

Міністерство освіти і науки України

Національний університет водного господарства та природокористування

Навчально-науковий інститут енергетики, автоматики та водного господарства

Кафедра автоматизації, електротехнічних та комп'ютерно-інтегрованих
технологій

04-03-398М

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання практичних робіт з навчальної дисципліни
«Основи енергоефективності»

для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня
за освітньо-професійною програмою «Автоматизація, комп'ютерно-
інтегровані технології та робототехніка» спеціальності 174
«Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та
робототехніка» денної та заочної форм навчання

Рекомендовано науково-
методичною радою з якості
ННІ ЕАВГ
Протокол № 2 від 29.10.2024 р.

Рівне – 2024

Методичні вказівки до виконання практичних робіт з навчальної дисципліни «Основи енергоефективності» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за освітньо-професійною програмою «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка» спеціальності 174 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка» денної та заочної форм навчання. [Електронне видання] / Літковець С. П., Василюк К. С. – Рівне: НУВГП, 2024. – 27 с.

Укладачі:

Літковець С. П. доцент кафедри автоматизації, електротехнічних та комп'ютерно-інтегрованих технологій, кандидат технічних наук, доцент

Василюк К. С. доцентка кафедри автоматизації, електротехнічних та комп'ютерно-інтегрованих технологій, докторка філософії

Відповідальний за випуск:

Древецький В. В., завідувач кафедри автоматизації, електротехнічних та комп'ютерно-інтегрованих технологій, доктор технічних наук, професор

Керівник групи забезпечення спеціальності 174 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка»:

Христюк А. О., доцент кафедри автоматизації, електротехнічних та комп'ютерно-інтегрованих технологій, кандидат технічних наук, доцент

© С. П. Літковець,
К. С. Василюк, 2024
© НУВГП, 2024

ЗМІСТ

| | |
|---|----|
| Вступ..... | 4 |
| Практична робота 1. Визначення енергетичної ефективності об'єктів ... | 5 |
| 1.1. Короткі теоретичні відомості..... | 5 |
| 1.2. Завдання..... | 8 |
| 1.3. Контрольні запитання..... | 9 |
| Практична робота №2. Підвищення енергетичної ефективності промислових та побутових споживачів..... | 10 |
| 2.1. Короткі теоретичні відомості..... | 10 |
| 2.2. Завдання..... | 13 |
| 2.3. Контрольні запитання..... | 14 |
| Практична робота №3. Енергозберігаючі технології в житлово- комунальному господарстві..... | 15 |
| 3.1. Короткі теоретичні відомості..... | 15 |
| 3.2. Завдання..... | 17 |
| 3.3. Контрольні запитання..... | 18 |
| Практична робота №4. Енергозберігаючі технології в системах освітлення..... | 19 |
| 4.1. Короткі теоретичні відомості..... | 19 |
| 4.2. Завдання..... | 25 |
| 4.3. Контрольні запитання..... | 25 |
| Література..... | 27 |

ВСТУП

Освітня компонента «Основи енергоефективності» знайомить здобувачів освіти із сучасним станом енергетичної системи та раціональним використанням наявних енергоресурсів.

Мета – формування теоретичних знань та практичних навичок для узагальнення уявлення про всі розділи енергетики та їх взаємозв'язок, енергетичні системи та основні процеси перетворення, що в них відбуваються, передавання та споживання енергії, принципи роботи і конструктивне виконання енергетичних установок, сучасному стані та перспективах розвитку енергетики.

Внаслідок вивчення дисципліни студент повинен:

- сформувати сучасне світосприйняття щодо раціонального використання поновлюваних та непоновлюваних природних ресурсів;
- поглибити теоретичних знань з питань енергозбереження та екології;
- залучатися до активних дій щодо збереження природного багатства країни;
- зацікавитися проблемою раціонального та дбайливого використання енергоресурсів, виховання економічного та екологічного мислення.

У методичних вказівках наявний опис 4 практичних робіт, що стосуються визначення енергетичної ефективності об'єктів, підвищення енергетичної ефективності промислових та побутових споживачів, впровадженню енергозберігаючих технологій в житлово-комунальному господарстві та в системах освітлення.

ПРАКТИЧНА РОБОТА 1

ВИЗНАЧЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ОБ'ЄКТІВ

Мета: оволодіти навичками визначення класів енергетичної ефективності об'єктів відповідно до Датської шкали.

1.1. Короткі теоретичні відомості

Для оцінки енергетичної ефективності споруд у багатьох державах застосовують наступний підхід. Вся енергія, яка надходить у будинок за 12 місяців (електроенергія, центральне опалення, тепла вода), обраховують, отримані дані розділяють на площу будівлі. Завдяки цим операціям можна отримати питома електроспоживання будинку за рік. Дані значення для кожного виду споруди можна аналізувати і складати заключення про енергоефективність різних будівель.

