- придбання сучасних енергозберігаючих холодильників;
- не допускати утворення криги, інею в холодильнику, вчасно розморожувати;
- не рекомендується поміщати в холодильну установку (холодильник) матеріали і продукти, що мають температуру вище температури навколишнього середовища - їх необхідно максимально охолодити на повітрі;
- проаналізувати можливість відмови від холодильника;
- якісне відведення тепла - не рекомендується ставити побутової холодильник до батареї або поруч з газовою плитою.

Для кондиціонерів:

- необхідно коректно підбирати потужність і місце установки кондиціонера, виходячи з обсягу приміщення, кількості і розташування чоловік, присутніх в приміщенні і ін. Характеристик;
- при кондиціонуванні вікна і двері повинні бути закриті - інакше кондиціонер буде охолоджувати вулицю або коридор;
- чистити фільтр, не допускати його сильного забруднення;
- необхідно налаштувати режим автоматичної підтримки оптимальної температури, що не охолоджує, по можливості, кімнату нижче 20-22 градусів;

- обмірковувати ступінь необхідності установки і використання кондиціонерів, в тому числі і з архітектурної точки зору (кондиціонери висять на фасадах будинків);

- необхідно стежити за тим, щоб відключати кондиціонер на ніч.

Споживання побутових та інших пристроїв:

- при виборі нової аудіо-, відео-, комп'ютерної- і ін. Техніки віддавайте перевагу, за інших рівних характеристиках, влаштуванню з меншим енергоспоживанням, як в робочому режимі, так і в черговому режимі (більшість сучасних побутових пристроїв споживають електроенергію навіть у вимкненому стані, тому що не вимикаються повністю, а переводяться в «сплячий» режим);

- користуйтеся енергозберігаючим «сплячим» режимом, якщо він є в приладі або пристрої;

- замініть, по можливості, прилади, що мають в своєму складі трансформаторні блоки живлення, на аналогічні з імпульсними блоками живлення;

- Не можна лити повний чайник, якщо вам потрібен окріп всього для однієї чашки напою;

- не залишайте без необхідності включеними в мережу зарядний пристрій для мобільних приладів (дуже актуально через більшого обсягу таких приладів);

- намагайтеся уникати використання подовжувачів, а якщо це необхідно, то користуйтеся якісними удлинителями з проводом великого перерізу (при малому перетині провід починає грітися і електроенергія витрачається не на корисну роботу електроприладу, а на нагрів дроту подовжувача).

Для зниження втрат в мережі необхідно:

- використання енергозберігаючих пристроїв;

- збільшення значень номіналів провідників - проводів і кабелів;

- використання тільки проводів і кабелів з мідною жилою;

- відстеження несанкціонованих підключень.

Для зниження тепловтрат необхідно:

- використання теплозберігаючих матеріалів при будівництві та модернізації будівель;

- установка теплозберігаючих віконних конструкцій і дверей.

Підвищення ефективності систем тепlopостачання.

Заходи щодо підвищення ефективності систем тепlopостачання передбачають наступні напрямки оптимізації:

З боку джерела:

- підвищення ефективності джерел теплоти за рахунок зниження витрат на власні потреби;

- використання сучасного теплогенеруючого обладнання, такого як конденсаційні котли і теплові насоси;

- використання вузлів обліку теплової енергії;

- використання ко і три- генерації.

З боку теплових мереж:

- зниження теплових втрат в навколишнє середовище;
- оптимізація гідравлічних режимів теплових мереж;
- використання сучасних теплоізоляційних матеріалів;
- використання антивандальних покриттів при зовнішній прокладці теплових мереж;
- зниження витоків і несанкціонованих зливів теплоносія з трубопроводів.

З боку споживачів:

- зниження теплових втрат через зовнішні огорожувальні конструкції;
 - використання вторинних енергоресурсів;
 - використання систем місцевого регулювання опалювальних приладів для виключення Перетоплять;
 - переклад будівель в режим нульового споживання теплоти на опалення.
- При цьому підтримка параметрів повітря в приміщенні повинна відбуватися за рахунок внутрішніх виділень теплоти і високих параметрів теплової ізоляції;
- використання вузлів обліку теплової енергії.

В цілому ж меню «технічних рішень» щодо модернізації систем теплопостачання дуже широке і далеко не обмежується вищевикладеним списком. Нижче наведено приклад переліку заходів з «Програми модернізації систем теплопостачання» комплексної програми розвитку і модернізації житлово-комунального комплексу цілого регіону, що включає 22 об'єкти муніципальної освіти; 126 міських і сільських поселень; більш ніж 200 окремих систем теплопостачання.

Основні заходи програми розбиті на шість укрупнених груп:

- проведення передпроектних обстежень об'єктів теплопостачання;
- будівництво нових котелень;
- модернізація і реконструкція котелень і ЦТП;
- модернізація і будівництво теплових мереж;
- впровадження ресурсозберігаючих технологій.

Для максимізації ефекту програми її реалізують в комплексі з модернізацією системи тепलोзахисту житлових і громадських будівель, вдосконаленням їх інженерних систем, заходами по утепленню квартир, оснащення їх приладами обліку та ефективної водорозбірної арматурою.

Економія води:

- встановлення приладів обліку споживання води;
- використання води, тільки коли це дійсно необхідно;
- установка зливних унітазних бачків, що мають вибір інтенсивності зливу води;
- установка автоматичних регуляторів витрати води, аераторів з регуляторами 6 л \ хв для крана і регуляторів 10л \ хв для душа.

Економія газу:

- підбір оптимальної потужності газового котла і насоса;

- утеплення приміщень, оптимальний підбір ефективних радіаторів опалення в приміщеннях, де використовується обігрів газовим котлом;
- використання на газових плитах посуду з широким плоским дном, що закривається кришкою, бажано прозорою, підігрів в чайнику тільки необхідної кількості води;
- перехід, по можливості, на максимально широке використання інших джерел тепла.

Ефективність і економічний розрахунок.

При реалізації заходів енергозбереження та підвищення енергоефективності розрізняють:

- початкові інвестиції (або збільшення, приріст інвестицій з-за вибору ефективнішого устаткування). Наприклад, заміна вікон в існуючому будинку на пластикові склопакети - інвестиції в енергозбереження, а відмова від установки звичайних світильників на користь світлодіодних в будинку, що будується - збільшення інвестицій в енергозбереження (в частці перевищення вартості світлодіодних світильників над звичайними);
- одноразові витрати на проведення енергоаудиту (енергообстеження);
- одноразові витрати на придбання та монтаж приладів обліку і систем автоматичного контролю, віддаленого зняття показань приладів обліку;
- поточні витрати на преміювання (заохочення) відповідальних за енергозбереження.

