



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ БІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Кафедра “Електропостачання та енергетичного менеджменту”



С.М. Дудніков

ЕНЕРГЕТИЧНИЙ АУДИТ

Курс лекцій

**для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
денної (заочної) форми навчання за спеціальністю:
141 «Енергетика, електротехніка та електромеханіка»**

Харків

2024

Міністерство освіти і науки України
ДЕРЖАВНИЙ БІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет енергетики, робототехніки та комп'ютерних технологій
Кафедра “Електропостачання та енергетичного менеджменту”

С. М. Дудніков

ЕНЕРГЕТИЧНИЙ АУДИТ

Курс лекцій

**для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
денної (заочної) форми навчання за спеціальністю:
141 «Енергетика, електротехніка та електромеханіка»**

Затверджено
рішенням Науково-методичної ради
факультету енергетики, робототехніки
та комп'ютерних технологій
Протокол № 3 від 26.12.2024р.

Харків
2024

Схвалено
На засіданні кафедри електропостачання та енергетичного менеджменту
Протокол № 5 від 20.12.2024 р.

Рецензенти:

О. О. Мірошник, доктор техн. наук, проф. Державного біотехнологічного університету.

О. А. Савченко, кандидат. техн. наук, доцент. Державного біотехнологічного університету.

Д-43 Енергетичний аудит: курс лекцій для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти денної та заочної форми навчання за спеціальністю 141 «Енергетика, електротехніка та електромеханіка» / С. М. Дудніков / - Електрон. Дані. - Х. ДБТУ, 2024. – 112 с.

Курс лекцій з дисципліни «Енергетичний аудит» складений відповідно до програми навчальної дисципліни. У курсі лекцій висвітлені теоретичні аспекти та практичні навички з питань здійснення процесу управління використанням енергії, а саме: визначення цілей, планування, організація, координування, облік та контроль для оптимального використання всіх видів та форм енергії при доцільному забезпеченні потреб людини (організації) та мінімальному негативному впливу на довкілля за умов підвищення рівня енерговикористання. Висвітлено базові елементи щодо здобуття відповідних знань з теорії керівництва персоналом, який займається управлінням енерговикористання для досягнення високої енергоефективності, базуючись на матеріальних і фінансових ресурсах об'єкта енерговикористання.

УДК 658:620.9

Відповідальний за випуск: С.М. Дудніков, кандидат економічних наук, доцент

© . Дудніков С. М., 2024

© ДБТУ, 2024

Лекція 1. ВИЗНАЧЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОГО АУДИТУ

Під енергетичним аудитом будемо розуміти обстеження підприємств, організацій і окремих виробництв з їх ініціативи з метою визначення можливостей економії споживаної енергії і допомоги підприємству в здійсненні економії на практиці шляхом впровадження механізмів енергетичної ефективності, а так само з метою впровадження на підприємстві системи енергетичного менеджменту.

Предметом енергетичного аудиту є система обстеження споживання палива і енергії, аналізу і видачі рекомендацій щодо ефективного використання енергоресурсів. Головною метою енергетичного аудиту є пошук можливостей енергозбереження та допомоги суб'єктам господарювання у визначенні напрямків ефективного енерговикористання.

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

Призначенням енергетичного аудиту є вирішення наступних завдань:

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

Енергетичний аудит проводиться енергосервісними компаніями або незалежними експертами (енергоаудиторами), які уповноважені суб'єктами господарювання на його проведення.

Енергоаудитором може бути громадянин України, який отримав професійну підготовку і має відповідний документ. Ефективність і повнота енергетичного обстеження залежать від кваліфікації і досвіду енергоаудитора.

Філософія енергоаудиту ґрунтується на таких основних посилках:

1. Енергоаудитори повинні виявляти факти, а не просто фіксувати помилки;
 2. Енергетичні аудити не повинні проводитися приховано (секретно). Інші підходи не тільки застаріли і маскують погану професійну підготовку, а й привносить в роботу елементи фіскального менталітету
- Результати, які

надаються замовнику - це перш за все звіт про енергетичний аудит, в якому визначаються конкретні шляхи підвищення ефективності використання паливно-енергетичних ресурсів.

1.1. Основні етапи ЕНЕРГЕТИЧНОГО АУДИТУ

I етап. Отримання інформації про об'єкт енергоаудиту

- Збір первинних даних про фактичне споживання палива, води і електроенергії за попередній та поточний роки. Це дає можливість судити про напрямки у використанні палива та енергії, визначити тенденції у використанні паливно-енергетичних ресурсів, що є базою для визначення техніко-економічних показників по об'єкту в цілому.

- Аналіз структури енергоспоживання. Це дозволяє визначити структуру енерговикористання по об'єкту. Аналіз структури дозволяє сформулювати стратегію енерговикористання на перспективу.

- Аналіз структури витрат на енергію. Аналіз пайових витрат різних видів енергії в загальних витратах дозволяє намітити попереднє напрямки енергетичного аудиту, звернувши увагу на види енергії з найбільшими пайовими витратами.

- Визначення витрати енергоносіїв на одиницю продукції, що випускається по підприємству і окремих підрозділах. Це дозволяє оцінити питома витрата енергії на одиницю продукції, що випускається основного і допоміжних виробництв в порівнянні з аналогічними передовими виробництвами, дозволяє оцінити частку вартості енергоносіїв в собівартості продукції.

II етап. Вивчення паливно-енергетичних потоків по об'єкту в цілому і окремих підрозділах

- Вивчення схеми технологічного виробництва основного і процесів. До складу схеми входить вихідна сировинна база, послідовність окремих технологічних операцій, їх взаємозв'язок для отримання основної та допоміжної продукції. Схема необхідна для подальшого обліку на кожному рівні енергетичних ресурсів і подальшої оцінки правильності прийнятих технологічних операцій.

- **Складання схеми споживання енергетичних ресурсів об'єктом.** На технологічну схему наносяться місця споживання і передачі на різні рівні схеми різних паливно-енергетичних ресурсів.

- **Складання карти і користування енергетичних ресурсів.** Карта використання енергетичних ресурсів є нанесення на план об'єкта у відповідному масштабі споживання різних видів енергії по окремих підрозділах. Дозволяє оцінити транспортні потоки різних видів енергії і оцінити найбільш енергоємні підрозділи.

- **Складання балансу підприємства за окремими видами енергоресурсів.** Баланс по окремим енергоресурсів об'єкта дозволяє в цілому оцінити ефективність використання різних енергоносіїв, акцентувати увагу на окремих споживачах енергії для поглибленого їх вивчення.

- **Складання паливно-енергетичного балансу підприємства.** Паливно-енергетичний баланс об'єкта є основною для оцінки правильності вибору енергоносіїв, прогнозової оцінки споживання енергоносіїв.

- **Виявлення найбільш енергоємних споживачів і збір даних по ним.** Визначення найбільш енергоємних споживачів об'єкта, для яких встановлюються як вихідні дані каталожного характеру, схеми енерговикористання, а так само визначаються за допомогою відповідних вимірювань режимні параметри їх роботи для подальшої оцінки ефективності використання енергоносіїв.

- **Визначення питомих норм споживання енергії по окремим споживачам.** Питомі норми споживання енергії по окремим споживачам і об'єкту в цілому дають можливість порівняння з аналогічними нормами високопродуктивних виробництв і виявити окремі споживачі з низькими нормами для подальшого обстеження.

- **Складання енергетичного балансу за окремими енергоємним споживачам.** Енергетичний баланс по окремим енергоємним споживачам дозволяє оцінити ефективність використання при різних видах енергії, виявити ділянки нерационального використання енергії, намітити шляхи економії енергії.

III етап. Аналіз ефективності використання паливно-енергетичних ресурсів об'єктом

- **Аналіз ефективності використання окремих технологічних процесів.**

На підставі аналізу дається висновок в правильності прийнятих в умовах діючого об'єкта окремих технологічних рішень або про заміну деяких з них на більш прогресивні, при цьому визначаються витрати на зміну технології і дається висновок про доцільність інвестицій.

- **Аналіз ефективності використання паливно-енергетичних ресурсів підрозділами об'єкта.** На підставі аналізу дається висновок про доцільність використання того чи іншого енергоносія на різних рівнях технологічного процесу в підрозділах об'єкта, в разі заміни енергоносія дається відповідне техніко-економічне обґрунтування. Особлива увага повинна бути приділена також питанням транспорту енергоносіїв в умовах об'єкта. Це стосується в першу чергу мережі теплопостачання та пневматичної мережі. Також має бути приділено увагу специфічним питань, наприклад, обґрунтування використання того, чи іншого виду тарифу на електроенергію в умовах об'єкта.

- **Аналіз енерговикористання окремими споживачами.** Даний підрозділ є найбільш об'ємним, і більшість організацій, які проводять енергетичний аудит, обмежуються лише розглядом даного питання, при цьому розгляд ведеться не всебічно, а при обмеженому часі проведення енергоаудиту приймаються до розгляду лише ті споживачі енергії, які дають явновідомий ефект щодо підвищення показників енергоефективності. Кінцевим результатом енергоаудиту окремих споживачів є встановлення та обґрунтування витрат та втрат енергетичних ресурсів **понад нормативні показники.**

Визначення пріоритетів для поглибленого енергетичного аудиту. На окремих об'єктах мають місце специфічні енергоспоживачі, ефективність роботи яких складно визначити без додаткового енергетичного аудиту. Додатковий енергетичний аудит включає спеціальні обстеження з використанням специфічного вимірювального обладнання або проведення наукових досліджень. Що стосується специфічних енергоспоживачів, то до них можна віднести холодильні, компресорні установки, електричні печі нагріву та ін. Дослідницькі розробки проводяться при вирішенні специфічних питань, зазначених у договорі на енергетичний аудит.

IV етап. Поглиблений енергетичний аудит окремих технологічних процесів і енергоспоживачів

- Проведення додаткових вимірів проміжних параметрів і визначення робочих режимів.
- Виявлення ефективності роботи споживачів.
- Рішення специфічних питань по домовленості з керівництвом.

V етап. Підведення підсумків енергетичного аудиту

- Розробка енергозберігаючих заходів.
- Техніко-економічний аналіз ефективності впровадження заходів
- Порівняльний аналіз отриманих результатів.
- Вибір нових пріоритетів і постановки завдань на подальше зниження енергоємності продукції та споживання енергоресурсів.
- Складання звіту з енергетичного аудиту.

Існує безліч факторів, що визначають важливість і доцільність проведення енергетичного обстеження, пояснюють, чому енергоспоживачу слід довіряти його результатами. Особливо важливим аспектом при проведенні енергоаудиту є додаткова вигода від того, що дослідження проводиться кваліфікованим фахівцем, а не випадковим працівником компанії. Найчастіше великою довірою у керівників користуються рекомендації професійного консультанта, а не поради персоналу. Енергоспоживач, отримує звіт з енергоаудиту і може самостійно вирішувати такі проблеми:

- Визначити, як споживається 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, визначаючи таким чином об'єкт як "поганий" або "гарний" споживач енергії.
- Показати необхідність інвестицій для придбання і освоєння нового більш економічного обладнання.
- Обґрунтувати запропонований проект, який не був би затверджений без підтримки зовнішнього консультанта.

ЛЕКЦІЯ 2. МЕТОДОЛОГІЯ ЕНЕРГОАУДИТУ

Методологія ведення енергоаудиту залежить від тієї інформації, яку прагне отримати і за яку бажає платити клієнт, а також від складу використовуваного в ході обстеження контрольно-вимірювального обладнання. З одного боку, енергоаудит може бути простим оглядом енергоспоживання, заснованим на даних лічильників підприємства. З іншого боку, енергоаудит може бути комплексним і трудомістким процесом по визначенню і ідентифікації всіх напрямів витрачання енергії і передбачати установку нового постійного вимірювального обладнання, тестування і вимір протягом тривалого періоду часу, і в результаті детальної перевірки видасть детальні рекомендації. Природно, останній тип аудиту буде значно дорожче, ніж перший.

Існує безліч способів проведення енергоаудиту, і вибір одного з них залежить від наступних факторів:

- Кваліфікація енергоаудитора.
- Наявні вимірювачі (стаціонарні і переносні).
- Розуміння, чого вимагає і за що бажає платити клієнт.

2.1. ПРОСТИЙ ЕНЕРГОАУДИТ

Це простий технічний прийом для початківця енергоаудитора. Склавши кілька перших звітів з енергоаудиту, новачок буде усвідомлювати актуальність і важливість рекомендацій по економії енергії, таких, наприклад, як використання світильників з низьким споживанням енергії, покращений теплової контроль і ізоляція. Після цього аудитор може без праці 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, які продають енергозберігаюче обладнання, для знаходження ринків збуту. Крім того, прийом може використовуватися «внутрішніми» енергоменеджерами компанії, в якій всі об'єкти мають аналогічні енергетичні проблеми. Наприклад, енергоменеджер компанії, що володіє

мережею готелів, міг би визначити перелік енергозберігаючих заходів, які можна застосувати до всіх готелям мережі. Цей метод не рекомендується застосовувати професійним консультантам з енергетичних питань.

Таким чином, простий енергоаудит:

- Забезпечує базове енергетичне обстеження.
- Робить загальні висновки про споживання енергії.
- Приділяє особливу увагу невеликій кількості стандартних заходів по економії енергії.

2.2. КОМПЛЕКСНИЙ ЕНЕРГОАУДИТ

Це рекомендована 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. Насамперед слід підрахувати кількість енергії, спожитої усіма основними видами обладнання і порівняти цю величину з загальним енергоспоживанням на підприємстві. Виконавши цю роботу, аудитор виявляє шляхи економії енергії, засновані на модернізації обладнання, новому технічному обслуговуванні і режимі експлуатації, реструктуризації споживання енергії на об'єкті (децентралізоване електропостачання, використання альтернативних процесів виробництва, комбіноване виробництво теплової та електричної енергії (когенерація) і ін.). Дана методологія дозволяє провести високоякісний енергоаудит, заснований на науковому підході, дослідженні та вимірі різних параметрів, а також на досвіді експерта.

Таким чином, комплексний енергоаудит:

- Забезпечує детальне енергетичне обстеження.
- Для точного визначення енергоспоживання використовує такі прийоми, як регресійний аналіз і енергетичний баланс.
- Розглядає широке коло можливостей енергозбереження, включаючи структурні зміни, такі як когенерація, децентралізація або використання альтернативних джерел палива.

У реальному житті найчастіше зустрічається поєднання першого і другого методів проведення енергетичного обстеження. Такий підхід має на увазі 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, нехай це лише комерційні лічильники підприємства. Деякі підприємства можуть мати велику мережу додаткових лічильників, і завжди є можливість використовувати тимчасове переносне вимірювальне обладнання. Портативні аудиторські комплекти, способи, якими можуть здійснюватися вимірювання при аудиторській перевірці, а також повна характеристика вимірювального обладнання розглянуті в іншому розділі.

У комерційних відносинах для енергоаудитора дуже важливо дати клієнту ТЕ, ЩО ВІН ХОЧЕ, АЛЕ НЕ БІЛЬШЕ ТОГО, ЗА ЩО ВІН БАЖАЄ ЗАПЛАТИТИ. До того ж до загального обсягу необхідної клієнтом інформації, аудитор також повинен враховувати те, ЯКИМ ЧИНОМ ця інформація повинна бути представлена. Здійснюючи енергоаудит, аудитор завжди повинен пам'ятати про те:

- 1 - ЩО ВИМАГАЄ КЛІЄНТ;
- 2 - ПРО НАЯВНІ РЕСУРСИ (час і гроші).

Ці моменти вплинуть на:

- Детальність енергоаудиту.
- Кількість використовуваних вимірників.
- Акцент на певному обладнанні або на заходи з енергозбереження.
- Розподіл енергії по центрах проведення перевірки.
- Види використовуваних показників роботи.
- Метод розрахунку енергоспоживання.

ЛЕКЦІЯ 3. МЕТОДОЛОГІЯ ПРОВЕДЕННЯ АУДИТУ ЗА КОНЦЕПЦІЄЮ РЕЧВ.

ВСТУП. Ця публікація підготовлена в рамках програми «Екологізація економіки в країнах Східного партнерства Європейського Союзу» (ЕaP GREEN), яка фінансується Європейським Союзом і впроваджується Організацією з економічного співробітництва та розвитку (ОЕСР) у співробітництві з Програмою Організації Об'єднаних Націй з навколишнього середовища (ЮНЕП), Організацією Об'єднаних Націй з промислового розвитку (ЮНІДО) та Європейською економічною комісією Організації Об'єднаних Націй (ЄЕК ООН), та її демонстраційного компоненту «Ресурсоефективне та чисте виробництво». Виражені в публікації погляди жодним чином не можуть бути використані для відображення офіційної позиції Європейського Союзу.

Ця публікація випускається без офіційного редагування Організації Об'єднаних Націй.

Використані в цьому документі визначення та виклад матеріалу не виражають жодної думки Секретаріату Організації Об'єднаних Націй з промислового розвитку (ЮНІДО) щодо правового статусу тієї чи іншої країни, території, міста чи району або їхньої влади, або щодо делімітації їхніх кордонів, або економічної системи, або рівня розвитку. Такі визначення, як «розвинені», «промислово розвинені» і «ті, що розвиваються», призначені для статистичних цілей та не обов'язково виражають судження про стадію розвитку, яка досягнута конкретною країною чи регіоном. Згадування назв фірм або комерційних продуктів не означає їх схвалення з боку ЮНІДО. Вибір проектів для відображення участі ЮНІДО спрямований на демонстрацію їхнього розмаху та географічного й тематичного різноманіття. Цей вибір не є затвердженням ЮНІДО.

Інтегрування методики РЕЧВ в управлінські процеси на підприємстві здійснюється з метою підвищення конкурентоздатності підприємства за рахунок економії ресурсів, зменшення собівартості продукції та одночасного зменшення антропогенного навантаження на навколишнє середовище. При цьому проводиться розробка методів вдосконалення виробничих процесів, обґрунтування ефективності запропонованих методів, навчання та підвищення обізнаності персоналу щодо необхідності постійного удосконалення діяльності підприємства. РЕЧВ пропонує підприємствам комплексний підхід для покращення загальних екологічних показників та більш ефективного використання ресурсів, що сприяє отриманню економічних вигод та зниженню впливу на довкілля. Впровадження РЕЧВ на підприємстві відбувається поетапно. Ключовими необхідними кроками є (Рис. 3.1):

1) Збір та аналіз даних – попередній аналіз підприємства, який включає визначення загального стану господарчої діяльності та збір даних щодо споживання енергоносіїв, матеріалів, води, утворення стічних вод, відходів та викидів;

2) Детальна РЕЧВ-оцінка – обстеження підприємства та (або) окремих технологічних процесів (з проведенням вимірювань та (або) розрахунків) з метою виявлення непродуктивних втрат та оцінки потенціалу збереження ресурсів;

3) Пошук ресурсоефективних рішень – пошук та підбір варіантів заходів, прийнятих з технічної та організаційної точок зору та направлених на скорочення ресурсоспоживання, зниження рівня утворення відходів та енергозбереження.

