

ЛЕКЦІЯ №1.

ПОНЯТТЯ ЕНЕРГЕТИЧНОГО АУДИТУ. ПРИЗНАЧЕННЯ, ПРЕДМЕТ ТА ОБ'ЄКТ ЕНЕРГОАУДИТУ. МЕТОДОЛОГІЯ ПРОВЕДЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОГО АУДИТУ

1.1 Призначення, предмет та об'єкт енергетичного аудиту

Енергетичний аудит (енергетичне обстеження) – визначення ефективності використання паливно-енергетичних ресурсів та розроблення рекомендацій щодо її поліпшення.

Енергетичний аудит спрямований на зменшення споживання енергетичних ресурсів суб'єктами господарювання за рахунок підвищення ефективності їх використання.

Предметом енергетичного аудиту є система обстеження споживання палива та енергії, аналізу і видачі рекомендацій по ефективному використанню енергоресурсів.

Об'єктом енергетичного аудиту може бути будь-яке підприємство, енергетична установка, будівля, агрегат, що споживає або виробляє енергію.

Метою енергетичного аудиту є пошук можливостей енергозбереження та допомоги суб'єктам господарювання у визначенні напрямів ефективного енерговикористання.

Призначенням енергетичного аудиту є:

- складання карти використання об'єктом паливно-енергетичних ресурсів;
- розробка організаційних і технічних заходів, направлених на зниження втрат енергії;
- визначення потенціалу енергозбереження;
- фінансова оцінка енергозберігаючих заходів.

Вартість енергоаудиту в середньому становить 2% видатків, що спрямовуються на оплату енергії. Енергоаудит дає біля 20% економії енергії, а затрати на його проведення окупаються протягом двох років.

Енергетичний аудит проводиться енергосервісними компаніями або незалежними експертами (енергоаудиторами), які уповноважені суб'єктами господарювання на його проведення (договір між Виконавцем і Замовником; законодавчі акти).

Будь-яка робота з енергоаудиту виконується двома особами: провідним аудитором і аудитором (диплом/сертифікат + ліцензія).

Найважливішим аспектом проведення енергетичного аудиту є додаткова вигода, оскільки дослідження проводиться кваліфікованим фахівцем, а не випадковим працівником компанії. За звичай, більшою довірою в керівників користуються рекомендації професійного консультанта, а не поради персоналу підприємства.

Енергокористувач, отримує звіт по проведеному енергоаудиту і може самостійно вирішувати наступні проблеми:

- визначити, як використовується енергія всередині об'єкта і сформулювати пріоритети по переліку енергозберігаючих рекомендацій;
- порівняти енергоспоживання на даному об'єкті з величинами споживання енергії на інших аналогічних об'єктах, визначивши таким чином об'єкт як «поганий» або «добрий» споживач енергії;
- показати необхідність інвестицій для придбання та освоєння нового більш економічного обладнання (звіт по проведеному енергоаудиту і є техніко-економічним обґрунтуванням);
- обґрунтувати запропонований проект, який не був би затверджений без підтримки зовнішнього консультанта.

1.2 Методологія проведення енергетичного аудиту

Загальна методологія енергетичного аудиту будується на таких напрямках:

- енергоаудитори повинні знаходити факти, а не просто фіксувати помилки;
- енергетичні аудити не повинні проводитися таємно (секретно);
- результати, що представляються замовнику – це насамперед звіт про енергетичний аудит, в якому визначаються конкретні шляхи підвищення ефективності використання паливно-енергетичних ресурсів.

Методологія проведення енергоаудиту залежить від тієї інформації, яку бажає отримати і за яку бажає платити клієнт, а також від складу контрольно-вимірювального обладнання, що використовується в ході обстеження. З однієї сторони, енергоаудит може бути простим оглядом енергоспоживання, заснованим на даних лічильників підприємства. З іншої сторони, енергоаудит може бути комплексним и трудомістким процесом по визначенню і ідентифікації всіх напрямів витрачання енергії і передбачати установку нового постійного вимірювального обладнання, тестування і вимірювання впродовж тривалого періоду часу, і в результаті детальної перевірки видає детальні рекомендації. Останній тип аудиту буде суттєво дорожчий, ніж перший.

Енергоаудитору важливо дати клієнту те, що він хоче, але не більше того, за що він бажає заплатити.

Існує багато способів проведення енергетичного аудиту.

Енергетичний аудит поділяється на:

- простий;
- комплексний;
- змішаний.

Вибір способу проведення енергетичного аудиту залежить від таких факторів:

- кваліфікації енергоаудитора;

– наявності тих чи інших вимірювальних приладів (стаціонарні чи переносні);

– розуміння того, чого потребує і за що бажає платити клієнт.

Простий енергетичний аудит. Простий технічний прийом для починаючого енергоаудитора. Склавши декілька перших звітів по енергоаудиту, він буде розуміти актуальність і важливість рекомендацій по економії енергії, таких, наприклад, як використання світильників з низьким споживанням енергії, покращений тепловий контроль і ізоляція. Після цього аудитор може без проблем досліджувати інші аналогічні об'єкти і визначити можливості для застосування тих технологій енергозбереження, які він вже з успіхом використав. Цей технічний прийом часто використовується компаніями, що продають енергозберігаюче обладнання, для пошуку ринків збуту. Крім того, прийом може використовуватись «внутрішніми» енергоменеджерами компанії, в якій всі об'єкти мають аналогічні енергетичні проблеми. Метод не рекомендується використовувати професіональним консультантам по енергетичним питанням.

Отже, простий енергетичний аудит:

- забезпечує базове енергетичне обстеження;
- дає загальні висновки про споживання енергії об'єктом;
- приділяє особливу увагу невеликій кількості стандартних заходів по економії енергії.

Комплексний енергетичний аудит. Це методологія для професійного енергоаудитора. Цей метод заснований на підрахунку кількості використаної енергії і порівнянні цієї величини з промисловими нормативами і теоретичним енергоспоживанням. Метод допомагає виявити потенційну економію енергії. Спершу треба підрахувати кількість енергії, що споживається усіма основними видами обладнання і порівняти цю величину з загальним енергоспоживанням на підприємстві. Зробив цю роботу, аудитор виявляє шляхи економії енергії, що засновані на модернізації обладнання, новому технічному обслуговуванні і режимі експлуатації, реструктуризації споживання енергії на об'єкті

(децентралізоване електрозабезпечення, використання альтернативних процесів виробництва, комбіноване виробництво теплової і електричної енергії (когенерація) тощо). Дана методологія дозволяє провести високоякісний енергоаудит, заснований на науковому підході, дослідженнях і вимірюваннях різноманітних параметрів, а також на досвіді експерта.

Отже, комплексний енергетичний аудит:

- забезпечує детальне енергетичне обстеження;
- для точного визначення енергоспоживання використовує такі прийоми, як регресійний аналіз та енергетичний баланс (**регресійний аналіз** – розділ математичної статистики, присвячений методам аналізу залежності однієї величини від іншої);
- розглядає широке коло можливостей енергозбереження, включаючи структурні зміни, такі як когенерація, децентралізація або використання альтернативних джерел палива.

Комбіноване виробництво електричної та теплової енергії (когенерація) – спосіб одночасного виробництва електричної та теплової енергії в межах одного технологічного процесу у результаті спалення палива.

Змішаний енергетичний аудит. В реальному житті часто зустрічається сполучення першого та другого методів проведення енергетичного обстеження. Такий підхід передбачає використання складних аудиторських прийомів, але, замість пошуку широкого кола можливостей по економії енергії, він фокусується на невеликій кількості технологій енергозбереження.

Всі об'єкти, на яких проводиться енергоаудит, повинні мати вимірювальне обладнання, навіть якщо це комерційні лічильники підприємства. Деякі підприємства можуть мати широку мережу додаткових лічильників, і завжди є можливість використання переносного вимірювального обладнання.

Як і будь-який вид діяльності в країні, енергоаудит та енергозбереження (і утилізація) регулюється різними законодавчими актами України. Найголовнішим із них є **Закон України «Про енергетичну ефективність»**.

ЛЕКЦІЯ №2.

ЕТАПИ ЕНЕРГЕТИЧНОГО АУДИТУ. ЗАОЩАДЖЕННЯ ПЕРВИННИХ ТА ВТОРИННИХ ЕНЕРГОРЕСУРСІВ. ОЦІНКА ВИТРАТ ПРИ ВПРОВАДЖЕННІ РЕКОМЕНДАЦІЙ ЕНЕРГОАУДИТОРА

2.1 Основні етапи енергетичного аудиту

До основних етапів енергетичного аудиту відносять:

1. Одержання інформації про об'єкт енергетичного аудиту:

– **збір первинних даних про витрату палива, води та електроенергії за попередній та поточний роки.** Дає інформацію про напрямки використання палива та енергії, а також можливість визначити тенденції у використанні паливно-енергетичних ресурсів, що є базою для визначення техніко-економічних показників об'єкту в цілому;

– **аналіз структури енергоспоживання.** Дозволяє визначити структуру використання енергії на об'єкті. Аналіз структури дає можливість сформулювати стратегію використання енергії на подальшу перспективу;

– **аналіз структури витрат на енергію.** Аналіз частки витрат різних видів енергії в загальних витратах дозволяє намітити попередній напрямок енергетичного аудиту, звернувши увагу на види енергії з найбільшою часткою витрат;

– **визначення витрати енергоносіїв на одиницю продукції, що випускається підприємством та окремими підрозділами.** Дозволяє оцінити питому витрату енергії основного та допоміжного виробництв на одиницю продукції, що випускається, у порівнянні з аналогічними передовими виробництвами, дозволяє оцінити частку вартості енергоносіїв у собівартості продукції.