Енергоефективність будівлі – це сукупність заходів, зосереджених на зменшенні енергоспоживання об'єкту, при забезпеченні комфортних умови для людини. Отже це означає, що споруда має бути побудована та спроектована таким чином, щоб втрати енергії на різні потреби були якомога меншими.

При визначенні енергоефективності споруди необхідно враховувати ряд міркувань:

1. Локальні кліматичні умови.
2. Тип, архітектуру, планування та конструктивну схему будівлі.
3. Теплотехнічну та енергетичну оцінку будівлі.
4. Унормовані гігієнічні та санітарні параметри мікроклімату у споруді.
5. Час, протягом якого огорожувальні конструкції можуть витримати тяжкі умови, коли будівля в активному використанні.
6. Відомості енергетичних даних інженерного обладнання.

У Данії була створена універсальна шкала класів енергоефективності, які визначаються на основі питомого енергоспоживання та виду споруди.

Наприклад, зрозуміло, що міська поліклініка буде споживати більше, ніж звичайні будинки. Метод призначення класу енергоефективності реалізовано міжнародними компаніями, зокрема – Display. У цьому проекті можуть брати участь лише адміністративні одиниці (селища міського типу, районні центри, тощо). Після оплати членського внеску учасники отримують онлайн пропуск до спеціальної бази даних, у якому програмне середовище оцінює клас енергоефективності на критерії введених даних. Крім того, програма генерує діаграми з головними показниками споруди та дає поради для покращення стану будівлі. Головною умовою результативного використання програмного середовища є точний обрахунок енергоносія та інших даних.

Велику долю організацій у різних регіонах України можна віднести до таких груп будівель, табл. 1.1.

Таблиця 1.1

Рівні енергоефективності окремих будівель за Датською шкалою

| Річне питоме енергоспоживання, кВт·год/м ² | A | B | C | D | E | F | G |
|---|------|---------|---------|---------|---------|---------|------|
| Школи, адміністративні споруди | <75 | 75–140 | 140–205 | 205–270 | 270–335 | 335–400 | >400 |
| Соціально-культурні споруди | <75 | 75–160 | 160–245 | 245–330 | 330–415 | 415–500 | >500 |
| Дитячі садочки | <75 | 75–145 | 145–215 | 215–285 | 285–335 | 355–425 | >425 |
| Лікарні | <150 | 150–225 | 225–300 | 300–375 | 375–450 | 450–525 | >525 |

Для того, щоб обрати клас енергоефективності будівлі, застосовують наступні дані: використання палива, споживання тепла (при використанні центрального опалення), площа будівлі.

Визначення класів енергоефективності полягає в наступному. Потрібно перевести натурні показники використання показники на об'єкті у кВт·год. Для автономного опалення:

$$EN = \frac{Nk}{859,8}, \quad (1.1)$$

де EN – це енергія, яка виділяється від згорання різних типів палива при автономному опаленні, кВт·год/рік; N – 12-місячне використання палива, у натурних одиницях вимірювання. Дану інформацію можливо дістати, реалізувавши облік енергетичних носіїв. Велика частина регіонів України завантажують на власних Internet сторінках відомості про споживання енергетичних носіїв; k – питома теплота згорання палива визначеного типу (табл. 1.2); 859,8 – кілокалорій, еквівалентна 1 кВт·год.

Таблиця 1.2

Питома теплота згорання деяких видів палива

| | |
|-----------------------|--------------------------|
| Природний газ | 7960 ккал/м ³ |
| Дизельне паливо | 10000 ккал/кг |
| Дрова (вологість 20%) | 3268 ккал/кг |
| Мазут | 9700 ккал/кг |
| Торфокрихта | 2508 ккал/кг |
| Торфобрикет | 4650 ккал/кг |
| Антрацит | 7000 ккал/кг |
| Вугілля кам'яне | 5000–7200 ккал/кг |
| Пелети | 4300 ккал/кг |

Коли певний об'єкт підключений до централізованого опалення, буде використовуватися така формула:

$$EQ = \frac{Q \cdot 1000000}{859,8}, \quad (1.2)$$

де EQ – обсяг теплової енергії, що споживається за 1 рік, кВт·год; Q – річне споживання теплової енергії, Гкал.

Одержані значення енергоспоживання, потрібно поділити на площу об'єкта:

$$E = \frac{EN + EQ + EE}{S}, \quad (1.3)$$

де E – річне питоме енергоспоживання на об'єкті, кВт·год/м²; EE – сукупне річне споживання електричної енергії об'єктом, кВт·год; S – площа об'єкта, м².

Одержане значення E дозволяє за шкалою (табл. 1.1) оцінити клас енергоефективності.

1.2. Завдання

Потрібно визначити категорію енергоефективності будівлі до модернізації та після згідно задачі, яка наведена нижче. Початкові дані наведені у табл. 1.3.