4) Еколого-економічне обґрунтування – аналіз здійсненості та еколого- економічної доцільності втілення заходів з ресурсо- та енергозбереження, інвестиційна оцінка РЕЧВ-рішень;

5) Реалізація – практичне впровадження заходів, процесів та технологічних змін для підвищення продуктивності виробництва, мінімізації впливів на навколишнє середовище та зниження ризиків для здоров'я людини.



Рис. 3.1 Кроки впровадження РЕЧВ на підприємстві.

Послідовне та циклічне виконання зазначених етапів дозволяє ефективно застосовувати методику РЕЧВ та постійно вдосконалювати виробничі процеси для досягнення найкращих результатів у напрямку сталого функціонування підприємства.

3.1 ЗБІР ТА АНАЛІЗ ДАНИХ

Для проведення РЕЧВ-оцінки підприємства необхідно зібрати узагальнену та цілісну інформацію про систему організації роботи підприємства, основні технологічні процеси, основні види продукції, що випускається, або основні види послуг, що надаються.

Первинна РЕЧВ-оцінка передбачає проведення аналізу ефективності функціонування підприємства. Головною метою проведення такого аналізу є виявлення потенціалу для скорочення невиправданих втрат енергоресурсів, води, матеріалів та шляхів зменшення утворення відходів та викидів. Під час збору та аналізу даних слід виконувати такі кроки (Рис. 3.2):



Рис. 3.2 Кроки при проведенні попередньої РЕЧВ-оцінки підприємства.

3.2 ОЗНАЙОМЛЕННЯ З ОСНОВНИМИ ПІДРОЗДІЛАМИ ПІДПРИЄМСТВА

На цьому етапі потрібно провести загальний огляд підприємства: його території та виробничих приміщень, звернути увагу на їх загальний стан (забрудненість, запах, шум тощо), наявність або відсутність утеплень та термоізоляційного покриття на обладнанні та трубопроводах, стан освітлювальних приладів. Необхідно встановити, чи відбувається облік енергоносіїв та води підрозділами підприємства, та перевірити наявність облікових пристроїв.

При первинному визначенні екологічної ситуації підприємства та виявленні його сильних та слабких сторін доцільно серед співробітників проводити опитування та експрес-анкетування (Додаток 1).

Далі розглядаються технологічні схеми виробництва та визначаються ділянки, які є найбільшими споживачами матеріалів, енергоносіїв, води та є можливими джерелами утворення відходів та викидів: виробничі цехи та відділи, компресорна станція, станція водопідготовки та водопостачання, котельня, холодильні камери, нагрівальні печі, відділення фарбування або хімічного оброблення, фасування і упаковки тощо.

Також, важливо визначити наявність шкідливих та небезпечних технологічних процесів або їх ланок (наприклад, фарбування, оброблення кислотами, електролітична обробка, хімічне та електрохімічне травлення тощо).

3.3 ЗБІР ЗАГАЛЬНОЇ ІНФОРМАЦІЇ ЩОДО СПОЖИВАННЯ РЕСУРСІВ ТА ВИРОБНИЦТВА ПРОДУКЦІЇ

Для проведення розрахунків питомих показників ресурсоспоживання вихідними даними є обсяги випуску основних видів продукції, споживання матеріалів, енергоносіїв (газ, електроенергія, нафтопродукти тощо), води, утворення відходів та викидів, як в натуральних одиницях, так і з зазначенням їх вартості.

Для систематизованого збору даних використовуються таблиці, наведені в *Додатку 3*. Вони складають базу для проведення оцінки за методикою ресурсоефективного та чистого виробництва та мають містити відповідну достовірну інформацію за такими напрямками:

- основні види продукції та послуг підприємства;
- основні види сировини та допоміжні матеріали;
- споживання енергетичних ресурсів;
- основні відходи та викиди;
- наявність небезпечних матеріалів.

Сировина та матеріали, безумовно, є базою будь-якого виробництва, тому належний облік та раціональне використання зумовлюють продуктивність виробництва. Матеріальні ресурси, що використовуються, можуть безпосередньо міститися у складі продукції, або ж бути допоміжними елементами у технологічних процесах під час її виробництва.

Суттєву частку собівартості продукції становлять енергетичні ресурси, тому важливим є уточнення схеми енергетичних потоків на підприємстві. Хоча зараз підприємства ведуть облік споживання електроенергії, газу, пари та ін., не всі вони мають технічні можливості по обліку витрат енергоносіїв по окремим видам товарної продукції або по технологічним ділянкам.

На будь-яких підприємствах, незалежно від їхньої сфери діяльності, завжди використовується вода. Вода є ключовим супутником виробництва промислової і сільськогосподарської продукції. В процесі виробництва вода може використовуватись в якості: компонента продукції, реакційного середовища, теплоносія (охолодження-нагрівання), для транспортування матеріалів, для миття сировини, обладнання, продукції тощо.

Жодне сучасне виробництво не є безвідходним. Утворення відходів та викидів відбувається навіть за умов застосування сучасних технологічних процесів, що призводить до забруднення навколишнього середовища. Слід зауважити, що відходи та викиди утворюються з ресурсів, що попередньо були придбані підприємством, і, окрім втрат цих ресурсів, підприємство повинно ще додатково витрачати кошти на їх утилізацію.

3.4 РОЗРАХУНОК ПОКАЗНИКІВ РЕСУРСОСПОЖИВАННЯ

З метою оцінки ефективності діяльності підприємства необхідно обрати показники для оцінювання. Такими показниками можуть бути, наприклад, частка матеріалів, що переходить у продукцію, витрати енергоносіїв на одиницю продукції, витрати води та ін. Для розрахунку таких показників використовують дані таблиць. Тобто, цей етап передбачає визначення питомих показників використання матеріалів та енергії на одиницю продукції.

Порівняння отриманих результатів з показниками найбільш ефективних аналогічних виробництв у країнах Європи та світу (бенчмаркінг) допомагає виявити потенціал скорочення ресурсоспоживання. Бенчмаркінг має на меті пошук потенціалу для підвищення ефективності діяльності підприємства (Рис. 3.3).

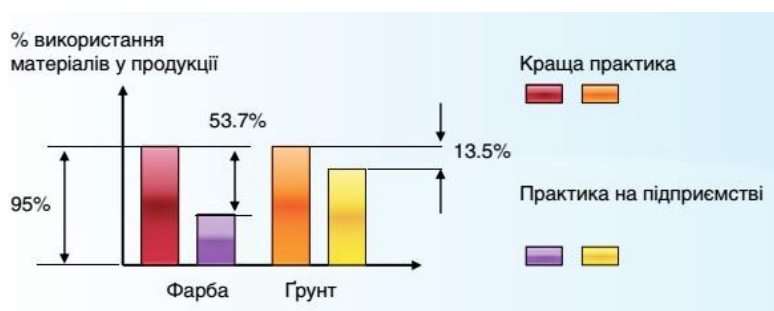


Рис.3.3 Приклад бенчмаркінгу підприємства

3.5 АНАЛІЗ ДАНИХ ТА ВИБІР ПРІОРИТЕТНИХ НАПРЯМКІВ РЕЧВ-ОЦІНКИ

Аналіз та оформлення результатів збору даних виконується для формулювання попередніх висновків та визначення пріоритетних напрямків подальших дій, в залежності від виявлених проблем та актуальності економії певних видів ресурсів.

На цьому етапі керівництвом та інженерним складом підприємства на основі проведеного аналізу розглядаються та обираються пріоритетні напрямки подальшої роботи зі скорочення споживання матеріалів, енергоносіїв, води, зменшення утворення відходів та викидів, зниження собівартості продукції чи послуг.

3.6 ДЕТАЛЬНА ОЦІНКА РЕЧВ ПІДПРИЄМСТВА

Проведення детальної оцінки ресурсоефективності підприємства на основі даних, отриманих на попередньому етапі, потребує комплексного підходу та передбачає аналіз матеріальних, енергетичних та водних потоків, вимірювання та розрахунки показників споживання ресурсів та процесів, що контролюються, виявлення неефективних технологічних процесів та розробку заходів для їх вдосконалення або заміни.

РЕЧВ-оцінка – це комплексний аналіз ресурсоспоживання підприємства з проведенням розрахунків та вимірювань і подальшим техніко-економічним обґрунтуванням заходів з ресурсо- та енергозбереження.

3.6.1. Аналіз матеріальних потоків.

На етапі первинного збору та аналізу даних були визначені основні та допоміжні види матеріалів, що використовуються для виробництва (або надання послуг). Ефективність і раціональність їх споживання визначається під час детальної РЕЧВ-оцінки. Одним з потужних методологічних інструментів в процесі впровадження ресурсоефективного та більш чистого виробництва на підприємстві є складання матеріальних балансів. Основною ідеєю цього методу є звичайна рівність між кількістю вхідних матеріалів та кількістю готової продукції з урахуванням відходів та незворотних втрат.

Формулу матеріального балансу можна представити таким чином:

$$\Sigma G_{ex} = \Sigma G_{kin}, \quad (3.1)$$

де в одних одиницях виміру:

ΣG_{ex} – кількість вхідної сировини; ΣG_{kin} – кількість кінцевого продукту.

Тобто, кількість вхідної сировини повинна дорівнювати кількості всіх одержуваних кінцевих продуктів.

Схема матеріальних потоків передбачає виявлення не тільки кількісних показників утворення відходів та незворотних втрат матеріалів, а й місць (технологічних ділянок) їх утворення.

У загальному вигляді схему матеріальних потоків можна подати у таким чином (Рис. 3.4):

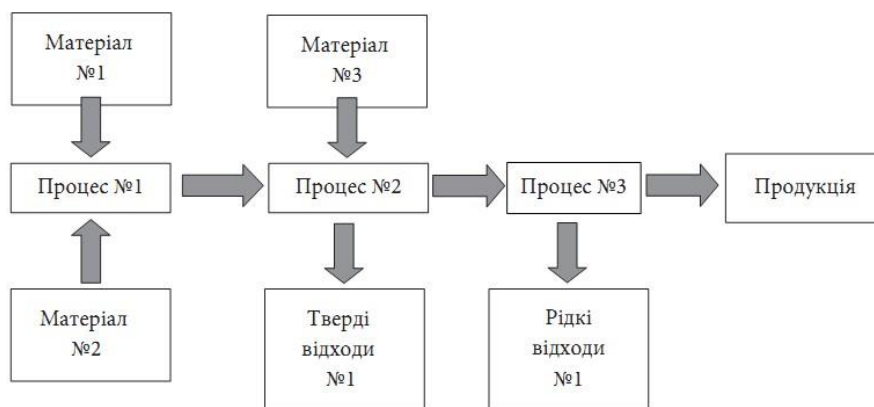


Рис. 3.4 Схема матеріальних потоків на підприємстві

Початок роботи полягає у схематичному описовому та графічному зображенні технологічного процесу виготовлення продукції (спрощена технологічна схема) (Рис. 3.5).

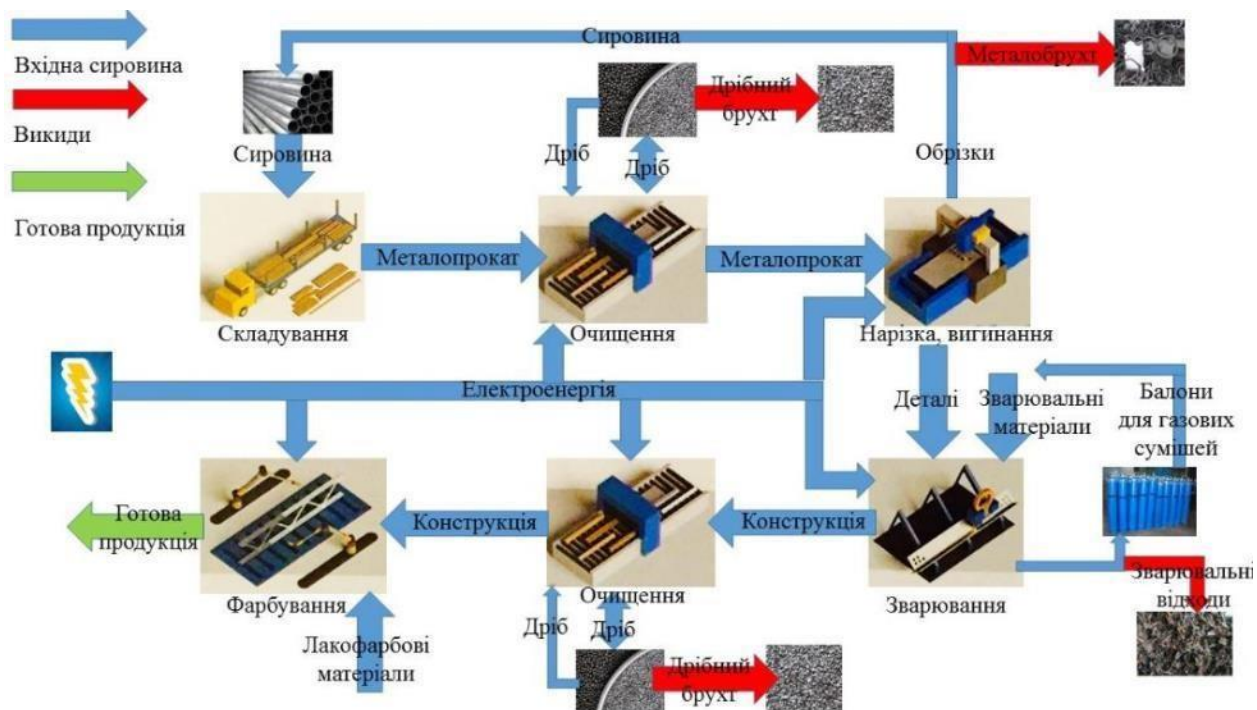


Рис. 3.5 Технологічна схема підприємства з виробництва металевих конструкцій

Матеріальний баланс дозволяє якісно та кількісно визначити джерела утворення відходів чи витрат матеріалів (сировини) та виробити пропозиції щодо можливого їх зниження. Чим ефективніше на підприємстві використовуються матеріальні ресурси, тим менше утворюється відходів в процесі виробництва.

Матеріальний баланс – система показників і розрахунків, які характеризують джерела формування матеріальних ресурсів, напрями їх використання та відповідність їх обсягів

На реальному виробництві визначення кількості вихідних матеріалів має певну похибку. Це пов'язано з тим, що на підприємстві зазвичай важко врахувати втрати, що виникають в результаті механічних, хімічних, фізикохімічних процесів та втрати через брак продукції.

Такі втрати можуть виникати за рахунок усадження, розпилювання, бою, часткового розкладання речовин, випарювання, винесення речовин промивними водами і т. ін.

Таким чином, якщо у технологічному процесі беруть участь два види сировини G_a та G_b , а в результаті їх переробки виходить продукт з масою G_c , то при цьому повинна зберегтися рівність:

$$G_a + G_b = G_c + \Delta G \quad (3.2)$$

де ΔG – виробничі втрати матеріалів.

Важливо розуміти, що відходи виробництва – це не лише втрати придбаних сировинних матеріалів. На процес утворення відходів також було витрачено енергію, трудові ресурси, експлуатувалось обладнання, яке використовується протягом всього технологічного циклу для виготовлення продукції.

Основними цілями аналізу матеріальних потоків є:

- відстежити потоки сировини на підприємстві та пов'язати їх з технологічними процесами;
- визначити всі відходи і викиди, щоб встановити місця їх утворення;
- привести дані до вигляду, зручного до аналізу та прийняття рішень;
- визначити ділянки, що потребують вдосконалення процесу;
- встановити пріоритети контролю щодо видів матеріалів та процесів;
- визначити базис для оцінювання та розробки РЕЧВ-рішень.

Для підприємств, які випускають один тип продукції (наприклад: пиво, молоко, цукор, залізобетонні конструкції), що передбачає використання обмеженого переліку матеріалів, доцільно будувати схему матеріальних потоків для повного циклу технологічного процесу. Для підприємств, що мають велику номенклатуру продукції або для виробництва продукції використовують велику кількість різнотипних матеріалів, доцільно будувати декілька схем відповідно до кожного типу продукції, певної групи матеріалів, окремої виробничої ділянки.

Порядок аналізу матеріальних потоків

Аналіз матеріальних потоків на підприємстві з метою оцінки ефективності споживання можна розділити на наступні кроки:

- *Визначення мети аналізу та параметрів, що підлягають контролю.*
Цей крок є відправною точкою, що дозволяє визначити мету проведення аналізу матеріальних потоків підприємства. Окремими елементами, що входять до загального матеріалопотоку в ході виробничого процесу, можуть бути потоки готової продукції, потік одного виду сировини (наприклад, молока, цементу, цукрового буряка, марганцевої руди, зерна пшениці, вапняку тощо) або сукупності матеріалів, що проходять через увесь технологічний процес або його частину.
- *Визначення об'єкту побудови балансу (цех, дільниця, підприємство).*
Визначення об'єкту РЕЧВ-оцінки залежить від величини підприємства. Для малих та середніх підприємств доцільно проводити повний аналіз підприємства. Для більших підприємств варто виокремити саме ту частину, яка є найбільш недосконалою з точки зору використання матеріалів та утворення відходів та викидів.
- *Визначення періоду, для якого будується матеріальний баланс (рік, місяць, квартал, півріччя або інший період).*
Визначення періоду може бути пов'язане з циклічністю роботи підприємства. Переважна частина підприємств працює з постійним рівномірним споживанням сировини та матеріалів і відвантаженням продукції. Частина підприємств характеризується сезонністю робочих процесів, такі підприємства мають особливості у надходженні сировини та відвантаженні готової продукції.
- *Визначення ділянок технологічного процесу та послідовності технологічних операцій.*
Тут визначаються усі ділянки технологічного процесу, вибрані для аналізу, або через які проходять обрані матеріали, та їх зв'язки, що у подальшому будуть відображені на діаграмі.
- *Схематичне подання матеріальних потоків: якісний метод (підхід).*

Результатом виконання даного кроку є схематичне зображення матеріальних потоків (Рис. 3.6), що відображають рух матеріалів відповідно до технологічного процесу з ідентифікацією місць утворення відходів та викидів. На схемі необхідно вказати всі найменування матеріалів, відходів, викидів, напівфабрикатів та готової продукції, а також зазначити режими обробки (температуру, тиск). Зображення матеріального балансу має містити також кількісні показники (в шт, т, кг, літрах тощо), які характеризують кожен матеріальний потік.

