

НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Аерокосмічний факультет

Кафедра автоматизації та енергоменеджменту



ОСНОВИ ЕНЕРГОМЕНЕДЖМЕНТУ

Методичні рекомендації
до виконання лабораторних робіт
для студентів ОС «Бакалавр» спеціальності
141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»
ОПП «Енергетичний менеджмент»
(електронний варіант)

Затверджено на засіданні кафедри АЕМ АКФ
Протокол №14 від «28» серпня 2023 р.

Викладач

М. Кравчук

КИЇВ-2023

Лабораторне заняття №1

Тема: Перехресна перевірка пропозицій щодо заощадження енергії.

Мета: Проведення перевірки пропозицій щодо заощадження енергії.

Хід роботи

Після визначення потенціалу заощадження енергії для об'єкту обстеження енергоаудитор повинен ретельно перевірити всі розрахунки і обґрунтування перед уведенням їх до звіту з енергообстеження.

Перевірка даних необхідна для того, щоб переконатися, що потенційні заощадження узгоджуються з загальним використанням енергії на об'єкті. Найчастіше застосовують такі прийоми перехресної перевірки:

- співставлення обсягу потенційного заощадження енергії з початковим енергоспоживанням; це дозволить уникнути ситуації, коли енергоаудитор пропонує заощадити енергії більше, ніж нині споживає об'єкт;

- порівняння запропонованих рівнів споживання енергії на одиницю продукції з кращими практично досягненими результатами;

- аналіз потоків енергії;

- зменшене граничне повернення;

- несумісність рекомендацій, тобто фактична можливість впровадити лише одну з декількох рекомендацій, наприклад, або відремонтувати систему паророзподілу, або децентралізувати паророзподільне устаткування. Енергоаудитор повинен пояснити, яку з пропозицій він вважає найприйнятнішою.

Концепція "зменшених граничних повернень" добре знайома економістам, вона в багатьох випадках може бути застосована до заходів із заощадження енергії.

Її суть полягає в тому, що потенційне енергозбереження від впровадження певного заходу скорочується, якщо інший енергоощадний захід був впроваджений раніше.

Інколи йдеться про взаємодію заходів чи взаємодію проектів. Розглядаючи кілька проектів для однієї системи не можна оцінювати потенційні заощадження ізольовано.

Завдання.

Цільовою функцією проекту А було зменшення кінцевого споживання і очікуване (розрахункове) заощадження становить 30%.

За проектом Б очікуване заощадження за рахунок покращення розподільної системи становить 25%.

За проектом В покращення бойлерного господарства дає додаткове заощадження 25%.

Якщо розглядати всі три проекти (А, Б і В) ізольовано можна дійти до хибного висновку, що загальне заощадження становитиме 80% хоча в дійсності це не так.

Проект Г ілюструє ефект впровадження всіх трьох проектів.

У початковому стані системи для одержання кінцевим споживачем енергії 100 ГДж, коли ККД бойлерної і розподільної системи становили 60%, бойлерна повинна була одержувати:

$$100 \cdot \frac{1}{0,6} \cdot \frac{1}{0,6} = 278 \text{ (ГДж)},$$

$$\text{а результуючий ККД становив} - \frac{100}{278} \cdot 100\% = 36\%$$

Після впровадження трьох проектів для одержання кінцевим споживачем енергії 70 ГДж, коли ККД бойлерної і розподільної системи зросли до 80%, бойлерна повинна одержувати:

$$70 \cdot \frac{1}{0,8} \cdot \frac{1}{0,8} = 109 \text{ ГДж,}$$

$$\text{а результуючий ККД систем зріс і становить} \frac{70}{109} \cdot 100\% = 64\% .$$

Загальне заощадження від всіх проектів становить:

$$\frac{278 - 109}{278} \cdot 100\% = 61\% .$$

Проілюструвати ефект взаємодії проектів.

Для опалення приміщення потрібно 50000 ГДж тепла.

Енергоаудитор вважає таке споживання марнотратним, оскільки, по-перше, в приміщенні весь час (незалежно робочий чи вихідний) підтримується однакова комфортна температура і, по-друге, будинок має слабку теплоізоляцію.

З метою економії енергії запропоновано такі заходи:

- встановити часовий синхронізований з робочим часом регулятор опалення, що дозволить скоротити опалювальне споживання на 40%;

- покращити теплову ізоляцію будівлі, що само по собі дозволить скоротити кількість необхідного тепла на 10%.

Порівняємо якими будуть річні заощадження енергії (у ГДж і у відсотках) при впровадженні лише першого заходу, лише другого заходу та у випадку впровадження обох заходів.

Вважається що будівля вже має добру систему регулювання температури, яка підтримує задану температуру регулюванням подачі теплоносія.

У випадку впровадження лише першого заходу з 50000 ГДж початкового споживання буде заощаджено 20000 ГДж (40%) і споживання становитиме 30000 ГДж

У випадку впровадження лише другого заходу з 50000 ГДж початкового споживання буде заощаджено 10000 ГДж (20%) і споживання становитиме до 40000 ГДж.

У випадку впровадження обох заходів перший може дати таке саме заощадження, як розглянуто вище, тобто, обмежити споживання до 30000 ГДж, але другий дасть обмеження на 20% від вже зменшеного споживання.

Результуюче заощадження становитиме: $50000 \times 0,4 - 20000$ ГДж ($50000 - 20000$) $0,2 = 6000$ ГДж; $26000/50000 = 0,52$ (52%).

Результат є ефектом від "зменшеного граничного повернення", за якого заходи, що індивідуально скорочують енергоспоживання на 40% і 20%, мають загальне зниження лише на 52%, а не на 60%.

Висновки.

Лабораторне заняття №2

Тема: Аналіз і оцінка ефективності функціонування системи енергетичного менеджменту

Мета: проведення перевірки та контролю ефективності функціонування СЕМ — виробити оптимальні управлінські рішення та розробити рекомендації щодо підвищення рівня ефективності функціонування СЕМ.

Хід роботи

Проводиться згідно з ДСТУ 5077:2008 «Енергозбереження. Системи енергетичного менеджменту промислових підприємств. Перевірка та контроль ефективності функціонування».

До **основних завдань**, що їх треба вирішувати під час перевірки та контролю ефективності функціонування СЕМ, належать:

- забезпечити дотримання вимог нормативної документації у сфері ЕМ;

- розробити рекомендації щодо підвищення рівня ефективності функціонування СЕМ;

- удосконалити механізм контролю ефективності функціонування СЕМ керівництвом підприємства;

- визначити рівень забезпеченості СЕМ людськими, технічними та фінансовими ресурсами;

- розробити рекомендації щодо організації навчання, перепідготовки та підвищення кваліфікації персоналу підприємства у сфері енергоощадження;

- розробити заходи стимулювання та інформування персоналу підприємства щодо раціонального використання ПЕР;

- скоординувати роботи, спрямовані на запобігання зниженню ефективності функціонування СЕМ;

- підготувати СЕМ до сертифікації.

До **основних об'єктів**, що підлягають перевірці та контролю, належать:

- організаційна структура служби ЕМ;

- система обліку та контролю ПЕР;

- матеріально-технічне забезпечення СЕМ;

- навчально-методичне забезпечення СЕМ;

- інформаційне забезпечення СЕМ тощо.

Основні етапи проведення перевірки ефективності функціонування СЕМ:

- організаційно-підготовчий;
- збір інформації;
- оброблювання та аналіз інформації;
- розроблення коригувальних заходів щодо підвищення рівня ефективності функціонування СЕМ;
- складання звіту за результатами перевірки;
- оприлюднення результатів.

До **основної документально оформленої інформації**, що підлягає перевірці аудиторами під час проведення перевірки ефективності функціонування СЕМ, належать:

- енергоощадна політика та програма енергоощадження;
- внутрішні нормативні документи підприємства у сфері енергоощадження;
- посадові інструкції керівників і персоналу підприємства стосовно обов'язків у сфері енергоощадження;
- проектні рішення щодо створення СЕМ промислового підприємства;

- плани впровадження енергоощадних заходів;
- результати проведених ЕА;
- приписи Державної інспекції з енергозбереження;
- звітна документація (форми статистичної звітності 1-ТЕП, 4-МТП, 6-ТП, 11-МТП, 23-Н Мінстату України, енергетичний паспорт підприємства тощо);

- норми питомих витрат ПЕР;
- експлуатаційна документація на СЕМ;
- документація на засоби вимірювальної техніки;
- програми навчання, підготовка та перепідготовка персоналу підприємства;

• положення про стимулювання персоналу підприємства щодо раціонального використання ПЕР на виробництві.

Документальну інформацію про підприємство мають завірити підписами представники об'єкта перевірки.

Під час аналізу інформації про об'єкт перевірки потрібно:

а) проаналізувати:

- стан енергоощадної політики та програми енергоощадження;
- стан внутрішніх нормативних документів підприємства у сфері енергоощадження та відповідність їх чинному законодавству України;

- організаційну структуру СЕМ;
 - посадові інструкції керівників і персоналу підприємства щодо обов'язків у сфері енергоощадження;
 - стан системи нормування питомих витрат ПЕР;
 - стан матеріально-технічного забезпечення СЕМ;
 - стан системи обліку та контролю використання ПЕР;
 - стан навчально-методичного забезпечення у сфері енергоощадження;
 - програма навчання, підготовки та перепідготовки персоналу підприємства у сфері енергоощадження;
 - положення про стимулювання персоналу підприємства щодо раціонального використання ПЕР на виробництві;
 - рівень забезпеченості СЕМ людськими технічними та фінансовими ресурсами;
- б) проаналізувати та оцінити енергоощадні заходи, упроваджені на підприємстві;
- в) побудувати
- профіль ефективності функціонування СЕМ;
 - матрицю ЕМ;
 - причинно-наслідкову діаграму ефективності функціонування СЕМ;
 - діаграму Парето щодо ефективності функціонування СЕМ;
- г) провести SWOT-аналіз СЕМ;
- д) визначити рівень ефективності функціонування СЕМ.