Як правило, ефекти від заходів енергозбереження розраховують:

- як вартість зекономлених енергоресурсів або частка вартості від споживаних енергоресурсів, в т.ч. на одиницю продукції;
- як кількість тонн умовного палива (т.у.п.) зекономлених енергоресурсів або частка від величини споживаних енергоресурсів в т.у.т. ;
- в натуральному вираженні (кВт.год, Гкал і т.д.);
- як зниження частки енергоресурсів в ВВП у вартісному вираженні, або в натуральних одиницях (т.у.п., кВт.год).

Ефекти від заходів енергозбереження можна розділити на кілька груп:

- економічні ефекти у споживачів (зниження вартості придбаних енергоресурсів);
- ефекти підвищення конкурентоспроможності (зниження споживання енергоресурсів на одиницю виробленої продукції, енергоефективність виробленої продукції при її використанні);
- ефекти для електричної, теплової, газової мережі (зниження пікових навантажень призводить до зниження ризику аварій, підвищенню якості енергії, зниження втрат енергії, мінімізації інвестицій в розширення мережі, і, як наслідок, зниження мережевих тарифів);
- ринкові ефекти (наприклад, зниження споживання електроенергії, особливо в пікові години, призводить до зниження цін на енергію і потужність на

оптовому ринку електроенергії - особливо важливим є зниження споживання електроенергії населенням на освітлення у вечірній піку);

- ефекти, пов'язані з особливостями регулювання (наприклад, зниження споживання електроенергії населенням зменшує навантаження перехресного субсидування на промисловість - в даний час в Росії населення платить за електроенергію нижче її собівартості, додаткове фінансове навантаження включається в тарифи для промисловості);

- екологічні ефекти (наприклад, зниження споживання електричної і теплової енергії в зимовий час призводить до розвантаження найбільш дорогих і "брудних" електростанцій і котелень, що працюють на мазуті і низькоякісному вугіллі);

- пов'язані ефекти (увага до проблем енергозбереження призводить до підвищення заклопотаності проблемами загальної ефективності системи - технології, організації, логістики на виробництві, системи взаємин, платежів і відповідальності в ЖКГ, відносини до домашнього бюджету у громадян).

Тема 9. Сфери застосування вентиляційних систем. Структурна схема вентиляційної системи.

Без якісної вентиляції не обходиться жоден об'єкт, незалежно від його призначення. Вентиляційні системи обов'язкові в житлових будинках, висотках, офісах, виробничих, складських, торгових та будь-яких інших приміщеннях.

Їх завдання – забезпечення припливу свіжого і відведення відпрацьованого повітря. Крім того, сучасна вентиляція може виконувати і додаткові функції: нагрів, фільтрацію, зволоження, охолодження, тощо. Таким чином в приміщенні підтримується максимально здоровий і комфортний мікроклімат.

Відсутність припливу свіжого повітря в приміщенні – найпоширеніша причина поганого самопочуття, частих застуд і хвороб, сонливості, низької працездатності та занепаду сил.

Відкриття вікон в якості провітрювання не здатне забезпечити стабільний приплив, не кажучи про фільтрацію, нагрівання та інші додаткові можливості. Крім того, вікно – одне з основних джерел втрати тепла. Взимку в приміщенні з відкритими вікнами завжди буде холодно, а влітку – навпаки, жарко. До того ж, через відкрите вікно проникає шум, пил, комахи, а іноді це ще і приманка для зловмисників.

Якісна вентиляційна система повністю вирішує це питання.

Типи вентиляційних систем

Вентиляційні системи класифікуються за різними критеріями:

- Спосіб руху повітря. Природна і штучна вентиляція. Природний приплив забезпечує різниця температур і коливання тиску за рахунок висоти. Штучний підтримується вентилятором. Природні системи дешеві і надійні. Саме вони застосовуються в першу чергу. Механічне обладнання забезпечує додаткові функції та використовується там, де природної вентиляції недостатньо.

- Призначення. Припливна і витяжна вентиляція. Припливна забезпечує приплив свіжого повітря в приміщення, опціонально – з нагріванням, охолодженням, зволоженням або очищенням. Витяжна видаляє відпрацьоване повітря. Зазвичай обидві системи використовуються в комплексі.

- Конструкція. Набірна і моноблочна вентиляція. Набірна система збирається індивідуально з окремих фільтрів, вентиляторів, глушників та автоматики. Вона легко адаптується під конкретні потреби, але вимагає виключно професійного проектування. Моноблочні системи – готове рішення, в якому всі компоненти вже приховані в цілісному моноблоці. Переваги такої системи – налагоджена робота всіх компонентів між собою і компактність.

За принципом обслуговування вентиляційна система буває локальною або загальною. Локальна використовується для окремих ділянок, наприклад – в місцях скупчення шкідливих викидів на виробництві. Загальна використовується в житлових будинках для вентиляції всього приміщення.

Як правильно обрати вентиляційну систему?

Система вентиляції підбирається індивідуально під кожен об'єкт. При цьому враховується:

- Місце планованої установки;
- Призначення об'єкта (житловий будинок або промислове підприємство);
- Конструкція і дизайн, те, як система впишеться в інтер'єр приміщення;
- Потужність, швидкість, об'єм повітря, що подається;
- Наявність шумопоглинаючого корпусу, додаткової ізоляції;
- Можливість регулювання температури, вологості, інші додаткові функції.

Для різних приміщень потрібні різні системи. Для цього використовуються побутові та промислові, каналні, дахові, відцентрові та інші вентилятори.

Структурна схема вентиляційної системи.