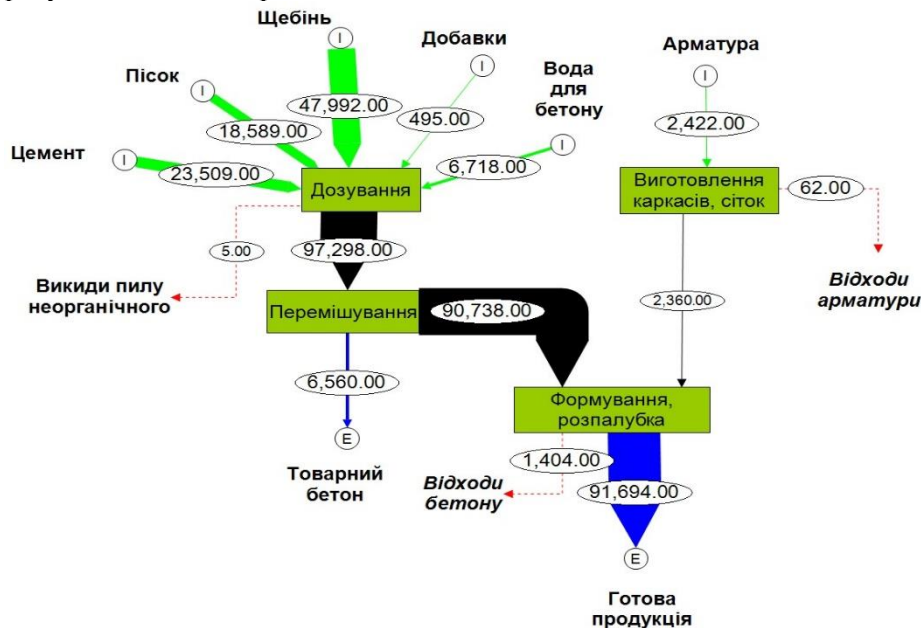


Рис. 3.6 Зображення матеріального балансу виробництва залізобетону, т

- *Розрахунок балансу: кількісна оцінка.*
Після побудови діаграми матеріальних потоків проводиться аналіз отриманих даних. Кількість сировини та матеріалів повинна дорівнювати кількості готової продукції, відходів та викидів. Для цього розрахунки проводяться в одиницях маси, що дозволяє визначити можливі втрати та місця їх утворення.
- *Аналіз та тлумачення отриманих результатів*

Невідповідність обсягів вхідних та вихідних матеріалів свідчить про невизначені втрати, які потрібно виявити розрахунковим або експериментальним шляхом. Для зручності представлення інформації, отримані результати слід обчислити у відносних показниках – у відсотках або частках. Показовим буде також розрахунок грошового еквіваленту матеріальних потоків, що дозволить також проаналізувати та обґрунтувати економічну доцільність РЕЧВ-заходів.

Таким чином, побудова матеріального балансу підприємства або його частини дозволяє якісно та кількісно визначити ефективність використання матеріалів, кількість втрат матеріалів, визначити точну кількість відходів та викидів, виокремити етапи технологічного процесу, де відбувається надмірне утворення відходів та викидів.

3.6.2 Аналіз енергетичних потоків

Аналіз енергетичних потоків є наступним кроком у детальній РЕЧВ оцінці підприємства та має на меті виявлення втрат або неефективного використання енергоносіїв. На багатьох підприємствах, відповідно до законодавства України, встановлена система обліку електроенергії - автоматизована система комерційного обліку електроенергії (АСКОЕ). Однак, як показує практика, більшість підприємств не використовують всі можливості цієї системи.

Зазвичай ведеться облік загального споживання електроенергії, газу, палива, проте раціонально контролювати споживання необхідно як по окремим підрозділам підприємства, так і по окремим видам обладнання.

Дані по споживанню електроенергії завжди є на підприємстві у відділі головного енергетика, а обсяги спожитого пального – у бухгалтерських звітах підприємства. На жаль, ці дані не містять інформації щодо загальної ефективності використання енергії на підприємстві в цілому та на окремих етапах виробництва.

Показником ефективності використання енергії є витрати всіх видів спожитих енергоносіїв на одиницю продукції.

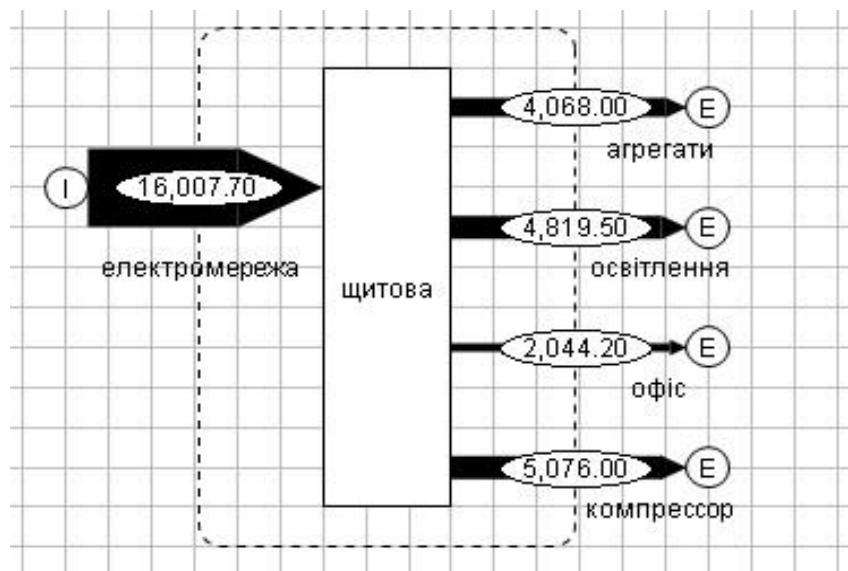
Аналогічно до підходу аналізу матеріальних потоків, методика РЕЧВ застосовує і побудову енергетичних балансів, що відображають рівність між підведеною та корисно використаною енергією і втратами.

Формула енергобалансу підприємства має такий вигляд :

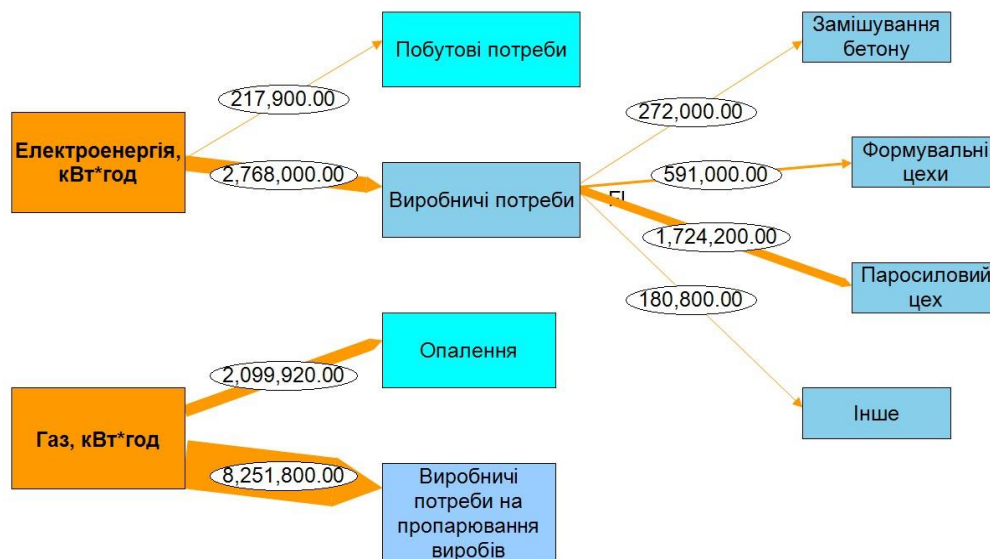
$$W_{вх.е.} = W_{спож.е.} + W_{втр} \quad (3.3)$$

де $W_{вх.е.}$ – обсяг вхідних енергоресурсів; $W_{спож.е.}$ – обсяг спожитої енергії; $W_{втр.}$ – втрати в мережах і установках.

Енергобаланс (Рис. 3.7) будується на основі всіх даних загального споживання енергоносіїв, визначених на етапі первинного аналізу та збору даних (Додаток 3, таблиця 4). Певні труднощі можуть виникати, оскільки енергетичні витрати (та втрати) неможливо побачити, їх можна визначити шляхом вимірювання за допомогою спеціальних приладів та розрахунків. Тому особлива увага приділяється якості проведених вимірювань.



а)



б)

Рис. 3.7. Приклади зображення енергетичних балансів

3.6.3. Джерела та облік енергії на підприємстві.

Електроенергія.

Одним з найпоширеніх видів енергії для виробничих цілей є електрична енергія. На підприємствах ведеться облік споживання електроенергії та, щонайменше, можуть бути отримані загальні показники споживання електроенергії (дані загального лічильника). Але для РЕЧВ-оцінки слід виокремлювати потоки споживання за потребами та споживачами (технологічні, господарсько-побутові, освітлення тощо).

Теплова енергія.

На багатьох підприємствах працюють власні котельні, що виробляють водяну пару та гарячу воду. Теплова енергія виробляється для процесів підігріву (печі, сушила, ванни, пропарювальні камери тощо), або утворюється в результаті хімічних реакцій та при роботі технологічного обладнання. Облік теплової енергії ведеться не завжди, а визначення корисно спожитої та втраченої теплоти потребує розрахунків.

Втрати теплоти можливі внаслідок відсутності теплоізоляції обладнання та будівель, неправильного використання примусової та природної вентиляції, невиправдано великої кількості відведення теплоти системою охолодження в навколишнє середовище, неефективності використання теплоносіїв, винесення теплоти разом з продуктами та ін.

Хімічна енергія.

Певні технологічні процеси проходять з використанням хімічних речовин та їх розчинів для отримання підвищених або низьких температур. Втрати цього джерела енергії можливі у таких випадках: недостатня або відсутня термоізоляція, низька якість хімічних речовин та їх розчинів, недотримання технологічних норм та інструкцій, некоректне співвідношення компонентів хімічної реакції (внаслідок помилок або похибок в дозуванні).

В такому разі, щоб уникнути або зменшити втрати тепла (холоду), необхідно під час детальної РЕЧВ-оцінки підприємства зробити відповідні виміри показників, що характеризують джерело хімічної енергії. Скорочення надмірних втрат хімічної енергії відповідно сприятиме економії тих матеріалів, що слугують реагентами.

Стиснене повітря.

Переважає більшість підприємств використовують стиснене повітря для роботи технологічного обладнання. До складу системи виробництва та транспортування стисненого повітря входять такі складові:

- компресорна станція;
- ресивери для зберігання стисненого повітря;
- система трубопроводів високого тиску;
- контрольно-вимірювальні та запобіжні пристрої;
- осушувачі повітря;
- охолоджувачі повітря;

- охолоджувачі мастила для компресорів.

Облік використання стисненого повітря часто досить відносний, оскільки первинним ресурсом для його виробництва є електроенергія. Але втрати у трубопроводах, нецільове використання ресурсу та невідповідний режим роботи компресорів призводять до значних економічних втрат.

Паливо.

Підприємства несуть значні економічні та ресурсні втрати при відсутності якісного обліку палива. Такі види палива як природний газ, мазут, дизель, бензин, вугілля використовуються на підприємстві для опалення та гарячого водопостачання, для енергетичних установок на виробництві, для потреб логістики (автомобілі) тощо.

Обстеживши та проаналізувавши процеси споживання та використання енергоносіїв, виробництва тепла, пари, гарячої води, стисненого повітря, існуючі на підприємстві методи та способи повторного використання тепла у виробничому циклі, експерти розробляють можливі пропозиції щодо збереження та ощадливого використання енергії.

3.6.4 Аналіз ефективності водокористування.

Постійний контроль за якістю та зниження кількості використаної води, в тому числі за рахунок повторного використання спожитої води, сприятиме поліпшенню екологічного стану навколишнього середовища та підвищить продуктивність підприємства.

Водний баланс являє собою рівність між обсягом спожитої води та води у складі продукції, відведеної, випаруваної та ін. (Рис.3.8).

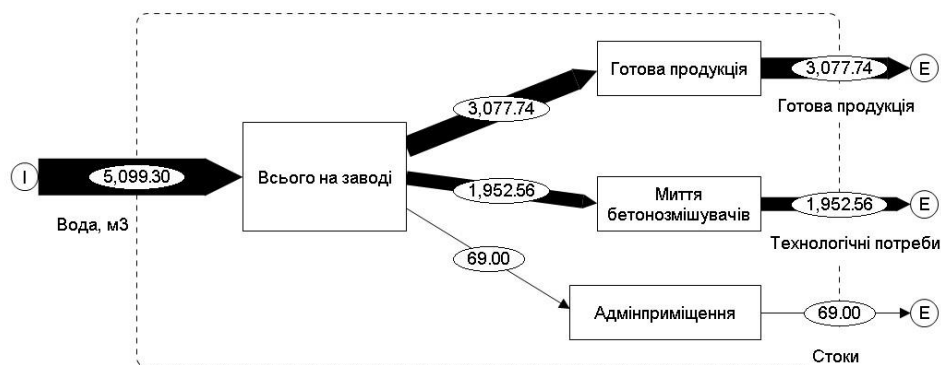


Рис. 3.8 Приклад водного балансу.

Під час РЕЧВ-оцінки враховується обсяг спожитої води, яка надходить з усіх джерел. При побудові водного балансу можуть виникнути розбіжності у випадку наявних неврахованих втрат, причинами яких можуть бути:

- ☐ приховані витоки через прориви водопроводів;
- ☐ понаднормативне водоспоживання;
- ☐ нелегальне водокористування;
- ☐ похибка приладів обліку.

Для дослідження всіх цих чинників вибираються зони контролю та проводиться обстеження розподільної мережі (виявляються приховані витоки, незареєстровані приєднання, перевіряються водоміри). Інформація про обсяги господарсько-побутового та виробничого водоспоживання і водовідведення на підприємстві має надаватися відповідальними за водне господарство (служба головного енергетика, паросиловий або сантехнічний цехи), а також начальниками або головними технологами виробничих цехів. Дані про вартість водопостачання та водовідведення можуть бути надані бухгалтерією підприємства. На рис. 3.9 надано приклад схему споживання води підприємства з бововняних виробів, що може бути використана енегеоаудитором при складанні енергетичного балансу.

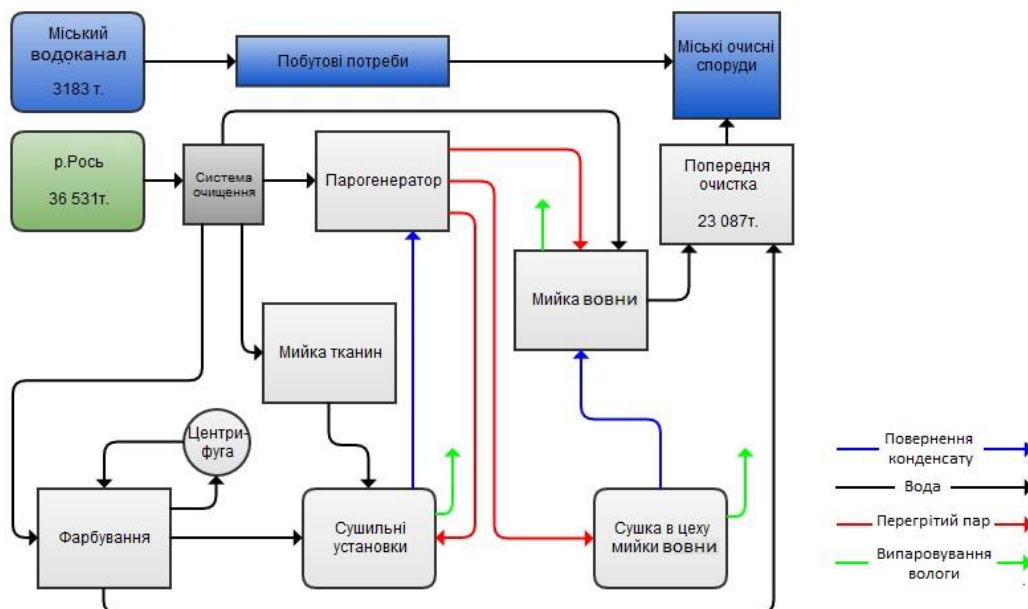


Рис.3.9 Схема споживання води на підприємстві з вовняних виробів.

3.7 ПОШУК РЕСУРСОЕФЕКТИВНИХ РІШЕНЬ. ПІДХОДИ РЕЧВ

Наступним кроком після обстеження підприємства та аналізу отриманих даних є розробка пропозицій та прийняття рішень щодо доцільних методів підвищення ресурсоефективності та зниження забруднення навколишнього середовища.

3.7.1 Підходи РЕЧВ

Методика ресурсоефективного та чистого виробництва виділяє вісім ключових підходів, з точки зору яких можна класифікувати технічні та організаційні заходи (Рис. 3.10):



Рис. . 3.10 Підходи ресурсоефективного та чистого виробництва.

Підходи РЕЧВ:

1. **Належне господарювання** – це регулярне проведення заходів та активних дій з ведення господарської діяльності підприємства, які стосуються поточних ремонтів приміщень, підтримки робочого стану обладнання, забезпечення належних умов праці персоналу. Воно передбачає підтримання робочого стану та своєчасне обслуговування виробничих систем, контроль та оптимальний розподіл матеріальних та трудових ресурсів, що без додаткових витрат дозволяє покращувати виробничі параметри підприємства.
2. **Заміна вхідних матеріалів** – це процес заміни первинних матеріалів та ресурсів вторинними або використання менш шкідливих чи токсичних речовин у процесі виготовлення продукції для зменшення обсягів відходів виробництва та покращення її екологічних характеристик. Такий підхід підвищує продуктивність виробництва та покращує екологічну ситуацію.
3. **Покращення контролю технологічних процесів** – це застосування додаткових дій та заходів для більш якісного контролю та обліку технологічних показників на всіх стадіях виробництва. Контроль вхідних та вихідних потоків ресурсів (матеріали, енергія, вода) дає змогу оперативно реагувати на відхилення виробничих показників та параметрів.
4. **Модифікація обладнання** - це процес постійного удосконалення, модернізації та оновлення техніко-технологічної бази підприємства для досягнення найкращих показників продуктивності виробництва. Модифікація здійснюється з метою досягнення кращих показників споживання та виробництва, що може стосуватися як окремих локальних елементів виробничих систем, так і всієї технологічної лінії.
5. Ефективними заходами для підвищення продуктивності можуть бути **технологічні зміни** параметрів виробництва - це заміна способу обробки та перетворення вхідних ресурсів (матеріалів, енергії, води тощо) на різних етапах виробництва продукції без погіршення її якості. До цього підходу належать, наприклад, зміни температури, тиску, режимів роботи обладнання чи способу обробки сировини
6. Уникнути втрат сировини та енергії у вигляді відходів або тепла дозволяє **переробка та повторне використання ресурсів**, наявних на підприємстві. Це передбачає здійснення технологічних операцій, пов'язаних зі зміною властивостей відходів основного виробництва з метою їх подальшого застосування на потреби підприємства або їх повернення в технологічний процес.
7. Економічно вигідним та екологічно прийнятним є **виготовлення супутньої продукції**, яка має комерційну привабливість для споживачів, з залишків та відходів виробництва на противагу їх традиційній утилізації.
8. **Модифікація продукції** – це часткові зміни у продуктах, що виробляються, для вдосконалення характеристик товару та підвищення його екологічної та економічної привабливості. Модифікація може включати зміну зовнішнього вигляду та інших характеристик для подовження його життєвого циклу, вдосконалення способів утилізації та зниження впливу на навколишнє середовище.