2. Вивчення паливно-енергетичних потоків на об'єкті в цілому та в окремих підрозділах:

– **вивчення технологічної схеми основного виробництва.** До складу схеми входить послідовність окремих технологічних операцій, їх взаємозв'язок для отримання основної та допоміжної продукції. Схема необхідна для подальшого обліку енергії та оцінки правильності прийнятих технологічних операцій;

– **складання схеми споживання енергетичних ресурсів об'єктом.** На технологічну схему наносяться місця споживання та передачі паливно-енергетичних ресурсів;

– **складання карти використання енергетичних ресурсів.** Карта використання енергетичних ресурсів являє собою нанесений на план об'єкта у відповідному масштабі рівень споживання різних видів енергії окремими підрозділами. Це дозволяє оцінити транспортні потоки різних видів енергії та визначити найбільш енергоємні підрозділи;

– **складання балансу підприємства з окремих видів енергоресурсів.** Баланс з окремих видів енергоресурсів об'єкту дозволяє в цілому оцінити ефективність використання різних енергоносіїв, звернути увагу на окремі споживачі енергії для поглибленого їх дослідження;

– **складання паливно-енергетичного балансу підприємства.** Паливно-енергетичний баланс об'єкту є основою для оцінки правильності вибору енергоносіїв та прогнозу оцінки їх споживання;

– **виявлення найбільш енергоємних споживачів та збирання даних по них.** Визначення найбільш енергоємних споживачів об'єкту, для яких встановлюються вихідні дані каталожного характеру, схеми використання енергії, а також визначаються за допомогою відповідних вимірювань режимні параметри їх роботи для подальшої оцінки ефективності використання енергоносіїв;

– **визначення питомих норм споживання енергії окремими споживачами.** Питомі норми споживання енергії окремими споживачами і

об'єкту в цілому дають можливість порівняння з аналогічними нормами високопродуктивних виробництв, а також виявлення окремих споживачів з низькими нормами для подальшого обстеження;

– **складання енергетичного балансу для окремих енергоємних споживачів.** Енергетичний баланс для окремих енергоємних споживачів дозволяє оцінити ефективність використання різних видів енергії, виявити ділянки її нераціонального використання, намітити шляхи економії.

3. Аналіз ефективності використання паливно-енергетичних ресурсів об'єктом:

– **аналіз ефективності окремих технологічних процесів.** На підставі аналізу роблять висновок про правильність прийнятих в умовах діючого об'єкту окремих технологічних рішень або про заміну деяких з них на прогресивні, при цьому визначаються витрати на зміну технології та обґрунтовується висновок про доцільність інвестицій;

– **аналіз ефективності використання паливно-енергетичних ресурсів підрозділами об'єкту.** На підставі аналізу робиться висновок про доцільність використання того або іншого енергоносія на різних рівнях технологічного процесу в підрозділах об'єкту. У випадку заміни енергоносія наводиться відповідне техніко-економічне обґрунтування. Особлива увага повинна бути приділена питанням транспортування енергоносіїв в умовах об'єкту. Це стосується в першу чергу мережі теплопостачання та пневматичної мережі. Також повинна бути приділена увага специфічним питанням, наприклад, обґрунтування використання того чи іншого тарифу на електроенергію в умовах об'єкту;

– **аналіз використання енергії окремими споживачами.** Цей підрозділ має значний обсяг, тому більшість організацій, які проводять енергетичний аудит, обмежуються лише розглядом даного питання. Як наслідок, воно розглядається не всебічно, а за обмеженого часу енергетичного аудиту приймаються до розгляду лише ті споживачі енергії, які дають очевидний ефект;

- визначення технологічно припустимих втрат палива та енергії;

- визначення пріоритетів для поглибленого енергетичного аудиту. На окремих об'єктах мають місце специфічні споживачі енергії, ефективність роботи яких складно визначити без додаткового енергетичного аудиту. Додатковий енергетичний аудит включає спеціальні обстеження з використанням спеціального вимірювального обладнання або проведення наукових досліджень. До специфічних споживачів енергії належать холодильні, компресорні установки, електричні печі нагрівання тощо. Дослідницькі розробки проводяться до вирішення специфічних питань, вказаних у договорі на енергетичний аудит.

4. Поглиблений енергетичний аудит окремих технологічних процесів і споживачів енергії:

- проведення додаткових вимірювань проміжних параметрів і визначення робочих режимів;

- виявлення ефективності роботи споживачів;

- вирішення специфічних питань (за домовленістю з керівництвом).

5. Підведення підсумків енергетичного аудиту:

- розроблення енергозберігаючих заходів;

- техніко-економічний аналіз ефективності впровадження заходів;

- порівняльний аналіз отриманих результатів;

- вибір нових пріоритетів і постановка завдань на подальше зниження енергоємності продукції та споживання енергоресурсів;

- складання звіту з енергетичного аудиту.

2.2 Заощадження первинних та вторинних енергоресурсів

Одна з найважливіших особливостей, якою часто нехтують, звіту з енергетичного аудиту – це відмінність між економією первинної і вторинної енергії. Ця особливість полягає в наступному.

Заощадження палива шляхом економії вторинної енергії. Економія вторинної енергії впливає на споживання первинної. Найпростіший шлях обчислення економії первинної енергії – поділити розмір економії вторинної енергії на коефіцієнт перетворення (електростанції або котла). Іноді економія вторинної енергії чинить негативний вплив на завантаження заводу і впливає на розподіл втрат (зниження рівня споживання пари може також скоротити її миттєві втрати а резервуарах збирання конденсату).

Ефект від заміни палива. Заміна одного палива іншим, за звичай, проводиться у випадках, коли є можливість придбати інше паливо за нижчою вартістю на одиницю вмісту енергії. Фінансовий розрахунок заощаджень повинен також враховувати можливість зміни витрат на ремонт обладнання. Крім того, заміна палива може змінити коефіцієнт перетворення.

Регенерація теплоти. Раціональним шляхом утилізації та економії теплової енергії є її регенерація.

Регенерація – використання теплоти продуктів згоряння для підігрівання палива, повітря або їх сумішей, які надходять в яку-небудь теплотехнічну установку.

Регенерація теплоти – використання теплоти відхідних газів високотемпературних металургійних агрегатів для підігрівання газоподібного палива, повітря чи їх суміші, що надходить; здійснюється в теплообміннику регенератора. Регенерація теплоти дозволяє підвищити калориметричну температуру горіння палива, підвищити к. к. д. регенераторної печі та зекономити значну кількість палива.

Суть регенерації полягає в тому, що гарячі рідина чи газ використовують для попереднього нагрівання холодних рідин чи газів. В харчовій галузі промисловості широко використовуються регенератори, в яких коефіцієнт регенерації складає 80-95%.

Якщо потоки енергії надходять з систем регенерації або виводяться як побічний продукт систем перетворення енергії (теплота низької температури виділяється з системи когенерації), економія в цих енергетичних потоках не

обов'язково є результатом збереження первинної енергії. Наприклад, якщо гаряче водопостачання проводиться системою когенерації, яка в іншому випадку викинула б цю теплоту в атмосферу, тоді економія гарячої води не зберігає первинне паливо, на якому працює система когенерації. І навпаки, якщо теплота низької температури з когенераційної установки забезпечує тільки частину необхідного запасу теплоти, а інша частина поповнюється електричним опаленням, тоді економія гарячої води відіб'ється на заощадженні електроенергії.

Когенераційна установка – комплекс обладнання, що працює за способом комбінованого виробництва електричної та теплової енергії або перетворює скидний енергетичний потенціал технологічних процесів в електричну та теплову енергію.

Скидний енергетичний потенціал технологічних процесів – вторинні енергетичні ресурси, які можуть бути використані для виробництва електричної та теплової енергії в когенераційних установках. Перелік цих вторинних енергетичних ресурсів встановлюється центральним органом виконавчої влади у сфері енергозбереження.

Рекуперация. Одним із шляхів утилізації та економії теплової енергії є її рекуперация.

Рекуперация – повернення частини матеріалів або енергії для повторного використання у тому ж технологічному процесі.

Рекуперация в металургійному виробництві – виділення і вловлювання з метою повторного використання газів, парів, тощо, які перебувають у суміші з іншими речовинами.

Рекуперация у вентиляційних системах будинків – використання теплової енергії повітря, що видаляється з будинку чи споруди, для нагрівання свіжого повітря, що надходить з вулиці.

2.3 Оцінка витрат при впровадженні рекомендацій енергоаудитора

Обчислення капітальної вартості проекту з енергозбереження є ключовим моментом звіту енергетичного аудиту. Неправильно оцінені витрати можуть легко підірвати довіру до звіту в цілому. За звичай, причина недооцінки витрат викликана не власне недооцінкою витрат, а упущенням загальної вартості компонентів.