В сучасних цивільних і виробничих будівлях витрата тепла на вентиляцію нерідко становить 60-80% від загальної витрати тепла на всі інженерні системи. З ростом вимог до тепловтрат через огорожувальні конструкції, вимоги до тепловтрат, пов'язаних з нагріванням припливного повітря, що не посилюються, що призводить до істотного перерозподілу структури теплоспоживання будівлі. Тому пріоритетним напрямом щодо підвищення енергетичної ефективності будівель та споруд є заходи, пов'язані зі зниженням витрати енергії, що витрачається на нагрів припливного повітря. Тепло, що використовується на підігрів припливного повітря в громадських і виробничих будівлях, безповоротно втрачається в навколишнє середовище з витяжним повітрям. Існуючі способи економії витрат на вентиляцію будівель і споруд полягають в утилізації тепла витяжного повітря. Найбільш часто в сучасних системах застосовують досить дорогі рекуперативні установки на базі пластинчастих і роторних теплообмінників, які дозволяють використовувати тепло витяжного повітря для нагріву припливного.

Основний недолік застосування систем вентиляції з рекуперацією тепла - обмерзання пластин теплообмінної поверхні в холодний період часу, яке відбувається при мінусових температурах зовнішнього повітря. Це є причиною зниження їх ефективності і як наслідок призводить до незадовільної роботи системи вентиляції і збільшення витрат на її експлуатацію. Одним з простих і дешевих способів підвищення енергетичної ефективності сучасних систем вентиляції є використання способу рециркуляції тепла минає повітря з одночасним контролем і управлінням якості повітря в приміщенні, а так само з знезараженням шкідливих домішок за допомогою фільтра. Зниження експлуатаційних витрат в пропонованому технічному рішенні досягається за допомогою автоматизованої системи вентиляції, яка дозволяє регулювати кількість підмішуваного повітря і подається в приміщення по мірі необхідності, в той час як в установці з рекуперацією тепла воно є постійним. Пропонований спосіб підвищення енергетичної ефективності систем вентиляції та кондиціонування повітря полягає в використанні як рекуперації тепла, так і рециркуляції повітря.

Дана схема дозволяє максимально знизити витрати на експлуатацію систем вентиляції та кондиціонування повітря.

Основні елементи системи вентиляції Припливно-витяжна вентиляція - це ефективна система вентиляції, в основі якої лежить заміна відпрацьованого повітря на свіже з вулиці. Тобто забезпечується приплив свіжого повітря в приміщення і видалення застоюного повітря назовні. Основні елементи системи: Повітропроводи. Необхідні для розподілу потоків повітря в ізольовані приміщення. Вони складаються з трубопроводів, які об'єднані між собою в єдину мережу за допомогою трійників, перехідників, поворотів і т. Д. По площі перетину діляться на круглі і прямокутні. За жорсткості - на гнучкі, напівгнучкі і жорсткі. Параметри вибираються за попереднім розрахунком в планованій системі вентиляції, а також з урахуванням максимально допустимої швидкості повітряних мас. Вентилятор. Даною пристрій подає / видаляє повітря з / в будівлю. У припливно-витяжної вентиляції можуть бути використані осьові або відцентрові вентилятори. Решітка входу. Необхідна для захисту системи від попадання сторонніх предметів, опадів, також крізь неї повітря потрапляє в систему вентиляції. Повітряний клапан. Служить для запобігання надходження в приміщення повітря з вулиці, коли система вимкнена.

Фільтри - захищають всі елементи від пуху, пилу і різних комах.

Калорифер - нагріває свіже повітря в зимовий період.

Рекуператор. Знижує енерговитрати на прогрів холодного повітря.

Шумоглушник - блокує поширення шуму в системі.

Повітророзподільники і повітрязабірники закривають закінчення повітропроводів, щоб повітряні маси безперешкодно надходили і відводилися.

Система управління - вмикає і вимикає вентилятор.

Основні елементи вентиляційної установки

Вентиляційна установка - це комплекс високотехнологічного обладнання, що забезпечує чистоту, температуру, вологість і рухливість повітря на заданому рівні. Залежно від способу подачі повітря вентиляція умовно розділяється на вентиляцію, витяжну і припливно-витяжну.

До складу вентиляційної установки входять:

- ☐ заслінка зовнішнього повітря з електроприводом П1-А1;
- ☐ фільтр механічного очищення зовнішнього повітря першого і другогоступеня;
- ☐ теплообмінник калорифера (вода);
- ☐ регулювальний клапан калорифера попереднього нагрівання П1-А4;
- ☐ датчик температури теплоносія П1-ТЕ3;
- ☐ циркуляційний насос контуру калорифера П1-М3;
- ☐ секція охолодження (холодильно-конденсаторний блок);
- ☐ припливний вентилятор (керування частотним перетворювачем) П1-В;
- ☐ датчик температури зовнішнього повітря П1-ТЕ4;

-

Рисунок 1.1 – Принципіальна електрична схема припливної вентиляційної установи

Тема 10. Сфери застосування насосних установок. Структурна схема насосної установки.

Насосні установки широко використовуються в різних галузях промисловості, енергетики, сільського та комунального господарств. Особливе значення має застосування насосів, насосних установок або насосних станцій у системах водопостачання й каналізації, де вони є одним з основних вузлів. У системах водопостачання насоси забезпечують подачу води споживачам: промисловим підприємствам, тепловим електростанціям, житловим кварталам населених місць.

Насоси класифікуються за принципом дії. На рис. 1.2 представлена загальна класифікація насосів. Таким чином всі існуючі насоси можуть бути розділені на два види: динамічні та об'ємні.