Таблиця 1.3

Варіанти завдань

| № варіанта | Вид споруди | Витрата газу для опалення N , м ³ | Сукупне річне споживання електроенергії EE , кВт·год | Площа S , м ² | Зменшення споживання газу X , разів |
|------------|-----------------------------|--|--|----------------------------|---------------------------------------|
| 1 | Школа | 80 000 | 90 000 | 6 000 | 1,5 |
| 2 | Лікарня | 100 000 | 100 000 | 5 000 | 2 |
| 3 | Дитячий садочок | 105 000 | 80 000 | 4 500 | 2,5 |
| 4 | Адміністративна споруда | 85 000 | 80 000 | 8 000 | 1,5 |
| 5 | Школа | 130 000 | 120 000 | 10 000 | 2 |
| 6 | Дитячий садочок | 90 000 | 85 000 | 4 000 | 1,5 |
| 7 | Лікарня | 120 000 | 110 000 | 9 000 | 2,5 |
| 8 | Соціально-культурна споруда | 95 000 | 140 000 | 12 000 | 2 |
| 9 | Адміністративна споруда | 80 000 | 95 000 | 7 500 | 1,5 |
| 10 | Соціально-культурна споруда | 75 000 | 70 000 | 6 500 | 2 |

Щоб опалювати будівлю індивідуальною котельнею витрачається N , м³ природного газу в рік. Після вдосконалення котельні витрати газу зменшилися в X разів. Площа будівлі S , м². Повне річне використання електроенергії спорудою EE , кВт·год.

1.3. Контрольні запитання

1. Що таке енергетична ефективність споруди?
- 2.Що потрібно врахувати, коли визначаєш енергетичну ефективність споруди ?
3. Які вам відомі категорії енергоефективності будівель?
4. Які відомості необхідно використати для визначення категорії енергоефективності споруди?
5. Яка послідовність дій для визначення категорії енергоефективності будівлі?

ПРАКТИЧНА РОБОТА №2

ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОМИСЛОВИХ ТА ПОБУТОВИХ СПОЖИВАЧІВ

Мета: освоїти основні способи підвищення енергетичної ефективності промислових та побутових споживачів.

2.1. Короткі теоретичні відомості

Суттєвий вплив на безпеку держави чинить енергозбереження. Якщо використання паливно-енергетичних ресурсів буде неефективним, держава має їх імпортувати, що змусить стати залежним від країн-експортерів. В Україні потенціал енергозбереження становить 45%. Якщо реалізувати цей потенціал, наша держава зможе вирішити проблему зовнішньої енергетичної залежності.

Важливим показником економічної ефективності є енергоємність валового внутрішнього продукту. Такий індикатор в Україні є набагато більшим, ніж в індустріально розвинених країнах. Причиною цього є технологічна відсталість, неоптимальна структура національної економіки, вплив нелегального сектору. Ці негативні явища призводять до обмеження конкурентоспроможності державного виробництва, та створює велике навантаження на економіку.

Найголовніший напрямок для вдосконалення систем енергозабезпечення нашої держави полягає у піднятті результативності використання паливно-енергетичних ресурсів за допомогою застосування енергоефективних продуктів, технологій та новітнього обладнання, а також – реалізація енергоефективних проектів. Вироби, які допоможуть нам раціонально використовувати паливно-енергетичні ресурси – це енергоефективна продукція.

Енергоефективні заходи – це дії, зосереджені на створення та впровадження технологій, енергоефективної продукції та обладнання.

Проекти з енергоефективності – це комплексні заходи, спрямовані на зниження енергоспоживання. Вони включають в себе реструктуризацію мереж

та систем постачання, вимірювання і оптимізацію використання води, природного газу, опалення та електроенергії, покращення огорожувальних споруд та будівель.

Щоб підвищити енергетичну ефективність промислових і житлових об'єктів, виконуються заходи з енергозбереження.

Енергетичне дослідження (енергетичний аудит) – це процес оцінювання користування енергетичних запасів і розроблення порад для підвищення ефективності.

Енергетичний аудит спрямований на зниження споживання енергії виробництва за рахунок підвищення ефективності її використання. Головна ідея енергетичного аудиту – це оцінка раціональності використовуються тих чи інших ресурсів, і рекомендації щодо зведення до мінімального використання ресурсів.

Оцінка енергоспоживання включає в себе комплексний аналіз витрат паливно-енергетичних ресурсів та рекомендації щодо розумного використання енергоресурсів.

Енергетичний аналіз охоплює будь-яку компанію, енергетичну систему, будівлю або об'єкт, що споживає або виробляє енергію.

Експертиза енергоресурсів включає:

- розроблення організаційно-технічних рішень для зменшення втрат енергії;
- оцінку потенціалу енергозбереження;
- фінансовий аудит з енергоефективності.

Поради щодо енергозбереження зазвичай на різних підприємствах надає відділ енергетичного менеджменту. Енергетичний менеджмент займається керуванням підприємств, гарантує швидку експертизу, а також дає поради щодо їх оптимального використання для виробничих, господарсько-побутових потреб. Основною перевагою є зосередження на виробничих системах з найбільшим енергоспоживанням. Основними типами систем є теплові станції, та системи теплопостачання у виробничих системах вентиляції й

водопостачання, системи подачі повітря під високим тиском та інші елементи інфраструктури, які охоплюють різні будівлі, такі як заводи, склади та офіси. Загалом, ці системи мають кілька важливих характеристик, таких як великі коливання температури (вище або нижче температури середовища), висока інтенсивність виробництва і велике споживання робочих рідин, таких як водяна пара, вода, газ і стиснене повітря. Наприклад, котельні, які працюють при високих температурах.