3.8.

РОЗПОВСЮДЖЕНІ РІШЕННЯ РЕЧВ

До розповсюджених рішень, що стосуються належного господарювання, можна віднести такі:

- ремонт трубопроводів;
- систематичне технічне обслуговування обладнання;
- проведення регулярної інвентаризації;
- перевірка складських приміщень;
- регулярне проходження інструктажу на робочому місці;
- чистота та охайність робочого місця робітників.

Заміна вхідних ресурсів може буди здійснена шляхом:

- використання таких первинних матеріалів, відходи яких можуть бути повторно використані;
- часткової або повної заміни сировини на найбільш технологічно якісну та доступну;
- використання поновлюваних джерел енергії;
- використання вторинних ресурсів.

Покращити контроль за технологічним процесом можна за допомогою таких заходів:

- автоматизація технологічного процесу;
- встановлення контрольно-вимірювальних приладів;
- облік вхідних матеріалів;
- встановлення автоматичної системи контролю і обліку електроенергії.

Поширеними заходами з модифікації обладнання є:

- механізація і автоматизація процесу виробництва;
- налагодження елементів виробничої лінії;
- заміна фізично та морально застарілого обладнання;
- комплексне оновлення інструментального парку обладнання.

Технологічні зміни зазвичай передбачають:

- заміну виробничої лінії;
- автоматизацію технологічних операцій;
- заміну обладнання або його елементів на більш ефективне та енергоощадне.

Виробництвом супутньої продукції можна вважати:

- виготовлення з залишків чи відходів виробництва іншої продукції;
- реалізацію залишків чи відходів виробництва у якості енергоресурсів;
- комерційне використання відходів виробництва;

До розповсюджених рішень з модифікації продукції належать:

- зміни зовнішнього вигляду готової продукції для зменшення відходів від виробництва;
- зміна типу пакування для подовження строку придатності;
- пошук оптимальних параметрів продукту для подовження життєвого циклу.

До заходів з переробки та повторного використання належать такі:

- регенерація тепла;
- рециркуляція води;
- використання конденсату;
- повторне використання відходів від виробництва.

3.9 ВИБІР ТА ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ РЕЧВ-ЗАХОДІВ

Під час попереднього відбору РЕЧВ-заходів слід відповісти на ряд таких контрольних запитань:

- Чи зменшує цей захід вартість матеріалів, що закуповуються?
- Чи зменшує цей захід вартість зберігання матеріалів та відходів?
- Чи зменшує цей захід величину нормативних платежів?
- Чи зменшує цей захід вартість комунальних послуг?
- Чи буде цей захід зменшувати витрати, пов'язані з травматизмом та хворобами робітників?
- Чи зменшує цей захід розмір страхувальних платежів?
- Чи зменшує цей захід вартість утилізації та видалення відходів?
- Чи знаходиться цей захід у прийнятному діапазоні вартості реалізації?

У випадку позитивних відповідей на декілька запитань, обрані пріоритетні заходи слід оцінити за такими критеріями:

1) Технічні можливості впровадження, а саме:

++++ організаційні заходи, що не потребують технічних змін;

+++ нескладні та добре відомі технічні зміни, що не ведуть до високих операційних витрат та витрат на обслуговування;

++ технічні зміни можливі, проте досить складні;

+

великий

обсяг/комплекс технічних змін, що потребує великих операційних витрат та витрат на обслуговування;

2) Організаційні можливості:

++++

впровадження можливе, без потреби організаційних змін процесу, не потребує переривання процесу виробництва;

+++ легко впроваджується, потребує незначних організаційних змін та незначного перериву робочого процесу (5-6 днів);

++ помірні організаційні зміни, потребує інструктажу працівників, помірний термін переривання технологічного процесу (до 2-х тижнів);

+ складне впровадження, значні організаційні зміни, потребує спеціального навчання працівників та тривалого перериву виробничого процесу;

3) Економічна прийнятність оцінюється за такими параметрами:

++++ - короткий термін окупності (до 1 року), відсутність або незначні інвестиції, немає окремих операційних витрат;

+++ - помірний період окупності (1-3 роки), невеликі інвестиції (до 10 тис у.о.), немає додаткових операційних витрат;

++ - середній період окупності (3-6 роки), середні інвестиції (до 50 тис у.о.), операційні витрати не змінюються;

+ - великий період окупності (понад 6 років), значні інвестиції (понад 50 тис у.о.), високі операційні витрати.

3) Обовязковою складовою РЕЧВ-опцій має бути екологічний ефект, що оцінюється за величиною очікуваного зниження обсягів споживання матеріалів та енергії, утворення відходів, викидів парникових газів, скидів забруднених вод:

++++ зниження > 25%;

+++ - зниження від 10 до 25%;

++ - зниження від 5 до 10%

+ - зниження від 0 до 5%

3.10 ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА

Після вибору РЕЧВ-заходів та при їх проектуванні необхідно переконатись у відповідності до норм і вимог з охорони навколишнього природного середовища та екологічної безпеки. Для цього пропонується провести екологічну оцінку (або експертизу) технічного рішення, яка ґрунтується на міжгалузевому екологічному дослідженні, аналізі та оцінці проектних та інших матеріалів чи об'єктів.

ДОДАТОК 1

ПЕРЕЛІК ЧИННИХ ЗАКОНІВ УКРАЇНИ У СФЕРІ ОХОРОНИ ДОВКІЛЛЯ

Таблиця Д1. Перелік чинних законів України у сфері охорони довкілля

<i>Назва закону</i>	<i>Дата прийняття</i>
Закон України «Про охорону атмосферного повітря»	16 жовтня 1992 року
Закон України «Про природно-заповідний фонд України»	16 червня 1992 року
Закон України «Про тваринний світ»	3 березня 1993 року
Закон України «Про екологічну експертизу»	9 лютого 1995 року
Закон України «Про використання ядерної енергії та радіаційну безпеку»	8 лютого 1995 року
Закон України «Про пестициди і агрохімікати»	2 березня 1995 року
Закон України «Про поводження з радіоактивними відходами»	30 червня 1995 року
Закон України «Про відходи»	5 березня 1998 року
Закон України «Про захист рослин»	14 жовтня 1998 року
Закон України «Про захист людини від впливу іонізуючих випромінювань»	14 січня 1998 року
Закон України «Про рослинний світ»	19 січня 1999 року
Закон України «Про захист населення і територій від надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру»	8 червня 2000 року
Закон України «Про загальнодержавну програму формування національної екологічної мережі України на 2000-2015 роки»	21 вересня 2000 року
Закон України «Про зону надзвичайної екологічної ситуації»	13 червня 2001 року
Закон України «Про охорону земель»	19 червня 2003 року
Закон України «Про захист населення і територій від надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру»	3 лютого 2004 року
Закон України «Про екологічну мережу України»	24 червня 2004 року
Закон України «Про екологічний аудит»	24 червня 2004 року
Закон України «Про впорядкування питань, пов'язаних із забезпеченням ядерної безпеки»	24 червня 2004 року
Закон України «Про енергозбереження»	1 липня 1994 року
Закон України «Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо стимулювання заходів з енергозбереження»	16 березня 2007 року

ДОДАТОК 2

ОПИТУВАННЯ ТА АНКЕТУВАННЯ КОМАНДИ

Проведення аналізу підприємства неможливе без головних спеціалістів підприємства, які найчастіше мають достатню кількість інформації про проблеми, що пов'язані з перевитратами матеріалів, енергоресурсів, втратами енергії, тепла, води, утворенням відходів та викидів. Ця інформація буде використана як при аналізі підприємства, так і при його оцінці.

Зазвичай до складу команди входить обмежена кількість співробітників. Команду очолює один з головних спеціалістів підприємства, членами команди можуть бути працівники підприємства (керівники середньої ланки, інженери, робітники). Кількісний склад команди визначається у залежності від величини підприємства, особливостей виробництва та поставлених завдань.

Для об'єктивної та комплексної оцінки ситуації на підприємстві бажано, щоб до складу команди, окрім бажаних, входили представники підприємства, які обіймають посади:

- головний інженер;
- головний технолог;
- ☐ головний енергетик;
- ☐ головний еколог тощо.

Для допомоги у визначенні екологічної ситуації підприємства та його слабких і сильних сторін доцільно проводити в команді опитування та експресанкетування, шляхом заповнення наведених далі таблиць.

Завданням команди є після проведення оцінки розроблення заходів з ресурсозбереження та оволодіння персоналом принципів ресурсоефективного та чистого виробництва для впровадження цих заходів на постійній основі.

Таблиця Д2. Екологічна ситуація на підприємстві

Як би Ви оцінили діяльність Вашого підприємства за наступними напрямками:				
Використання ресурсів				
Використання сировини		+	+	
Використання енергії			+	
Використання води			+	
Використання хімічних речовин			+	
Вплив на навколишнє середовище				
Утилізація відходів				+
Викиди в атмосферу				+
Скидання стічних вод				+
Контроль над токсичними речовинами			+	
Неприємний запах			+	
Шум				+
Продуктивність підприємства				
Прихильність керівництва, в тому числі екологічну політику			+	
Ефективність виробництва, у тому числі рівень технології			+	
Мотивація співробітників			+	
Умови праці				+
Робочі процедури				+
Дотримання правових норм, бізнес і соціальна відповідальність				

Відповідність чинному природоохоронному законодавству			+	
Коригувальні дії, введені владою (екологічні дозволи)			+	
Зворотній зв'язок з суспільством			+	
Зворотній зв'язок з клієнтами та постачальниками				+

ДОДАТОК 3

ТАБЛИЦІ ЗБОРУ ДАНИХ ДЛЯ РЕЧВ-ОЦІНКИ

Основна продукція та послуги

Серед усіх видів продукції та послуг необхідно виокремити основні їх види: ті, що значно переважають за кількістю та (або) вартістю відносно іншої продукції або послуг підприємства та випускаються систематично протягом оцінюваного періоду роботи підприємства. Кожен вид продукції (послуг) фіксується у таблиці 1.

Таблиця 1. Основна продукція (послуги)

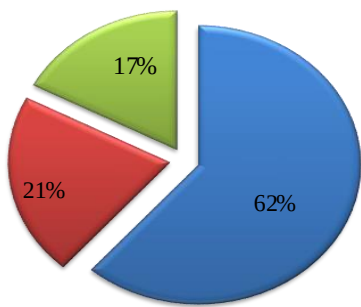
№	Продукція або послуги	Кількість на рік	% від загальної кількості	Вартість за рік	% від загальної вартості
1					
2					
...					

ЗРАЗОК:

Далі наведено зразок заповнення таблиці щодо основних видів продукції, їх річна кількість і вартість за даними підприємства з виробництва залізобетонних виробів та конструкцій.

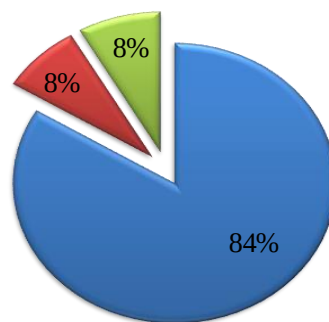
Таблиця 1. Основна продукція (послуги) підприємства ЗБВ

№	Основна Продукція	Кількість за рік, м ³	% від заг. кількості / кількості з/б виробів	Вартість за рік, тис. грн.	% від заг. вартості /вартості з/б виробів
1	Залізобетонні вироби, всього, в тому числі :	26824,45	61,4/100	59366,94	83,7/100
1.1	Труби вертикального формування	3798,03	8,7/14	12704,82	17,9/21,4
1.2	Єврокільця	7976,51	18,3/29,7	14226,22	20,1/24
1.3	Кришки, днища	3015,62	6,9/11,2	6794,44	9,6/11,4
1.4	Панелі перекриття	2280,47	5,2/8,5	3941,98	5,6/7
2.	Бетонні вироби, в т.ч:	7572,66	17,3/-	5856,80	8,3/-
2.1	Блоки-100, 150, 200	6490,01	14,9/-	4054,73	5,7/-
3.	Товарні бетони та розчини	9270,47	21,2/-	5695,07	8/-
	Всього по виробництву	43667,58	100	70918,81	100



Частка кількості основних видів продукції, %

- Залізобетонні вироби
- Товарний бетон та розчини
- Бетонні вироби



Частка вартості основних видів продукції, %

- Залізобетонні вироби
- Товарний бетон та розчини
- Бетонні вироби

Рис.1. Діаграми часток кількості і вартості продукції підприємства з виробництва залізобетонних виробів та товарної конструкції

Основні види сировини та допоміжні матеріали

Наступним кроком після збору інформації щодо видів та обсягів основної продукції є збір інформації про основні та допоміжні матеріали, які використовуються у технологічному циклі виготовлення продукції. Отримані дані заносять до Таблиці 2.

Таблиця 2. Основні типи сировини та допоміжні матеріали

№	Матеріал	Кількість на рік	Од. вимір.	Вартість одиниці матеріалу, грн.	Загальна вартість, грн	Призначення	%, що йде на виробництво продукції
1							
2							
..							

*При виконанні попереднього обстеження підприємства останній стовпчик таблиці не заповнюється.

Під час детальної РЕЧВ-оцінки важливо правильно заповнити останню колонку, а саме проаналізувати відсоток, що йде на виробництво продукції, оскільки матеріал може випаровуватись, висихати тощо, тому 100% майже ніколи не може йти у виробництво.

ЗРАЗОК:

Матеріали, які використовуються текстильною фабрикою для виробництва основної продукції, представлені в таблиці:

Таблиця 2. Головна сировина і допоміжні матеріали фабрики N

№ п/п	Матеріал	Кількість за рік	Одиниці виміру	Вартість одиниці матеріалу, грн	Загальна вартість, грн	Призначення (використання)	%, в готовій продукції
Основні матеріали							
1	Вовни	212 000	кг	6	1 272 000	Виробництво	85,30%
2	Лавсан	42 000	кг	19	798 000	Виробництво	100
3	Барвники	9 407	кг	78	733 786	Фарбування	99
4	Нітрон	26 000	кг	25	650 000	Виробництво	100
5	Кислота оцтова	38 500	кг	5,4	207 900	Обробка вовни	0
6	Кислота сірчана	44 800	кг	2,12	94 976	Обробка вовни	0
7	Сода каустична	4 680	кг	8,33	38 984	Виварювання та вибілювання бавовни	0
8	Вода аміачна	16 300	кг	1,88	30 675	Нейтралізація	0
9	Сіль кальценована	2 150	кг	7,42	15 963	Фарбування	0
10	Сіль глауберова	4 820	кг	2,1	10 124	Фарбування	0
11	Сіль поварена	9 500	кг	0,96	9 117	Фарбування	0
Допоміжні матеріали							
1	Мастила	1844	л	12,97	23 917	Підтримка обладнання	100%
Всього за рік					3 795 179		

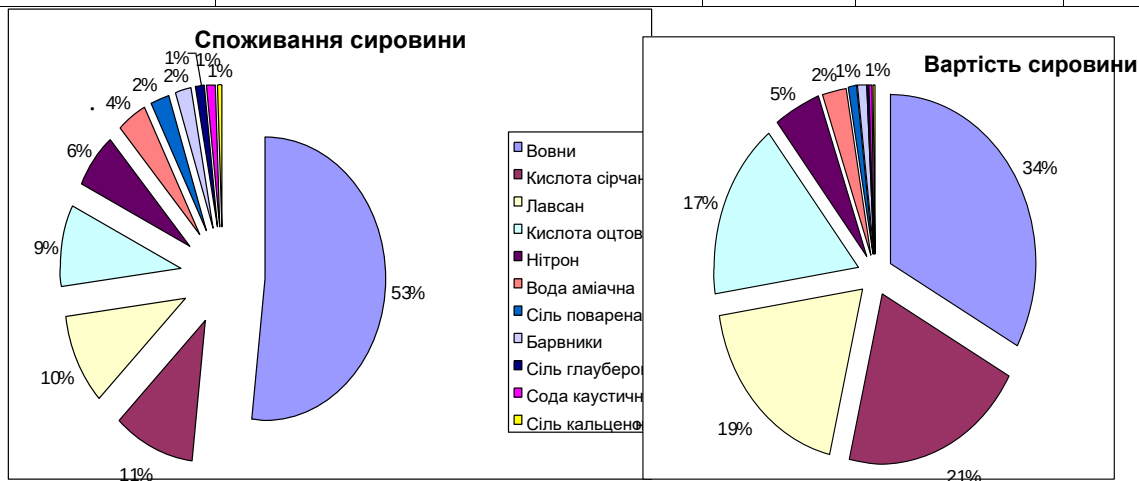


Рис.18. Діаграми споживання і вартості сировини та основних матеріалів текстильного виробництва

Споживання енергетичних ресурсів

Під час збору даних щодо енергоспоживання потрібно врахувати всіх основних споживачів електроенергії, пального, газу: трансформаторна станція, котельня, компресорна станція, холодильники, печі, сушарки, автотранспорт і т.ін.

Дані про енергетичні ресурси заносяться в Таблицю 3.

Таблиця 3. Дані про споживання енергетичних ресурсів

№	Тип енергії	Кількість на рік	Од. вимір.	Вартість од. продукції, грн	Перерахунок у кВт*год	Споживання у кВт*год	Частка, %	Загальна вартість, грн	Частка, %
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Електроенергія		кВт*год						
	Пікове навантаження		кВт						
2	Централізоване теплопостачання		гДж		*227,8				
	Пікове навантаження		кВт						
3	Нафта (мазут)		кг		*11,4				
4	Газ		м³		*10,0				
5	*								
9	Пальне: Дизель		літри		*10,0				
	Бензин		літри		*9,0				
10									
Всього							100		100

*Інші джерела енергії такі, як вугілля, зріджений газ, дерево, брикети, сонячна енергія й т. ін

ЗРАЗОК

В таблиці наведені дані споживання енергетичних ресурсів підприємства з виробництва металопластикових вікон:

Таблиця 3. Споживання енергетичних ресурсів за рік

№	Тип енергії	Кількість на рік	Одиниці виміру	Ціна одиниці*, грн	Перерахунок, кВт*год	Споживання, кВт*год	Частка, %	Загальна вартість, грн	Частка, %
1	Електроенергія	311 168	кВт*год	1,75		311 168	33,4	545 063	46,5
2	Газ	57 441	м³	8,84	*10,0	574 410	61,7	507 778	43,3
3	Зріджений газ	5 000	л	8,29		10 000	1,1	41 450	3,5
4	Бензин	4 000	л	19,39	*9	36 000	3,9	77 560	6,6
Всього						931 578	100	1 171 852	100

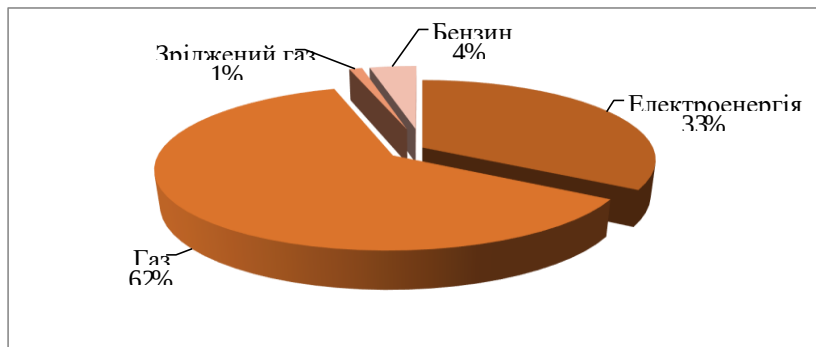


Рис.19 Структура споживання енергетичних ресурсів для виробництва металопластикових вікон

Споживання води та водовідведення

Вода є ключовим супутником виробництва промислової і сільськогосподарської продукції. Аналіз ефективності використання води є обов'язковою складовою аналізу ефективності діяльності підприємства. Для отримання загальної інформації про водокористування на підприємстві потрібно враховувати два аспекти – водопостачання та водовідведення.