До основних **коригувальних заходів** щодо підвищення рівня ефективності СЕМ промислового підприємства належать:

- внесення змін до енергоощадної політики та програми енергоощадження, а також їх виконання;
- упровадження автоматизованої системи комерційного і технічного обліку й контролю споживання ПЕР;
- розроблення вимог щодо рівня професійної компетентності персоналу служби ЕМ;
- розроблення внутрішніх нормативних документів підприємства у сфері енергоощадження;

- внесення змін до посадових інструкцій керівників і персоналу підприємства щодо обов'язків у сфері енергоощадження;

- розроблення програм навчання, підготовки та перепідготовки персоналу підприємства у сфері енергоощадження;

- розроблення (якщо немає) та коригування положення про стимулювання персоналу підприємства щодо раціонального використання ПЕР на виробництві.

Для контролювання ефективності функціонування СЕМ на підприємстві має бути розроблено положення про контроль ефективності функціонування СЕМ, яке затверджує керівник підприємства.

У «Положенні про контроль ефективності функціонування СЕМ» повинно бути відображено всі аспекти його організації та виконання, ураховуючи специфіку підприємства, а також особливості організаційної структури служби ЕМ або іншого підрозділу підприємства, відповідального за питання енергетичного менеджменту.

Для оцінювання відповідності СЕМ певному рівню ефективності функціонування необхідно використовувати набір критеріїв перевірки ефективності функціонування СЕМ.

Набір критеріїв охоплює **чотири групи критеріїв**

1. Критерії організації СЕМ.

1.1 Документація.

1.2 Зобов'язання та відповідальність.

2. Критерії забезпеченості СЕМ.

2.1 Організаційне забезпечення.

2.2 Технічне забезпечення.

2.3 Інформаційне забезпечення.

2.4 Математичне та програмне забезпечення.

2.5 Ресурсне забезпечення.

3. Критерії спостереженості СЕМ.

3.1 Моніторинг.

3.2 Аудит.

3.3 Сертифікація.

4. Критерії коригованості СЕМ.

4.1 Коригувальні заходи.

4.2 Запобіжні заходи.

Опис матриці енергетичного менеджменту

Існують **дві основні перешкоди** для поліпшення енергетичного менеджменту на промислових підприємствах:

- низький рівень енергоефективності;
- низький пріоритет фінансування в енергозбереження.

Три важливі організаційні питання:

- енергетична політика;
- структури енергоменеджменту;
- системи енергетичних звітів.

Ці й інші організаційні питання аналізуються в матриці енергетичного менеджменту. **Матриця розроблена з метою:**

- допомогти визначити й описати існуючі пріоритети в різних аспектах енергетичного менеджменту на підприємстві;
- виявити альтернативні шляхи організації енергоменеджменту.

Горизонтальні ряди матриці являють собою рівні складності, що підвищуються, й охоплення шести основних аспектів менеджменту, зазначених у вертикальних колонках. Перехід на більш високий рівень свідчить про більш зрілий і офіційний підхід до енергетичного менеджменту й означає наближення до "кращої практики" (див. рис. 10.1).



Рисунок 10.1 – Матриця енергетичного менеджменту

Використання матриці. Для того щоб використовувати матрицю, потрібно визначити ті питання, які в цей час перебувають у найбільш критичному стані або потребують більше розгляду, ніж інші.

Необхідно:

- визначити місце підприємства на матриці;
- зосередитися на тих колонках, де можна добитися найбільшого прогресу;
- установити, що є перешкодою в досягненні прогресу, і розв'язати, як можна це подолати;

- виявити можливості для поліпшення ситуації й вирішити, як вони можуть бути використані;

- залучити до цього процесу інших людей – як керівництво, так і кінцевих споживачів.

Рівень 0. Енергоменеджменту не існує. Немає енергетичної політики, немає конкретних "енергетичних" співробітників і немає делегування відповідальності за використання енергії. Споживання енергії не відстежується і немає програми для пропаганди вдосконалень і підвищення усвідомлення у галузі енерговикористання на підприємстві.

Рівень 1. Незважаючи на відсутність енергетичної політики, на підприємстві є фахівець з енергетики. Він створив елементарну інформаційну систему, що базується на рахунках за енергію, але всі звіти знаходяться тільки в його відділі. Фахівець з енергетики пропагує енергетичні питання через неофіційні контакти з тими, хто прямо відповідає за енергоспоживання, і час від часу реагує на прохання про консультації.

Рівень 2. Старші менеджери визнають важливість енергоменеджменту, але на практиці немає великої зацікавленості або підтримки дій у сфері енергетичного менеджменту. Енергетичний персонал, як правило, зосереджений у технічному відділі й звітує перед спеціальним комітетом, що складається зі співробітників інших відділів. Ефективність енергоменеджменту обмежується інтересами й ентузіазмом членів цього комітету.

Рівень 3. Енергетичний менеджмент приймається більш серйозно старшими менеджерами і входить в офіційні управлінські структури. Споживання включене як складова центру витрат. Є розвинена інформаційна система й встановлена система звітності. Також є погоджена програма для пропаганди енергоменеджменту й інвестувань в енергозбереження.

Рівень 4. Існує чітке делегування відповідальності за споживання енергії скрізь на підприємстві. Енергоменеджер регулярно використовує офіційні й неофіційні канали для впливу на поведінку споживачів енергії й пропаганду енергозбереження. Є всеосяжна інформаційна система, і

енергоспоживання повністю інтегроване в систему обліку. Фактичні показники контролюються відповідно до цільових значень, і визначається економія від заходів щодо енергозбереження.

Досягнення енергоменеджменту широко висвітлюються, і енергоспоживання розглядається з погляду його впливу на широке коло питань, включаючи екологічні. Вищий менеджмент усвідомлює важливість і бере участь у вирішенні проблем енергозбереження.

Висновки.

Лабораторне заняття №3

Тема: Використання матриці енергетичного менеджменту

Мета: Вивчення матриці енергетичного менеджменту.

Хід роботи

Використання матриці для просування організаційних змін. Якщо на підприємстві збираються внести деякі організаційні зміни й удосконалення, необхідні для поліпшення енергоменеджменту, необхідно:

- виявити проблеми з найвищим пріоритетом для енергоменеджера;
- оцінити успішності персональних дій енергоменеджера;
- оцінити якість і рівень підтримки, яку енергоменеджер одержує;
- сфокусуватися на існуючій ситуації й визначити, у якому напрямку енергоменеджер прагне просуватися.

Визначення організаційного профілю підприємства. Є десять простих кроків, які можна зробити для здійснення поліпшень в енергоменеджменті на вашому підприємстві:

1. Зробити копію матриці. Розглянути кожний стовпчик. Відзначити місце в кожному стовпчику, яке точніше описує, де, на вашу думку, ви перебуваєте в цей момент. Зробіть позначку у відповідній клітині або між клітинами, якщо ви думаєте, що це буде більш точним.

2. Потім з'єднайте ваші точки в усіх стовпчиках, провівши криву. Дана крива являє собою ваш організаційний профіль. Вона покаже вам, наскільки збалансований енергоменеджмент на вашому підприємстві.

Не турбуйтеся, якщо профіль виявиться нерівним. Це трапляється на більшості підприємств. Піки показують, де ваші зусилля є найбільш відповідними ситуації. Нижні точки показують, де ви найменш успішні.

3. Зробіть другу копію матриці й попросіть вашого лінійного менеджера повторити ті самі дії.

4. Порівняйте ваші організаційні профілі. Обговоріть ваші оцінки, де вони відрізняються, для того, щоб побачити, чи можете ви досягати компромісу. Якщо ви дійдете до погодженого рішення, намалюйте його на третій копії. Якщо ви не згодні, намалюйте два профілі і відзначте їх як ваші різні точки зору. Не сприймайте невдачу в досягненні згоди або компромісу як проблему. Це відображає ваші різні точки зору й сприяння процесу.

Навіть якщо ви дійшли згоди, ви можете попросити інших співробітників заповнити матрицю, особливо якщо вони залучені у вашу сферу діяльності. Їхні профілі покажуть вам, яким вбачається енергоменеджмент іншими співробітниками на вашому підприємстві. Це допоможе вам з'ясувати, у чому сторонні спостерігачі бачать сильні й слабкі сторони. Після того, як ви зберете цю інформацію, включіть їхні намальовані профілі у третю копію.

5. Працюючи самостійно, з'ясуйте, які стовпчики містять питання, які є найбільш важливими у ваших власних обставинах. Виберіть два стовпчики, де ви найбільше прагли б побачити зміни або поліпшення. Потім складіть перелік із п'яти, на вашу думку, основних перешкод, що затруднюють процес переходу на наступні рівні в кожному з цих стовпчиків. Після цього визначте три основні можливості для поліпшення ситуації.

Треба зазначити, що не завжди стовпчики з найбільш поганим положенням вимагають негайної уваги. Якщо перешкоди, які ви виділили, виявляються непереборними або якщо немає явних можливостей для поліпшення, то буде краще витратити час і увагу на інші аспекти. Пам'ятайте також, що інші співробітники, які займають на вашому підприємстві більш

високе положення або працюють в інших відділах, можуть бути здатними подолати ці перешкоди або створити можливості, які просто недоступні для вас. Постарайтеся з'ясувати, чи можливо це і що їм потрібно, якщо вони можуть допомогти.

6. Попросіть лінійного менеджера зробити те саме.

7. Знову порівняйте ваші переліки. Якщо ви не згодні, постарайтеся досягати консенсусу. Якщо це неможливо, просто об'єднайте ваші переліки перешкод і можливостей.

8. Передайте копію матриці старшим менеджерам і попросіть їх повторити дії, які зроблені вами й лінійним менеджером. Попросіть їх повернути вам отримані результати для порівняння. Включіть їхній організаційний профіль у третю копію.