З метою складання інформаційної бази даних про використання потенційних запасів первинних енергоресурсів, фірма проводить паспортизацію об'єктів, що споживають енергію. Паспортні дані мають на меті відображення реального енергетичного обладнання, технологічних процесів об'єктів та їх характеристики. У паспорті надається інформація про другорядні джерела енергії, вони дають змогу підприємству досліджувати своє енергоспоживання та вжити необхідні заходи. Енергетичний паспорт містить повну інформацію про використання енергоресурсів. Паспорт дійсний впродовж 5 років.

До існуючого паспорта енергетичної ефективності будівлі має додаватися техніко-економічне обґрунтування рекомендованих енергоефективних заходів.

В даному документі виділяють наступні пункти: 1. Місце знаходження об'єкту. 2. Категорія ефективності. 3. Інформація про тип будівлі. 4. Основні вимоги, які стосуються даної будівлі. 5. Розрахункові показники оптимізації споживання енергії об'єкту, встановлені відповідно до законодавчих норм. 6. Поради для покращення оптимізації споживання енергії. 7. ПІБ спеціаліста з енергозбереження, який складав паспорт з оптимізації споживання енергії цієї будівлі, а також його номер у державному реєстрі.

Оптимізація споживання енергії побутових споживачів досягається через реконструкцію будівлі, впровадження новітніх систем опалення, а також впровадження раціональних програм моніторингу та автоматизації для контролю використання паливно-енергетичних ресурсів.

До найбільш поширеного енергозберігаючого обладнання відносяться LED-лампи, системи опалення та охолодження, теплові насоси та системи гідродинамічного нагрівання.

2.2. Завдання

Розв'язати наведену задачу. Вихідні дані наведені у табл. 2.1.

Таблиця 2.1

Варіанти завдань

| № варіанта | P_1 , Вт | P_2 , Вт | X , % | K_{31} | K_{32} |
|------------|------------|------------|---------|----------|----------|
| 1 | 600 | 137 | 40 | 0,7 | 0,9 |
| 2 | 700 | 160 | 10 | 0,7 | 0,8 |
| 3 | 450 | 103 | 50 | 0,8 | 0,9 |
| 4 | 800 | 182 | 30 | 0,7 | 0,9 |
| 5 | 750 | 171 | 15 | 0,8 | 0,9 |
| 6 | 400 | 91 | 25 | 0,8 | 0,9 |
| 7 | 1000 | 230 | 5 | 0,7 | 0,9 |
| 8 | 650 | 150 | 35 | 0,7 | 0,8 |
| 9 | 750 | 170 | 30 | 0,8 | 0,9 |
| 10 | 900 | 200 | 20 | 0,7 | 0,8 |

Автостоянка автотранспортного підприємства освітлюється десятьма вольфрамо-галогенними лампами потужністю P_1 кожна. Охоронці вмикають та вимикають лампи вручну, але іноді випадково залишають їх ввімкненими в денний час в $X\%$ випадків. Для економії електроенергії пропонується замінити ці лампи десятьма натрієвими лампами високого тиску потужністю P_2 кожна (включаючи втрати механізму управління), які завдяки збільшеній світловіддачі забезпечують такий самий рівень освітленості. Коефіцієнт завантаження K_{31} вольфрамо-галогенних ламп, а коефіцієнт завантаження K_{32} натрієвих ламп високого тиску. Крім того, запропоновано встановити автоматизоване управління системою освітлення. Яким буде значення річного енергозбереження? Які чинники повинні бути враховані під час модернізації системи освітлення автостоянки?

2.3. Контрольні запитання

1. Що розуміють під енергоємністю валового внутрішнього продукту та на якому вона рівні в нашій державі?
2. Які основні шляхи підвищення ефективності використання енергоресурсів?
3. Що таке енергоефективні продукція, технологія, обладнання?
4. Які заходи відносять до енергозберігаючих?
5. Що розуміють під енергоефективним проектом?
6. Що таке енергетичний аудит?
7. Що є предметом та об'єктом енергетичного аудиту?
8. Яке призначення енергетичного аудиту?
9. Що таке енергетичний менеджмент?
10. Для чого призначений паспорт енергоспоживаючого об'єкту?
11. Яка інформація міститься в паспорті енергоспоживаючого об'єкту?
12. Яка інформація міститься в енергетичному паспорті будівлі?
13. Яким чином підвищують енергетичну ефективність побутових споживачів?
14. Які енергозберігаючі установки є найбільш поширеними для генерації теплової енергії під час децентралізованого енергопостачання побутових споживачів?