Типові приклади компонентів, які слід включити в розрахунок загальної вартості енергозберігаючого проекту (даний список не є вичерпним):

- вартість закупівлі енергозберігаючого обладнання;
- закупівельна вартість допоміжного обладнання (регуляторів, інструментів, захисного обладнання, обхідних пристроїв);
- витрати на доставку (митні формальності, установка обладнання);
- страхування;
- витрати на ізоляцію;
- тестування та введення установки в промислову експлуатацію;
- виплати за консультації;
- витрати на цивільне будівництво;
- витрати на переміщення виробничого обладнання;
- діяльність, необхідна для виконання вимог техніки безпеки;
- перебудова каркаса будівлі, зумовлена встановленням нового обладнання;
- перевірка ліцензування/сертифікації/страхування;
- навчання персоналу;
- вартість втраченої продукції.

Типовими джерелами для оцінки витрат є:

- прайс-листи на обладнання;
- публікації з оцінки витрат:
 - вартість обладнання;

- витрати на оплату праці;
- загальні середні витрати (на 1 м², на 1 кВт встановленої потужності);
 - бюджетні витрати постачальників/монтажників;
 - розцінки постачальників/монтажників;
 - інформація про вартість попередніх впроваджених проектів.

Способи визначення вартості можуть бути взяті з різних джерел. Найнадійнішим із них є особистий досвід виконання аналогічного проекту у минулому, але навіть у такому випадку слід обережно ставитися до чинників, які можуть викликати значну цінову різницю в двох аналогічних проектах. Наприклад, встановлення електронного контрольного обладнання на нафтохімічному заводі може коштувати набагато дорожче, ніж аналогічна установка на пивоварному заводі, внаслідок необхідності використання обладнання, яке сертифіковане для використання у вибухонебезпечному середовищі.

Корисним також є використання котирувань та бюджетних розцінок постачальників та ціни, взяті з цінових брошур. Важливо переконатися, що ці джерела враховують всі вартісні компоненти, а саме: доставку, встановлення, налагодження обладнання.

ЛЕКЦІЯ №3-4.

ЗВІТ З ЕНЕРГЕТИЧНОГО АУДИТУ

3.1 Основні елементи звіту з енергетичного аудиту

Звіт з енергетичного аудиту подає інформацію про кількість енергії, яка споживається різними видами споживачів електричної енергії (котельні, компресори, освітлення, виробниче устаткування).

Споживач електричної енергії (споживач) – промислові та приватні до них підприємства, організації, установи, електрифікований залізничний та міський транспорт, комерційні та сільськогосподарські виробники, невиробничі підприємства, організації, установи, а також міські та сільські помешкання, які приєднані до електричних мереж і використовують електроенергію за допомогою наявних струмоприймачів.

Енергоаудит, як правило, вказує споживання в енергетичних та грошових одиницях і відображає інформацію як в таблицях (наприклад, таблиця загальної кількості купленого палива), так і в графічній формі.

Опис промислового підприємства та будівель характеризує наявні установки та обладнання, режими їх роботи та продуктивність. Наприклад, опис котельної характеризує кількість і тип котлів, режими їх управління, а також вказує, що тиск пари, що продукується для певних споживачів за даний проміжок часу відповідає всім необхідним вимогам.

Рекомендації з енергозбереження містять перелік пропозицій, розроблених під час дослідження. Ці рекомендації в загальному вигляді можуть бути реалізовані, як частина кампанії з енергозбереження, хоча деякі з них можуть бути взаємно протилежними (наприклад, встановлення нових регуляторів у системі опалення або монтаж нової опалювальної системи).

Опис шляхів енергозбереження має такі ключові моменти:

– дії, що потрібно зробити, щоб заощадити енергію;

- пояснення, яким чином ці дії допоможуть заощадити енергію;
- визначення кількості заощадженої енергії та капітальних затрат;
- визначення економічної ефективності можливостей енергозбереження.

Звіт з енергетичного аудиту є документом, в якому відображені результати обстеження об'єкту. Порядок і повнота викладу повинні відповідати домовленостям між замовником та виконавцем.

Типовий звіт з енергетичного аудиту складається з таких основних розділів:

1. Вступний розділ:

- коротка характеристика;
- перелік рекомендацій;
- управління виробництвом та енергетичний менеджмент.

2. Опис промислового підприємства та будівель:

- існуючі будівлі, установки та обладнання;
- режим роботи обладнання;
- оцінка ефективності виробництва.

3. Проведення енергетичного аудиту:

- вимірювання споживання енергії;
- аналіз інформації;
- коментарі щодо кількості та вартості спожитої енергії.

4. Рекомендації з енергозбереження:

- опис запропонованих рекомендацій;
- пояснення того, як запропоновані дії допоможуть заощадити енергію;
- техніко-економічне обґрунтування запропонованих рекомендацій.

5. Висновки:

- узагальнений аналіз рекомендацій з енергозбереження;
- прогноз подальших кроків.

3.2 Детальна характеристика розділів звіту з енергоаудиту

Метою вступного розділу є: інформування читача про підготовку та хід досліджень на об'єкті, а також про очікувані результати. Вступ також повинен описувати методика проведення аудиту та параметри звіту, тобто виявити особливості енергоспоживання.

Вступ, за звичай, містить такі пункти:

- підготовка звіту з енергетичного аудиту (звіт формується компанією/консорціумом, які готують звіт, або проводять перевірку на об'єкті);
- коротка експертиза та обґрунтування енергетичного аудиту (Чи є даний енергетичний аудит одним з декількох проєктів для різних підрозділів компанії? Чи є даний енергетичний аудит частиною нової кампанії енергетичного менеджменту?);
- мета енергетичного аудиту (виявити потенційні можливості енергозбереження);
- параметри звіту (чи має звіт намір підкреслити особливі аспекти енергоспоживання або виключити деякі з них, оскільки вони є частиною окремого дослідження);
- методи проведення перевірки (використання вимірювачів, лічильників, візуальне дослідження устаткування, аналіз енергетичних даних, отриманих протягом певного часу).

Опис промислового підприємства та будівель.

«Опис промислового підприємства та будівель» входить у звіт з енергетичного аудиту як опис спостережень енергоаудитора, якими він обґрунтовував свою перевірку і розробляв рекомендації щодо енергозбереження.

Енергія, що постачається на об'єкт. Необхідно навести короткий опис обладнання з постачання енергії (труби, регулятори тиску та головні щити введення електроенергії), а також обладнання для зберігання палива, головне

вимірювальне та централізоване обладнання компенсації реактивної потужності.

Обладнання для перетворення енергії. Цей пункт містить опис такого обладнання, як наприклад, котли, повітряні компресори, холодильні установки.

Розподіл енергії. У цій частині міститься інформація про системи розподілення енергії, зокрема, системи розподілення охолодженої та гарячої води, пароконденсату та стисненого повітря. Коментарі повинні бути орієнтовані на ефективність роботи згаданих систем і звертати особливу увагу на причини втрат енергії, такі як погана ізоляція або витоки.

Обладнання, яке споживає електроенергію. В даному пункті слід описати обладнання, яке споживає первинну або вторинну енергію. Це устаткування містить виробничі механізми, системи опалення та гарячого водопостачання (ГВП), освітлювальне та офісне обладнання тощо. Опис, за звичай, містить назву (або тип) встановленого устаткування, норми енергоспоживання (якщо це можливо), опис автоматичних систем контролю і/або процедури ручного управління. Якщо для роботи обладнання потрібне вимірювання деяких параметрів (температура, сила світла і норма продуктивності) – це також потрібно відмітити.

Структура будівель. Цей пункт наводить опис елементів конструкції будівель з точки зору дизайну та використаних матеріалів. Наприклад, може бути вказано, що стіни змуровані з цегли або залиті бетоном, вікна виготовлені з склопакетом або з одинарним склінням; будівля має плоский дах чи похилий. Опис також повинен містити дані про існуючу в будівлі вентиляцію: природну або примусову. Ці елементи в сукупності з розмірами будівлі можуть бути використані для розрахунків теоретично необхідного опалення внутрішніх приміщень. Потім результати розрахунків можна порівняти з фактичним споживанням енергії на опалення. В опис слід включити час знаходження в будівлі працівників, щоб перевірити роботу установок, які регулюють фактичний час опалювання будівлі.

Категорії споживачів енергії:

- будівлі;
- котельна установка;
- система паророзподілення;
- холодильна система;
- установка опалювання;
- система подачі гарячої води;
- виробниче обладнання, що споживає пару;
- система постачання і розподілу електроенергії;
- система вироблення стисненого повітря;
- системи вентиляції та кондиціонування;
- виробниче обладнання, що споживає електроенергію;
- виробниче обладнання, що працює на газі/нафтопродуктах;
- офісне обладнання, різнорідне енергоспоживання;
- освітлення;
- обладнання підприємств громадського харчування;
- обладнання пралень;
- інші споживачі.

Другий розділ повинен бути не просто переліком обладнання. Він повинен також включати коментарі та спостереження щодо способу використання енергії.

Рекомендуються такі пункти для включення в другий розділ:

- фізичний опис обладнання (тип, номер моделі, потужність, системи управління);
- опис використання обладнання (функції, що виконує обладнання, тривалість його експлуатації та система управління ним);
- вимірювальні величини (електроенергія, нормативні витрати рідини, температура, вологість, рівні освітленості);
- загальні спостереження (ефективність управління, неполадки, несумісне обладнання).