Дані щодо споживання і відведення води оформлюються у вигляді Таблиці 4.

Таблиця 4. Загальне споживання і відведення води

№	Вид	Кількість, м3	Вартість одиниці, грн.	Загальна вартість, грн	Вартість користування, грн	Призначення
1	2	3	4	5	6	7
1						
2						
...						

ЗРАЗОК

В Таблиці 4 наведені дані щодо споживання та відведення води на заводі з виробництва керамічної цегли, що розміщується поза містом (без централізованого водовідведення).

Таблиця 4. Загальне споживання і відведення води заводу N

№ п/п	Вид	Кількість, м ³	Варт. од., грн.	Заг. варт., грн	Варт. користув., грн	Призначення
1	2	3	4	5	6	7
2	Водоспоживання					
3	Вода	6 000,00	0,91	5 488,00	1208	Всього
4	в т.ч.	4 000,00	0,91	3 640,00		технолог. потреби
5		2 000,00	0,91	1 848,00		Побутові потреби
6	Водовідведення					
7	Стічна води	400,00	12,25	4 900,00		Вивезення цистернами

Основні типи відходів та викидів

В Таблиці 5 зазначаються джерела утворення відходів та викидів, їхні кількісні показники, вартість сировини та матеріалів, з яких утворюються відходи та викиди, вартість утилізації та загальна величина витрат, пов'язаних з утворенням відходів.

Таблиця 5. Основні типи відходів та викидів

№ п/п	Відходи (рідкі або газоподібні викиди)	Кількість на рік	Од. вимірювання, т	Ціна утилізації (+), або реалізації, грн	Вартість утилізації або реалізації, грн	Вартість матеріалу відходів, грн	Загальна вартість, грн
1	2	3	4	5	6	7	8
1							
2							
3							

ЗРАЗОК

В таблиці зазначені відходи та викиди при виробництві металопластикових конструкцій.

Таблиця 5. Основні типи відходів та викидів

№	Відходи	Кількість	Од. виміру	Ціна утилізації (+), або реалізації, грн	Вартість утилізації або реалізації, грн	Вартість матеріалу відходів, грн	Загальна вартість, грн
1	2	3	4	7	8	9	10
1	Скло	6900	кг	-2,33	-2960	25619,7	22659,7
2	Плівка	Незначна кількість					
3	Деревина	6	м ³	Використовується для опалення приміщення			
4	ПВХ профіль	2182	кг	-12,00	-26184	9644,44	-16539,6
5	Зіпсована або бракована фурнітура	Незначна кількість					
	Всього	12,682 т					

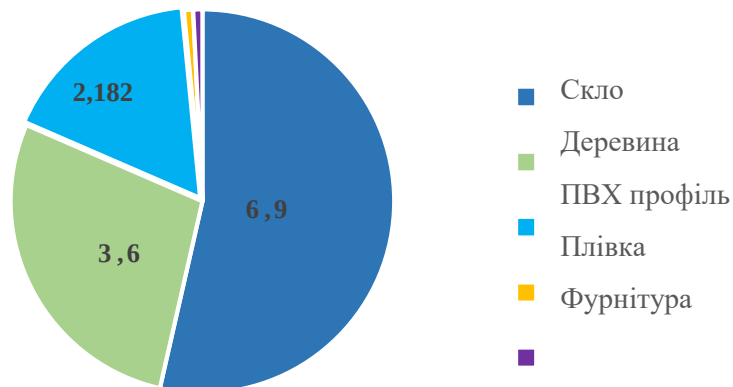


Рис. 20. Діаграма відходів та викидів на заводі з виробництва металопластикових конструкцій

Небезпечні матеріали

Облік хімічних речовин необхідний на виробництві, задля контролю їх витрат, впливу на довкілля. Результати збору даних заносяться до Таблиці 6.

Таблиця 6. Небезпечні відходи

№	Найменування	Клас небезпеки	Одиниці вимірювання	Кількість на рік	Вартість утилізації
1	2	3	4	5	6
1					
2					
...					

ЗРАЗОК

В таблиці зазначені небезпечні відходи та викиди механічного заводу:

Таблиця 6. Небезпечні відходи та викиди заводу N

№	Найменування	Клас небезпеки	Од. вим.	Кількість на рік	Вартість утилізації, грн
1	Лампи люмінесцентні	1	шт.	81	502,20
2	Батареї свинцеві зіпсовані або відпрацьовані	2	т	0,103	324,45
3	NO _x	2	т	12,797	-

Після заповнення Таблиць 5 та 6 необхідно провести порівняльний аналіз співвідношення відходів та сировини.

В Таблиці 7 наведений зразок визначення частки основних відходів від сировини при виробництві гофрованого картону, паперової та картонної тари.

Таблиця 7. Частка головних відходів від сировини

№	Сировина чи доп. матеріал	Кількість, тон	Вартість сировини, млн. грн	Кількість відходів, тон	Частка відходів, %	Вартість відходів, млн. грн
1	Картон + Папір	45 439	162,42	7 738	17,03	18,37
2	Фарба (флекс) + Паста пігментна	76,5	3,32	31,0	40,51	1,34

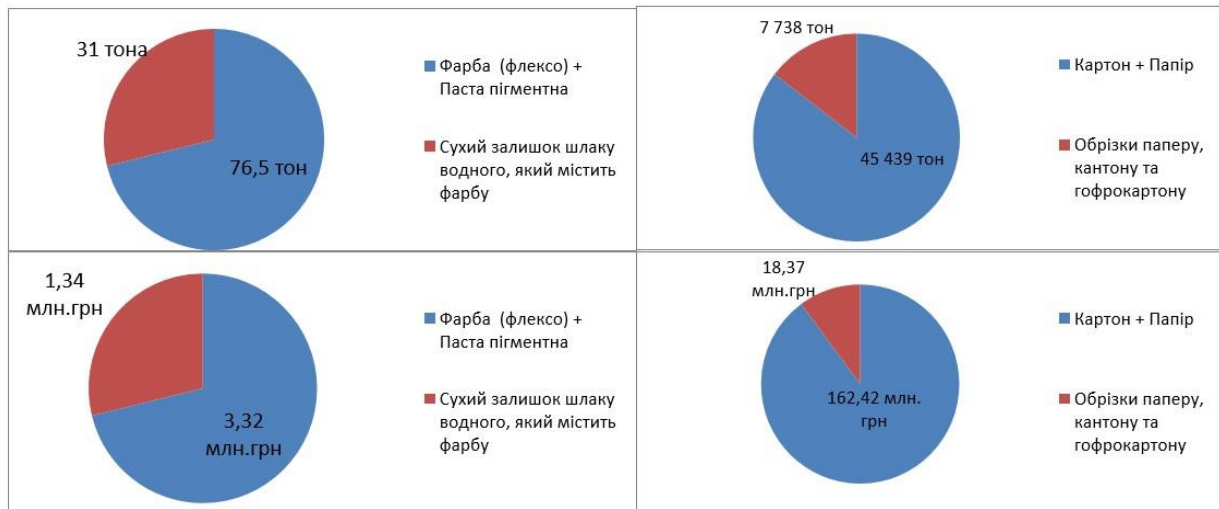


Рис.21. Діаграми співвідношень головних відходів у натуральному та грошовому виразі

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Назвіть основні глобальні екологічні проблеми людства.
2. Назвіть Цілі Сталого розвитку.
3. Про що йдеться у «Паризькій кліматичній угоді»?
4. Поясніть що таке циркулярна економіка?*
5. Які організації ООН найбільше опікуються станом екології в світі?
6. Розкажіть про міжнародні договори ЮНІДО та ЮНЕП.
7. Дайте визначення ресурсоефективному та чистому виробництву.
8. Що таке «зелена» економіка?
9. Що таке «зелена» промисловість?
10. Що необхідно для ефективного функціонування підприємства?
11. Перелічіть п'ять основних переваг від запровадження РЕЧВ та в чому полягає їх суть?
12. З якою метою застосовується РЕЧВ на підприємствах?
13. Назвіть основні екологічні проблеми, які вирішуються за допомогою РЕЧВ?
14. Що таке сировина та як її класифікують?
15. Що таке якість сировини?
16. Назвіть види та джерела енергоносіїв для промислових підприємств.
17. Дайте визначення поняттю «енергетичне господарство».
18. Де використовується вода на підприємствах?
19. Назвіть показники якості води.
20. Що таке стічні води?
21. Які є способи очистки стічних вод?
22. Що таке промислові відходи?
23. Які є джерела утворення відходів на підприємстві?
24. Назвіть основні кроки впровадження РЕЧВ на підприємстві.
25. Як виконується аналіз та збір даних на підприємстві?
26. Що таке РЕЧВ-оцінка?
27. Як виконується аналіз матеріальних потоків?
28. Що таке матеріальний баланс підприємства?
29. Назвіть причини втрат матеріалів на підприємствах.
30. Що таке енергетичний баланс?
31. Назвіть причини втрат енергії на підприємствах.
32. Назвіть причини втрат води на підприємствах.
33. Перерахуйте та поясніть напрямки РЕЧВ-опцій.
34. Що має на меті еколого-економічне обґрунтування опцій РЕЧВ?

СЛОВНИК РЕЧВ-ТЕРМІНІВ

Ресурсоефективне та чисте виробництво – це концепція комплексного та постійного застосування превентивних заходів щодо впливу виробничих процесів на довкілля з метою підвищення ефективності виробництва та зниження ризиків для людини та довкілля.

Переваги РЕЧВ

Скорочення витрат полягає у накопиченні або економії грошових ресурсів за рахунок більш ефективного споживання енергії, раціонального використання матеріалів та води, скорочення відходів та викидів.

Підвищення продуктивності – це зростання ефективності виробництва, що характеризується відношенням спожитих ресурсів до одиниці виготовленої продукції.

Якість продукції — це сукупність технічних та екологічних властивостей кінцевого продукту, які зумовлюють його здатність задовольняти потреби споживача.

Організаційна ефективність — це здатність підприємства функціонувати та досягати визначених цілей із найвигіднішим співвідношенням результатів і витрат.

Ринкова та суспільна прийнятність – це сприйняття, схвалення та підтримка громадськістю, ринком, державою та оточенням діяльності компанії, яка піклується про якість продукції та добробут людей.

Цілі РЕЧВ

Ефективне використання ресурсів, шляхом оптимізації споживання матеріалів, енергії та води на всіх етапах та підвищення продуктивності виробництва. Тобто, зменшення кількості витрачених в процесі виробництва ресурсів на одиницю виготовлених товарів та послуг.

Мінімізація впливів на довкілля передбачає розробку і реалізацію заходів та технічних рішень, що забезпечують скорочення обсягів викидів в атмосферу, утворення відходів, їх повернення до виробничого циклу або використання у якості вторинних матеріальних, а також впровадження безстічних технологій та водооборотних циклів.

Добробут людей, що виражається у мінімізації ризиків та дотриманні вимог економічної і екологічної безпеки (чисте довкілля, кращі умови праці тощо) та підтримці соціального розвитку.

Кроки впровадження РЕЧВ на підприємстві

Збір та аналіз даних – попередній аналіз підприємства, який включає визначення загального стану господарчої діяльності та збір даних щодо споживання енергоносіїв, матеріалів, води, утворення стічних вод, відходів та викидів;

Детальна РЕЧВ-оцінка – обстеження підприємства та (або) окремих технологічних процесів (з проведенням вимірювань та (або) розрахунків) з метою виявлення непродуктивних витрат та оцінки потенціалу збереження ресурсів;

Пошук ресурсоефективних рішень – пошук та підбір варіантів технічно та організаційно прийнятних заходів, направлених на скорочення ресурсоспоживання, утворення відходів та енергозбереження.

Еколого-економічне обґрунтування – аналіз здійсненності та екологоекономічної доцільності втілення заходів з ресурсо- та енергозбереження, інвестиційна оцінка РЕЧВ рішень;

Реалізація – практичне впровадження заходів, процесів та технологічних змін для підвищення продуктивності виробництва, мінімізації впливів на навколишнє середовище та зниження ризиків для здоров'я людини.

Ресурси

Сировина - це один з найважливіших елементів виробництва. Сировиною називають природні та штучні матеріали, котрі використовують для виробництва продукції. Від якості та ефективності її використання залежить ефективність роботи всього підприємства.

Якість сировини – це сукупність її властивостей, структури та складу. Це одна з основних характеристик сировини

Енергетичне господарство промислового підприємства - це сукупність енергетичних установок і допоміжних пристроїв з метою забезпечення безперебійного постачання підприємства різними видами енергії та енергоносіїв.

Вода – це теплоносіє, теплопередавач, розчинник, каталізатор, один із компонентів майже кожного технологічного процесу.

Стічні (промислові) води – це відпрацьовані води технологічного процесу або виробництва в цілому (напр. збагачувальної фабрики), очищені від мінерального залишку та шкідливих домішок і випущені до зовнішніх водоймищ без додаткової обробки.

Відходи, що утворюються в процесі видобування корисних копалин, їх збагачення у виробничих процесах називаються **промисловими**.

Забруднення атмосферного повітря - це збільшення концентрації фізичних, хімічних та біологічних компонентів понад рівень, що виводить природні системи зі стану рівноваги.

Матеріальні ресурси – це різні види сировини, матеріалів, палива, енергії, комплектуючих тощо, які є основою для випуску продукції, надання послуг чи виконання робіт.

Матеріальний баланс – це відношення кількісної витрати сировини до кількості одержуваних при цьому готових продуктів, напівпродуктів і відходів. Тобто, кількість вхідної сировини повинна дорівнювати кількості одержуваних кінцевих продуктів.

Підходи РЕЧВ

Належне господарювання – це регулярне проведення заходів та активних дій з ведення господарської діяльності підприємства, які стосуються поточних ремонтів приміщень, підтримки робочого стану обладнання, забезпечення належних умов праці персоналу.

Зміна вхідних ресурсів – це процес заміни первинних матеріалів та ресурсів вторинними або використання менш шкідливих чи токсичних речовин у процесі виготовлення продукції для зменшення обсягів відходів виробництва та покращення її екологічних характеристик.

Покращення контролю за технологічним процесом – це застосування додаткових дій та заходів для більш якісного контролю та обліку технологічних показників на всіх стадіях виробництва.

Модифікація обладнання – це процес постійного удосконалення, модернізації та оновлення техніко-технологічної бази підприємства для досягнення найкращих показників продуктивності виробництва.

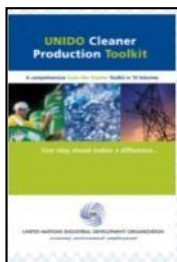
Технологічні зміни – це заміна способу обробки та перетворення вхідних ресурсів (матеріалів, енергії, води тощо) на різних етапах виробництва продукції без погіршення її якості.

Виробництво супутньої продукції – це отримання другорядної продукції, яка має комерційну привабливість для споживачів, із залишків матеріалів або відходів виробництва основного продукту.

Модифікація продукції — це часткові зміни у продуктах, що виробляються, для вдосконалення характеристик товару та підвищення його екологічної та економічної привабливості.

Переробка та повторне використання – це здійснення технологічних операцій, пов'язаних зі зміною властивостей відходів основного виробництва з метою їх подальшого застосування на потреби підприємства або їх повернення в технологічний процес.

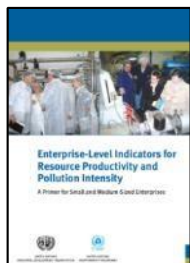
СПИСОК ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ



Посібник з впровадження ресурсоефективного та більш чистого виробництва (UNIDO Cleaner Production Toolkit). <http://recpc.kpi.ua/ua/resursnye-materialy-2/posibnik-yunido-pochistomu-virobnitstvu>



Посібник для кращого бізнесу. Принципи та практики ресурсоефективного виробництва http://www.recpc.kpi.ua/images/eap_green/leaflets/Principles%20and%20practices%20of%20resource%20efficient%20production_Guide%20for%20better%20business.pdf



UNIDO, UNEP (2010). Enterprise - Level Indicator for Resource Productivity and Pollution Intensity. A Primer for Small and Medium Sized Enterprises. http://www.unep.fr/scp/cp/understanding/pdf/web_sme_indicator_primer.pdf



Центр РЕЧВ в Україні, UNIDO (2014). Впровадження ресурсоефективного та чистого виробництва на підприємствах України – 2014 (галузь виробництва будівельних матеріалів). http://recpc.kpi.ua/images/eap_green/leaflets/business%20case%2014%20ukr.pdf



Впровадження ресурсоефективного та чистого виробництва на підприємствах України 2015-2016 http://recpc.kpi.ua/images/eap_green/printed_materials/Business%20cases%20UA%202016%20EaP%20GREEN%20ukr.pdf



Центр РЕЧВ в Україні (2015). Успішний досвід підвищення ресурсоефективності підприємств Вінницької та Київської областей. http://recpc.kpi.ua/images/materials/Katalog_Centr_NCPC_Final.pdf

Лекція 4. ПРОФІЛЬ ВИКОРИСТАННЯ ЕНЕРГІЇ

Існуючі технічні прийоми, використовувані аудитором для отримання даних за кількістю спожитих енергоресурсів різним обладнанням, показані на рис. 1.