9. Докладно опишіть отримані результати у звіті старшим менеджерам. Включіть усі намальовані організаційні профілі на матриці і порівняний перелік перешкод і можливостей. Закінчіть набором рекомендацій, що пропонують шляхи подолання виявлених перешкод і способи реалізації можливостей, що відкриваються. Там, де ви не в змозі зробити це, запропонуйте низку питань старшим менеджерам про те, що, на їхню думку, повинне бути зроблене для поліпшення існуючої ситуації.

10. Використовуйте контакти й наробітки, що з'явилися під час виконання цього аналізу, для підготовки у взаємодії зі старшими менеджерами плану дій для поліпшення енергетичного менеджменту упродовж наступних дванадцяти місяців. Включіть окремі проміжні етапи й точно визначте:

- хто є відповідальним за виконання кожної із зазначених у плані дій, що буде свідчити про прогрес наприкінці даного періоду;

- що буде свідчити про прогрес наприкінці даного періоду.

Можливий спосіб вимірювання прогресу – це використання матриці енергетичного менеджменту наприкінці періоду для визначення того, як змінився організаційний профіль підприємства.

Результат використання матриці енергетичного менеджменту наведено в табл. 10.1.

Таблиця 10.1 – Результати використання матриці енергетичного менеджменту

Кількість балів і оцінка	Існуюча ситуація	Можливі поліпшення
1	2	3
22–24 Відмінно	Енергетичний менеджмент має вищий пріоритет у компанії. Необхідно продовжувати роботу, не забуваючи правило: самозаспокійливість небезпечна	Потрібно намагатися бути в курсі передових досягнень в енергозберігаючих технологіях і управлінні енергоспоживанням, а також впроваджувати їх у свою практику
19–21 Добре	Енергетичний менеджмент цікавить компанію в цілому, однак керівництво відносить керування енергетикою швидше до технічних питань, ніж до загального менеджменту	Необхідно переглянути базові аспекти організації, включити ефективне управління енергоспоживанням у пріоритетні напрямки з контролю витрат; удосконалювати структуру й процедуру енергоменеджменту
13–18 Посередньо	Енергетичний менеджмент має непослідовний характер. Керівництво вважає, що керування енергією – інженерно-технічне завдання. Потенціал енергоменеджера використовується недостатньо	Основне завдання – покращити престиж енергоменеджера, впровадити в практику всі аспекти цільового моніторингу, підвищивши тим самим віддачу від його роботи

Продовження табл. 10.1

1	2	3
7–12 Погано	Є елементи енергетичного менеджменту, реалізовані, імовірно, у різних групах, зайнятих в основному експлуатацією устаткування. Можливості енергоменеджменту використовуються недостатньо	Необхідно виявити основні перешкоди, що заважають розвитку системи енергоменеджменту, і усунути їх. Потрібні істотні зусилля з інтеграції енергоменеджменту в структуру управління підприємством
0–6 Дуже погано	Енергетичний менеджмент відсутній або перебуває в зародковому стані. Підприємство зазнає втрат від неефективного використання енергії – можливо 20 % і більш від її вартості	Дії: необхідно планомірно налагоджувати систему керування енергоспоживанням в усіх її аспектах: технічному оснащенні, створенні структури й процедури, навчанні персоналу

Висновки.

Лабораторне заняття №4

Тема: Основні положення і основи технології КіН

Мета: Контроль і нормалізація енергоспоживання (КіН).

Хід роботи

Контроль і нормалізація енергоспоживання (КіН) вважаються одним із найбільш ефективних способів управління використанням енергії. Цей процес пояснює фактичне споживання енергії, а також різницю між фактичним споживанням і реально очікуваним рівнем споживання у відповідних умовах.

КіН – це аналіз передісторії процесу (даних, зібраних за попередні періоди) для визначення "стандартних" (тобто середніх) і "планованих" рівнів споживання, з якими могли б зрівнятися майбутні рівні споживання.

Контролюючи рівні споживання енергії і порівнюючи їх із постійними показниками, ми можемо швидко знайти погіршення в роботі. Сам по собі контроль, як правило, не заощадить енергію, але з його допомогою можна визначити, де і коли ми повинні вжити заходів для усунення неефективного використання енергії.

КіН – це управління, здійснюване за допомогою контролю використання енергії і технологічних показників, через регулярні інтервали (наприклад, тижні чи місяці) часу з метою визначення змін ефективності використання енергії, використовуючи **центри енергетичного обліку (ЦЕО)**. Це дає можливість визначити місце і час для вживання заходів для запобігання неефективному використанню енергії. КіН входить до єдиної системи енергоменеджменту підприємств.

Двома головними цілями КіН є:

- визначення втрат;
- складання корпоративного (спільного) звіту.

Визначення втрат – це використання КіН для встановлення часу зниження рівнів ефективності за 1 тиждень на основі тижневих підрахунків. Маючи цю інформацію, інженер направляється до місця, де виникла проблема, і вживає відповідних заходів, запобігаючи продовженню витіканню енергоресурсу.

Корпоративний (спільний) звіт – це використання КіН для контролю споживання енергії за більш тривалий період часу (звичайно рік) для оцінки заощадженої енергії і втрат, що виникли за цей період.

Першим етапом у процесі КіН є збір необхідних даних. Він відомий як фаза контролю. Даними, необхідними для аналізу тенденцій і (пізніше) визначення рівнів експлуатації, є:

- споживання енергії (чи води), які ми хочемо проконтролювати;
- змінні величини, з якими необхідно порівнювати споживання енергії (води).

Для вимірювань енергії/води в системах КіН, як правило, використовуються:

- лічильники, показники з яких збираються вручну (наприклад, звичайні лічильники для газу, масла, води і пари) чи на базі автоматизованого обліку енергії;
- портативні регістратори (наприклад, під'єднані до вимірювального устаткування типу ультразвукових лічильників);
- дистанційна телеметрія (наприклад, підключення вимірювальних лічильників різних систем телеметрії до автоматизованих систем управління).

Для змінних величин:

- фіксування виробництва партії товару (наприклад, облік продукції, виробленої за один тиждень);
- лічильники для безупинного технологічного процесу чи виробництва (наприклад, отримані від технологічних витратомірів).

Крім того, успіх КіН залежить від **способу порівняння фактичного споживання і очікуваного:**

- стандартні і цільові порівняння;
- нормалізовані показники роботи.

Існує кілька типів стандартних і цільових порівнянь:

- **Фіксована мета.** Найбільш простою метою є фіксування рівня споживання (наприклад, кВт·год за 1 тиждень чи кВт·год за 1 місяць);

• **Простий коефіцієнт.** У випадках, коли споживання енергії вважається прямо пропорційним змінюваному параметру, простий коефіцієнт допомагає порівняти використання фактичної енергії і показник, що характеризує виконану корисну роботу (наприклад, кВт·год(ГДж)/т);

• **Регресійний коефіцієнт** схожий на простий коефіцієнт, але враховує базове навантаження. **Регресійний коефіцієнт, як правило, набирає форму лінійного рівняння**

$$y = ax + c,$$

де y – компонент осі y ; x – компонент осі x ; a – коефіцієнт, що характеризує нахил прямої; c – відрізок лінії на осі y .

Він є найбільш корисним і найбільш придатним типом порівняння факторного зв'язку в системі КіН.

Базове навантаження – це кількість споживаної енергії, коли змінна величина дорівнює нулю (наприклад, фіксований рівень споживання, що базується на часі).

Перемінне навантаження – це кількість енергії, необхідна для кожної додаткової одиниці змінної величини (наприклад, дані енергоспоживання стосовно змінної величини типу навантаження при обігріві чи виробництві).

Питомі і нормалізовані показники роботи:

• **питомий показник роботи (ППР – питома витрата енергії)** – це порівняння енергії, спожитої на виконану роботу (наприклад, кВт·год/м² чи кВт·год/т);

• **нормалізованим показником роботи (НПР)** є індикатор, здатний враховувати різні обставини використання енергії на об'єктах.

ППР і НПР, як правило, враховують з енергетичних оглядів, використовуваних на різних об'єктах з одним видом діяльності.

Для вирішення завдань аналізу даних за **наявності випадкових і непередбачених впливів** на основні фактори розроблений потужний і гнучкий арсенал методів, які називаються **прикладною статистикою**. Їхньою особливістю є те, що вони дозволяють виявляти **приховані закономірності** на фоні випадків, робити на їхній підставі обґрунтовані висновки і прогнози, приймати відповідні рішення.

Для одержання визначених відомостей про параметр, що залежить від іншого параметра чи комплексу інших параметрів, розроблені **методи статистичного аналізу даних**.

У випадку, коли ряди значень результуючого параметра і фактора відомі, але невідомо, чи усі фактори впливають на значення результуючого параметра і чи всі їх варто враховувати у спрощеній залежності, вибір значущих факторів здійснюють за допомогою **апарату факторного аналізу**.

Застосування методу регресійного аналізу дозволяє нам одержувати співвідношення між енергією і її змінною величиною (наприклад, виробництво) і визначати передісторію споживання енергії в умовах "базових" і "перемінних" навантажень.

У результаті прояву впливу випадкових факторів реальне споживання енергії **завжди буде відрізнятися** від теоретичного. Тому контроль і оцінка зазначених розбіжностей між фактичним і очікуваним споживанням енергії є **предметом технології КіН**.

Філософія КіН свідчить, що причина, через яку результати за одні місяці виявляються гіршими, ніж за інші, є факт запобігання людиною помилок. Тому є можливим наближення майбутньої роботи до рівня цільового споживання. Викладена філософія може бути виражена простою фразою: **"Роби так, щоб кожен тиждень був кращим за попередній!"**.

Ефективним є застосування **кумулятивної суми**, отриманої КіН чіткої ілюстрації змінюваних тенденцій у використанні енергії і рівнів енергоефективності.

Висновки.

Лабораторне заняття №5

Тема: Ефективність систем перетворення енергії.