Для зручності значна частина інформації, зібраної під час енергетичного обстеження, може бути представлена в табличній формі. Якщо таблиці виходять дуже великими, їх слід оформити як додатки.

Типовими прикладами даних, що включаються в таблиці та додатки є:

– перелік устаткування:

- освітлювальне обладнання;
- обладнання, що опалює приміщення;
- електропривод;
- обладнання підприємств громадського харчування;
- обладнання пралень;
- виробниче обладнання;
- перелік неізольованих трубопроводів гарячої води;

– вимірювані дані:

- дані тесту аналізу горіння;
- точкове вимірювання температури;
- точкове вимірювання рівнів освітленості;
- вимірювання потоку повітря/вологості;

– графічні дані:

- енергетичні діаграми обладнання;
- фотознімки стандартні;
- фотознімки в інфрачервоному промінні.

Проведення енергетичного аудиту.

Після закінчення аналізу історії енергоспоживання об'єктом, енергоаудитор може приступати до здійснення енергетичного аудиту.

Розділ звіту про проведення енергетичного аудиту містить:

- розрахунок споживання енергії різними споживачами;
- розподіл фінансових витрат на енергію пропорційно між споживачами;
- складання енергетичного балансу;

- порівняння енергоспоживання з показниками роботи найкращих підприємств;

- виявлення відхилення в енергоспоживанні у порівнянні з галузевими нормами.

Дана інформація є дуже важливою для клієнтів, оскільки вона або підтверджує, або спростовує переконання про розміри енергоспоживання в межах об'єкту. Те, що інформація представлена професійними енергетичними консультантами, що окинули об'єкт «свіжим поглядом», є особливо важливим фактором для замовника енергетичного аудиту.

Інколи в процесі підготовки енергетичного аудиту виявляються відхилення від норми. Ці відхилення можуть бути викликані невірними розрахунками постачальників палива. В таких випадках інколи можна добитися повернення грошей. В іншому випадку можуть бути виявлені відхилення від норми, викликані зловживанням енергією. В такому випадку енергетичний аудит успішно вказує на цю негативну практику і, тим самим спонукає менеджмент підприємства до вжиття відповідних заходів для уникнення повторення подібних ситуацій.

Для виконання енергетичного обстеження енергоаудитор використовує деякі (або всі) з таких матеріалів:

- звіт про річну закупівлю палива;
- графік регресійного аналізу;
- таблиця енергетичного аудиту;
- діаграма Сенкі;
- кругові діаграми (карти) енергоспоживання;
- енергобаланси;
- енергетичні характеристики.

В енергетичному аудиті застосовуються два типи графіків:

- лінійний графік енергоспоживання (може також містити дані, що належать до змінної величини продукції/погоди, з якою порівнюється кількість вимірюваної енергії);

– графік регресійного аналізу.

3.3 Рекомендації з енергозбереження

Опис рекомендацій з енергозбереження – дії, які повинні бути зроблені, нові процедури, встановлення нового обладнання.

Оцінка енергозбереження – розрахунок енергії, коштів, що їх буде заощаджено.

Ефект від економії енергії – як рекомендації вплинуть на показники роботи об'єкту, а саме на показники ефективності за умов скорочення подачі енергії, на витрати з ремонту обладнання, на необхідні зміни технології виробництва.

Обчислення вартості проекту – розрахунок загальної вартості заходів щодо впровадження рекомендацій з енергозбереження відносно вартості обладнання, робочої сили, втрат виробництва.

Життєздатність проекту – визначення, наскільки життєздатне впровадження рекомендацій щодо енергозбереження за даних обмежень, а саме за необхідних зупинок виробництва, чутливості цін на паливо, життєздатності капіталу.

При виявленні менш очевидних заходів з енергозбереження важливо враховувати, що перераховані рекомендації з економії енергії – це не лише найочевидніші перебудови, як наприклад, модернізація енергетичного устаткування. Повинна бути приділена увага менш очевидним можливостям досягнення енергетичної ефективності. Прикладами «менш очевидних» можливостей енергозбереження є зміна систем енергопостачання, а саме: застосування когенерації або використання відходів як палива, чи зміна методів виробництва для використання дешевших енергетичних ресурсів.

Можливості енергозбереження можна розділити за категоріями застосування або з альтернативними вирішеннями однієї і тієї ж енергетичної

проблеми. Найпоширенішим є поділ рекомендацій з енергозбереження за їх вартістю.

Безвитратні рекомендації:

- економніше використання наявних ресурсів;
- належне технічне обслуговування;
- закупівля палива з дешевого джерела.

Низьковитратні рекомендації:

- встановлення ефективнішого обладнання;
- встановлення нових (автономних) пристроїв управління;
- поліпшення теплоізоляції цехів;
- навчання персоналу;
- контроль і оперативне планування енергоспоживання.

Високвитратні рекомендації:

- заміна більшості енергетичних установок;
- встановлення комплексних систем управління;
- когенерація;
- рекуперація теплоти.

Кожна рекомендація з енергозбереження повинна бути описана за такими пунктами:

1. Необхідні зміни:

- модифікація заводу і будівель;
- заміна обладнання;
- модернізація обладнання/систем управління/ізоляції;
- технічне обслуговування обладнання;
- нова процедура управління.

2. Як ці заходи допоможуть заощадити енергію (і/або кошти):

- скорочення втрат;
- скорочення зайвих операцій;
- підвищення ефективності використання енергії;
- застосування дешевших енергетичних ресурсів.

3. Фінансові витрати та вигоди:

- капітальні витрати;
- амортизація обладнання підприємства;
- витрати на технічне обслуговування;
- енергетичні витрати;
- аналіз ефективності фінансових витрат.

Основні категорії змін в енергоспоживанні:

- ліквідація безпосередніх втрат (ізолювання труб, усунення витоків, повернення конденсату);
- скорочення надмірного енергоспоживання (управління тривалістю робіт та температурою, ефективна передача енергії);
- скорочення зайвої потужності (використання обладнання з меншою потужністю, ліквідація подачі енергії в місця, де вона не є потрібною);
- максимізація ефективності перетворення енергії (підвищення ефективності котла, компресора);
- утилізація тепла, що відводиться (рекуперація теплоти, рециркуляція повітря);
- використання найбільш економічного джерела енергії (найдешевше паливо, поновлювана енергія).

3.4 Висновки з енергетичного аудиту

Висновки з енергетичного аудиту пояснюють ситуацію минулих періодів, виявлену енергетичним аудитом, і визначають важливі пункти, що стосуються використання енергії. Висновок повинен вказувати рекомендований напрям дій, спрямованих на поліпшення ефективності використання енергії на об'єкті, а також показувати вигоди і збитки, до яких може призвести економія. Крім цього, даний розділ повинен бути викладений зрозуміло та стисло, без надмірного вживання технічної лексики.

Висновок щодо енергетичного аудиту, за звичай, охоплює наступні моменти:

- існуючий стан справ на досліджуваному об'єкті (погане, задовільне, хороше енергоспоживання в порівнянні в іншими об'єктами);
- основні пункти дослідження енергоспоживання (високий/низький рівень використання енергії);
- обґрунтування необхідних змін (рекомендований напрям діяльності, альтернативні дії);
- прогнозований результат (отримання економічних вигод в майбутньому за умови, що рекомендації будуть реалізовані).

Пункти, що містяться в розділі висновків, сфокусовані на діях, зроблених енергоаудитором в ході робіт. Тому висновки містять дані про дослідження об'єкту і джерела отримання необхідної інформації. Висновок показує загальний потенціал енергозбереження і наводить обґрунтовані аргументи на користь одних рекомендацій в порівнянні з іншими. Висновки також обґрунтовують необхідність подальших досліджень і/або дій, які повинні бути виконані з об'єктом та вказують загальну розраховану вигоду від цих дій.

Розділ висновків, за звичай, охоплює:

- рішення та висновки енергетичного аудиту (поділ енергії на різні категорії, виявлені невідповідності, наприклад, з Правилами технічної експлуатації електроустановок споживачів, або нераціональне енергоспоживання, порівняння енергоспоживання на об'єкті з іншими аналогічними об'єктами);
- висновок з рекомендацій щодо енергозбереження (вартість і вигоди від реалізації безвитратних, низьковитратних та високовитратних рекомендацій, альтернативні можливості енергозбереження);
- рекомендовані дії та прогноз (рекомендації, за якими можуть впроваджуватися енергозберігаючі заходи, прогнози наслідків вживання заходів з енергозбереження на об'єкті);

– наступний крок (подальші необхідні детальні дослідження, робота, яку необхідно виконати самій компанії, проведення тендеру тощо).

ЛЕКЦІЯ №5. ЕНЕРГЕТИЧНИЙ МЕНЕДЖМЕНТ

5.1 Поняття енергетичного менеджменту

Енергетичний менеджмент є інструментом, що створює можливість скоротити споживання енергії, підвищити ефективність її використання, а також знизити негативний вплив енергетики на довкілля. Він дає змогу одержати докладну картину споживання енергії, дійсно оцінити проекти економії енергії та планованих заходів щодо енергозбереження на певному підприємстві (виробництві).

Енергетичний менеджмент – це система керування енергоспоживанням на підприємстві, яка спирається на проведенні типових вимірювань та перевірок і забезпечує таку роботу підприємства, коли споживається тільки потрібна (теоретично) для виробництва кількість енергії.