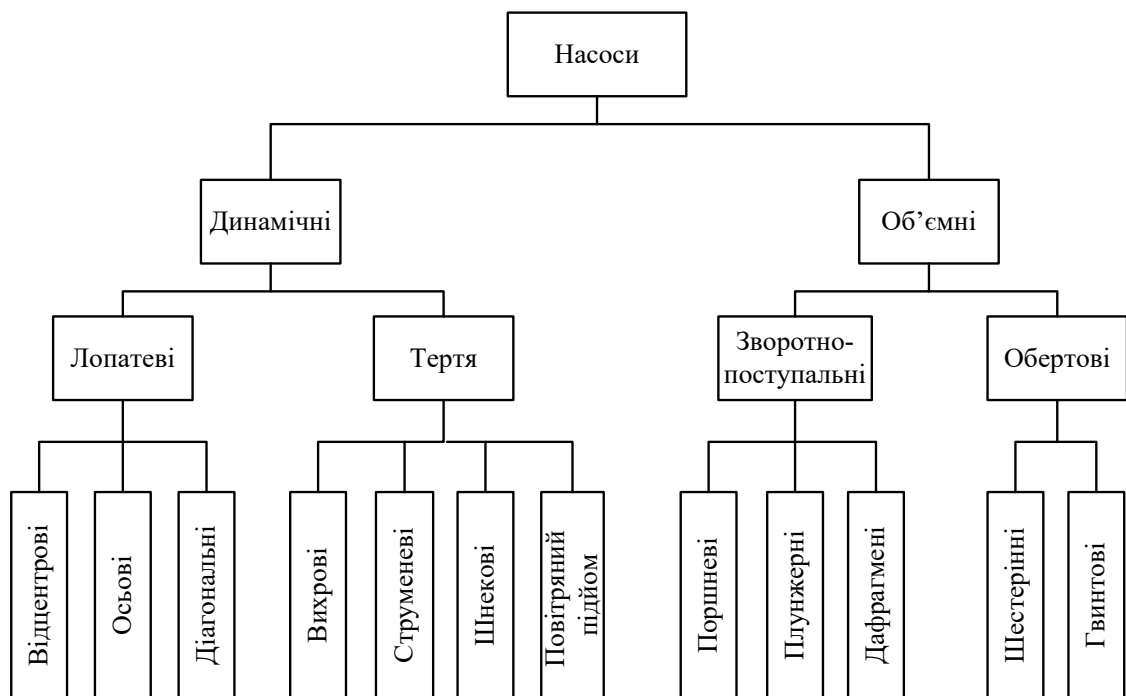


Рисунок **Ошибка! Текст указанного стиля в документе отсутствует..1** –

Класифікація насосів

В динамічних насосах рідина рухається під силовим впливом в камері постійного об'єму, яка з'єднана з підвідним та відвідним пристроями. В

залежності від виду силового впливу на рідину, динамічні насоси діляться на лопатеві насоси та насоси тертя.

Об'ємні насоси працюють за принципом витіснення рідини з камери за рахунок зменшення її об'єму. Періодичне зменшення об'єму камери відбувається за рахунок зворотно-поступального або обертового руху робочого органу насоса.

Часто для приводу систем міського водопостачання використовуються АД великої потужності та напругою живлення більшою 1000 В. Припустима кількість пусків за рік і за термін служби, допустиме зниження напруги живлення при пуску, кількість послідовних пусків з холодного чи гарячого станів, можливість пуску двигунів під навантаженням, тривалість інтервалів між пусками, гранично допустимі моменти інерції веденого механізму повинні встановлюватися у стандартах або технічних умовах на двигуни конкретних типів. Двигуни з діаметром осердя статора більшим 1 м та двигуни потужністю більшою 1000 кВт повинні мати для контролю теплового стану обмотки та осердя статора вбудовані термоперетворювачі опору за ГОСТом 6651-84 або технічними умовами на перетворювачі конкретних типів. Необхідність та способи теплоконтролю інших двигунів встановлюють у стандартах або технічних умовах на двигуни конкретних типів. Для двигунів встановлюють такі показники надійності: термін служби до капітального ремонту – 5 років; коефіцієнт готовності – не менше 0,99; повний термін служби – 20 років; середнє значення напрацювання на відмову – не менше 12000 год.

Програмовані контролери являють собою клас логічних пристроїв, призначених для керування технологічним обладнанням дискретної дії. Їх застосовують у найрізноманітніших галузях промисловості: верстатобудівній, металургійній, легкій, хімічній тощо. Наприклад, електроавтоматика, що встановлюється на будь-якому металооброблювальному обладнанні, може бути поділеною на дві частини: силову та логічну. Силова частина розміщується

безпосередньо на верстаті (двигуні) та в окремій секції електричної шафи. Логічна частина складається з електромеханічних реле або безконтактних елементів, які в сучасних системах замінюються програмованими контролерами. Ця частина складає звичайно біля 40% від загального об'єму електрообладнання.

Програмований контролер побудований за принципом цифрових керуючих обчислювальних машин, але відрізняється від них вузькою спеціалізацією та необхідністю мати спеціальне математичне забезпечення. Сучасні програмовані контролери мають низьку вартість, малі габаритні розміри, споживають незначну потужність внаслідок застосування сучасної мікроелектронної елементної бази. Програмовані контролери мають високу надійність, їх можна застосовувати у важких виробничих умовах безпосередньо у об'єктах керування. У порівнянні зі схемами з жорсткою логікою програмовані контролери відрізняються розвинутими функціональними можливостями, що забезпечує досить просту зміну алгоритму керування при зміні технологічного процесу (за допомогою пристроїв програмування і досконалого програмного забезпечення) і суттєве скорочення витрат на проектування систем керування технологічним обладнанням.

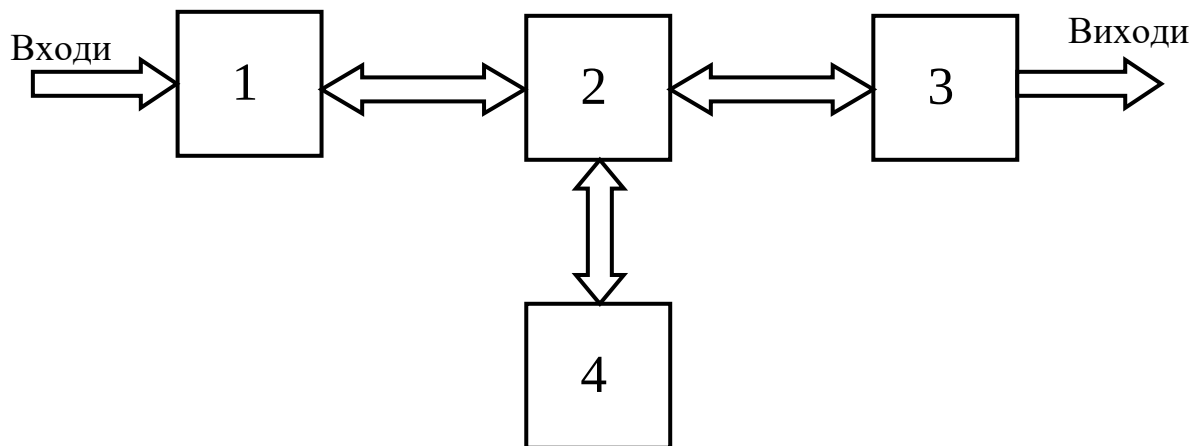


Рисунок 1.3. Спрощена структурна схема логічного програмованого контролера

Вхідні сигнали від командних апаратів надходять до пристрою вводу 1, який призначено для гальванічного розв'язування й узгодження рівнів напруги вхідних сигналів з рівнем сигналів контролера. Центральний процесор 2 виконує дві основні функції – виконує логічні операції з сигналами, які надходять на його вхід, і керує роботою усіх вузлів контролера. Вид логічних операцій визначається командами, які надходять із запам'ятовуючого пристрою 4. За командами із запам'ятовуючого пристрою результат виконання логічних операцій передається до пристрою виводу 3. Пристрій виводу підвищує потужність вихідних сигналів до рівня, необхідного для керування виконавчими пристроями – контакторами, магнітними пускачами, електромагнітами, двигунами малої потужності тощо. Пристрій виводу також забезпечує гальванічне розв'язування. Після закінчення чергової операції процесор виробляє адресу чергового рядка програми, яка зберігається у запам'ятовуючому пристрої.