ПРАКТИЧНА РОБОТА №3

ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ В ЖИТЛОВО-КОМУНАЛЬНОМУ ГОСПОДАРСТВІ

Мета: оволодіти основними методами визначення економічної ефективності впровадження енергозберігаючих технологій в житлово-комунальному господарстві.

3.1. Короткі теоретичні відомості

Житловий та комунальний сектори є одними з основних споживачів енергії тепла в Україні.

У житловому-комунальному господарстві потрібно здійснювати такі енергозберігаючі дії:

- застосовувати енергоефективні прилади та обладнання для генерації електроенергії;
- забезпечити приймачі енергії керуючими та вимірювально технічними засобами;
- здійснювати модернізацію котлів;
- мінімізувати теплові втрати від огорожувальних конструкцій (вікна, дахи і тому подібне);
- застосовувати тепло-модернізацію споруд та використовувати ізоляційні матеріали;
- вдосконалювати теплопостачальні вузли та процеси розподілу тепла у внутрішній частині будинків;
- виконувати децентралізацію теплопостачання житлових помешкань для зменшення втрат теплових ресурсів під час передачі до користувачів;
- вести моніторинг споживання теплової та електричної енергії;
- застосовувати повторювальне користування вторинних енергетичних ресурсів;

- здійснювати використання систем акумулювання енергії;
- здійснювати спеціальні заходи для виявлення крадіжок енергоносіїв;
- організовувати сертифікацію енергетичних споживаючих споруд;
- організувати критерії теплоізоляції споруди;
- здійснювати тарифну політику, яка буде мотивувати споживачів користуватися заощадливо енергоресурсами;
- розробити рекламу, щоб споживачі користувалися розумними електричними приладами побутового призначення.

Наша держава активно шукає нові альтернативні методи теплопостачання, щоб зменшити витрати та покращити якість послуг. Централізовані системи теплопостачання перевантажені, це зменшує потенціал на їх модернізацію.

У нашій державі теплопостачання споживачів здійснюється за допомогою ТЕЦ, сюди входять квартирні генератори, відновлювальні джерела енергії, а також середні та великі районні котельні. Прилади та обладнання на таких теплоелектроцентралях вживане та не відповідає сучасним екологічним стандартам, існує потреба в заміні застарілого обладнання на більш сучасне.

Погіршення стану застарілих трубопроводів мереж теплопостачання призводить до тепловтрат в них, яке складає понад 50%. ККД котельного устаткування дорівнює 55-65%, а якщо враховувати втрати в тепломережах, то зменшується до 49%. Наприклад, Київську теплоелектроцентраль перевірили за допомогою ультразвукового аналізу. Завдяки цій діагностиці інженери отримали інформацію, що 45% систем трубопроводів не мають необхідного запасу експлуатаційного ресурсу. Ультразвукова діагностика виявила великі пошкодження, через котрі кожні півгодини витікало 230 літрів гарячої води.

Розвиток систем розподільної енергетики є актуальним, тому що, з одної сторони, має місце негативний стан обладнання та висока вартість на забезпечення теплом та електрикою споживачів від централізованих мереж, а з іншої сторони, в нашій державі з'являються джерела тепла з високою енергоефективністю.

Децентралізовані енергетичні системи є нагальною потребою, оскільки постачання тепла та електроенергії споживачам від централізованих джерел тепла є недостатньо ефективними, ненадійними та характеризується високою ціною. На даний момент на українському ринку з'явилися ефективні локальні джерела тепла, такі як когенераційні установки, міні-котельні, газові котли та теплові насоси.

В наш час для реалізації дистрибутивних джерел теплоти, потрібно менше вкладати кошти, а їхньою перевагою є автоматизація робочих процесів, зменшення втрат на технічне обслуговування обладнання, а також відсутність необхідності виділення земельних ділянок для теплових мереж і котлів. ККД сучасних газових квартирних теплогенераторів становить понад 88%. Паливна ефективність муніципальних котлів набагато менша.

3.2. Завдання

Необхідно розв'язати наведену задачу. Вихідні дані обираються за індивідуальним варіантом з табл. 3.1.

Таблиця 3.1

Варіанти завдань

| № варіанта | S , м ² | Z_i , грн. | Y , % | n_3 , місяців |
|------------|----------------------|--------------|---------|-----------------|
| 1 | 80 | 10,5 | 45 | 7 |
| 2 | 120 | 8,5 | 25 | 7,5 |
| 3 | 140 | 10 | 30 | 7 |
| 4 | 160 | 11,5 | 40 | 8 |
| 5 | 200 | 15 | 15 | 9 |
| 6 | 220 | 17,5 | 10 | 7,5 |
| 7 | 260 | 12 | 20 | 8 |
| 8 | 170 | 14,5 | 35 | 8,5 |
| 9 | 210 | 16 | 25 | 7 |
| 10 | 180 | 19,5 | 30 | 9 |

Будинок загальною площею S опалювався газовим котлом. Витрати на 1 м² при опаленні газом становили Z_i грн. на місяць. Після реконструкції було встановлено котел нового зразка тієї ж потужності, який споживає газу на $Y\%$ менше. Опалювальний сезон триває n_3 місяців. Скільки коштує опалення

будинку новим котлом протягом одного місяця? Яка економія коштів мешканцями будинку за 1 місяць, 3 місяці, опалювальний сезон?