Найефективніше використання енергії на підприємстві пов'язане з такими основними показниками:

- високим рівнем використання загального виробництва (якщо обсяг виробництва, скажімо, 50% від максимального (проектного) рівня, то досить складно домогтися високої ефективності використання енергії);
- раціональним добором типу енергоносіїв для основних енергоємних виробництв;
- вихідною якістю сировини;
- ефективністю роботи окремих установок і систем взагалі (котлів, агрегатів та ін.);
- низьким рівнем втрат у системах розподілу енергії (пари, стисненого повітря, електроенергії).

Головну увагу треба приділяти найбільш енергоємним виробничим системам. До них передусім належать такі типові системи як ТЕС, котельні

установки, сушильне устаткування, устаткування подачі тепла для виробничих потреб, системи опалення та водопостачання, системи вентиляції та кондиціонування повітря, холодильні установки, системи освітлення, системи подачі стисненого повітря, насоси та ін. Вони, як правило характеризуються такими показниками: високими або низькими температурами (порівняно з температурою навколишнього середовища); інтенсивністю виробництва; високим рівнем споживання робочого тепла (пари, води, газу, стисненого повітря).

Методика визначення можливостей економії енергії, насамперед тих, які потребують мінімальних витрат чи взагалі не потребують їх, полягає в оцінці навантаження або його втрати з подальшою оцінкою мережі розподілу. Внесення технічних змін безпосередньо в саму систему часто потребує значних інвестицій.

Кожну систему можна поділити на три основні складові: власне система (турбіна, котел, компресор тощо); система передачі (транспортування) енергії або робочого тіла (мережі) й сама енергія (робоче тіло, навантаження).

Втрати енергії відбуваються у всіх компонентах системи, але вартість їхнього усунення різна. Тому, аналізуючи в процесі енергетичного менеджменту можливості енергозбереження, треба підходити до таких систем комплексно. Зазвичай, розгляд доцільно починати з кінця системи (процесу): саме тут (у навантаженні) найчастіше криються найдешевші і швидко реалізовані можливості енергозбереження.

Енергетичний менеджмент – це інструмент управління виробництвом (підприємством), який забезпечує повсякчасне дослідження і, відтак, надає знання про розподіл і рівні споживання енергоресурсів, а також про їхнє оптимальне використання для виробничих, комунально-побутових та інших потреб.

5.2 Обов'язки енергоменеджера та вимоги до нього

Енергоменеджер відноситься до адміністрації підприємства, але він не керує людьми, а контролює енергоспоживання. Посада енергоменеджера відноситься до керівника середньої ланки з безпосереднім підпорядкуванням директору або головному інженеру підприємства.

До основних обов'язків енергетичного менеджера відносять:

- збір даних про споживання паливно-енергетичних ресурсів з використанням лічильників і контрольно-вимірювальної апаратури та складання таблиць споживання енергії на підприємстві, по підрозділах та устаткуванню, а також складання паливно-енергетичного балансу підприємства;
- впорядкування плану встановлення додаткових лічильників та контрольно-вимірювальної апаратури;
- проведення аналізу споживання енергії з врахуванням оцінювання заходів економії енергоспоживання та підготовка пропозицій щодо вдосконалення виробничого процесу;
- визначення ефективності роботи споживачів енергії та здійснення контролю за інвестуванням коштів в заходи з економії енергії;
- надання консультаційних послуг щодо питань економії енергії на підприємстві;
- проведення внутрішнього енергетичного аудиту та здійснення заохочення працівників підприємства, які економлять енергію;
- розроблення пропозицій з метою залучення персоналу до економії енергії;
- проведення перевірки та оцінювання рахунків оплати за спожиту енергію, а також договорів, що пов'язані з енергоспоживанням;
- проведення детального аналізу потоків енергії на підприємстві;
- визначення та постійний контроль за питомими нормами енергоспоживання;

- впорядкування схеми аварійної зупинки устаткування та варіантів енергопостачання на випадок аварійного припинення зовнішньої подачі енергії;
- виконання розрахунків капіталовкладень та експлуатаційних витрат при впровадженні нових технологій в існуючих та нових енергосистемах для підвищення енергетичної ефективності виробництва;
- винесення на розгляд адміністрації підприємства пропозицій, які стосуються інвестиційної політики.

Перелік обов'язків енергетичного менеджера досить широкий та потребує від нього різнобічних та глибоких знань.

Енергетичний менеджер повинен відповідати таким вимогам:

- мати інженерну освіту у галузі енергетики;
- мати уяву про основні технології, що застосовуються на підприємстві;
- мати досвід керування виробництвом і робочими групами;
- володіти досвідом керівництва проектами;
- мати організаційні здібності;
- володіти здатністю переконувати людей і розуміти мотивацію їхніх вчинків;
- розбиратися в політиці своєї держави в сфері енергетики;
- знати потреби і вимоги органів державної влади та місцевого самоврядування;
- знати рішення місцевої влади, що стосуються цього виробництва, екології, споживання енергії тощо;
- знати фірми і виробництва, торгові організації та постачальників;
- вміти працювати з новими інформаційними технологіями та аналізувати дані про енергоспоживання;
- добре розуміти концепцію енергетичного менеджменту та енергетичної ефективності;
- вміти проводити економічний аналіз заходів з енергозбереження та розробляти ці заходи;
- вміти проводити внутрішній енергетичний аудит підприємства;

– знати економічні принципи розробки бюджету підприємства і методи розробки бізнес-планів у галузі енергетичної ефективності.

ЛЕКЦІЯ №6.

МЕТОДОЛОГІЯ ЕНЕРГЕТИЧНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ. АКТУАЛЬНІ ЗАДАЧІ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ

6.1 Етапи енергетичного менеджменту

Систему енергетичного менеджменту можна розглядати як сукупність таких етапів:

Перший етап – це запуск системи. Початок впровадження системи енергетичного менеджменту може покласти енергетичний аудит, який дасть уявлення про ситуацію в енергопостачанні підприємства.

Другий етап – аналіз і порівняння реальних рівнів споживання з ключовими цифрами з літератури, інших підприємств тощо.

Третій етап – визначення стану й обрання пріоритетів у виконанні проектів із заощадження енергії.

На четвертому етапі – на підставі аналізу проробляють бюджет виконання обраних проектів. Цей бюджет будують вже на відомих цифрах питомого споживання енергії на підприємстві.

П'ятий етап – це контроль за споживанням енергоносіїв, рівень якого має не перевищувати того, що зазначений у бюджеті. На цьому етапі іноді вдається виявити додаткових несподіваних споживачів енергії і провести аналіз причин, з яких вони виникають.

На цьому перший цикл замикається. Наступний починають із тієї самої процедури – знов і знов.

Такі системи енергетичного аудиту та енергетичного менеджменту працюють на більшості підприємств, які випускають конкурентноспроможну продукцію в країнах ЄС.

Отже у процесі впровадження енергетичного менеджменту треба: визначити потоки матеріалів та енергії в різних виробничих процесах, а також

створити карту споживання енергії в основних виробничих процесах підприємства й у різних допоміжних установках і системах.

Доцільно починати з найголовніших і найбільш енергоємних виробничих процесів підприємства. Потім перейти до виготовлення детальної карти всіх виробничих процесів і споживання енергії в них. Вимірюючи потоки енергії, створюючи карту споживання енергії, визначаючи можливості економії енергії на різних установках.

Крім цього, розробляючи методики впровадження енергетичного менеджменту, можна скористатися допомогою внутрішнього енергетичного аудитора.

6.2 Актуальні задачі енергозбереження

До переліку актуальних та затребуваних для вирішення технічних задач енергозбереження в Україні належать:

За напрямом створення систем контролю та обліку:

- створення автоматизованих систем обліку та контролю за використанням паливно-енергетичних ресурсів та води;
- встановлення лічильників електроенергії, тепла, газу, мазуту та води.

За напрямом зменшення споживання електроенергії:

- впровадження компенсаторів реактивної потужності та систем їх автоматичного управління;
- впровадження регульованих електроприводів з тиристорним (частотним) регулюванням;
- впровадження енергетично ефективних систем освітлення;
- створення сучасних ефективних електродвигунів;
- впровадження стабілізаторів та регуляторів змінного струму;
- створення систем автоматичного керування технологічними процесами;

- створення систем регулювання та обмеження електроспоживання промислових та побутових навантажень;
- використання нетрадиційних та поновлюваних джерел енергії (НПДЕ) для автономних та децентралізованих споживачів;
- забезпечення зонного обліку та багато ставкового тарифу споживання електроенергії;
- здійснення автоматизації технологічних процесів;
- регулювання роботи енергетичних систем (обладнання) загальнопромислового призначення (компресорів, насосів, холодильних, вентиляційних установок тощо);
- використання скидної теплоти нагрівання силових трансформаторів;
- використання міні- та мікро ГЕС;
- використання вітрових електроустановок (ВЕУ).

За напрямом теплозбереження:

- автоматизація центральних та індивідуальних теплових пунктів;
- впровадження систем акумуляційного опалення будинків;
- налагодження гідравлічного та температурного режимів систем опалення та вентиляції (приточної);
- впровадження регуляторів температури (в приміщеннях, системах тощо);
- утилізація теплоти відхідних газів енергоустановок (печей, котлів та ін.);
- утилізація вторинних енергетичних ресурсів;
- використання геліосистем для підігріву води (технологічної, комунально-побутової, промислової);
- застосування тепло-насосних установок (ТНУ);
- використання когенераційних систем вироблення теплової та електричної енергії;
- використання систем надлишкового тиску, пари, газу, води;
- теплозахист приміщень та будівель;

- розробка ізоляційних матеріалів, конструкцій, устаткування;
- підвищення якості обробки води в теплофікаційних системах;
- локальний підігрів води.