Під час модернізації обладнання (заміни релейно-контактної схеми програмованим контролером) зручно скористатися вихідною релейно-контактною схемою. Але безпосередньо використати релейно-контактну схему як програму для контролера як правило не можна. Вихідну схему треба певним чином перетворити. Це перетворення виконується таким чином. Спочатку аналізують роботу схеми з метою визначення вхідних, вихідних (виконавчих) та проміжних елементів. Вхідними є елементи, за допомогою яких в функціональну частину схеми подаються зовнішні керуючі сигнали, наприклад, кнопки керування, кінцеві вимикачі, різноманітні датчики вхідної інформації тощо. До вихідних елементів належать котушки контакторів, електромагніти, пристрої індикації тощо. Проміжні елементи призначені для логічної обробки інформації схемою, наприклад, різні реле, контакти яких увімкнено в кола вихідних або проміжних елементів.

Контакти вхідних елементів позначають початковими буквами латинського алфавіту ($a, b, c \dots$), вихідні та проміжні елементи – великими буквами ($X, Y, Z, \dots, P$), а їх контакти – відповідними малими буквами.

Виділивши вхідні, вихідні та проміжні елементи і присвоївши їм позначення приступають до складання алгебраїчних виразів, що описують роботу схеми. При цьому притримуються такої послідовності дій:

складають вирази для вихідних елементів;

складають рівняння для проміжних елементів без зворотних зв'язків, тобто елементів, які в колах вмикання котушок не мають власних контактів; такими елементами є проміжні реле, які використовуються при необхідності збільшити навантажувальну здатність контактів вхідних елементів або для розмноження кількості контактів;

складають вирази для проміжних елементів із зворотними зв'язками;

у виразах для вихідних елементів і проміжних елементів із зворотними зв'язками замінюють змінні, які відповідають проміжним елементам без зворотних зв'язків, їх раніше отриманими логічними виразами;

мінімізують (якщо це можливо) отримані вирази для вихідних і проміжних елементів із зворотними зв'язками.

Після виконання цих операцій складають релейну схему (програму LD), використовуючи умовні позначення для відповідного контролера.

Методика складання логічних виразів для вихідних і проміжних елементів залежить від класу схеми. Релейно-контактні схеми поділяються на два класи – П і Н. Схеми класу П містять тільки послідовне і паралельне з'єднання контактів. Вони являють собою так звані паралельно-послідовні структури.

Найпростіше скласти логічні вирази елементів для схем класу П. Для цього послідовне з'єднання контактів подають у вигляді кон'юнкції відповідних змінних, паралельне – у вигляді диз'юнкції, замикаючі контакти замінюють змінною без інверсії, а розмикаючі – змінною з інверсією.

Задача перетворення релейно-контактної схеми ускладнюється, якщо вихідний елемент знаходиться всередині схеми, особливо, якщо контактні кола являють собою схему класу Н.

Опис роботи насосних агрегатів

Насосні станції систем водопостачання та каналізації представляють собою комплекс споруд і обладнання, які забезпечують водопостачання чи водовідвід у відповідності з потребами споживача. Склад споруд, їх конструктивні особливості, тип та число основного та допоміжного обладнання визначається з принципів комплексного використання водних ресурсів і охорони природи з урахуванням призначення насосної станції і технологічних вимог, які висуваються до неї.

Розрізняють чотири основних режими роботи насосних установок **[Ошибка! Источник ссылки не найден.]**:

- Нерівномірний режим, який характерний для роботи постійно увімкненого насоса до мережі без регулюючої ємності (резервуару) в системі з нерівномірним у часі споживанням (надходженням) рідини. В цьому режимі роботи насосної установки, робоча точка на характеристиці насоса може переміщуватись від режиму, який відповідає нульовій подачі, до точки максимальної подачі насоса.
- Рівномірний режим, який досягається при нерівномірному споживанні рідини в системі за рахунок встановлення регулюючої ємності, яка розрахована на сприйняття різниці подачі насосів та споживання (надходження) рідини в системі. При даному режимі роботи насоса і наявності напірного бака, ККД насосної установки приблизно дорівнює ККД в оптимальному режимі.
- Повторно-короткочасний режим який характеризується періодичним ввімкненням та вимкненням насоса з частотою, яка залежить від ємності бака гідроакумулятора, подачі насоса та споживання (надходження) рідини у системі. При повторно-короткочасному режимі, насос працює зі змінною

подачею протягом кожного циклу, але подача змінюється в більш вузькій області ніж у змінному режимі.

- Змінний режим, який досягається за рахунок зміни подачі насосу у відповідності зі зміною споживання (надходження) рідини в системі. Показники роботи насосної установки, яка працює в змінному режимі, залежать від способу регулювання подачі насосу.

Насосні станції класифікують за призначенням, за розташуванням машинного відділення відносно рівня землі, за ступенем автоматизації і т.д.

В галузі водного господарства за призначенням розрізняють чотири основних групи насосних станцій: водопровідні, каналізаційні, іригаційні та дренажні. Водопровідні насосні станції призначені для роботи в системах водопостачання міст, населених пунктів та промислових підприємств. Каналізаційні насосні станції призначені для роботи в системах водовідведення міст і промислових підприємств. Іригаційні насосні станції призначені для подачі води в системи зрошення сільськогосподарських угідь. Дренажні насосні станції призначені для відкачування води в системах дренажу територій і промислових майданчиках.