Мета: Дослідження ефективності систем перетворення енергії.

Хід роботи

Щоб досягти заощаджень у системі перетворення (генерування) енергії, необхідно знати відповідну технологію та сучасний кращий досвід подібних підприємств.

Номінальні паспортні дані використовуваного на об'єкті устаткування можуть бути взяті з документації, що зберігається на об'єкті або від фірм-виготовлювачів цього устаткування .

Вимірянні експлуатаційні показники слід порівняти з паспортними чи проектними показниками, з показниками попереднього періоду експлуатації устаткування та з кращими показниками, досягненими на такому устаткуванні.

Завдання Розглянемо можливі шляхи заощадження енергії за рахунок зменшення втрат енергії з викидними газами.

Ідеальне згорання має місце, якщо в реакції беруть участь строго визначені частки палива і кисню для утворення двооксиду вуглецю (CO_2) і води без залишків неспаленого палива чи невикористаного кисню. Цей процес відомий під назвою "згорання з нульовим надлишком кисню" чи "стехіометричне горіння".

За умови стехіометричного горіння досягається максимальна ефективність, оскільки все паливо повністю перетворюється у продукти

згоряння, а кількість надлишкового повітря, що виносить тепло процесу спалювання, мінімальна. Вміст кисню за таких умов у топкових газах рівний нулю, а кількість двооксиду вуглецю - максимальна.

Зі збільшенням кількості повітря в топкових газах з'являється кисень, який не вступив у реакцію. Це означає, що кількість палива недостатня для використання всього кисню, що міститься у повітрі для горіння. Загальна вага газів, що виходять із пальника, зростає.

На практиці ідеальне згоряння досягається рідко і майже завжди потрібна певна частка надлишкового повітря. Контролюючи процес згоряння, можна досягти максимальної можливої ефективності системи, що має місце за умови забезпечення мінімально необхідної для повного згоряння палива надлишкового повітря. Для одержання бездимних викидів з димової труби та заданої швидкості згоряння необхідно досягти максимально можливого вмісту CO_2 і мінімально можливого вмісту O_2 на виході з котла.

Температура газів, що викидаються, повинна бути якомога нижчою, але не настільки, щоб наступила конденсація вологи з утворенням оксидів сірки.

Для невисоких температур топкових газів ($100\text{ }^\circ\text{C}$) відомо, що між 0% та 100% надлишкового повітря втрати в топкових газах зростають з 13% до 16%. За вищих температур ($300\text{ }^\circ\text{C}$) різниця стає помітнішою, від 22% до 30%.

Тепер розглянемо підвищення ефективності спалювання палива в котлі.

Внаслідок проведеного тесту ефективності спалювання палива в котлі встановлено, що середній коефіцієнт ефективності (ККД) становить 79%. Котел має ручну систему продувки, яка дуже неекономна, оскільки втрати тепла на продувку за грубою оцінкою становлять 1% від загальної кількості енергії палива, спожитої котлом.

У ході проведення аудиту котельної установки визначені такі величини:

- вхідна енергія палива 62000 ГДж (100%);
- енергія втрат з викидними газами 13020 ГДж (21%);
- перетворена в котлі енергія палива 48980 ГДж (79%);
- теплові втрати через обшивку котла 700 ГДж;
- теплові втрати через продувку 500 ГДж;
- корисне тепло для пароутворення 47780 ГДж.

Разом 48980 ГДж.

З метою економії енергії запропоновано встановити в котельні систему автоматичного підтримання оптимального співвідношення газ - повітря та систему автоматичної продувки. За попередньою оцінкою перший захід підвищить ефективність спалювання палива в середньому до 83%, а другий - скоротить продувку на 50% від її нинішнього рівня.

Потрібно визначити величину щорічних заощаджень енергії, звернувши увагу також на супутні обставини впровадження рекомендацій.

Скорочення рівня продувки дозволить заощадити 50% від нинішніх втрат енергії, 250 ГДж, тобто $0,5 \times 500 \text{ ГДж} = 250 \text{ ГДж}$.

Перетворена в котлі енергія палива становить $48980 - 250 = 48730 \text{ ГДж}$.

З підвищенням середньої ефективності до 83% кількість енергії палива для одержання згаданої кількості перетвореної енергії становить $48730 / 0,83 = 58711 \text{ ГДж}$.

Щорічні заощадження паливної енергії: $62000 - 58711 = 3289 \text{ ГДж}$.

Але впровадження згаданих заходів вимагає капітальних вкладень та амортизаційних відрахувань на системи автоматичного керування. Крім того, збільшаться витрати на технічне обслуговування систем автоматичного керування, хоч автоматизація може дозволити скоротити інший обслуговуючий персонал. І можна скоротити витрати на очищення води.

Розглянемо ще **приклад** стосовно ефективності перетворення енергії в джерелах світла.

Здоровий глузд підказує використовувати, такий тип ламп, який забезпечує максимальний світловий потік на Вт потужності лампи(максимальну світловіддачу) за умови, що інші характеристики лампи задовольняють вимоги до конкретної освітлювальної установки.

Світловіддача кожного типу лампи може бути визначена на основі інформації про лампу і схему її увімкнення.

Під час проектування нової освітлювальної установки необхідно порівнювати придатні типи ламп і застосовувати ті, які мають найвищу світловіддачу.

У випадку аналізу чинної освітлювальної установки варто визначити тип використовуваних ламп. Якщо лампи цього типу мають низьку світловіддачу, слід проаналізувати можливість використання ефективніших ламп. У деяких випадках це не вимагає будь-яких змін в установці поза заміною ламп, в інших - можуть знадобитися зміни в установці зі встановленням нових елементів устаткування. Енергетичне обстеження системи освітлення вимагає оцінки кількості і типів ламп, оцінювання тривалості роботи й ефективності системи керування. Необхідно, щоб рівень освітленості певної робочої площини відповідав нормативам. Портативні люксметри коштують біля 100 доларів.

- 1 - лампи розжарення з вольфрамовою ниткою;
- 2 - галогенні лампи розжарення з вольфрамовою ниткою;
- 3 - комбіновані ртутні лампи високого тиску з вольфрамовою ниткою;4
- ртутні лампи високого тиску;
- 5 - газорозрядні лампи низького тиску (люмінесцентні лампи);6 - металогалоїдні лампи; 7 - натрієві лампи високого тиску;8 - натрієві лампи низького тиску.

Завдання Автостоянку освітлюють 10 галогенних ламп із вольфрамовими нитками розжарення потужністю 500 Вт кожна. Лампи вмикають і вимикають вручну працівники охорони автостоянки, які інколи залишають лампи увімкненими на денний час.

Для заощадження енергії запропоновано замінити ці лампи на десять натрієвих ламп високого тиску потужністю 114 Вт (разом з втратами потужності в пускорегулювальній апаратурі). Завдяки більшій світловіддачі натрієвих ламп рівень освітленості залишається на попередньому рівні. Крім того, запропоновано встановити автоматичне керування освітленням системою з фотоелектричними елементами.

Необхідно визначити кількість заощадженої за рік енергії та вказати інші позитивні наслідки реконструкції системи освітлення.

Вважається, що в очікуванні поточного ремонту в неробочому стані перебувають в середньому дві з галогенно-вольфрамових ламп і, завдяки вищій надійності, лише одна з ламп високого тиску.

Показник	Нинішня ситуація	Покращена ситуація
Встановлена потужність, кВт	5,00	1,14
Коефіцієнт середнього завантаження	0,8	0,9
Тривалість роботи впродовж року, год	5400	3650
ічне енергоспоживання, кВт·год	21100	3745

Обсяг річного заощадження енергії (кВт год): $21600 - 3745 = 17855$

Інші позитивні чинники реконструкції системи освітлення:

- зменшення видатків на заміну ламп;
- зменшення видатків на оплату технічного обслуговування системи;
- підвищення рівня освітленості.

Лабораторне заняття №6

Тема: Алгоритм виконання функцій системи енергетичного менеджменту

Мета: Вивчити алгоритм виконання функцій системи енергетичного менеджменту.

Хід роботи

Система енергоменеджменту (СЕМ) ґрунтується на відомому з менеджменту циклі “Plan – Do – Check – Act” (“планування – виконання – перевірка – покращання (корекція)”), що його інколи називають “Колесо (цикл) Едуарда Демінга”



Рисунок 1 – Цикл енергоменеджменту

Алгоритм виконання функцій системи енергетичного менеджменту наведено в табл. 1.

Функція управління	Часовий інтервал дії функції	Зміст управлінської діяльності
1	2	3
Поточне планування (бізнес-планування)	Короткотривала перспектива (до 1 року)	<ul style="list-style-type: none"> •прогнозування поведіння зовнішнього середовища; •визначення складу й числових значень показників річних, квартальних, місячного планів енергоспоживання; •внутрішній енергоаудит щодо окремих споживачів енергії; •керування й ведення енергозберігаючих проектів

1	2	3
Координація діяльності	Короткотривала перспектива (від 1 місяця до року)	<ul style="list-style-type: none"> •визначення структури керування; •налагодження взаємодії між складовими частинами; •поділ обов'язків персоналу і узгодження дій
Оперативне управління	Постійно	<ul style="list-style-type: none"> •виявлення відхилень від планових завдань і усунення таких відхилень (керування навантаженням, нормалізація енергоспоживання) •верифікація вихідних даних і результатів
Функція управління	Часовий інтервал дії функції	Зміст управлінської діяльності
Поточне планування (бізнес-планування)	Короткотривала перспектива (до 1 року)	<ul style="list-style-type: none"> •прогнозування поведінки зовнішнього середовища; •визначення складу й числових значень показників річних, квартальних, місячного планів енергоспоживання; •внутрішній енергоаудит щодо окремих споживачів енергії; •керування й ведення енергозберігаючих проектів
Координація діяльності	Короткотривала перспектива (від 1 місяця до року)	<ul style="list-style-type: none"> •визначення структури керування; •налагодження взаємодії між складовими частинами; •поділ обов'язків персоналу й узгодження дій
Оперативне управління	Постійно	<ul style="list-style-type: none"> •виявлення відхилень від планових завдань і усунення таких відхилень (керування навантаженням, нормалізація енергоспоживання); •верифікація вихідних даних і результатів

Висновки.