За напрямом паливозбереження:

- утилізація відхідних газів котелень, енергетичних та газотранспортних установок;
- наладка котельних агрегатів, оптимізація роботи пальників;
- автоматизація роботи котелень, бойлерних;
- локальний обігрів приміщень індивідуальними інфрачервоними (газовими) обігрівачами;
- впровадження технологій біометанізації органічних відходів;
- використання в якості палива побутових, промислових, сільськогосподарських та лісових відходів.

За напрямом інформаційно-методичного та законодавчого забезпечення:

- розробка нормативно-методичної літератури з енергозбереження;
- розробка нормативно-законодавчої документації з енергозбереження;
- розробка методичного забезпечення «лізингових» та «позикових» операцій фінансування енергозбереження;
- розробка систем заохочення та стимулювання виробничого персоналу підприємств в напрямку енергозбереження;
- створення інформаційно-пошукових баз енергозберігаючих технологій, технічних рішень та методів розрахунку їх ефективності;
- створення автоматизованих робочих місць енергетиків.

ЛЕКЦІЯ №7.

ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ЗАСОБАМИ ЕЛЕКТРОПРИВОДА

7.1 Загальні відомості щодо енергозбереження засобами електропривода

Електропривод – це електромеханічна система для приведення в рух виконавчих механізмів робочих машин і керування цим рухом в цілях здійснення технологічного процесу.

Сучасний електропривод – це сукупність електромашин, апаратів і систем керування ними. Він є основним споживачем енергії (до 60%) і головним джерелом механічної енергії в промисловості. Найефективнішим способом економії енергії на всіх виробництвах, де необхідно регулювати продуктивність механізмів на базі електродвигунів змінного струму є застосування регульованого електроприводу змінного струму. Впровадження такого електроприводу в механізмах з квадратичним навантаженням (насосах, вентиляторах) дозволяє досягти економії електроенергії в 30-70%.

7.2 Шляхи енергетично ефективного використання електропривода

Енергетично ефективне використання електропривода має наступні шляхи:

1. Перший шлях полягає в удосконаленні процедури вибору двигуна для конкретного технологічного процесу стосується найпростішого некерованого масового електропривода з метою дотримання номінального теплового режиму експлуатації двигуна.

Постановка задачі. Двигун заниженої потужності швидко виходить з ладу, а двигун завищеної потужності перетворює енергію неефективно, тобто з

високими питомими втратами в самому двигуні (низький ККД) і в мережі живлення (низький $\cos \varphi = P/S$).

Розв'язання задачі. Вирішення даної задачі не завжди є елементарним, часто виникають помилки, а оскільки найпростіших електроприводів мільйони, то можливі значні збитки. У випадках, коли навантаження незмінне, помилки викликані лише низькою кваліфікацією проектувальників. Коли навантаження змінюється, вибір виявляється значно складнішим, що додатково ускладнюється недостатністю вихідної інформації, каталожних та паспортних даних. В окремих галузях промисловості аварійність електродвигунів коливається від 20 до 60-70% на рік, причому зазначені показники відрізняються навіть на однотипних підприємствах чи виробництвах. Характерно, що при загальному спаді виробництва кількість аварійних відмов машин не зменшується, а зростає. З врахуванням недовантаження електричних машин у нормальному технологічному режимі на 20-25% і зниженні продуктивності в 2,5 – 3 рази, витрати на ремонт двигунів можуть впритул наближається до вартості електроенергії, яку спожив би цей двигун за час експлуатації між двома ремонтами.

2. Другий шлях полягає в переході на енергозберігаючі двигуни та двигуни поліпшеної конструкції, призначені спеціально для роботи з регульованим електроприводом.

В енергозберігаючих двигунах за рахунок збільшення маси активних матеріалів (залізо, мідь), підвищуються номінальні значення ККД і $\cos \varphi$. Енергозберігаючі двигуни дають ефект при постійному навантаженні. Доцільність застосування енергозберігаючих двигунів повинна оцінюватися з врахуванням додаткових витрат, оскільки невелике (до 5%) підвищення номінальних ККД та $\cos \varphi$ досягається за рахунок збільшення маси заліза на 30-35%, міді на 20-25%, алюмінію на 10-15% і двигуна в цілому на 25-30% відносно звичайних двигунів. Очікується зміна методик проектування двигунів, що відповідають їх застосуванню в складі саме регульованого електроприводу. Наприклад, асинхронний двигун, для якого відмова від традиційних вимог

фіксованої амплітуди та частоти мережі живлення, прямого вмикання в мережу живлення, забезпечення заданої перевантажувальної здатності призводить до істотної зміни конструкції та різкого поліпшення характеристик.

Тенденції напрямку. Змінюється методика проектування типів двигунів, розширюється їх номенклатура. Очевидно, що варто очікувати різкого поліпшення характеристик по-новому спроектованих двигунів для регульованого електропривода, і відповідно коригування вимог до систем керування ними. Прогнозованим є зростання частоти живлення двигунів в регульованому електроприводі до 500 – 1000 Гц і вище та зниження індуктивності обмоток.

В даний час спостерігається зростання випуску електропривода із синхронними двигунами зі збудженням від постійних магнітів (так званий безконтактний вентильний двигун постійного струму). Ці двигуни мають найкращі масогабаритні показники. Також можна відмітити індукторний двигун, характеристики якого поліпшенні, що в комбінації зі спрощеним силовим перетворювачем дозволяє сподіватися на його масове застосування.

Перспективним є також синхронно-реактивний двигун, що за прогнозами матиме масогабаритні показники, що лежать в проміжку між відповідними рекордними значеннями синхронного та асинхронного двигунів, а за енергетичною ефективністю, можливо, перевищує їх, причому при нижчій вартості. Реактивні вентильні двигуни спрощують схеми комутаторів та якірних обмоток. При оптимізації кута випередження інвертора можна домогтися збільшення моменту та ККД привода. Існує оптимальний кут випередження в залежності від частоти обертання. Збільшення ККД досягається також за рахунок відповідного скорочення кроку обмотки.

3. Третій шлях полягає в усуненні проміжних передач. Суть проблеми полягає в тому, що електрична енергія доступна на фіксованій частоті (50 Гц), а механічна енергія необхідна в широкому спектрі частот (швидкостей). Методи, що розроблені багато років тому для вирішення цієї проблеми використовують дорогі системи, двигуни чи механічні регулятори.

До складу узагальненої схеми електропривода входять: перетворювач чи механічний регулятор, муфта, редуктор та робочий орган, що є частиною робочої машини.

4. Четвертий шлях полягає в підвищенні ефективності виконання технологічного процесу робочими установками та механізмами.

Промислові підприємства вимагають підвищення ефективності роботи технологічних процесів та механізмів, особливо вугільні шахти, які є великими споживачами електроенергії зі складним електроенергетичним господарством. Встановлена потужність окремих електроприймачів шахт складає десятки тисяч kW при річному споживанні електроенергії в десятки і навіть сотні мільйонів $kW \cdot год$.

Економія електроенергії установками та механізмами за рахунок підвищення ефективності виконання технологічного процесу досягається шляхом:

- узгодження режимів роботи установки при зміні навантаження;
- підвищення ККД установки;
- регулювання продуктивності установки;
- виконання оптимальної циклограми та впорядкування графіка навантажень;
- забезпечення нормативного завантаження;
- контроль стану технологічної установки;
- застосування нових видів електропривода;
- впровадження організаційних заходів.

5. П'ятий шлях полягає у виборі раціональних режимів роботи та експлуатації електропривода.

Для цього здійснюють:

- вибір раціонального способу та діапазону регулювання швидкості електропривода в залежності від технологічних умов роботи машин та механізмів;

- вибір раціонального способу регулювання швидкості в залежності від характеру зміни навантаження;
- підвищення завантаження робочих машин;
- виключення режиму неробочого ходу;
- зниження напруги на затискачах двигуна;
- мінімізацію струму та втрат енергії асинхронного двигуна при зміні навантаження;
- оптимізацію динамічних режимів;
- використання синхронної машини як компенсатора реактивної потужності;
- використання акумуляторів енергії.

Вивчення технологічного режиму робочої машини є основою для можливого комплексу заходів, що забезпечують ефективність енергозбереження. При цьому мова може йти як про регулювання швидкості технологічного агрегату, так і про його керованість. Під терміном «керованість» розуміють можливість зміни параметрів технологічного режиму за рахунок певних методів впливу, в тому числі і найпростіших – періодичних пусків та зупинок.

6. Шостий шлях полягає у виборі раціонального типу електропривода для конкретної технологічної установки та переході від нерегульованого електропривода до регульованого.

Для цього здійснюють такі операції:

- аналіз технологічного процесу, умов експлуатації і, в результаті, розробку технічних вимог до електропривода;
- вибір перспективних варіантів систем електроприводів, їх техніко-економічне порівняння та вибір раціонального типу електропривода;
- розрахунок системи електропривода, в тому числі встановленої потужності та розробку системи керування ним;
- розробку конструкторської документації.