В свою чергу водопровідні насосні станції в залежності від їх призначення в системі водопостачання розділяються на насосні станції першого та другого підйому, підвищувальні та циркуляційні. Насосні станції першого підйому призначені для подачі води від джерела водопостачання на очисні споруди або безпосередньо до мережі, резервуари або водонапірні башні. Насосні станції другого підйому призначені для подачі очищеної води з резервуарів до водоводів та розподільну мережу. Підвищувальні насосні станції призначені для підвищення напору в мережі окремих районів міста або на деяких участках водопроводу. Ці станції забирають воду з водоводів або розподільчої мережі. Циркуляційні насосні станції встановлюють в оборотних системах водопостачання промислових підприємств та теплових електростанцій. Як

правило на таких станціях встановлюють дві групи насосів: перша подає воду на охолоджуючий пристрій, а друга забирає її з резервуару і подає в мережу.

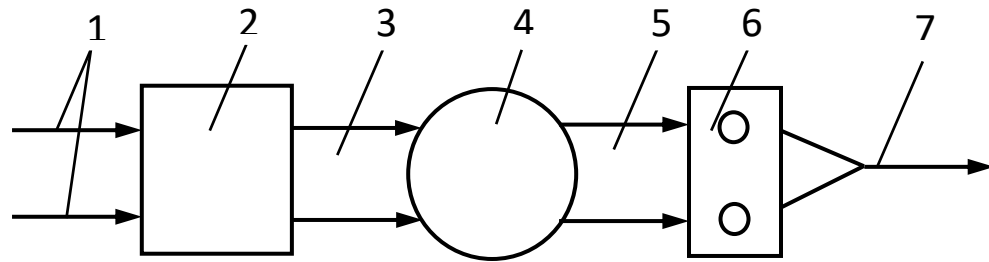


Рисунок **Ошибка! Текст указанного стиля в документе отсутствует..2** –
Принципова схема насосної станції другого підйому

На рис. 1.3 показано схему розміщення очисних споруд комплексу з насосною станцією другого підйому, де 1 – напірні трубопроводи насосів першого підйому, 2 – очисна споруда, 3 – трубопровід від очисних споруд до резервуару чистої води, 4 – резервуар чистої води, 5 – всмоктуючі трубопроводи насосів другого підйому, 6 – насосна станція другого підйому, 7 – напірні трубопроводи насосів другого підйому.

Вода напірними трубопроводами насосної станції першого підйому подається на очисні споруди. Після них відфільтрована вода перетікає до резервуару чистої води, з якого вона забирається всмоктуючими трубопроводами насосів станції другого підйому і під напором подається до споживача.

Тема 11. Порівняльна характеристика різних джерел світла.

Напевно Ви що-небудь знаєте про лампи різних типів, однак навряд чи вивчали це питання занадто глибоко. В даному огляді ми вирішили розкрити ряд технічних нюансів більш повно, щоб кожен споживач чітко розумів, що являють собою різні типи лампочок та які існують характеристики ефективності їх роботи.

Світлова віддача

Щоб розуміти, на що варто звертати основну увагу, проаналізуємо базову характеристику лампи – світлову віддачу. Дана величина вимірюється в Лм/Вт, тобто показує нам, скільки одиниць світлового потоку (люменів) ми можемо отримати від кожної спожитої виробом одиниці енергії (ватта).

Неважко побачити, що цей показник за своєю суттю відображає рівень енергетичної ефективності лампи. Якщо Вам здається, що галузь виробництва лампочок вже повністю усталилася та практично не розвивається – це не так. Навпаки, зараз виробники ламп всіх типів борються саме за те, щоб наблизити реальну світлову віддачу своїх виробів до теоретично досяжних меж. У чому полягають ці межі? Тут все просто: це та величина світлової віддачі, яка може бути досягнута при повному перетворенні електричної енергії у видиме світло необхідної яскравості.

Крім суто технологічних складнощів, є також певні обмеження, що вносяться механізмами сприйняття світла людиною. Рівень чутливості наших очей неоднаковий при різних довжинах хвиль, які випромінюються джерелом світла. Найкраще ми бачимо жовто-зелену частину оптичного спектру (близько 555 нм), але в інших його областях чутливість знижується. Таким чином, в технічну систему координат, сформовану поняттями «світловий потік» та «потужність», включається третій фактор, фізіологічний. Для його позначення застосовують термін «видиме світло», який досить чітко вказує на важливість однієї обставини: в кінцевому підсумку пріоритет має не те, скільки становить співвідношення Лм/Вт, а те, яким чином людське око сприймає результат випромінювання при даній світловій віддачі джерела.

Припустимо, ми використовуємо новітню лампочку, яка здатна видавати максимальний рівень перетворення електроенергії у світло. При цьому будемо також вважати, що необхідний нам відтінок якраз знаходиться в середині оптимального для нас жовто-зеленого діапазону. У цих умовах ми могли б отримати рекордну світлову ефективність – близько 680 Лм/Вт для значення світлової хвилі в 555 нм. Якщо ж ми візьмемо значення для червоного кольору, яке нами розрізняється набагато гірше, то отримаємо 180 Лм/Вт за довжини хвилі в 630 нм. Таким чином, очевидно є колосальна різниця між розривом в діапазоні кольору світіння та зміною величини видимого світла. Тому щоб домогтися білого світла, необхідно провести змішання випромінювань в різних спектрах у правильній пропорції. При цьому сам спектр може бути як суцільним, так і лінійчатим, а часом навіть смугастим.

Колір та світло

Незважаючи на певну мовленнєву спорідненість цих слів, з оптичної точки зору це поняття лише пов'язані, але не мають однозначної взаємної кореляції. Навіть банальний білий світ від люстри, розташованої в приміщенні, визначається колірністю й типом лампочки, що потребує її попереднього аналізу, інакше Ви ризикуєте отримати зовсім не той результат, на який розраховували.

Житлові кімнати прийнято освітлювати теплими тонами на рівні колірної температури 2700-3000K. Такі відтінки сприяють заспокоєнню, допомагають відпочити і розслабитися після трудового дня. Через колір нашої шкіри в такому освітленні ми виглядаємо найприродніше.

Офіс, робочий кабінет або письмовий стіл можна освітлити набагато більш холодним світлом. Він має колірну температуру на рівні 4000-4500K та відмінно підійде для охоплення великої території. Знову ж, зелень на підвіконні кабінету буде виглядати при ньому більш насичено, а це, як відомо, корисно для втомлених від комп'ютера очей. Раніше для офісів нерідко застосовували галогенові лампи з колірною температурою близько 3000K. Хоч даний тип з самого початку й має більш холодний тон світіння, за цих величин він може створювати на предметах «ефект старовини»: сторінки книг і листя рослин будуть виглядати пожовклими, а меблі – вицвілими.