Лабораторне заняття №7

Тема: Заощадження первинної і вторинної енергії.

Мета: Дослідження заощадження первинної і вторинної енергії.

Хід роботи

Заощадження первинної енергії палива за рахунок економії вторинної енергії. Заощадження вторинної енергії впливає на споживання первинної енергії. Найпростіший шлях обчислення економії первинної енергії - поділити кількість заощадженої вторинної енергії на коефіцієнт ефективності (електростанції чи котла). Заощадження вторинної енергії може негативно чи позитивно впливати на заощадження підприємства в цілому, зменшення заощадження вторинної енергії і збільшення

навантаження на котел може забезпечити його роботу в режимі оптимальних навантажень. Інколи економія вторинної енергії впливає на розподіл втрат, наприклад, скорочення рівня споживання пари може скоротити втрати пари в резервуарах збиранні конденсату.

Ефект заміни палива. Заміна одного джерела палива іншим звичайно відбувається у тих випадках, коли є можливість придбати інше паливо за нижчою ціною на одиницю вмісту енергії. Фінансовий розрахунок заощаджень повинен враховувати також можливість зміни витрат на ремонт устаткування. Крім того, заміна палива може змінити коефіцієнти перетворення. Проілюструємо сказане.

Паровий котел працює на газойлі і споживає 1033 тонн палива для вироблення технологічної пари. Загальний ККД котла становить 82%. З метою заощадження коштів рекомендовано перевести котел на природний газ. Оскільки природний газ має нижчий рівень теплопередачі полум'я, ніж газойль. Загальний ККД знижується з 82% до 80% (вища теплотворна здатність). Передбачається, що нижча вартість природного газу компенсує цей технічний недолік.

Потрібно визначити величину заощадження енергії та заощадження коштів за рахунок заміни палива.

Теплотворна здатність газойлю 42,3 МДж/кг, ціна 1,47 грн/кг.
Природного газу відповідно 40,5 МДж/м³ і 0,88 грн/м³.

Показники нинішнього стану.

Тепло від згоряння газойлю:

$$1033000 \text{ кг} \times 42,3 \text{ МДж/кг} = 43695900 \text{ МДж} = 43695,9 \text{ ГДж.}$$

$$\text{Річні видатки на газойль: } 1033000 \text{ кг} \times 1,47 \text{ грн/кг} = 1518510 \text{ грн.}$$

$$\text{Річне генерування тепла: } 43695,9 \times 0,82 = 35831 \text{ ГДж.}$$

Показники майбутньої ситуації.

Річна погрєба тепла 35831 ГДж.

$$\text{Річне споживання природного газу: } 35831 / 0,8 = 44788 \text{ ГДж.}$$

Річні видатки на природний газ:

44788 ГДж відповідають 1105876 м³ газу, що становить 973171 грн.
(приймаючи до уваги, що 1 м³ газу коштує 0,88 грн).

Обсяги заощаджень

$$\text{енергії палива } 43696 \text{ ГДж} - 44788 \text{ ГДж} = -1092 \text{ ГДж};$$

$$\text{коштів } 1518510 \text{ грн} - 979171 \text{ грн} = 545340 \text{ грн.}$$

Розглядаючи варіант зміни палива слід ще врахувати видатки на технічне обслуговування котла, можливу зміну очікуваного терміну служби котла та майбутню зміну вартості палива. Слід мати на увазі, що, під нове паливо потрібно буде замінити пальники котла. Ще одне питання - це утилізація непотрібного тепер резервуару для зберігання газойлю.

Рекуперация тепла. Якщо потоки енергії вилучаються з регенеративних систем чи виводяться як побічний продукт систем перетворення енергії (низькотемпературне тепло в системі комбінованого виробництва теплової та електричної енергії), то економія в цих енергопотоках не обов'язково приводить до заощаджень первинної енергії. Наприклад, коли гаряче водопостачання здійснюється системою комбінованого виробництва теплової та електричної енергій, яка в іншому випадку викинула б це тепло в атмосферу, то економія гарячої води не заощаджує палива, на якому працює комбінована система. Навпаки, якщо

низькотемпературне тепло в системі комбінованого виробництва покриває лише частково потреби опалення, а решту забезпечує електричне опалення, то заощадження гарячої води негативно вплине на заощадження електроенергії.

Гранична вартість заощаджень енергії

У звіті з енергообстеження природно показати заощадження енергії та заощадження коштів. Однак середня вартість палива – це не завжди найкращий критерій переходу від обсягу заощаджень енергії до обсягу заощаджень коштів. Нижче висвітлені деякі обставини, які слід враховувати під час згаданого переходу.

Структура вартості енергії. Необхідно розраховувати фінансові заощадження, виходячи з тих елементів структури вартості енергії, на які впливають запропоновані заходи з заощадження енергії (пікова і нічна вартість одиниці енергії, вартість одиниці енергії під час максимуму навантаження, тощо).

Неенергетичні заощадження коштів. Заходи з ефективного використання енергії часто впливають на зміну неенергетичних видатків, таких, як наприклад, видатки на ремонт виробничого устаткування. Цей вплив може бути позитивним і негативним, його слід обов'язково враховувати.

Зниження (підвищення) цін. Природно під час визначення цін на енергію необхідно керуватися вже ustalеними в аудиті тарифами чи відомими поточними даними про ціни. Однак інколи можна виходити з розрахункових чи відомих майбутніх цін на енергію та енергоносії.

Завдання

Формування і оцінка проекту поліпшування енерговикористання на об'єкті

Після розгляду всіх можливих заходів поліпшування енерговикористання здійснюється їх узагальнення і формування проекту стосовно об'єкта в цілому. Перелік можливих заходів може бути досить

великим. Потрібно співставити всі ідеї та сформуванати список пріоритетних заходів.

На цьому етапі важливим є спілкування з повноважними представниками об'єкту. Це дозволить з'ясувати, які із запропонованих заходів уже впроваджувалися, але результати виявилися невдалими, а які раніше розглядалися і були відхилені з технологічних міркувань чи інших обмежень. Можливо впровадження деяких із запропонованих проєктів вже розпочато, а деякі вже заплановано впровадити.

Ще один важливий момент - це узгодження заходів із енергоощадності з плановою реконструкцією основного виробництва об'єкту.

Ознайомивши керівництво об'єкту з переліком пропонованих заходів, слід прислухатися до їх думки щодо можливих перешкод і труднощів впровадження заходів на об'єкті.

Після цього можна перейти до оцінювання заходів, а саме:

- перевірити, які з заходів є працездатними, тобто можливими до реалізації в конкретних умовах об'єкту;
- перевірити, які з них є доцільними;
- вивчити взаємодію заходів;
- визначити капіталовкладення на реалізацію заходів;
- визначити кінцеві результати (вигоди) від впровадження заходів;
- порівняти конкуруючі заходи і визначити пріоритети;
- зробити висновки.

Під час оцінювання заходів здійснюється в першу чергу їх технічна перевірка з метою гарантування того, що певний захід не виявиться неприйнятним із технічних міркувань. З'ясовується працездатність заходів у конкретних умовах виробництва взагалі та чи буде устаткування, яке пропонується встановити, працювати в прогнозованих умовах чи правильно визначено його потужність (продуктивність).

Враховуються також побічні ефекти заходів із енергоощадності. Наприклад, уведення в живильну воду кислотних домішок для усунення

осаду на стінках трубопроводів може привести до посиленої їх корозії, викликати забруднення води, яка подається в котел, що може через технологічну пару негативно вплинути на якість продукції. Впровадження деяких заходів може вимагати підвищення рівня технічного обслуговування з залученням більш кваліфікованого персоналу. З іншого боку, зростає можливість впливу персоналу на виробничий процес, наприклад, заміною під час експлуатації вставки регулятора.

Серед чинників оцінювання заходів важливим є їх надійність.

Є також певний суб'єктивний чинник сприйняття заходів працівниками об'єкту, які можуть вважати їх надуманими і непотрібними.

Крім технічного аналізу, здійснюється також перевірка доцільності заходів. Метою цієї перевірки є гарантування того, що даний захід не виявиться неприйнятним з інших міркувань, деякі з яких наведені нижче.

По-перше, це можуть бути вимоги екологічного характеру. Чи перевірка, яка проводиться або впровадження заходів не порушує чинне законодавство про охорону довкілля. А якщо й не порушує, то чи не погіршить репутацію виробництва як екологічно нешкідливого об'єкту.

По-друге, чи запропонований захід дійсно є найкращим вирішенням проблеми. Для цього слід проаналізувати вигаш від його впровадження не лише в короткочасному, а і в довготривалому плані.

По-третє, чи прийнятний запропонований захід із причин невиробничого характеру. Наприклад, розташування нового устаткування може вимагати ліквідації спортивного клубу для працівників об'єкту.

По-четверте, чи заходи є прийнятними стосовно капіталовкладень в їх реалізацію. Слід визначити наближені, але реальні межі можливих видатків.

Нарешті, необхідно виконати оцінку потенційних фінансових вигод і інших подібних вигод від реалізації запропонованих заходів.

Визначення видатків на впровадження проекту з енергоощадності - це ключовий момент енергоаудиту. Помилково оцінені видатки (звичайно занижені) можуть легко підірвати довіру до проекту в цілому. Як правило

причина зниження видатків не в недооцінюванні видатків, а в тому, що повністю невраховані деякі їх компоненти.