Застосування регульованого електропривода сприяє вирішенню задач по забезпеченню оптимальних режимів роботи механізмів, зниженню собівартості та підвищенню якості продукції, що випускається, зростанню продуктивності праці, підвищенню ефективності використання енергії, надійності та терміну служби устаткування.

7. Сьомий шлях полягає в поліпшенні якості електроенергії засобами силової перетворювальної техніки регульованого електропривода.

Регульований електропривод при роботі впливає на мережу електропостачання, що виражається в зниженні коефіцієнта потужності на вході перетворювача, коливаннях напруги в мережі та в спотворенні синусоїдальної форми напруги. Зниження коефіцієнта потужності збільшує реактивну потужність системи електропостачання (СЕП), що призводить до додаткових втрат напруги та енергії і вимагає збільшення пропускної здатності її елементів. В електричних мережах підприємства з сучасним устаткуванням все ширше застосування знаходять вентильні перетворювачі. Питома вага нелінійних навантажень безупинно зростає. В цих умовах рівень вищих гармонік у кривій напруги мережі нерідко досягає 10-15%.

ЛЕКЦІЯ №8.

ПАСПОРТИЗАЦІЯ ЕНЕРГОСПОЖИВАЮЧИХ ОБ'ЄКТІВ. КЛАСИ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ БУДІВЕЛЬ ТА ЇХ ВИЗНАЧЕННЯ

8.1 Паспортизація енергоспоживаючих об'єктів

Наказом Держкоменергозбереження №101 від 14.11.1997 р. «Щодо проведення паспортизації енергоспоживаючих об'єктів» впровадження енергетичного паспорта дає можливість створення інформаційної бази даних про стан використання та резерви економії паливно-енергетичних ресурсів і створить умови для розробки заходів із енергозбереження на перспективу. Паспорт призначений для відображення фактично наявного енергогенеруючого, енергоспоживаючого та енергопостачального обладнання, енергоспоживаючих технологічних процесів, цехів, споруд та ін., їх характеристик та стану використання ПЕР у виробництві, залучення до енергетичного балансу вторинних енергетичних ресурсів, поновлюваних та альтернативних джерел енергії та інші відомості, які забезпечують можливість аналізу стану енергоспоживання підприємства і ефективності використання паливно-енергетичних ресурсів та розробки заходів щодо енергозбереження, розвитку та технічного переозброєння.

Паспорт заповнюють в одному примірнику та зберігають енерговикористовуючі підприємства: промислові, будівельні, транспортні, сільськогосподарські, комунальні, культурно-побутові, а також промислово-виробничі та районні котельні, підприємства об'єднаних котелень та теплових мереж усіх форм власності і підпорядкування, які мають проектну потужність по споживанню паливно-енергетичних ресурсів (зведених до умовного палива) за рік не менше, як 1000 т у. п., або теплової енергії – 3000 Гкал і більше, незалежно від джерел їх надходження, або з приєднаною електричною

потужністю, незалежно від джерел постачання, 100 кВт і більше. Термін дії Паспорта – 5 років.

В енергетичному паспорті міститься: якнайповніша інформація про споживання енергетичних ресурсів для потреб вентиляції та кондиціонування, про енергоспоживаюче обладнання для потреб водоспоживання, про надходження та використання води, газопостачання, установки із газами, газове обладнання, споживання та виробництво електроенергії, потенціал економії електроенергії, енергозбереження, системи і прилади обліку паливно-енергетичних ресурсів, альтернативні джерела енергії, вторинні, поновлювані енергетичні ресурси, споживання та виробництво пального, потенціал економії пального, теплопостачання, теплоізоляційне та теплотехнічне устаткування, електропостачання, електрообладнання, узагальнені показники споживання теплової енергії, електроенергії, енергоємність та теплоємність продукції, дані про економію паливно-енергетичних ресурсів, витрати на науково-дослідні роботи з економії ПЕР, витрати на впровадження заходів із економії, річний економічний ефект, окупність витрат, питомі витрати коштів для економії одиниці паливно-енергетичних ресурсів, загальна кількість механічних двигунів, автомобілів, залізничного транспорту і т.д.

До енергетичного паспорта існуючої будівлі обов'язково додається техніко-економічне обґрунтування рекомендованих енергетично ефективних заходів. Форма паспорта енергетичної ефективності будівлі та порядок його складання затверджується спільним рішенням уповноважених органів державного управління.

В енергетичному паспорті будівлі зазначається:

1. Адреса будівлі.
2. Клас її енергетичної ефективності.
3. Відомості про тип, функціональне призначення та конструкцію будівлі, її поверховість, об'єм та загальну площу.
4. Мінімальні вимоги до енергетичної ефективності будівель, що стосуються такої будівлі.

5. Визначенні відповідно до законодавства розрахункові/фактичні показники енергетичної ефективності будівлі.

6. Рекомендації щодо підвищення рівня енергетичної ефективності будівлі (для існуючих будівель), що враховують місцеві кліматичні умови та є технічно і економічно здійсненними.

7. Прізвище, ім'я та по-батькові фахівця з енергетичної ефективності будівель, що склав паспорт енергетичної ефективності будівлі, його номер у Державному реєстрі фахівців з енергетичної ефективності будівель та контактна інформація.

8.2 Класи енергетичної ефективності будівель та їх визначення

Для оцінки енергетичної ефективності будівель у багатьох країнах використовується наступний підхід. Всю енергію, яка надходить у будівлю за рік (опалення, електрика, гаряча вода), підсумовують, а отриману величину ділять на площу будівлі. Таким чином, отримують питоме енергоспоживання будівлі за рік. Цю величину для різних об'єктів можна порівнювати і робити висновки про енергетичну ефективність тієї чи іншої будівлі.

Енергетична ефективність будівлі – властивість будівлі, її конструктивних елементів та інженерного обладнання забезпечувати протягом очікуваного життєвого циклу цієї будівлі побутові потреби людини та оптимальні мікрокліматичні умови для її перебування (проживання) у приміщеннях такої будівлі при нормативно допустимих (оптимальних) витратах енергетичних ресурсів на опалення, освітлення, вентиляцію, кондиціонування повітря, нагрівання води з урахуванням місцевих кліматичних умов.

Під час визначення енергетичної ефективності будівель необхідно враховувати:

1. Місцеві кліматичні умови.

2. Функціональне призначення, тип, архітектурно-планувальне та конструктивне рішення будівлі.
3. Геометричні, теплотехнічні та енергетичні показники будівлі.
4. Нормативні санітарно-гігієнічні параметри мікроклімату приміщень будівлі.
5. Довговічність огорожувальних конструкцій під час експлуатації будівлі.
6. Показники енергетичних характеристик інженерного обладнання.

У Данії було розроблено шкалу класів енергетичної ефективності, які визначаються залежно від питомого енергоспоживання та типу будівлі. Зрозуміло, що, наприклад, дитячий садок має споживати більше, ніж адміністративні споруди. Методика визначення класу енергетичної ефективності в ідеалі реалізована міжнародною компанією *Display*. До кампанії можуть долучитись лише адміністративно-територіальні одиниці (міста, села, селища тощо). Сплативши одноразові членські внески, учасник отримує через Інтернет доступ до спеціалізованого програмного забезпечення, яке на основі введених даних визначає клас енергетичної ефективності. Більше того, програмне забезпечення формує плакат із основними показниками споруди та порадами з їх покращення, плакат може бути завантажений та надрукований і розміщений на об'єкті. Передумовою ефективного використання наданого програмного забезпечення є повноцінний облік енергоносіїв та деяких додаткових даних (технічний стан споруди, температурні дані і т. ін.).

Приклад спрощеного аналізу. Більшість об'єктів у різних областях України може бути віднесена до однієї з нижче наведених груп споруд (табл. 8.1).

Таблиця 8.1 – Класи енергоефективності деяких споруд відповідно до Датської шкали

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	335-425	>425
Лікарні	<150	150-225	225-300	300-375	375-450	450-525	>525

Для визначення класів енергетичної ефективності споруд використовуються наступні дані: споживання палива (дрова, газ, вугілля тощо), споживання теплової енергії (при центральному опаленні), площа будівлі, споживання електричної енергії.

Алгоритм визначення класу енергетичної ефективності. Для розрахунків потрібно перевести натуральні показники споживання енергії на об'єкті у розмірність *кВт·год*. У залежності від типу опалення (власне чи центральне) розрахунок ведеться за різними формулами. У випадку власного опалення:

$$EN = \frac{Nk}{859,8}, \quad (8.1)$$

де EN – енергія від спалювання різних видів палива при автономному опаленні, *кВт·год/рік*; N – річне споживання палива у натуральних показниках: *тонн умовного палива*, *м³*, *л* тощо. Ці дані можна отримати, запровадивши облік енергоносіїв. Більшість областей України вже публікують на своїх Інтернет сторінках дані про розрахунки за енергоносіями; k – питома теплота згоряння конкретного виду палива (табл. 8.2); 859,8 – кількість ккал еквівалентна 1

$\text{кВт} \cdot \text{год}$, тобто це коефіцієнт для перетворення кілокалорій у розмірність $\text{кВт} \cdot \text{год}$.