Грамотний розподіл ламп з різним спектром може давати дуже цікаві результати. Наприклад, непогано себе зарекомендувало вуличне двокольорове освітлення, при якому проїжджа частина освітлюється добре розпізнаваним жовто-зеленим світлом, а тротуари – концентруючим увагу прохолодним білим.

Передача кольору

У внутрішніх приміщеннях теж можна вдаватися до прийомів комбінування, подібних до описаного раніше, але робити це слід з обережністю. Справа в тому, що у невеликому просторі буде дуже помітна «різношерстість» освітлення, а це не тільки неестетично, а й на підсвідомому рівні викликає у людини дискомфорт.

Незважаючи на важливість однорідності кольору освітлення, в інтер'єрах на перший план виходить саме передача кольору. Щоб люди, речі і предмети меблів виглядали звично і природно, у ламп повинен бути суцільний спектр випромінювання з високим індексом CRI. Орієнтиром при цьому є сонячне світло, чия колірна температура протягом дня змінюється від 1800K до 6000K, але передача кольору залишається незмінно високою.

Зазвичай лампи розжарювання і якісні галогенки не грішать спотвореннями, оскільки мають суцільний спектр, але розрядні лампи можуть досить погано передавати кольори предметів через наявність у їх спектрах смуг та ліній. Не завжди виробники пишуть індекс передачі кольору прямо на упаковці ламп, проте в фірмових каталогах можна знайти більш повну інформацію з цього приводу. Там даний показник наводиться в одиницях Ra або вказується як індекс

CRI. Ціна поділки, нульова відмітка і максимум (100 одиниць) в обох шкал однакові, тому можна не боятися переплутати значення при виборі.

У класичному випадку за еталон взяті 8 зразків світла. Лампочки розжарювання наближаються до значення в 100 од., розрядні лампи (наприклад, натрієві) можуть мати діапазон індексу від 20 до 95 од. і т.д. Заради справедливості, хочемо зазначити, що індексом Ra ще потрібно навчитися користуватися. Люмінесцентні лампи та білі світлодіоди з рівнем Ra=80 позиціонуються як вироби з «гарною» передачею кольорів, проте допускається, щоб навіть в них один колір трохи «випадав з обійми». З'ясувати подібні нюанси можна тільки методом спроб та помилок, а тому у досвідчених дизайнерів і архітекторів вже є власна база перевірених освітлювальних приладів.

З кожним роком асортимент лампочок різних типів і форм тільки зростає. Переважну частину споживчого попиту як і раніше становлять лампи розжарювання, проте їх поступово витісняють з ринку галогенові, люмінесцентні, енергозберігаючі (КЛЛ) та світлодіодні лампочки. Останні два типи зараз розташовуються на гребені хвилі, проте з технічної точки зору КЛЛ помітно програють світлодіодним – як у плані економічності, так і з експлуатаційної точки зору. Виробники регулярно вдосконалюють свою продукцію, що дає нам можливість сподіватися на якісно новий виток в сфері освітлювальної техніки, який належить побачити людству в найближче десятиліття.

Типи ламп

Далі коротко розглянемо окремі типи ламп з урахуванням вже знайомих нам характеристик. Зараз на ринку можна знайти таку продукцію:

- лампи розжарювання;
- галогенові лампи;
- люмінесцентні лампи;
- енергозберігаючі лампи (КЛЛ);
- світлодіодні лампи;
- модулі на базі світлодіодів.

Лампи розжарювання

Цей різновид лампочек добре відомий усім нам з дитинства. У скляній колбі розташовується вольфрамова нитка, яка нагрівається при проходженні через неї електричного струму. У порівнянні з іншими типами, їхня світлова віддача виглядає сміховинно: близько 10-15 Лм/Вт. З точки зору якості перетворення енергії, вони також помітно програють іншим типам, оскільки більшою мірою витрачаються на отримання тепла, аніж на вироблення світла.

Вони випромінюють дуже теплі тони (колірна температура близько 2600-2700K) і мають найвищий рівень передачі кольору (Ra=100). Проте, ресурс роботи у даних виробів невеликий – близько 1000 годин, що також неймовірно

мало для сучасних освітлювальних приладів. Незважаючи на те, що більшість людей знають про це, продажі лампочок розжарювання стабільні як і раніше. Причиною попиту є низька ціна продукції і її традиційність, що укорінена в нашій свідомості.

Галогенові лампи

Галогенки є більш сучасним типом ламп, заснованим на ефекті світіння спіралі в газовому середовищі. Для їх виготовлення використовуються спеціальні сорти кварцового скла, що забезпечує багаторазове віддзеркалення світло теплового випромінювання всередину колби. Світлова віддача таких ламп тримається на рівні 30 Лм/Вт, а колірна температура коливається від 3000 К для переважної більшості типових моделей – та до 4200 К для лампочок денного світла.

Якщо галогенка виготовлена солідної фірмою, її Ra буде наближатися до 100. Кут розсіювання таких ламп без відбивачів невеликий, тому вони частіше застосовуються для фокусування світла на окремих об'єктах. Термін служби перевищує аналогічний показник попереднього типу в 2-4 рази, тобто становить близько 2000-4000 годин.

Люмінесцентні лампи

Люмінесцентні лампи являють собою довгий циліндр, наповнений парами ртуті, з розташованими усередині електродами. В електричному полі пари починають випромінювати УФ-промені, що провокує люмінофор, нанесений на стінки трубки, світитися в видимому діапазоні. Залежно від класу, такі лампи можуть забезпечувати або середню передачу кольору Ra=80 при світловій віддачі до 104 Лм/Вт, або ж Ra=90-98 при світловіддачі близько 88 Лм/Вт. Особливістю люмінесцентних ламп є необхідність використання пускорегулювальних пристроїв. Проте, їх сильною стороною є довговічність – в офісах такі лампи можуть успішно працювати понад 20 тис. годин.