3.3. Контрольні запитання

1. Які заходи з енергоефективності та енергозбереження слід застосовувати в житлових та комунальних секторах?
2. Які проблеми або можливості для розвитку централізованої системи опалення в нашій країні?
3. Як саме у нашій державі проводиться теплопостачання зі споживачами?
4. Чому важливо розвивати розподілені енергетичні системи?
5. Які практичні правила для встановлення незалежних систем опалення та які їхні плюси порівняно з централізованими системами?

ПРАКТИЧНА РОБОТА №4

ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ В СИСТЕМАХ ОСВІТЛЕННЯ

Мета: оволодіти основними прийомами визначення економічної ефективності впровадження енергозберігаючих технологій в системах освітлення.

4.1. Короткі теоретичні відомості

За різними оцінками, витрати на освітлення підприємств складають 15-35% від загальних втрат на електроенергію, отже скорочення споживання електроенергії є важливим питанням для України.

Джерело світла – це пристрій, який перетворює енергію на світлове випромінювання, довжина хвилі якого складає від одного до декількох нанометрів.

При штучному освітленні для генерації світлового випромінювання майже завжди використовують електричну енергію. Деякі прилади генерують світла з інших джерел енергії, але вони переважно застосовуються як резервні джерела світла.

Системи освітлення складаються з:

- світильники з лампами, пуско-регулюючою апаратурою (ПРА), оптикою, що формує необхідний світловий потік;
- пристрої управління світильниками (вимикачі, автоматичні пристрої тощо);
- електричні розподільчі мережі;
- системи моніторингу та управління освітлювальними системами.

Основні шляхи економії енергії в освітлювальних системах включають в себе наступні:

- налаштування робочого графіку компанії таким чином, щоб оптимізувати використання світла;
- за можливості збільшення площі та прозорості вікон;

- поліпшення відбиваючої здатності поверхні та стін;
- регулювання використання кількості світильників, що використовують;
- покращення інтенсивності світлового потоку через збільшення фокусування світла в потрібному напрямку;
- використання світла в місцях, де це потрібно;
- використання світильників з лампами, що мають високу ефективність;
- встановлення автоматизованих систем контролю освітлення, таких як датчики рухливості, також програмовані таймери.

Визначення втрат у різних типах пристроїв, що виникають під час перетворення енергії в системах освітлення, базуються на світловій віддачі. Цей показник відображає ефективність і світлову віддачу джерела світла, що визначається як співвідношення між світловим потоком, випромінюваним джерелом світла, і споживаючою потужністю. Світлова віддача визначається в люменах на ват і показує, яка частина спожитої енергії використовується для виробництва тепла, а яка – для виробництва світла. Чим вища світлова віддача, тим вища його результативність.

Основними параметрами ламп щодо енергозбереження є їхнє енергоспоживання та коефіцієнт потужності. Потужність, що споживається з мережі, використовується для виробництва корисного світлового потоку, в той час як коефіцієнт потужності дає змогу оцінити реактивну потужність. Намагаються збільшити величину коефіцієнта потужності, тобто зменшити рівень реактивної енергії.

Час експлуатації ламп визначається її ефективністю або світловим потоком, що може падати нижче допустимої норми.

Впродовж деякого часу поверхні, що випромінюють або відбивають світло, майже завжди покривається пилом, що призводить до погіршення освітленості. Тому потрібно протирати та вичищати лампи, щоб їхня ефективність не погіршувалася.

Найпоширенішими джерелами світла є: світлодіоди, лампи розжарення, газорозрядні лампи різного тиску та інше.

Лампи розжарювання зазвичай подібні до природного світла, випромінюють вони червоно-жовте світло. Такі пристрої легкі в обслуговуванні, мають невелику вартість, можуть працювати на різних класах напруги, а також на двох типах струму (постійному та змінному), не мають негативного впливу на людину.

До слабких сторін ламп розжарювання відносять:

- малу світловіддачу (9 – 19 лм/Вт) через конвертацію значної частини електроенергії, що забезпечує енергією нитку розжарення;
- термін експлуатації, який не більше 900 годин;
- недостатня стійкість до механічних вібрацій.

Джерела, що перетворюють енергію електричного розряду в газах, парах металу або їхніх сумішах в оптичне випромінювання, називають газорозрядними джерелами оптичного випромінювання.

Джерела світла, які перетворюють енергію розряду в газ, пару або їх суміш для використання в освітлювальних системах, відомі як газорозрядні джерела світла. В якості робочого газу використовують: аргон, пари металів (ртуть, натрій).