Нижче наведено далеко не повний перелік таких компонентів:

- вартість придбання енергоощадного устаткування ;
- закупівельна вартість допоміжного устаткування (регуляторів, інструментів, охоронного устаткування);
- видатки на доставку (митні формальності, встановлення устаткування на робочому місці);
- страхування;
- видатки на ізоляцію;
 - передпускове тестування і введення установки в промислову експлуатацію;
 - оплата консультацій;
 - видатки на цивільне будівництво;
 - видатки на переміщення виробничого устаткування ;
 - видатки на задоволення вимог техніки безпеки і охорони праці;
 - перебудова будівлі у зв'язку з встановленням нового устаткування ;
 - перевірка ліцензування (сертифікації);
 - вартість продукції, яка не буде вироблена через зупинку виробничого процесу на час реалізації заходів із заощадження енергії;
- навчання персоналу.

Визначення видатків на компоненти загальної вартості вимагає джерел вартісної інформації.

Самим надійним джерелом є попередній особистий досвід впровадження аналогічною проекту, але і у цьому випадку слід обережно ставитися до чинників, які можуть викликати значну різницю видатків аналогічних проектів. Наприклад, установка електронного контролю на нафтохімічному заводі може коштувати набагато дорожче, ніж аналогічна установка на пивоварні, у зв'язку з необхідністю використовувати устаткування, яке сертифіковане для використання у вибухонебезпечному середовищі.

Корисно також використати квотування та бюджетні розцінки постачальників, а також ціни, взяті з різних реклам і оголошень. Однак і тут важливо переконатися, що ці джерела не приховують всі вартісні компоненти, зокрема, доставка і налагодження устаткування .

Прайс-листи - це простий і надійний шлях визначення ціни устаткування , але їх можна використовувати лише в тому випадку, коли трудові затрати незначні або відомі.

Отже, джерелами для оцінки видатків можуть бути:

- прайс-листи на устаткування ;
- публікації про вартість устаткування , витрати на оплату праці і загальні середні витрати (а саме, на 1 м², на 1 кВт встановленої потужності),
- бюджетні видатки постачальників (монтажників);
- розцінки постачальників (монтажників);
- інформація про вартість попередніх впроваджених проектів

Дуже важливо використовувати надійні фінансові критерії. Звичайно виконують аналіз дисконтованого грошового потоку, чистої зведеної вартості та внутрішньої норми прибутку для всіх, окрім найпростіших, заходів. Важливо, щоб дані фінансового аналізу були подані у доступній формі та зрозумілій керівництву об'єкта і його підрозділів.

Тепер весь матеріал для надання заходам певних пріоритетів зібраний.

Додамо ще, що якщо захід вимагає великих капіталовкладень чи існує великий ризик того, що оощадність не буде досягнена, потрібно більш детальне енергетичне обстеження.

Звіт із енергоаудиту

Метою звіту з енергоаудиту є подання аудиторської інформації в єдиному рекомендаційному документі поряд з даними про енергетичні та фінансові видатки і заощадження.

Звіт повинен бути інформативним, професійним, таким, щоб його цікаво було читати. Він повинен мати таку структуру:

- анотація;

- вступ,
- аналіз стану енергоспоживання на об'єкті;
- опис підприємства і будівель;
- рекомендації з ефективного використання енергії;
- висновки;
- додатки.

Анотація звіту має обсяг не більше двох чи трьох сторінок із чітко виділеними рубриками. Анотація є самодостатнім (без посилання на звіт) рефератом для вищого керівництва, якому ніколи читати весь звіт. Для більшої виразності анотація може бути подана на папері іншого кольору.

Анотація зазвичай висвітлює такі моменти:

- стан енерговикористання на обстежуваному об'єкті (слабкий, задовільний, добрий рівень енерговикористання порівняно з іншими об'єктами);
- основні моменти енергообстеження (виключно високий (низький) рівень використання енергії);
- обґрунтування необхідних змін (рекомендований напрям дій, альтернативні дії);
- прогнозований результат (майбутня ситуація на об'єкті за умови реалізації рекомендацій).

В анотації пояснюється виявлена аудитором нинішня ситуація на об'єкті, визначаються важливі моменти щодо використання енергії. Анотація повинна скеровувати читача на рекомендований напрям дій, які направлені на підвищення ефективності використання енергії на об'єкті, а також висвітлювати вигоди та наслідки, які може дати енергоощадність. Анотація повинна бути написана зрозуміло й коротко, без надмірного вживання технічної лексики.

Метою вступу є інформування читача про підготовку і хід обстеження на об'єкті, а також про очікувані результати.

У вступі наводять таку інформацію:

- про виконавців звіту з енергообстеження (компанія, яка проводила обстеження, чи компанія, яка використала матеріали аудиту іншої компанії);
- обґрунтування проекту (чи є цей проект одним із кількох проектів для різних підрозділів компанії, чи він є частиною нового проекту з енергоощадності);
- мета проекту (а саме, виявлення потенціалу енергозбереження);
- параметри звіту (виділення аспектів енергоспоживання чи вилучення певних типів енергоспоживання, вони є частиною окремого обстеження);
- методи проведення перевірки (використання вимірювачів, візуальні, вивчення устаткування, аналіз енергетичної ситуації).

У першому основному розділі "Аналіз стану енергоспоживання на об'єкті" наводиться інформація про кількість і вартість енергії, що використовується споживачами об'єкта дослідження. Розглядається використання окремих видів енергії, що висвітлено в п. 4.3 і 4.4.

Опис підприємства і будівель (другий основний розділ звіту) характеризує наявні на об'єкті установки та устаткування, режими їх роботи і продуктивність. Детально інформація, яка входить в цей розділ, розглянута в розділі 4.5.

Третій основний розділ звіту містить рекомендації з ефективного енерговикористання та обґрунтування дій із підвищення ефективності використання енергії.

Він охоплює результати дослідження, різні аспекти із заощадження енергії. Розділ починається з опису рекомендацій із заощадження енергії, тобто опису тих дій, які повинні бути виконані, нових процедур, встановлення нового устаткування. Далі йде оцінка енергоощадності, тобто розрахунок, який показує скільки енергії і відповідно коштів буде заощаджено, а також ефект від заощадження енергії, тобто очікуваний вплив заощадження енергії на показники роботи об'єкта, а саме, на показники ефективності за скороченого споживання енергії, на ремонтні витрати, на необхідні зміни в технології виробництва. Очевидно, що впровадження

заходів з енергоощадності вимагатиме певних видатків. Тому потрібно навести результати розрахунку вартості проекту з врахуванням усіх складових видатків на впровадження рекомендацій, а саме: вартості необхідного устаткування, робочої сили, втрат виробництва тощо.

Енергоаудитор повинен обґрунтувати життєздатність проекту, тобто показати наскільки життєздатними є впровадження рекомендацій із енергоощадності за наявних обмежень у вигляді необхідності зупинки виробництва, чутливості цін на паливо, інвестиційної політики тощо.

Висновки звичайно дають після рекомендацій щодо енергоощадності, в них викладають нинішній стан і потенціал енергоощадності об'єкта. Пункти висновків в основному подібні до пунктів анотації, однак вони зосереджені на діях аудитора під час виконання робіт. Тому висновки містять дані про обстеження об'єкта і джерела одержання необхідної інформації, зокрема, поділ енергії на різні категорії, виявлені невідповідності чи неправильне енергоспоживання, порівняння енергоспоживання на об'єкті з енергоспоживанням на аналогічних об'єктах. Далі наводять вартість і вигоди від реалізації безвитратних, низько- і високовитратних рекомендацій, характеристики альтернативних заходів, а також суму загального потенціалу енергоощадності. Висновки містять обґрунтовані аргументи на користь одних рекомендацій стосовно інших, прогнози енергоощадності на об'єкті після впровадження заходів. Нарешті, висновки обґрунтовують необхідні подальші детальні обстеження і дії, які повині бути здійснені на об'єкті, а також вказують загальну розраховану вигоду від цих дій.

Висновки.

Лабораторне заняття №8

Тема: Електропостачання виробничих механізмів і системи освітлення

Мета: Дослідження електропостачання виробничих механізмів і системи освітлення.

Хід роботи

Електропостачання виробничих механізмів і системи освітлення

Коли виробничий процес зупиняється (наприклад, під час обідньої перерви чи в кінці робочого дня), освітлення залишається увімкненим ще на декілька хвилин. За умови, що вимкнені всі виробничі механізми, ви можете точно виміряти кількість електроенергії, що споживається електричним освітленням.

Стиснене повітря. Коли виробничий процес зупиняється і немає потреби в стисненому повітрі, залишіть компресори увімкненими ще на декілька хвилин. Споживана компресорами енергія покаже розмір витоків стисненого повітря. Якщо компресори періодично вмикаються, вам слід виміряти час завантаження-незавантаження компресорів, щоб оцінити рівень втрат повітря і кількість спожитої електроенергії.

Щодо застосування тестовою контролю є певні застереження.

Тестовий контроль найефективніший, тоді, коли з усього працюючого устаткування вимикаються деякі електроприймачі (чи їх групи) на певні проміжки часу. Ця система не завжди спрацьовує у зворотному напрямі, оскільки деякі електроприймачі, а саме: люмінесцентні лампи, електродвигуни, системи стисненого повітря споживають більше енергії в режимі увімкнення, ніж в усталеному робочому режимі.

Тестовий контроль може застосовуватися виключно до устаткування, яке споживає протягом інтервалу сталу потужність. Якщо під час тестування устаткування автоматично вмикається і вимикається (наприклад, холодильник), можна одержати хибний результат. Однак, зауважимо, що в попередньому прикладі з повітряними компресорами, залишеними для тестування втрат у робочому стані, це не має значення, оскільки компресори в умовах прикладу є єдиним контрольованим споживачем енергії.