Енергозберігаючі лампи

Відомі зараз як «енергозберігаючі», такі лампи мають другу, більш правильну назву, КЛЛ – компактні люмінесцентні лампи. За своєю будовою вони є доповненням до попереднього типу, тільки трубка тут закручується в спіраль. Їх світловіддача в середньому становить до 75 Лм/Вт при колірній температурі 2700-6000 К та індексі передачі кольору понад 80 од. В останні п'ять років вони отримали велике поширення як заміна традиційних лампочок у всіх сферах застосування останніх. Незважаючи на достатню простоту ламп цього типу та помірну вартість, їх потенціал переоцінений, і експерти стверджують, що ажіотаж навколо КЛЛ викликаний більшою мірою рекламою, аніж реальною ефективністю виробу.

Світлодіодні лампи

Існує два основних види світлодіодних ламп: SMD і LED filament. Тут ми не будемо заглиблюватися в технологію їх виробництва і порівнювати їх (для цього в нас є окрема стаття), але зазначимо, що в основі їх всіх лежить робота світлодіодів. З технічної точки зору, на нинішній момент даний тип ламп займає лідируючі позиції.

При потужності лампи в п'ять ват, її світлова віддача складає 25Лм/Вт, а рівень передачі кольору – понад 85 од. При цьому світлодіодні джерела мають поки вищу ціну, однак вона повністю компенсується терміном служби: від 50 до 100 тис. годин.

Можна говорити, що даний тип лампочок зробив своєрідну революцію, перевівши ефективне освітлення на твердотільні матеріали. З урахуванням їх високої економічності, найближчим часом ніякі конкуренти світлодіодам не страшні.

Модулі на базі світлодіодів

Світлодіоди потроху починають заповнювати всі сфери життя, а тому багато виробників намагаються адаптувати їх під різні господарські та громадські потреби. Першою на черзі стоїть заміна тих ламп, які потрібні для створення кольірних ефектів. У порівнянні з лампою розжарювання, доповненої світлофільтром, кілька діодів виглядають набагато більш зручними і економічними.

Муніципалітети великих закордонних міст передбачають переведення на світлодіоди практично всіх сигнальних об'єктів інфраструктури: світлофорів, вуличних ліхтарів, наземної навігації, стоп-сигналів на комунальній техніці та ін. Такі вироби споживають набагато менше енергії і потребують заміни лише раз в 5-7 років, що робить їх незрівнянно більш вигідними для місцевих бюджетів.

Висновок

Не потрібно бути експертом, щоб розуміти, наскільки важливу роль в житті людини відіграє освітлення. Без світла ми не могли б займатися багатьма звичними сучасній людині справами: працювати, читати, вчитися, ходити по вулицях в темний час доби, займатися домашніми справами.

Представлений вище порівняльний аналіз джерел світла покликаний показати не тільки еволюцію світлотехнічного обладнання, а й продемонструвати збереження розбіжності в сфері застосування окремих типів ламп. Ймовірно, в найближчі роки ми станемо свідками нових винаходів у цій сфері і зможемо гідно оцінити результати досліджень вчених. А поки що пропонуємо Вам максимально використовувати вже доступні нам блага сучасної цивілізації і переходити на більш енергоефективні джерела світла.

ЛІТЕРАТУРА

Основні джерела

1. Прокопенко В.В. Енергетичний аудит з прикладами та ілюстраціями [Текст] / Навч. посібник / В.В. Прокопенко, О.М. Закладний, П.В. Кульбачний; - К.: Освіта України, 2009. – 438 с.
2. Соловей О.І. Енергетичний аудит: Навчальний посібник / О.І. Соловей, В.П. Розен, Ю.Г. Лега, О.О. Ситник, А.В. Чернявський, Г.В. Курбака. - Черкаси: ЧДТУ, 2005. - 299 с.
3. Автоматизовані системи контролю, обліку та управління енерговикористанням [електронне видання] / О. В. Коцар // Навч. посібн. – К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського, — Дніпро: Середняк Т. К., 2017, — 44 с.
4. Закладний, О.М. Енергозбереження засобами промислового електроприводу [Текст] / О.М. Закладний, А.В. Праховник, О.І. Соловей;— К. : Кондор, 2005. — 408 с. – Библиогр.: - ISBN 966- 7665-23-2.
5. Маляренко В.А. Енергетичні установки. Загальний курс: Навчальний посібник. – 2-е видання X: «Видавництво САГА», 2008. – 320 с.
6. Маляренко В.А., Лисак Л.В. Енергетика, довкілля, енергозбереження. /Під заг. ред. проф. В. А. Маляренка, Х.: Рубікон, 2004. – 368 с.
7. Енергетичний аудит: конспект лекцій/ С.В. Сапожніков. – Суми: СумДУ, 2011. – 120 с.
9. Посібник з муніципального енергетичного менеджменту / Є.М. Іншеков, Є.Є. Нікітін, М.В. Тарновський, А.В. Чернявський. – К.: Поліграф плюс, 2014. – 238 с.

Допоміжні джерела

10. Типова методика енергетичних обстежень промислових підприємств М0013184.0.33-04. – Київ, 2004. – 80 с.
11. Закон України «Про енергетичну ефективність будівель» <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2118-19#Text>
12. ДСТУ БВ.2.2-39:2016. Методи та етапи проведення енергетичного аудиту будівель. <https://advansys.ua/wpcontent/uploads/2022/07/DSTU-B-V.2.2-39-2016-Metodi-ta-etapi-provedennya-energetichnogo-audit-budivel.pdf>.
13. Методика визначення енергетичної ефективності будівель. Нак. Мінрегіон №169 від 11.07.2018.
14. Зеркалов Д.В. Енергозбереження в Україні. [Електронний ресурс] Монографія.– К.: Основа, 2012.
15. Маляренко В.А., Лисак Л.В. Енергетика, довкілля, енергозбереження. /Під заг. ред. проф. В. А. Маляренка, Х.: Рубікон, 2004. – 368 с.

Інформаційні ресурси

16. Національна бібліотека ім. В.І. Вернадського / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.nbuv.gov.ua/tichni-tame.pdf>
17. Офіційний сайт Верховної Ради України – Режим доступу: <http://www.zakon.rada.gov.ua>

Барсукова Ганна Володимирівна
Юрченко Олександр Юрійович
Лисенко Віта Василівна

Енергетичний аудит

**Методичні вказівки
з виконання самостійної роботи**

Суми, РВВ, Сумський національний аграрний університет, вул.Г.
Кондратьєва, 160

Підписано до друку: жовтень, 2024 р. Формат А5: Гарнітура Times New Roman

Тираж: 100 примірників Замовлення _____ Ум. друк. арк.