Люмінесцентні лампи – це газорозрядні джерела світлового випромінювання малого тиску. Розповсюджені люмінесцентні лампи з системою поступового запуску, яка згідно алгоритму поступово підвищує випромінювання світла під час увімкнення (1-2 секунди), що позитивно впливає на термін служби.

Сильні сторони люмінесцентних ламп у порівнянні з лампами розжарювання:

- високий коефіцієнт світловіддачі (70 – 90 лм/Вт для люмінесцентних ламп; 30 – 70 лм/Вт для компактних ЛЛ);
- рівномірно розподілене по площі розсіяне світло;
- тривалий термін використання (9 – 12 тис. год.).

Мінуси ЛЛ:

- потрібно застосовувати регулюючу апаратуру, в яких виникають додаткові втрати потужності;
- пульсуюче випромінювання;
- має чутливість до перепадів напруги;
- має певні проблеми запуском при низьких напругах;
- потреба в утилізації.

Лампи, які працюють з високим тиском, називаються натрієві лампи високого тиску, їх ефективність є найбільшою. Світлова віддача цих ламп складає від 160 лм/Вт, а термін служби становить більше 24 тис. год. Запалювання натрієвих ламп високого тиску здійснюється з використанням спеціальних пристроїв, що створюють імпульс з амплітудою від 2 до 4 кВ. Час ввімкнення такої лампи становить 2–5 хв. Головна перевага цих ламп – малий спад світлового потоку протягом експлуатації. Вони використовуються на тих об'єктах, де працездатність лампи більш важлива, ніж передача кольорів. Найчастіше їхнє використання приходиться на свіжому повітрі (парки, вулиці, траси).

До мінусів натрієвих ламп відносять: погана передача кольору, коливання світлового потоку, необхідність використання регулюючої апаратури, складності утилізації.

Світлодіод – це напівпровідниковий пристрій, при пропусканні струму через який випромінюється світло. Сучасні світлодіодні лампи здатні випромінювати світло в діапазоні від інфрачервоного до ближнього ультрафіолетового спектра.

Світлодіоди застосовують: в екранах телевізорів, моніторах, смартфонах і індикаторних панелях. Широке використовуються також в медичних приладах для діагностики, фототерапії та хірургії. Окрім того, використовуються для передачі сигналу в системах оптоволоконного зв'язку.

Переваги світлодіодних ламп:

- витрачають в десятки раз менше електроенергії порівняно з натрієвими лампами;

- вони використовують приблизно на 80-90% менше енергії;
- термін служби може сягати до 50000 годин;
- не містять шкідливих речовин, безпечні як для середовища і для людей;
- мають постійний світловий потік;
- можуть бути компактними і гнучкими;
- вмикаються майже миттєво, відразу досягають повної яскравості після вмикання;
- можливість регулювати світловий потік;
- повна відсутність ультрафіолетових променів;
- використання цифрових контролерів дає змогу регулювати роботу світлодіодів;
- мінімальне виділення тепла.

Недоліки світлодіодних ламп:

- світлодіодні лампи коштують дорожче;
- чутливі до температур;
- малий кут розсіювання, тому їх потрібно встановлювати прямо над робочими зонами.

Однією з найсучасніших енергозберігаючих технологій є оптоволоконне освітлення. Світловий потік від джерела світла проходить через один кінець світловоду і передається вздовж світловоду завдяки ідеальному внутрішньому відбиттю.

Переваги оптоволоконного освітлення полягають у наступному:

- економія електроенергії;
- електробезпечність;
- мінімальне виділення тепла;
- можливе встановлення у важкодоступних місцях.

У певних ситуаціях витрати на електроенергію систем освітлення можна зменшити, регулюючи світловий потік, який створений системою освітлення.

Найпоширенішими способами регулювання інтенсивності світла є наступні дії:

- потрібно застосувати вимикачі, щоб зменшити число увімкнених ламп;
- застосувати особливі світильники зі зниженою потужністю;
- регулювати світловий потік працюючих світильників за допомогою димерів (світлорегулятори).

Світлорегулятор (димер) – це прилад, що регулює яскравість освітлення, змінюючи потужність подачі електроенергії на світильник.

В наш час мікроконтролерні світлорегулятори можуть виконувати такі задачі:

- регулювання яскравості;
- автоматизація освітлення;
- можливість дистанційного керування;
- захист від перевантажень;
- налаштування колірної температури.

До методів ввімкнення освітлення у потрібний час належать:

- прохідні та перехресні вимикачі (використовуються для управління освітленням коридорів, сходів тощо);
- сенсори руху (застосовуються у відділах безпеки та освітлення);
- сенсори присутності (виявляють наявність людей у контрольованій зоні).

Під час створення або оновлення освітлювальних систем слід:

- визначити необхідний рівень освітлення;
- розрахувати енергоефективність системи (обрати найбільш оптимальні датчики та освітлення);
- впровадити системи керування;
- забезпечити можливість майбутнього оновлення.

Тому зменшення використання енергії в освітлювальних будівлях вимагає системного підходу для підвищення енергоефективності, зменшення витрат на освітлення та створення комфортних систем освітлення.