Оцінка споживання енергії

Одним із основних способів визначення споживання енергії, в якому вимірники не використовують, є оцінка споживання. Спосіб застосовують у ситуаціях, коли вимірювання енергії і її потоків лічильниками неможливе, а споживання енергії оцінюють за параметрами і режимом роботи наявного устаткування. На практиці (через обмеження ресурсів і часу) це один з основних методів визначення енергоспоживання різними споживачами на об'єкті. Річне споживання енергії W (кВт×год) одержують (формула 2.2) шляхом перемноження *номінальної потужності устаткування* P (кВт) на коефіцієнт середнього завантаження k_3 та на *час використання устаткування протягом року* T_v (годин). Цей добуток дає середнє завантаження устаткування.

$$W = P k_3 T_v \quad (2.2)$$

Перевага методу полягає в тому, що для визначення споживання не потрібні спеціальні вимірники, а недоліком є те, що він ґрунтується на певних припущеннях. Через необхідність приймати певні припущення метод дає достовірні результати за умови, що добре відомі особливості експлуатації устаткування. Наприклад, якщо відома кількість і потужність ламп, які освітлюють майданчик паркування машин, а також час, протягом якого впродовж року ці лампи увімкнені, то описаний метод може дати досить точний результат. Для устаткування, яке протягом виробничого процесу змінює потужність, розрахунок енергоспоживання є складнішим. У цих випадках можуть допомогти заміри виконані на устаткуванні. Крім того, можна використати дані опубліковані інститутами енергетичних обстежень. Дуже часто буває важко визначити точно тривалість роботи устаткування. В таких випадках можна опитати операторів. Крім того, якщо робота устаткування контролюється автоматично (наприклад, вимикачем з годинниковим механізмом), то це також може дати потрібну інформацію.

Для успішного використання в енергоаудиті способу оцінки споживання аудитор повинен знати достовірне значення *коефіцієнта*

завантаження устаткування та проводити перехресну перевірку результатів, порівнюючи їх з відомими нормами та загальним споживанням енергії.

Ключовим моментом визначення обсягу споживання за способом оцінки є збирання даних. Розглянемо можливі джерела одержання необхідної інформації детальніше.

Номинальна потужність устаткування. Цю інформацію можна одержати з кількох джерел, а саме: з інформаційної таблички (шильду) устаткування, з інструкції щодо експлуатації, з попереднього досвіду роботи, за відомою потужністю чи аналогічного устаткування.

Коефіцієнт середнього завантаження. Хоч ця інформація іноді може бути одержана з інструкції чи опублікованих обстежень, аудиторю часто доводиться самостійно оцінювати варіанти завантаження протягом експлуатаційного періоду. Іноколи не може бути визначено за показами вимірників, наприклад, стаціонарних амперметрів чи струмовимірних кліщів.

Час використання устаткування впродовж року. Інформація може бути одержана за показами контрольних пристроїв та умови їх точної роботи. Необхідно враховувати тривалі інтервали роботи устаткування в різних режимах, наприклад, у випадку оптимізації роботи систем опалювання за умовами підтримування в приміщеннях різної температури в робочий та позаробочий час. *Опитування операторів* - добре джерело для уточнення тривалості роботи устаткування, однак оператори часто не впевнені в тому, як часто використовується деяке устаткування. Тому слід розрізняти непрацююче устаткування і устаткування, яке функціонує нормально. Розраховуючи час використання устаткування впродовж року, необхідно брати до уваги простоювання устаткування у зв'язку з запланованими та незапланованими поточними ремонтами.

Завдання

Оцінка споживання електроенергії системами освітлення

Оскільки певні види ламп споживають відому потужність (за винятком ламп з регуляторами освітленості), то освітлення - це навантаження, споживання електроенергії яке розраховується відносно просто.

Визначення енергоспоживання системами освітлення наведений в табл.1

Таблиця 1

Перелік освітлювального навантаження

Приміщення, територія	Встановлена потужність, кВт	Умови експлуатації		Річне споживання енергії, кВт×год.
		Час використання, години	Коефіцієнт завантаження	
Офісний блок	24	2400	0,5	28800
Механічний цех	62	4900	0,8	243040
Ливарний цех	48	4900	0,8	188160
Склад	18	2400	0,5	21600
Інженерний відділ	17	2400	0,7	28560
Зовнішнє освітлення	11	3600	0,9	35640
Разом	180			545800

Під час оцінювання споживання енергії освітлювальними системами необхідно враховувати:

1. Максимальна *потужність* системи освітлення – це потужність ламп (Вт), а для люмінесцентних і газорозрядних ламп ще й потужність витрат в колі керування (Вт). Лампи розжарювання з вольфрамовою спіраллю на напругу 220 В не вимагають ніякого пристрою керування окрім вимикача, втратами в якому нехтують. Втрати потужності в перетворювачах галогенних ламп низької напруги звичайно досягають 10% від потужності ламп.

2. *Коефіцієнт середнього завантаження*. Тут слід брати до уваги лампи, що працюють у режимі регульованої освітленості. Необхідно враховувати також обслуговування освітлювального устаткування.

Наприклад, заводські цехи з високими прогонами можуть мати в середньому 10-20% несправних ламп між черговими поточними ремонтами.

3. *Час використання устаткування впродовж року.* Цей час оцінюється, виходячи з тривалості роботи, з врахуванням завантаження (офіси) та часу використання природного освітлення. Необхідно брати до уваги наявне автоматичне керування.

Оцінка споживання енергії електроприводами (вентиляторів і pomp)

Найбільшу кількість енергії на виробництві споживають електродвигуни. Крім приводу верстатів і механізмів, різноманітність яких залежить від характеру виробництва, практично на всіх виробництвах електродвигуни застосовують для приведення в рух вентиляторів, pomp, ліфтів, конвеєрів і компресорів.

Розглянемо деякі особливості, які слід враховувати під час визначення кількості електроенергії, що споживають двигуни вентиляторів і pomp (табл.2).

Номінальна потужність електродвигунів. Номінальна потужність двигуна звичайно вказана на його інформаційній табличці (шильдї).

Коефіцієнт середнього завантаження.

Коефіцієнт середнього завантаження можна визначити за допомогою наявного амперметра чи струмовимірних кліщів. Його можна також обчислити через вимірне постачання повітря (води), яке порівнюють з номінальною продуктивністю вентилятора (pomпи), за цим співвідношенням визначають власне енергоспоживання.

Необхідно також враховувати наявність системи автоматичного керування приводів із регульованою швидкістю.

Таблиця 2

Визначення споживання електроенергії пристроями кондиціонування повітря

Призначення пристрою	Потужність двигунів, кВт	Умови експлуатації: час використання × коефіцієнт завант., годин	Річне споживання енергії, кВт×год
Постачання повітря в адмінприміщення	3,75	8760×0,5	16425
Витяжна вентиляція адмінприміщення	3,30 (оцінка)	8760×0,5	14454
Постачання повітря в палату 1/2	4,12	8760×1,0	36091,2
Постачання повітря в палату 3/4	4,12	8760×1,0	36091,2
Постачання повітря в палату 5/6	4,12	8760×1,0	36091,2
Постачання повітря в палату 11/12	4,12	8760×1,0	36091,2
Постачання повітря в палату 15/16	2,25	8760×1,0	19710
Постачання повітря в палату 17/18	2,25	8760×1,0	19710
Постачання повітря в пральню	0,50 (оцінка)	8760×0,3	1314
Витяжна вентиляція пральні	0,22	8760×0,3	5781,6
Постачання повітря в палату 9	2,25	8760×0,1	19710
Постачання повітря в їдальню	1,50	8760×1,0	13140
Постачання повітря на кухню	7,50	8760×1,0	63700
Витяжна вентиляція кухні 1	0,82	8760×0,6	4309,9
Витяжна вентиляція кухні 2	1,20	8760×0,6	6307,2
Витяжна вентиляція кухні 2	1,20	8760×0,6	6307,2
Витяжна вентиляція кухні 3	1,10	8760×0,6	5781,6
Постачання повітря в хол	3,75	8760×1,0	32850
Витяжна вентиляція холу	3,30 (оцінка)	8760×1,0	28908
Постачання повітря в коридор	3,75	8760×1,0	32850
Постачання повітря в фізіотерапевтичне відділення	1,12	8760×1,0	9811,2
Разом	57,29		395137,3

Робочий час впродовж року. Для визначення тривалості роботи електроприводу слід виходити з графіку роботи устаткування, що обслуговується вентиляційною чи помповою системою. Потрібно також враховувати перебування двигуна в стані гарячого (холодного) резерву, а також наявність системи автоматичного керування.

Кількість енергії, що споживається двигунами вентиляторів чи pomp, залежить від номінальної потужності двигуна та обсягу виконаної роботи. Якщо двигун, потужність якого відповідає потужності вентилятора чи насоса, постійно працює на повну потужність, то він забезпечує запланований максимальний обсяг вентилявання повітря (помпування води). Однак часто цей обсяг є надлишковим. Зменшити його з відповідним зменшенням енергоспоживання можна за допомогою засувки або регулюванням швидкості обертання двигуна.

Визначаючи споживання енергії обертовими електроприводами вентиляторів і pomp, енергоаудитор повинен враховувати всі перелічені вище чинники. Це допоможе виявити потенціал енергоощадності, наприклад, шляхом ефективного керування потоками.

Оцінка споживання енергії повітряними і холодильними компресорами

Керування повітряними і холодильними компресорами з електроприводними пристроями здійснюють чотирма головними способами.

Керування типу "увімкнути-вимкнути". Цей спосіб застосовують в основному для невеликих поршневих компресорів. Компресор підвищує тиск повітря в системі і у випадку досягнення певного значення тиску двигун компресора вимикається. Якщо тиск знижується, то компресор знову вмикається.

Керування типу "з навантаженням - без навантаження". Цей спосіб використовують для більших поршневих компресорів, у яких часті вмикання і вимикання можуть викликати пошкодження двигуна. У зв'язку з тим, у компресорах передбачені клапани, які при досягненні бажаного рівня тиску

дозволяють поршням рухатися без надсилання повітря в резервуар. Цей метод дозволяє заощадити велику кількість енергії, хоча компресор, працюючи без навантаження, споживає значну кількість енергії.