Таблиця 8.2 – Питома теплота згоряння 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

Якщо об'єкт підключений до системи централізованого опалення, використовується формула:

$$EQ = \frac{Q \cdot 1000000}{859,8}, \quad (8.2)$$

де EQ – річне споживання теплової енергії, $\text{кВт} \cdot \text{год}$; Q – річне споживання теплової енергії, Гкал .

Далі потрібно додати отримані значення енергоспоживання і розділити на площу об'єкта:

$$E = \frac{EN + EQ + EE}{S}, \quad (7.3)$$

де E – річне питома енергоспоживання на об'єкті, $\text{кВт} \cdot \text{год} / \text{м}^2$; EE – сукупне річне споживання електричної енергії об'єктом, $\text{кВт} \cdot \text{год}$; S – площа об'єкта, м^2 .

Фактично E – це значення, за яким визначається клас енергетичної ефективності за наведеною шкалою (табл. 8.1).

ЛЕКЦІЯ №9.

ЛІМІТИ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ ТА ЇХ ПРАКТИЧНЕ ВИКОНАННЯ. РЕКОМЕНДОВАНІ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧІ ЗАХОДИ ДЛЯ БЮДЖЕТНИХ УСТАНОВ

9.1 Ліміти енергоспоживання та їх практичне виконання

У період стрімкого зростання цін на енергоносії чи не єдиною можливістю стабілізації енергетичного ринку через управлінські рішення стає введення обмежень на споживання енергії (лімітування). Цей підхід дозволяє зменшити споживання енергії, у тому числі за рахунок усунення марнотратства. Тож лімітування споживання енергії можна розглядати не лише як тимчасовий захід на шляху до вирішення проблеми управління енергоспоживанням, але одночасно і як необхідний захід щодо формування ощадливої поведінки споживачів енергетичних послуг.

Лімітування обсягів спожитих енергоресурсів необхідно проводити у розрізі кожної окремої будівлі для кожної галузі. Це складний і трудоємний процес, який в результаті забезпечує скорочення споживання енергоресурсів будівлями за умов дотримання санітарно-гігієнічних норм.

Основним показником за яким можна порівняти між собою ефективність використання енергоносіїв для організацій бюджетної сфери є питоме енергоспоживання на 1 м^2 за рік ($\text{кВт} \cdot \text{год} / \text{м}^2 \text{ рік}$).

При плануванні лімітів також необхідно детально вивчити та проаналізувати динаміку споживання енергоресурсів у будівлі протягом кількох років, врахувавши зміни, які плануються і ті, які вже відбулись (технічне переоснащення, ремонти, зміна площ і обладнання тощо).

Отже, вивчивши всі дані з'являється можливість запланувати ліміти енергоспоживання протягом року. Для побудови базової лінії

енергоспоживання необхідно дослідити зміни в обсягах споживання щонайменше протягом трьох років.

Основними причинами високих показників витрат енергоресурсів в бюджетних установах є:

- відсутність контролю керівництва за витратами енергоресурсів;
- відсутність лімітів споживання енергоресурсів;
- відсутність енергетичних паспортів;
- відсутність приладів обліку енергоресурсів, теплової енергії та холодної води в багатьох установах;
- відсутність автоматичного регулювання систем освітлення, а також неправильний вибір освітлювальних приладів та джерел світла;
- відсутність автоматизації регулювання систем опалення;
- значні втрати тепла через огорожувальні конструкції і вікна.

9.2 Рекомендовані енергозберігаючі заходи для бюджетних установ

Рекомендовані енергозберігаючі заходи для бюджетних установ наведені в табл. 9.1.

Таблиця 9.1 – Рекомендовані енергозберігаючі заходи для бюджетних установ

№ з/п	Назва заходу	Межа річної економії, %
Системи електроживлення		
1.	Підтримка номінальних рівнів напруги в мережі.	1-2% на 1% підвищення напруги вище $U_{ном}$.
2.	Зменшення числа особистих електроприладів (кип'ятильники, кавоварки, електричні чайники тощо).	5-20%.
3.	Системи моніторингу споживання електроенергії.	10-20%.

Системи освітлення		
1.	Подальше зменшення використання ламп розжарення і заміна їх на енергозберігаючі.	До 55% від спожитої ними електроенергії.
2.	Фарбування приміщень у більш світлі тони.	5-10% від спожитої ними електроенергії.
Системи опалення		
1.	Створення інструкцій з експлуатації, управління та обслуговування систем опалення і періодичний контроль зі сторони керівництва установ за їх виконанням.	5-10% від спожитої теплової енергії.
2.	Оснащення систем опалення лічильниками витрат.	10-100% від спожитої теплової енергії.
3.	Зменшення споживання теплової енергії за рахунок автоматизації систем опалення шляхом встановлення індивідуальних теплових пунктів (ІТП).	20-30% від спожитої теплової енергії.
4.	Зниження втрат тепла шляхом утеплення дверей та вікон.	10-20%.
5.	Зниження трансмісійних втрат через віконні прорізи шляхом установки третього скла або плівки ПВХ в міжрамному просторі вікон.	15-30%.
6.	Покращення теплової ізоляції стін, підлоги та дахів.	15-60%.
7.	Зняття декоративних огорож із радіаторів опалення та встановлення відбиваючих екранів за радіаторами.	2-10%.
Системи гарячого водопостачання (ГВП)		
1.	Складання інструкцій з експлуатації, управління та обслуговування систем ГВП і періодичний контроль з боку керівництва установи за їх виконанням.	5-10% від споживання гарячої води.
2.	Оснащення систем ГВП лічильниками витрат гарячої води.	10-20% від споживання гарячої води.
3.	Зниження споживання за рахунок оптимізації витрат і регулювання температури.	10-20% від споживання гарячої води.
4.	Своєчасне усунення витоків.	5-10% від споживання гарячої води.

Продовження табл. 9.1.

Системи вентиляції		
1.	Заміна застарілих вентиляторів із низьким ККД на сучасні з більш високим ККД.	20-30% від спожитої ними електроенергії.
2.	Застосування частотного регулювання швидкості обертання.	20-30%.
3.	Регулювання подачі вітродувок шиберами на вході замість регулювання на нагнітанні.	До 15%.
4.	Регулювання витяжної вентиляції шиберами на робочих місцях замість регулювання на нагнітанні.	До 10%.
5.	Відключення вентиляційних установок під час обідніх перерв і в неробочий час.	10-50%.
6.	Застосування блокування індивідуальних витяжних систем.	20-30%.
7.	Застосування блокування вентилятора повітряних завіс із механізмами відчинення дверей.	До 70% від спожитої ними електроенергії.
8.	Застосування пристроїв автоматичного регулювання та керування вентиляційними установками в залежності від температури зовнішнього середовища.	10-15%.
Системи кондиціонування		
1.	Вмикання кондиціонерів лише за необхідності.	20-60% від спожитої ними електроенергії.
2.	Виключення перегріву і переохолодження повітря в приміщенні.	До 5%.
3.	Підтримка в робочому стані регуляторів, поверхонь теплообмінників та обладнання.	2-5%.
Системи водозабезпечення		
1.	Зменшення витрат і втрат води.	До 50% від об'єму спожитої води.
2.	Встановлення лічильників витрат води.	До 20% від об'єму спожитої води.

Котельні		
1.	Складання інструкцій та режимних карт експлуатації, управління та обслуговування обладнання і періодичний контроль з боку керівництва установи за їх виконанням.	5-10% від спожитого палива.
2.	Підтримка оптимального коефіцієнта надлишку повітря і гарного змішування його з паливом.	1-3%.
3.	Установка водяного поверхневого економайзера за котлом.	До 5-6%.
4.	Застосування за котлоагрегатами установок глибокої утилізації тепла, установок використання прихованої теплоти, контактних теплообмінників (утилізація тепла вихлопних газів).	До 15%.
5.	Підвищення температури живильної води на вході в барабан котла.	2% на кожні 10 °С.
6.	Підігрів живильної води у водяному економайзері.	1% на кожні 6 °С.
7.	Утримання в чистоті зовнішніх і внутрішніх поверхонь нагріву котла.	До 10%.
8.	Використання тепловиділень від котлів, шляхом забору теплого повітря з верхньої зони котельного залу і подачею його в всмоктувальну лінію дуттєвого вентилятора.	1-2%.
9.	Теплоізоляція зовнішніх і внутрішніх поверхонь котлів і трубопроводів, ущільнення клапанів і тракту котлів (температура на поверхні обмурівки не повинна перевищувати 55 °С).	До 10%.
10.	Установка систем обліку витрат палива, електроенергії, води та відпуску тепла.	До 20%.
11.	Автоматизація управління роботою котельні.	До 30%.
12.	Застосування частотного привода для регулювання швидкості обертання насосів, вентиляторів та димососів.	До 30% від спожитої ними електроенергії.

Також необхідно зауважити, що існують випадки, коли, впровадивши певний енергозберігаючий захід, не вдається досягти економії. Справа в тому, що сьогодні є установи, в яких використовується застаріле обладнання, яке не забезпечує комфортних умов (низька температура у приміщеннях, непрацюючі прилади тощо). Реалізувавши захід спостерігається збільшення обсягів споживання енергії, разом із тим встановлюються комфортні санітарно-

гігієнічні умови для працівників та відвідувачів відповідних установ. Тому впроваджуючи заходи з енергозбереження, необхідно аналізувати не тільки обсяги споживання енергії, але і комфортність.