4.2. Завдання

Необхідно розв'язати наведену задачу. Вихідні дані обираються за індивідуальним варіантом з табл. 4.1.

Лампи розжарення споживають в п'ять разів більше електроенергії, ніж люмінесцентні лампи. При цьому забезпечується однакова освітленість. На освітлення школи лампами розжарення необхідно W_1 кВт·год електроенергії в місяць. Вартість 1 кВт·год становить T_i . Якою буде щомісячна економія коштів у випадку заміни всіх ламп розжарення в школі на люмінесцентні лампи? Якою буде економія коштів у випадку використання люмінесцентних ламп замість ламп розжарення в школі протягом одного навчального року? Тривалість навчального року складає n місяців.

Таблиця 4.1

Варіанти завдань

| № варіанта | W_1 , кВт·год | T_i , грн. | n , місяців |
|------------|-----------------|--------------|---------------|
| 1 | 20000 | 1,43 | 9 |
| 2 | 12000 | 1,62 | 10 |
| 3 | 14000 | 1,28 | 9,5 |
| 4 | 8000 | 1,55 | 9 |
| 5 | 15000 | 1,74 | 10 |
| 6 | 17000 | 2,19 | 9,5 |
| 7 | 11500 | 2,45 | 8,5 |
| 8 | 16000 | 2,61 | 10 |
| 9 | 22000 | 2,76 | 9,5 |
| 10 | 19000 | 2,82 | 9 |

4.3. Контрольні запитання

1. Яка частка витрат на освітлення від загальної кількості витрат на електроенергію для підприємств в нашій державі?
2. Які джерела використовуються для генерування оптичного випромінювання?
3. З чого складаються системи освітлення?
4. Які основні напрямки енергозбереження в системах освітлення?

5. Які показники характеризують економічність та ефективність джерел світла?
6. Які джерела світла є найбільш поширеними?
7. Які переваги та недоліки ламп розжарення?
8. Які джерела оптичного випромінювання називають газорозрядними?
9. Які переваги та недоліки люмінесцентних ламп?
10. Які переваги та недоліки натрієвих ламп високого тиску?
11. Що таке світлодіоди та яка область їх застосування?
12. Які переваги та недоліки світлодіодних ламп?
13. Що таке оптоволоконне освітлення та які його переваги?
14. Які найпоширеніші способи регулювання світлового потоку?
15. Що таке світлорегулятор та які його функції?
16. Які є способи включення освітлення в необхідний час?
17. Які фактори необхідно враховувати при розробці чи модернізації системи освітлення?

ЛІТЕРАТУРА

1. Добровольська Л. Н., Кулик В. В., Лежнюк П. Д. Електроощадні технології в електричних мережах енергосистем. Луцьк : ІВВ Луцького НТУ, 2018. 328 с.
2. Краснянський М. Ю. Енергозбереження : навчальний посібник. К. : Видавничий дім «Кондор» 2018. 136 с.
3. Енергоефективність та відновлювальна енергетика в Україні: проблеми управління : монографія / за заг. ред. І. М. Сотник. Суми : ПФ «Видавництво «Університетська книга», 2019. 247 с.
4. Лежнюк П. Д., Рубаненко О. Є., Гунько І. О. Оптимізація режимів електричних мереж з відновлюваними джерелами електроенергії. Вінниця : ВНТУ, 2018. 174 с.
5. Енергоефективність в муніципальному секторі : навчальний посібник для посадових осіб місцевого самоврядування / А. Максимов та ін. Асоціація міст України. К. : ТОВ «Підприємство «ВІ ЕН ЕЙ», 2015. 184 с.
6. Енергетичний менеджмент та енергоефективність : підручник / І. О. Самойленко та ін. Харків : ФОП Бровін О. В., 2020. 348 с.
7. Півняк Г. Г., Жежеленко І. В., Папаїка Ю. А. Енергетична ефективність систем електр опостачання : монографія. Дніпро : НТУ «ДП», 2018. 148 с.
8. ДБН В.1.2-11:2021 Основні вимоги до будівель і споруд. Енергозбереження та енергоефективність. К. : Мінрегіон України, 2022. 21 с.
9. Закон України «Про енергетичну ефективність» (Відомості Верховної Ради України (ВВР), 2022, № 2, ст.8). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1818-20#Text>
10. Енергоефективність та енергозбереження: економічний, техніко-технологічний та екологічний аспекти : колективна монографія / Кол. авторів; за заг. ред. П. М. Макаренка, О. В. Калініченка, В. І. Аранчій. Полтава : ПП «Астрая», 2019. 603 с.
11. Energy Efficiency of Modern Power and Energy Systems. Edited by: Shady H.E. Abdel Aleem, Murat Erhan Balci and Muhyaddin Jamal Hosin Rawa. Elsevier, 2024. <https://doi.org/10.1016/C2022-0-03251-7>
12. Krarti M. Energy-Efficient Electrical Systems for Buildings. CRC Press, 2023. 580 p.