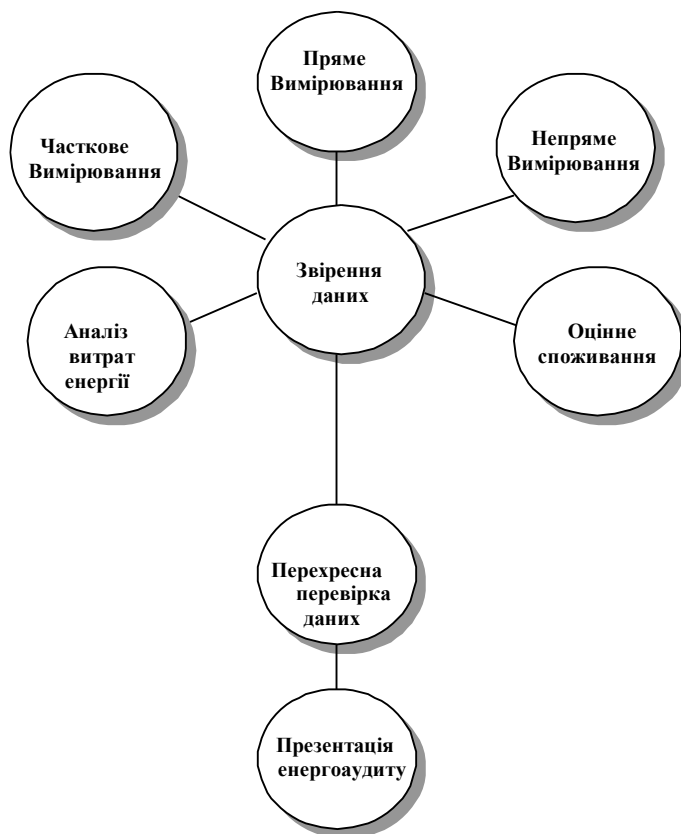


Рис.4.1. Існуючі технічні заходи проведення енергоаудиту

Після вимірювань, співставляють величини таким чином, що енергія, використана кожною категорією споживачів, підсумовується і порівнюється із загальним обсягом енергоспоживання на об'єкті. Для уточнення даних влаштовується перехресна перевірка. Ця інформація включається в енергоаудит.

4.1 ЧАСТКОВІ ВИМІРЮВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ВИТРАТ ЕНЕРГІЇ ТА ЕНЕРГОНОСІЇВ

Споживання енергії чи енергоносіїв можна також визначити за показами стаціонарних або тимчасових вимірників, які дають значення певних параметрів, що стосуються споживання енергії з подальшими розрахунками. Щоб звести ці покази до одиниць споживання енергії, необхідні певні припущення чи розрахунки щодо інших параметрів процесу споживання енергії. Так для визначення потужності споживання електроенергії за величиною струму, одержуваною за допомогою стаціонарного амперметра чи струмовимірних кліщів, необхідно знати також значення напруги і коефіцієнта потужності (які вказані на його щитку). Без великої похибки їх можна прийняти номінальними для даного електроприймача, або виміряти вольтметром та потенціометром. Дійсну потужність в подальшому за показами приладів слід підраховувати за відомими формулами:

$$P = U \cdot I \cdot \cos \varphi, \text{ кВт}$$

$$S = U \cdot I, \text{ ВА}$$

Визначення витрат енергії гарячого водопостачання звичайно робиться за показами витратоміру, тому що температуру гарячої води можна вважати постійною, температуру холодної води можна взяти за даними теплових мереж, і використовуючи формулу 2.1, розрахувати витрати енергії. Це дозволяє відмовитися від використання дорогих теплових лічильників. Зазначимо, що у такий саме спосіб робиться розрахунок оплати споживачів гарячої води, при цьому теплові мережі різницю температур приймають постійною незалежно від пори року (звичайно в розрахунках ця різниця приймається рівною 45-50°C).

Визначення споживання енергії за вимірниками тривалості роботи можливе для обладнання, яке працює зі сталим навантаженням. Однак, в багатьох випадках досвідчений енергоаудитор може оцінити вплив кожного з

тих факторів, значення яких за часткових вимірювань не визначається, і відповідно скорегувати показники енергоспоживання.

4.2 НЕПРЯМЕ ВИМІРЮВАННЯ.

Якщо енергоресурси постачаються в відомих кількостях і можливо виміряти обсяги поставок в будь-який час, лічильники для прямого виміру спожитого палива використовувати не обов'язково. Розрахунок спожитого палива - це метод обчислення енергоспоживання для первинного палива, яка не вимірюється в розрізі загальної витрати енергії. Даний прийом найчастіше використовується по відношенню до нафтового палива та вугілля. Обчислення вимагає володіння такою інформацією:

- На початковому періоді: Кількість палива на складі (S1) Протягом періоду: Кількість палива поставленого (D).

- В кінці періоду: Кількість палива на складі (S2)

Звідси розраховуємо споживання:

$$\Pi = D + S1 - S2$$

Такі ж прийоми застосовні до розрахунку спожитого вугілля, хоча процес ускладнюється, якщо вугілля зберігається в шахті або звалений на землі. Рисунок 3.2 показує приклади вимірювання кількості вугілля в таких випадках.

Розрахунок спожитого рідкого палива зазвичай включає різні прийоми вимірювання: від традиційної масломірного лінійки до цифрових нафтових резервуарів. Перші два прийоми, які вимірюють швидше обсяг, ніж тиск, можуть мати погрішності щодо змін температури, якщо вона не зберігається на постійному рівні. Для горизонтальних циліндричних резервуарів, масломірного лінійки або поплавкового рівнеміра шкали повинні бути як слід проградуйовані.

Приклади вимірювальних пристроїв:

- Цистерни з відомими обсягами;
- Поплавкові рівнеміри;
- Манометр (аналоговий)
- Манометр (цифровий).

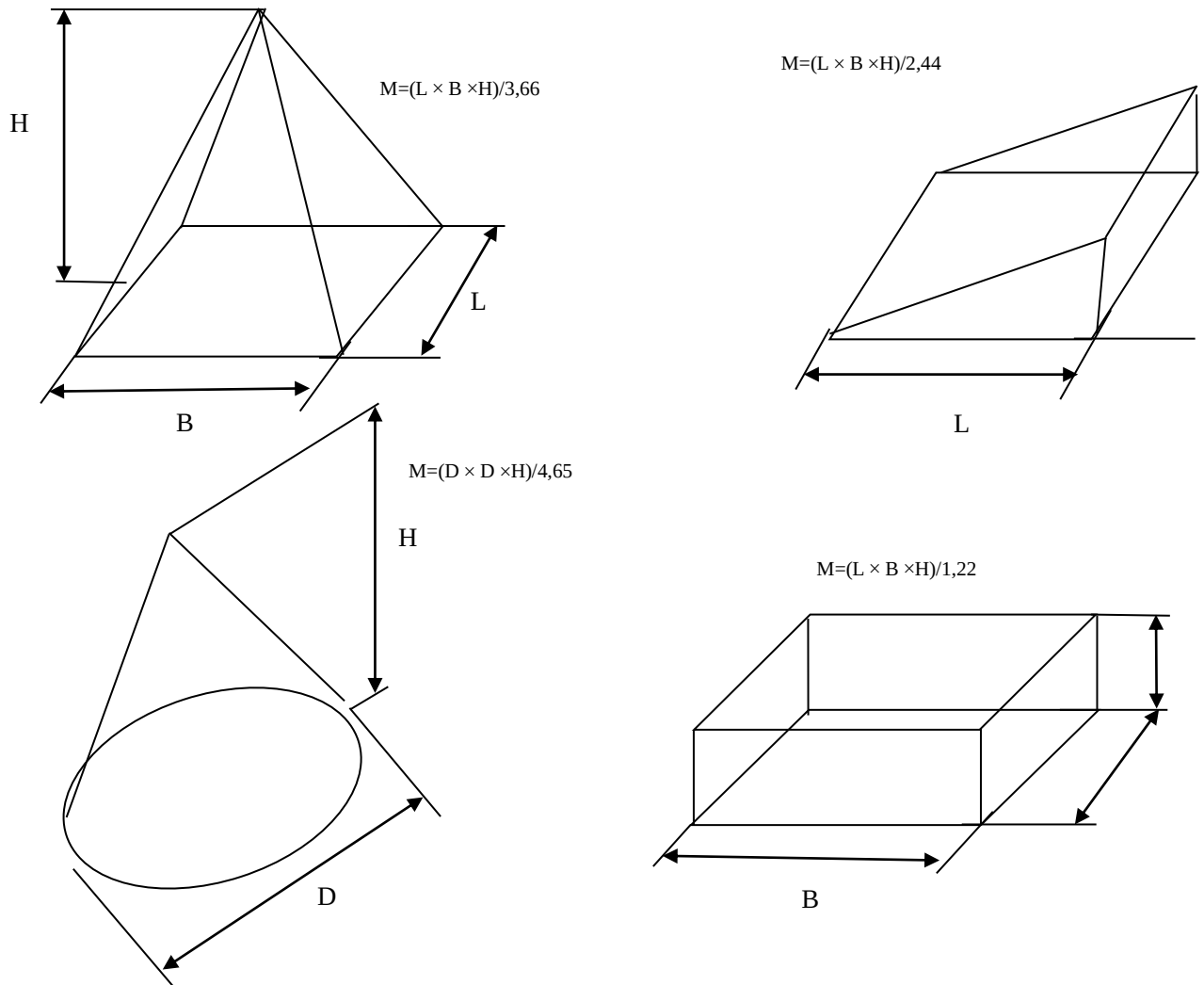


Рисунок 4.2 - Приклади визначення обсягів сипучих енергетичних ресурсів

4.3. ІНТЕГРУВАННЯ ПОКАЗНИКІВ ПЕРЕНОСНИХ ВИМІРЮВАЧІВ

На рис. 4.3 представлений приклад ГРАФІКА НАВАНТАЖЕННЯ, отриманого за допомогою складних вимірювальних приладів, таких як прилади для вимірювання електричної енергії, реєстратор споживання енергії або ультразвуковий витратомір.

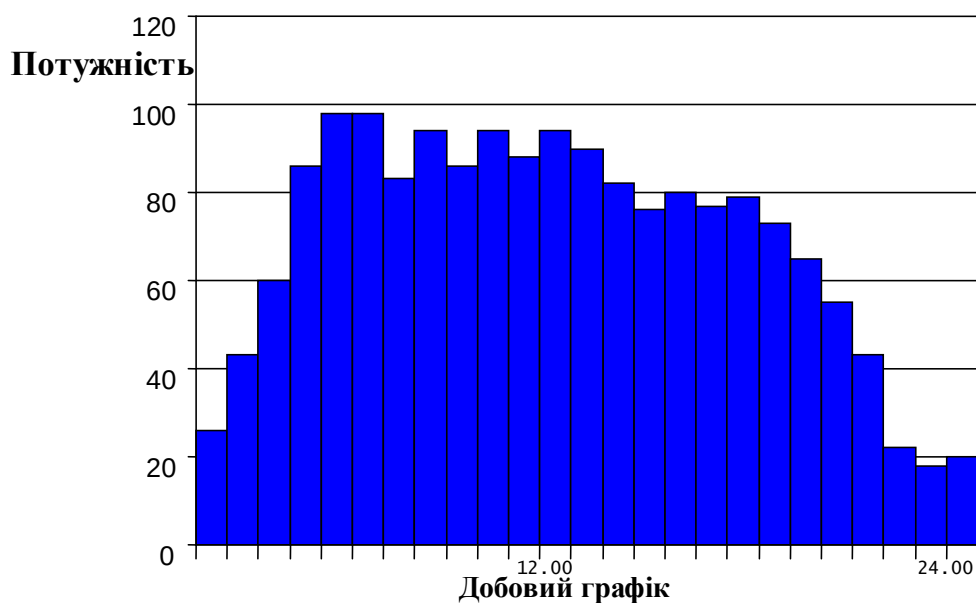


Рисунок 4.3 - Добовий графік навантаження

Важливість подібних діаграм полягає в тому, що вони демонструють зміна кількості спожитої енергії за період часу. Ця інформація допомагає порівняти фактичні зміни обсягу спожитої енергії з очікуваними, а також показує, наскільки успішно функціонують ручна і автоматична системи управління. Визначаючи потенційні можливості енергозбереження, графіки навантаження можуть вказувати на такі чинники: • Пошкодження систем контролю; • Системи контролю, керовані операторами вручну; • Різниця ефективності електроспоживання на різних робочих змінах; • Втрати і витоку. Графіки споживання енергоносіїв і води повинні бути включені в звіти з

енергоаудиту, так як вони наочно відображають існуючі проблеми і, таким чином, виявляють конкретні шляхи економії енергії.

Витрати енергії можуть також вимірюватися стаціонарними або переносними лічильниками за допомогою визначення величини параметрів, що відносяться до споживання енергії. Прикладами таких параметрів є електричний струм, витрата пара і напруження в годиннику. Для переведення цих параметрів в одиниці споживаної енергії, необхідно знати такі параметри, як: напруга, ентальпія пароутворення або середнє споживання потужності під час роботи.

Досвідчений енергоаудитор за деякими вимірним параметрам зможе визначити енергетичні потоки.

Наприклад, за вимірним току споживання електричної енергії можна розрахувати за допомогою величини напруги і коефіцієнта потужності.

При дослідженні тепловикористовуючого обладнання енергоспоживання можна визначити за допомогою розрахунку ентальпії пари, що подається і поворотного конденсату.

Для обладнання, що працює з постійним графіком навантаження, одногодинні лічильники використовуються для визначення загальної величини споживання.

Споживання енергії також може бути виміряна непрямим шляхом.

Розглянемо два найбільш часто використовуваних методу розрахунку:

- регресійного аналізу;
- перевірного тесту.

4.4. РЕГРЕСІЙНИЙ АНАЛІЗ

Цей метод являє собою математичний прийом, заснований на порівнянні змін кількості використаної енергії зі змінами іншої змінної, від якої може залежати споживання енергії. Наприклад, можна порівняти величину споживання енергії в місяць з місячною виробленям на одному підприємстві. Математичний аналіз розділяє обсяг спожитої енергії на ПОСТІЙНУ НАВАНТАЖЕННЯ (тобто на кількість енергоносія, необхідного для підтримки на підприємстві нульового рівня виробництва) і змінним навантаженням (кількість енергоносія для виробництва кожної додаткової одиниці продукції, що випускається). Регресійний аналіз також відображає зміну кількості енергії при зміні змінної. Крім того, він дозволяє контролювати використання енергії та виявляти шляхи економії. На рис. 4.4 представлений загальний вигляд типового графіка регресійного аналізу.

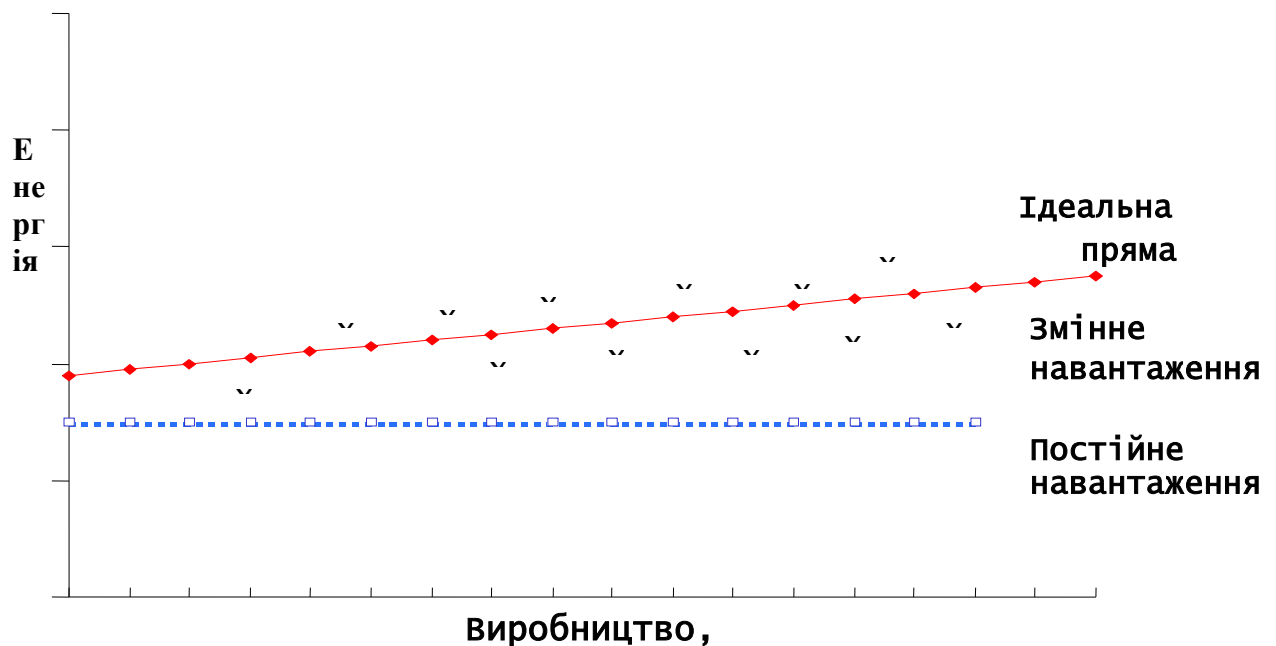


Рисунок 4.4 - Загальний вид типового графіка регресійного аналізу.

Хрестиками позначені кількість спожитої енергії при відповідному обсязі виробленої продукції за певний проміжок часу, наприклад, за тиждень або місяць. "Ідеальною" прямий виділяють постійну і змінну енергетичне навантаження. У багатьох випадках, зокрема, коли витрата енергії ретельно контролюється, таку пряму можна оцінити на око. Однак, краще використовувати точний математичний метод "лінійного регресійного аналізу".

У табл. 4.1 показано, як постійні і змінні складові витрати енергії пов'язані з різними змінними величинами, а також наведені характеристики постійної і змінної навантаження.

Таблиця 4.1 – Постійні й змінні складові витрат різних видів енергії

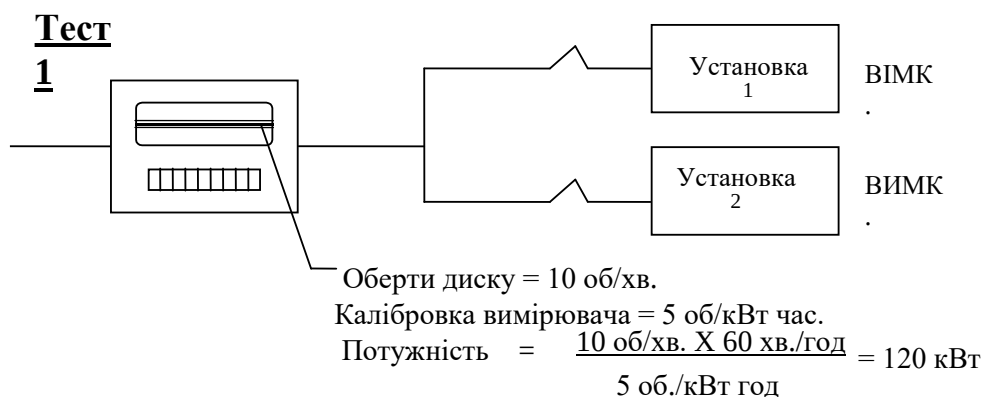
Енергія	Вимірювана змінна	Енергоспоживання	
		Постійне навантаження	Змінне навантаження
Казанове паливо для опалення приміщень	Градусо-дні*	Гаряча вода	Опалення приміщень
Водопостачання для центрального опалення	Градусо-дні*	Гаряча вода	Опалення приміщень
Казанове паливо	Вироблена пара	Втрати котельні	Технологічна пара
Пара, що поставляється на завод	Заводська продукція	Втрати в розподільній мережі	Технологічна пара
Електроенергія, що поставляється на завод	Заводська продукція	Невиробниче електроспоживання. Втрати в мережах	Виробниче електроспоживання

Слід зазначити, що будь-які втрати, такі як витік пара або витік, викликана поганою ізоляцією труб, включаються в постійні витрати. Іноді кілька змінних співвідносять з одним джерелом енергії, тому енергоаудитор повинен самостійно визначити найбільш надійну зміну. Для цього по відношенню до кожної альтернативної змінної застосовується регресійний аналіз, а потім визначається найбільш прийнятне співвідношення двох видів

даних. Однак найчастіше це рішення ґрунтується на здоровому глузді. Іноді застосовують "мультиплікативний регресійний аналіз", тобто порівнюють величину використаної енергії з декількома змінними відразу. Однак такі ситуації трапляються нечасто.