Керування типу "повне навантаження - половина навантаження". Це варіант описаного вище способу керування, в якому існує положення між повним навантаженням і без навантаження, під час якого механізм використовується наполовину, щоб зменшити рівень виробітку повітря.

Керування типу "повне регулювання". Цей спосіб використовують для ротаційних гвинтових компресорів чи турбокомпресорів, який дозволяє подавати повітря відповідно до попиту на нього. В деяких випадках можлива зміна продуктивності компресора у співвідношенні 3:1 або навіть 4:1. Звичайно для цього використовують зміну робочого об'єму циліндрів гвинта чи турбіни, хоча в деяких випадках використовують двигуни зі змінною швидкістю обертання. Однак завжди зі зменшенням навантаження має місце зменшення ефективності.

Тепер зупинимось на деяких особливостях, які слід враховувати під час визначення кількості електроенергії, що споживають двигуни повітряних і холодильних компресорів.

Номінальна потужність електродвигунів. Номінальна потужність двигуна звичайно вказана на його інформаційній таблиці (шильдї).

Коефіцієнт середнього завантаження. Оцінка коефіцієнта завантаження звичайно базується на замірах часу роботи компресора в різних режимах.

Дані про навантаження двигуна для різних режимів компресора звичайно подають заводи-виготовлювачі компресорів.

Робочий час впродовж року. Цей показник ґрунтується на кількості годин, протягом яких потрібно подавати стиснене повітря (охолодження).

Розглянемо процедуру оцінки споживання електроенергії повітряним компресором.

Поршневий повітряний компресор, що постачає повітря під тиском 0,7 МПа працює з керуванням типу "повне навантаження - половина навантаження". Енергоаудитор фіксує час роботи компресора в різних режимах (які відрізняються за характером звуку і за зміною тиску повітря) протягом приблизно двадцяти хвилин в умовах нормальної роботи.

Результати замірів представлені у вигляді таблиці:

Характер навантаження	Час, с	%
Повне	371	31
Половинне	679	59
Безна вантаження	115	10
Разом	1185	100

За даними спостережень і на підставі даних заводу-виготовлювача компресора визначені потужність двигуна та продуктивність компресора при різних режимах (табл. 3.).

Таблиця 3

Потужність двигуна і продуктивність компресора в різних режимах роботи

Режим роботи	Потужність двигуна, кВт	Продуктивність компресора, м ³ повітря/хв
Повне навантаження	120	828
Половинне навантаження	73	394
Без навантаження	34	0

Із використанням даних табл. 2.4.6 проведено розрахунок середньої потужності двигуна:

$$P_{cp} = (120 \text{ кВт} \times 371 \text{ с} + 73 \text{ кВт} \times 679 \text{ с} + 34 \text{ кВт} \times 115 \text{ с}) / 1185 \text{ с} = 83,95 \text{ кВт},$$

звідси коефіцієнт середнього завантаження

$$k_3 = P_{cp} / P_{ном} = 83,95 / 120 = 0,7$$

Аналогічно можна розрахувати середню продуктивність компресора.

Потім для визначення розміру витоку повітря, наприклад, через неправильну експлуатацію, цю середню продуктивність можна порівняти з

сумою нормального споживання повітря всім задіяним повітряно-компресорними установками.

Оцінка споживання енергії іншими електроприводами та офісним устаткуванням

Крім вентиляторів, pomp і компресорів обертові електроприводи застосовують і в іншому устаткуванні. Прикладами можуть служити ліфти, конвеєри, вакуумні насоси і серводвигуни для автоматичного устаткування. Для такого устаткування немає чітких правил оцінки електроспоживання. Кожен випадок розглядають індивідуально. Використання персональних комп'ютерів, принтерів і іншого офісного устаткування зумовлює зростання споживання енергії. Простий спосіб оцінки енергоспоживання полягає в:

- підрахунку годин використання устаткування впродовж року;
- використанні даних про потужність відповідного устаткування.

Номінальна потужність персональних комп'ютерів знаходиться в межах 90-140 Вт, середня - в межах 49-128 Вт, моніторів - номінальна в межах 60-205 Вт, середня - в межах 32-198 Вт, лазерних принтерів - номінальна в межах 650-900 Вт, середня - в межах 75-125 Вт, копіювальних апаратів - номінальна в межах 1250-2200 Вт, середня - в межах 120-990 Вт.

Оцінка споживання енергії електронагрівальним і холодильним устаткуванням

Електронагрівальне устаткування містить широку гаму приладів різноманітного призначення. Сюди належить устаткування підприємств громадською харчування (електричні печі), пралень (сушильні камери), випробувальних стендів (кліматизаційні камери). У промисловому виробництві застосовують електричне устаткування, що генерує пару (для заводських пресів, парових стерилізаторів). Електричну енергію використовують у високотемпературних електротермічних установках (плавлення алюмінію; інфрачервоне, індукційне і високочастотне нагрівання, пряме резистивне нагрівання).

Холодильне устаткування базується на парокомпресійному циклі теплової помпи, але можуть застосовуватися й електронагрівальні пароабсорбційні цикли.

Навряд чи вимагається оцінка енергоспоживання високотемпературних і електронагрівальних процесів, оскільки відповідне устаткування має власні лічильники. Однак для невеликих користувачів оцінка споживання, як правило, єдиний практичний шлях визначення кількості спожитої енергії.

Визначення споживання енергії електронагрівальним устаткуванням (табл. 4).

Таблиця 4

Оцінка споживання енергії електронагрівальним і холодильним устаткуванням

Електроустаткування	Потужність двигунів, кВт	Умови експлуатації: час використання × коефіцієнт завант., год	Річне споживання енергії, кВт×год
Відцентрова пральна машина	2,0	1040×0,6	1248
Тунельна пральна машина	86,0	1040×0,5	44720
Центрифуга 1	2,2	208×1,0	457,6
Центрифуга 2	2,0	26×1,0	52
Центрифуга 3	2,0	26×1,0	52
Електропіч	9,0	4992×0,2	8985,6
Сублімаційна установка 1	7,5	4680×0,1	35100
Сублімаційна установка 2	7,5	2600×0,1	19500
Сублімаційна установка 3	4,0	2340×1,0	9360
Сублімаційна установка (мікро)	1,0	3744×0,7	2620,8
Пральна машина	1,0	1040×0,6	624
Центрифуга (мікро)	2,0	26×1,0	52
Холодильник	0,22	8765×0,3	578,49
Устаткування цеху	42,0	104×0,8	577,9
Разом	168,42		126843,7

Зупинимось тепер на обставинах, які слід враховувати під час визначення номінальної потужності устаткування, його коефіцієнта середнього завантаження та річного часу використання.

Номінальна потужність устаткування. Звичайно номінальна потужність устаткування вказується на його інформаційній табличці (шильдї). Слід звернути увагу, що для деякого устаткування може вказуватися окремо потужність приводу і потужність нагрівальних елементів.

Коефіцієнт середнього завантаження. Тут слід враховувати як періоди нагрівання, коли устаткування працює на повну потужність, так і періоди підтримання температури з частковим (близько 30%) споживанням енергії. Устаткування, яке працює короткими циклами, може мати вищий коефіцієнт середнього навантаження, ніж устаткування, що працює на одному рівні протягом тривалого часу.

Робочий час впродовж року. Визначення цієї величини є проблематичним. Найкращий метод оцінки тривалості роботи протягом року - досвід операторів.

Оцінка споживання енергії паронагрівальним устаткуванням

Для крупних споживачів технологічної пари обсяг споживання визначається шляхом прямих вимірів чи аналізом енергопотоків. Але для невеликих споживачів єдиним шляхом визначення кількості спожитої енергії є оцінка споживання.

Прикладами паронагрівального устаткування може бути устаткування підприємств громадського харчування (варильні казани, пароварильні апарати), устаткування пралень (пральні машини, сушильні камери), устаткування з процесами нагнітання пари (автоклавні стерилізатори, каустичні резервуари), устаткування з середньотемпературними процесами (кубові фарбники, текстильне сушіння, виробництво паперу).

Оцінки енергоспоживання паронагрівальним устаткуванням наведений у табл. 5

Таблиця 5

Оцінка енергоспоживання паронагрівальним устаткуванням

Устаткування, що споживає пару	Норма споживання пари, кг/год	Тривалість роботи впродовж року, год.	Річне споживання енергії, ГДж*
Пральна відцентрова машина	100	1040	24,22
Тунельна пральна машина	270	1040	43,60
Автоклави	704	780	3283,24**
Пастеризаційні ванни	302	2340	326,99
Сублімаційна установка 1	150	156	54,50
Сублімаційна установка 2	100	156	36,33
Сублімаційна установка 3	150	156	54,50
Автоклави (мікро)	252	420	683,80**
Етаноловий колектор	640	4992	1050,32**
Разом	2668		5556,50**

Примітки:

* Під час обчислення витрат енергії не враховані втрати в котлі. За середньої ефективності котла 82,1%, валове енергоспоживання становить 6767,97 ГДж.

Норма споживання пари. Норма споживання пари зазвичай вказана на інформаційній табличці (шильдї) устаткування. Норма споживання задається стосовно певного тиску пари. Відхилення тиску пари від нормованого значення повинно бути враховане.

Коефіцієнт середнього завантаження. Цей коефіцієнт враховує як періоди нагрівання (коли устаткування працює на повну потужність), так і періоди підтримання температури (устаткування працює з 30% потужністю). Отже, устаткування, що працює в режимі короткочасних циклів, може мати більший коефіцієнт середнього завантаження, ніж устаткування, що працює на одному режимі протягом тривалого періоду часу. Деяке паронагрівальне

устаткування має лише ручне керування, отже, має сталу норму споживання пари.

Тривалість роботи устаткування впродовж року. Оцінка цієї величини часто є проблематичною. Найкращий метод оцінки годин роботи устаткування - досвід операторів.

Висновки.