4.5. ПЕРЕВІРОЧНИЙ ТЕСТ

Метод перевірного тесту заснований на спостереженні за зміною РІВНЯ енергоспоживання після виключення приладів. У мережі, де кілька користувачів енергії підключені до одного лічильника, цей прийом використовується для знаходження кількості енергії, використовуваної одним або групою споживачів. Якщо кілька енергоспоживачів запитані від одного вимірюваного джерела, індивідуальне споживання енергії кожним із споживачів може вимірюватися шляхом включення і виключення різних навантажень і подальшим спостереженням за зміною величини енергоспоживання. Розглянемо як перевірки тест використовується для виявлення величини енергоспоживання однієї з двох установок, приєднаних до одного електролічильника (рис. 4.5).



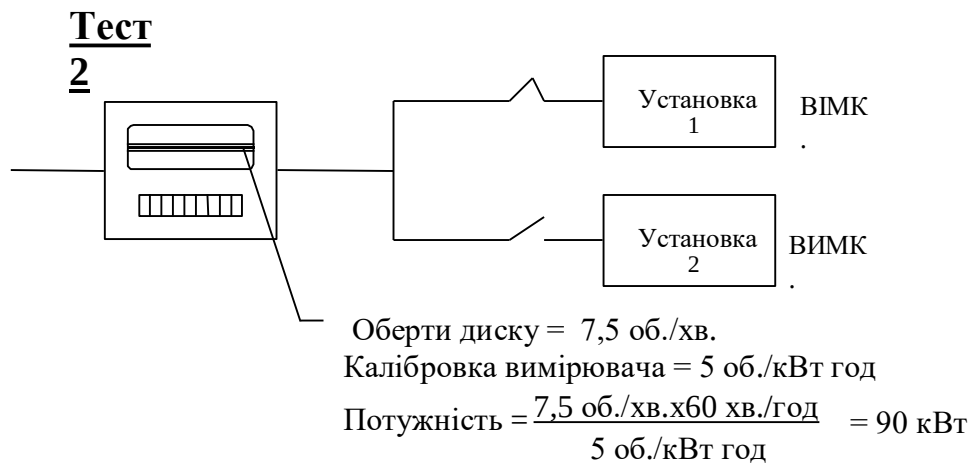


Рисунок 4.5. Перевірочний тест для виявлення величини енергоспоживання однієї із двох установок, приєднаних до одного електролічильника

У цьому прикладі МИТТЄВЕ споживання електроенергії розраховується шляхом визначення частоти обертів диска, що обертається в електролічильнику. Перевірочні тести також застосовні до інших типів лічильників, наприклад, до газових та парових. Хоча в таких лічильниках немає обертів диска, частоту оборотів яких можна виміряти, ми можемо простежити час, за яке переміститься стрілка лічильника. Таким чином, принцип залишається той же, хоча період зняття показань може тривати. Для отримання точних результатів перевірочних тестів ми повинні бути впевнені в тому, що енергоспоживання тестованого устаткування знаходиться на нормальному рівні і не змінюється протягом періоду тестування, наприклад, автоматичними системами управління.

Інші приклади використання перевірочних тестів:

- **Електропостачання виробничого обладнання та освітлення**, коли виробничий процес зупиняється (наприклад, під час обіду або в кінці робочого дня), освітлення на кілька хвилин залишається включеним. За умови, що вимкнено все обладнання виробничого приміщення, прив'язане до одного

лічильника, ви зможете точно визначити кількість електроенергії, споживаної освітленням.

- **Стиснене повітря**, коли виробничий процес зупиняється і немає потреби в стислому повітрі (наприклад, в разі застосування пневматичних систем управління) залиште повітряні компресори включеними. Споживана компресорами енергія вкаже на розмір витоків стисненого повітря. Якщо включення / вимикання компресорів контролюється, вам слід виміряти час завантаженості / незавантаженості компресорів, щоб оцінити рівень втрат повітря і кількість спожитої електроенергії.

Перевірочні тести зазвичай найбільш ефективні при включенні всього обладнання і відключенні потім різних навантажень в різні інтервали часу. Дана система не завжди спрацьовує в зворотному напрямку, так як деякі енергоспоживачі (а саме, флюоресцентні лампи, двигуни, системи стисненого повітря) споживають більше енергії при включенні, ніж в період операційного процесу.

Перевірочні тести застосовують виключно щодо обладнання, яке споживає протягом тестування постійне кількість енергії. Наприклад, автоматичне включення і відключення устаткування в період тестування (холодильники) може дати помилковий результат.

Лекція 5 Енергетичний аудит РЕМ

Електрична мережа є сукупністю сполучених між собою підстанцій (ПС) і ліній електропередачі (ЛЕП).

Розрізняють такі види електричної мережі: системоутворювальна - електрична мережа, що об'єднує електростанції та забезпечує їхнє функціонування як єдиного об'єкта управління, одночасно здійснюючи видачу потужності електростанцій; розподільна - електрична мережа, що забезпечує розподіл електроенергії від джерел живлення (ДЖ).

Джерелом живлення називається розподільний пристрій (РП) електростанції або РП вторинної напруги ПС, від якого постачаються енергією мережі цієї напруги.

Підстанцією називається електроприлад, призначений для перетворення та розподілу електроенергії. Знижувальна ПС, що перетворює напругу до рівня, за якого електроенергія споживається електроприймачами, умовно позначається ТП (трансформаторна підстанція).

Приймачем електричної енергії, або електроприймачем (ЕП) називається апарат, агрегат, механізм, призначений для перетворення електричної енергії на інший вид енергії.

Примітка. Електроенергія може розподілятися не лише на ПС, але й на розподільних пунктах - пристроях, призначених для прийому і розподілу електроенергії на одному класі напруги (без перетворення і трансформації), що не входять до складу ПС.

Лінією електропередачі називається електроприлад, призначений для передачі електроенергії.

Споживачем електроенергії (ЕС) називається ЕП або група ЕП, об'єднані загальним технологічним процесом і розташовані на певній території.

Окрім перерахованих понять і визначень, у технічній літературі широко застосовуються терміни: електроприлад - сукупність машин, апаратів, ліній і

допоміжного устаткування (разом зі спорудами і приміщеннями, у яких вони встановлені), призначені для виробництва, перетворення, трансформації, передачі, розподілу електроенергії та перетворення її на інший вид енергії; електропостачання - забезпечення споживачів електроенергією; система електропостачання - сукупність електроприладів, призначених для забезпечення споживачів електроенергією.

Енергетика України - стратегічна галузь національної економіки - основа функціонування загальнодержавного комплексу суспільного виробництва та забезпечення гідних умов життя населення.

Основою енергетики країни є Об'єднана енергетична система (ОЕС), що забезпечує централізоване електрозабезпечення внутрішніх споживачів, взаємодію з енергосистемами суміжних країн, експорт та імпорт електроенергії. ОЕС України включає 8 регіональних електроенергетичних систем - Донбаську, Дніпропетровську, Західну, Кримську, Південну, Південно-Західну, Північну та Центральну, що пов'язані між собою системоутворювальними й міждержавними ЛЕП 750 і 330-500 кВ.

5.1. Вимоги до розподільних електричних мереж

До електричних мереж, які служать для передачі електроенергії від місця виробництва до місця вжитку та розподілу електроенергії між споживачами, висуваються такі вимоги:

забезпечувати надійне, а для ЕС I категорії безперебійне електропостачання. Під надійністю мережі розуміють вірогідність безвідмовної її роботи впродовж заданого часу при забезпеченні необхідної якості електроенергії. Надійним вважається електропостачання, при якому в разі аварійних пошкоджень елементів мережі живлення ЕС відновлюється протягом часу, необхідного для виробництва ручних перемикань без виконання ремонту пошкодженого елемента. Безперебійним вважається електропостачання, при якому в разі аварійних пошкоджень живлення ЕС не порушується або має місце перерва в подачі електроенергії на час роботи автоматичних пристроїв;

постачати ЕС електроенергію необхідної якості. Якість електроенергії характеризується показниками, що визначають ступінь відповідності напруги та частоти в мережі їхнім нормованим значенням;

задовольняти умови економічності споруди й експлуатації. При цьому мають виконуватися також технічні вимоги, спрямовані на вживання найбільш досконалих технічних рішень і забезпечення якнайповнішого та раціональнішого використання устаткування. Економічність є найбільш загальним критерієм, що розглядається спільно з вимогами надійності електропостачання. Щоб мережа була економічною, необхідний вибір найбільш доцільних конфігурацій, напруги, перетинів дротів і т.д. Тому варіанти рішень оцінюються (порівнюються між собою) за встановленими наразі критеріями економічної ефективності капітальних вкладень [7].

Електричні мережі повинні забезпечувати безпеку і зручність експлуатації, а також можливість розвитку без докорінного переоблаштування. Обов'язковою умовою є випереджаючий розвиток електричних мереж в електроенергетиці (при випереджаючому розвитку енергетики в народному господарстві).

5.2 Структура, призначення та принцип роботи розподільчих електромереж (РЕМ)

Електричної підстанцією називають електроустановку, що служить для перетворення і розподілу електроенергії і складається з трансформаторів або інших перетворювачів енергії, розподільного пристрою, пристрою управління і допоміжних споруд.

Залежно від функції вони називаються трансформаторними (ТП) або преосвітніми (ПП). Підстанцію називають комплектної - КТП (КПП) - при поставці трансформаторів (перетворювачів), щита низької напруги та інших елементів в зібраному вигляді або в візі, повністю підготовленому для збірки.

Електричні підстанції служать для прийому, перетворення і розподілу електроенергії, виконуються на всі щаблі напруги, можуть бути підвищують якщо знаходяться в безпосередній близькості від електростанцій і перетворюють

для передачі від них в мережу електроенергію більш високої напруги) або знижувальними (до них належить переважна кількість підстанцій, від яких здійснюється електропостачання споживачів).

Призначення, потужність і рівні напруги електричної підстанції визначаються схемою і конфігурацією електричної мережі, в якій вона експлуатується, характером і навантаженнями приєднаних споживачів електроенергії. Розрізняють в основному такі види електричних підстанцій:

- тупикові (кінцеві);
- відгалужувальні, приєднані до проходять поблизу ПЛ; проміжні, службовці для харчування своїх споживачів; транзитні (у великій кількості випадків - вузлові), призначені не тільки для харчування споживачів, але і для передачі потоків потужності в суміжні мережі своєї та сусідніх енергосистем;
- перетворюючі - для передачі і прийому електричної потужності на постійному струмі;
- тягові - для харчування електротяги мереж. Конструктивно розподільні пристрої електричних підстанцій можуть виконуватися відкритими (основне обладнання розташовується на відкритому повітрі) або закритими (в міських умовах, в місцях з незадовільними умовами навколишнього середовища), по своїй відомчій належності підстанції перебувають у віданні енергосистем або промислових та інших споживачів електроенергії.

Принцип роботи КТПН 110/10 кВ пояснюється на рис. 5.1, 5.2. Електрична енергія через повітряний роз'єднувач 110 кВ, портал, , вихлопний запобіжник чи масляний вимикач 110 кВ, потрапляє на первинну обмотку трансформатора. В трансформаторі електрична енергія напругою 110 кВ за рахунок явища взаємоіндукції перетворюється у вторинній обмотці в електричну енергію напругою 10 кВ, яка поступає в комплектний розподільчий устрій (КРУ) де розподіляється по споживачам. У вхідної і вихідних лініях КРУ 10 кВ розташовані масляні вимикачі, які призначені для вмикання та

розмикання електричної мережі як в номінальному так і в аварійному режимах. В номінальному режимі лінію розмикають вручну, а в аварійному – автоматично.

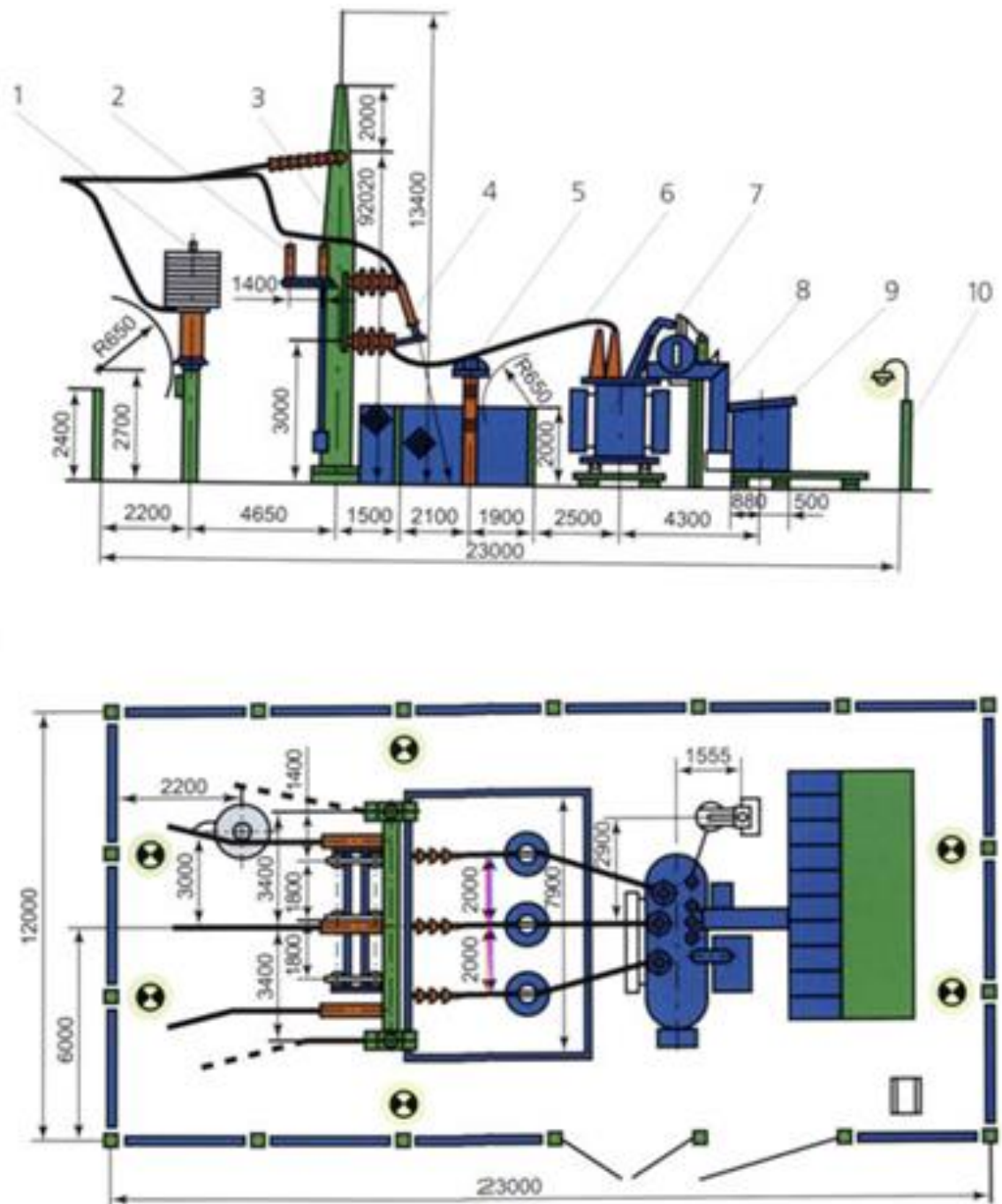


Рисунок 5.1 - Комплектна трансформаторна підстанція на 110/10 кВ: 1 - апаратура високочастотне зв'язку; 2 - роз'єднувач; 3 - портал; 4 - вихлопної

5.2. Принципи проведення аудиту РЕМ.

1. Визначення функцій та основних складових енергетичного аудиту РЕМ.

РЕМ це не енергозатратна організація і не виробниче підприємство. На власні потреби РЕМ використовують не великі обсяги енергії і продукцію не випускає. Але РЕМ - це енерготранспортна організація, через яку протікають великі обсяги енергії. Тому у більшості випадків специфіка проведення енергетичного аудиту РЕМ полягає у створенні систем моніторингу технічного стану у напрямку попередження аварійних ситуацій та зменшення комерційних втрат за рахунок впровадження систем автоматизації обліку споживання та контролю управління електричною енергією (АОСКУЕ).

Поняття моніторинг визначають як безперервне стеження за певним процесом з метою виявлення його відповідності бажаному результату, а також прогнозування та запобігання критичним ситуаціям.

Тобто, моніторинг технічного стану електричних мереж – це науково обґрунтована система регулярного визначення технічних параметрів об'єктів розподільчих електричних мереж, яку виконують державні структури спільно з ЕПО для вирішення наступних завдань:

- визначення рівня надійності об'єкту в цілому (електричних мереж ЕПО) та його окремих складових (повітряних та кабельних ліній, трансформаторних підстанцій тощо);
- забезпечення як оперативними даними для виявлення раптових змін, так і даними, що спостерігаються на тривалих проміжках часу, для довгострокового аналізу інформації;
- надання можливості складання звітів, виданні попереджень при зниженні надійності роботи електричних мереж, збереження усіх отриманих даних та ведення постійного аналізу окремих об'єктів;
- надання реальної основи для прийняття рішень щодо проведення модернізації та вчасного обслуговування об'єктів електричних мереж.

Така система моніторингу повинна відповідати наступним вимогам: об'єктивність даних моніторингу, забезпечення повноти і своєчасності подання інформації, визначеність алгоритмів обробки одержаної інформації, а також наявність певної системи управління, яка забезпечить гнучкість впровадженої системи у досягненні цілей моніторингу.

Можна виділити різні види моніторингу. Наприклад, для формування щорічних інвестиційних програм ЕПО здійснює тактичний моніторинг технічного стану усіх об'єктів електричних мереж 0,4–110 (150) кВ, узагальнюючи результати моніторингу, проведені на рівні окремих РЕМ.

Таблиця 5.1 Класифікація видів моніторингу технічного стану розподільчих мереж

Критерій класифікації	Види моніторингу
<i>За класом напруги</i>	- моніторинг мереж 154, 110 кВ, - моніторинг мереж 27, 35 кВ, - моніторинг мереж 10, 6, 3 кВ, - моніторинг мереж 0,38 кВ
<i>За об'єктом спостереження</i>	- моніторинг силових трансформаторів, - моніторинг кабельних ліній, - моніторинг повітряних ліній
<i>За рівнем проведення</i>	- на рівні району електромереж (РЕМ), - на рівні електропередавальної організації (ЕПО), - на рівні ОЕС України
<i>За часовим горизонтом</i>	- оперативний, - тактичний, - стратегічний
<i>За періодичністю</i>	- безперервний, - періодичний (календарна чи поетапна форми)

У якості основних елементів системи моніторингу можна виділити суб'єкт та об'єкт моніторингу, а також контрольовані показники.

Оцінювання технічного стану розподільчих мереж проводиться за формою 56-енерго з періодичністю один раз на рік. ЕПО, які здійснюють постачання електричної енергії за регульованим тарифом, подають інформацію про технічний стан об'єктів електричних мереж Держенергонагляду та до Головного інформаційно-обчислювального центру Міністерства енергетики та вугільної промисловості України (Міненерговугілля). Отже, суб'єктами моніторингу виступають Міненерговугілля, Держенергонагляд та опосередковано Національна комісія регулювання електроенергетики України (НКРЕ) (на етапі затвердження інвестиційних програм), хоча інформацію для аналізу надає безпосередньо сама ЕПО.

Об'єкт моніторингу технічного стану розподільчі електричні мережі.

Відповідно до затвердженої форми звітності оцінюється вісім груп об'єктів: ПЛ 110-150 кВ, ПЛ 35 кВ, ПЛ 6-20 кВ, ПЛ до 1000 кВ, ПС 110-150 кВ, ПС 35 кВ, ТП 6-20 кВ та РП 6-20 кВ.

Варто зазначити, що система оцінювання не охоплює кабельні лінії електропередачі, що унеможлиблює моніторинг технічного стану мереж 10 (6) кВ міських ЕПО (Київенерго, Севастопольенерго).

Обов'язковою складовою системи моніторингу є показники, що використовуються для оцінювання. Очевидно, що ці критерії повинні відповідати меті проведення моніторингу, бути простими, зрозумілими та мати уніфікований характер для різних об'єктів оцінювання. Шкала якісної оцінки технічного стану, передбачена формою 56- енерго, може вважатися такою, що задовольняє ці вимоги. Стосовно середньої кількісної оцінки, то тут має місце деяка двозначність. У звітній формі використовується дві оцінки – фактична та прогнозна кількість відключень на одиницю обладнання. Фактична розраховується за даними обліку технологічних порушень у звітному році, прогнозна – за даними переліку дефектів, задокументованих у встановленому порядку. Оскільки технологічні порушення, що фактично мали місце у звітному році, можуть бути спричинені не лише дефектами обладнання, а й стихійними явищами, помилковими діями персоналу, станом трас тощо, фактична кількість відключень не може бути прямим критерієм визначення технічного стану.

Суб'єкт моніторингу: - активний контроль: Міненерговугілля, НКРЕ, Держенергонагляд виконання: ЕПО

Об'єкт моніторингу: ПЛ, ПС 110-150 кВ, ПЛ, ПС 35 кВ, ПЛ, ТП(РП) 6-20 кВ, ПЛ до 1000 кВ, КЛ 6-20 кВ

Якісні та кількісні показники: мережі 35-110 (150) кВ – пооб'єктно; мережі 0,4-20 кВ – узагальнені дані.

5.3 Нормативно - правова база для проведення моніторингу технічного стану

Оцінювання технічного стану основних груп об'єктів електричних мереж має спільну основу, яка полягає у визначенні дефектності

конструктивних елементів досліджуваної лінії чи підстанції . Проте , як видно з табл . 5.2, шкали , що використовуються для оцінювання мереж 0,4-20 кВ та 35-150 кВ , у різних нормативних документах відрізняються.

Таблиця 5.2 - Нормативне забезпечення організації оцінювання технічного стану

Група об'єктів електричних мереж	Нормативний документ	Коротка характеристика методології оцінювання
ПЛ 110 – 150 кВ	СОУ-Н ЕЕ 20.571:2007 Оцінка технічного стану повітряних ліній електропередавання напругою від 35 до 750 кВ.	Шкала оцінювання «нормальний», «задовільний», «обмежено працездатний», «аварійний» залежно від наявності дефектів і умов експлуатації
ПЛ 35 кВ		
ПЛ 6 – 20 кВ	СОУ-Н МПЕ 40.1.20.576:2005 Методичні вказівки з обліку та аналізу в енергосистемах технічного стану розподільчих мереж напругою 0,38-20 кВ з повітряними лініями електропередачі	Якісна оцінка за шкалою «добрий», «задовільний», «незадовільний» та «непридатний» відповідно до коефіцієнту дефектності. Кількісна оцінка за даними переліку зареєстрованих дефектів.
ПЛ до 1000 В		
ПС 110 – 150 кВ	СОУ-Н ЕЕ 20.572:2006 Методичні вказівки з обстеження металевих і залізобетонних порталів відкритих розподільчих установок напругою 35 - 750 кВ	Дозволяє оцінити лише технічний стан порталів ВРУ. Шкала оцінювання «нормальний», «задовільний», «непридатний до нормальної експлуатації», «аварійний» залежно від наявності дефектів і умов експлуатації
ПС 35 кВ		
ТП 6 – 20 кВ	СОУ-Н МПЕ 40.1.20.576:2005 Методичні вказівки з обліку та аналізу в енергосистемах технічного стану розподільчих мереж напругою 0,38-20 кВ з повітряними лініями електропередачі	Якісна оцінка за шкалою «добрий», «задовільний», «незадовільний» та «непридатний» відповідно до коефіцієнту дефектності. Кількісна оцінка за даними переліку зареєстрованих дефектів.
РП 6 – 20 кВ		

Лекція 6. АНАЛІЗ ПОТОКОВ ЕНЕРГІЇ

Щоб оцінити ефективність перетворення одного виду енергії в інший або визначити загальне споживання енергії, енергоаудитор в своїх розрахунках часто ґрунтується на вимірі різних потоків енергії. Це можуть бути первинні, вторинні або навіть третинні види енергоресурсів. Розрізняють енергетичні потоки вхідні та вихідні з обладнання. Розглянемо деякі приклади.

6.1. СИСТЕМИ ВЕНТИЛЯЦІЇ ТА КОНДИЦІОНУВАННЯ

Загальна структурна схема системи вентиляції представлена на рис 6.

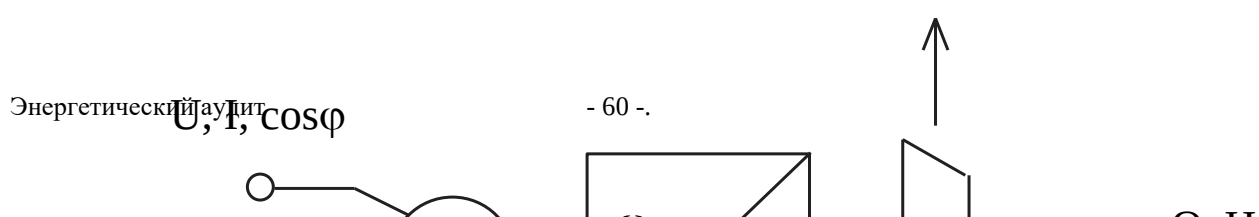


Рисунок 6.1 – Структурна схема системи вентиляції.

Вхідні потоки: електроенергія.

Потоки вихідні: потік повітря з певними фізичними властивостями (температурою, вологістю, швидкістю).

При проведенні енергоаудиту систем вентиляції та кондиціонування вимірюється споживана електрична енергія. Для оцінки виробленої корисної роботи можуть знадобитися виміру таких величин, як швидкість обертання валу двигуна, швидкість потоку повітря, створюваний перепад повного тиску та ін. Також необхідно звернути особливу увагу на втрати тепла з видається з приміщення повітря в разі використання витяжної вентиляції.

Якщо ставиться вимога підігріву або охолодження повітря, то в структурній схемі додається ще один елемент - кондиціонер, змінює фізичні властивості робочого тіла.

Вимірювання електричної потужності. Вимірювання споживаної вентиляційної установкою електричної потужності, як правило, здійснюється за допомогою ватметрів. Потужність трифазного струму, споживана двигуном, може бути заміряна двома однофазні ватметри або ваттметром трифазного струму. Необхідно зауважити, що часто застосовуються комплексні прилади, що дозволяють одночасно проводити вимірювання споживаної активної, реактивної, повної потужностей; фазного або лінійної напруги мережі живлення; електричного струму, споживаного навантаженням і коефіцієнта потужності. При відсутності перерахованого вище обладнання споживана

двигуном електрична потужність може бути визначена непрямым чином при вимірі напруги мережі живлення, споживаного струму і коефіцієнта потужності. Вимірювання цих величин можна проводити за допомогою вольтметра, амперметра і фазометра відповідно. У цьому випадку потужність розраховується за формулою:

$$P_{эл} = U \cdot I \cdot \cos(\varphi)$$

де U [В] - напруга мережі живлення;

I [А] - споживаний з мережі струм;

$\cos(\varphi)$ - коефіцієнт потужності.

Вимірювання механічної потужності. Вимірювальне обладнання, яке здійснює безпосереднє вимірювання механічної потужності, відсутня. Тому механічна потужність при обертальному русі може бути визначена непрямым способом за формулою:

$$P_{мех} = M \cdot \omega$$

де M [Н.м] – величина моменту, що розвиває двигун;

ω [с⁻¹] - частота обертання валу двигуна.

Вимірювання частоти обертання, як правило, проводиться за допомогою лічильників обертів, тахометрів і стробоскопів. Момент, що обертає може бути визначений за допомогою балансирного динамометра, який являє собою пристрій з хитним вузлом, момент рівноваги якого прямо пропорційний вимірюваній моменту. На практиці для визначення моменту, що розвивається двигуном, необхідно його від'єднання від системи вентиляції. При енергоаудит такий метод використовується вкрай рідко. При орієнтовних розрахунках для визначення крутного моменту і потужності, що розвиваються двигуном, допускається використання табл.2.

Таблиця 6.1 - Допустимий розрахунок обертаючого моменту й потужності

w/w_n	Без примусового охолодження		З примусовим охолодженням	
	M / M_n	P / P_n	M / M_n	P / P_n
1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
0,8	0,9	0,71	1,0	0,8
0,6	0,8	0,46	1,0	0,6
0,4	0,6	0,25	1,0	0,4
0,2	0,4	0,09	1,0	0,2

Іншим, і більш точним, способом визначення механічної потужності, що розвиває двигун, є вимір споживаної двигуном електричної потужності і аналітичне визначення втрат в двигуні. Тоді механічна потужність, що розвиває двигун на валу визначається за формулою:

$$P_{\text{мех}} = P_{\text{эл}} + \Delta P$$

де $P_{\text{эл}}$ - споживана двигуном електрична потужність;

ΔP - втрати в двигуні при фактичному завантаженні.

Вимірювальне обладнання, яке здійснює безпосереднє вимірювання аеродинамічної потужності, відсутня. Тому аеродинамічна потужність може бути визначена непрямым способом за формулою:

$$P_{\text{аеродин}} = Q \cdot H$$

де H [Па] - повний тиск (напір), що розвивається вентиляторної установкою, що представляє собою різницю повних тисків потоку при виході з вентиляційної установки і при вході в неї;

Q [м³/с] - продуктивність (об'ємний витрата), що представляє собою об'ємне кількість газу, що надходить в систему вентиляції установку за одиницю часу.

Повні тиски в різних перетинах воздухопровода можна визначити шляхом вимірювання статичного тиску, величина якого мало змінюється по перетину (за допомогою отвору в стінці або трубкою) і додавання до нього (в нагнітальній частини воздуховода, а у всмоктувальній - віднімання) динамічного тиску, обчисленого по середній швидкості:

$$H = P_{ст} \pm v^2 \cdot \frac{\rho}{2}$$

де $P_{ст}$ – величина вимірюного статичного тиску, Па;

v - середня швидкість потоку, м / с;

ρ - щільність повітря, кг/м³.

Якщо на даній ділянці є врізаний прилад для вимірювання витрати повітря (ротаметр, звуження потоку), то використовуються показання цього пристрою. На ділянках, де таких вимірників немає, об'ємні витрати визначається по середній швидкості потоку і геометричному розміру трубопроводу за формулою:

$$Q = v \cdot F$$

де v - середня швидкість потоку; [м/с]

F - площа поперечного перерізу на вимірюваній ділянці, [м²] .

Отже, для визначення аеродинамічної потужності необхідно застосування таких приладів:

- Для вимірювання тиску - рідинні манометри, мікроманометри;
- Для відбору тисків в трубопроводах - пневмометричні трубки;
- Для вимірювання швидкості потоку - чашкові і лопатеві анемометри, термоанемометри;
- Для визначення параметрів навколишнього повітря - барометри (для вимірювання атмосферного тиску), різного роду термометри (для вимірювання температури), психрометри (для визначення вологості повітря).

Необхідно відзначити, що в даний час є комплексні прилади, що дозволяють одночасно проводити вимірювання швидкості, тиску та температури потоку повітря; температури і вологості повітря навколишнього середовища та ін.

Таким чином при проведенні аудиту систем вентиляції:

- **вимірюється:** електроенергія, споживана двигуном, напруга, струм, коефіцієнт потужності, частота обертання приводу, статичну і динамічну тиск.
- **оцінюється:** механічна потужність, втрати в двигуні і розподільних мережах.
- **розраховується:** момент, що обертає, аеродинамічна потужність, об'ємні витрати повітря.

Лекція 6.2 СИСТЕМИ ОХОЛОДЖЕННЯ

Система охолодження - це комплекс обладнання, що забезпечує цикл перетворення енергії, при якому кількість теплоти, що відводиться конденсатором (і за допомогою інших поверхневих втрат) дорівнює кількості енергії, поглиненої випарником плюс електроенергія, споживана компресором. Таким чином, вимірявши будь-які два з цих компонентів, ми можемо розрахувати третій. Цим ми не тільки визначимо загальну кількість спожитої

енергії, а й дізнаємося, наскільки добре працює система. На рис. 6.2 показана парокомпресійна система охолодження, в якій, як робоче тіло використовується охолоджена вода, а також градирня водяного охолодження відкритого циркулювання, в якій, як засіб ефективного охолодження конденсату, використовується принцип паропоглинання.

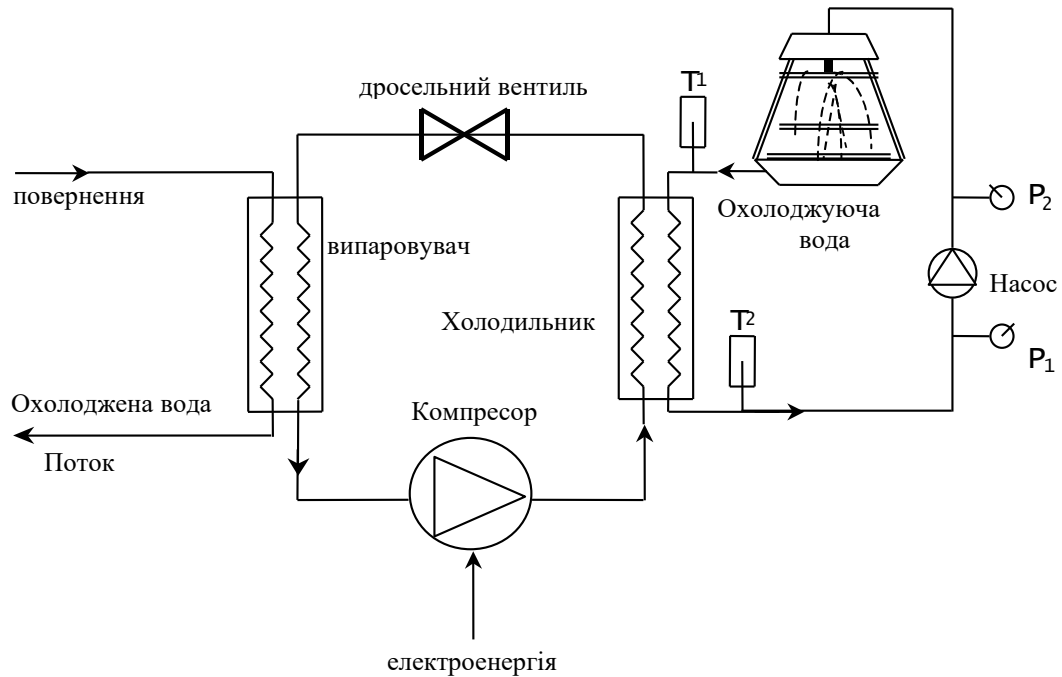


Рисунок 6.2 - Парокомпресійна система охолодження

Вхідні потоки: електроенергія, теплота, поглинена з холодоносія.

Потоки вихідні: теплота, відведена конденсатором; тепловтрати компресора.

Тут енергоаудиторів слід сфокусувати увагу на фактичній ефективності системи, зокрема, на розрахунку коефіцієнта ефективності (CoP) системи і ефективності роботи стояка водяного охолодження. У цьому прикладі електроспоживання вимірюється стаціонарним або тимчасово встановленим лічильником, в той час як кількість відведеного тепла в градирні водяного охолодження обчислюється шляхом вимірювання температур охолоджуючої води в подавальному і зворотному трубопроводах і перерахунком різниці температур в коефіцієнт енергопотоків. Дане обчислення здійснюється множенням теплоємності води на швидкість потоку, який визначається або

шляхом вимірювання різниці тиску в насосі або шляхом використання накладного витратоміра. Ставлення виділеної теплоти до спожитої електроенергії позначається як $CoP(H)$, тобто CoP тепла (коефіцієнт теплопродуктивності). За визначенням, співвідношення між CoP тепла і CoP охолодження - $CoPR (R)$ (відношення охолодження до електрики), задається формулою:

$$CoPR (R) = CoP(H) - 1$$

Таким чином, ми можемо порівняти CoP розраховане з CoP очікуваним, заснованим на даних підприємства. Це допоможе визначити операційну ефективність і виявити можливості енергозбережень.

Інша область дослідження - це градирня водяного охолодження. В даному випадку слід виміряти параметри навколишнього повітря і параметри повітря, що нагнітається з вершини градирні водяного охолодження, з урахуванням показань сухого і змоченого термометрів. Якщо температура охолодженої води, що повертається в конденсатор, відрізняється від температури навколишнього повітря за показаннями зволоженого термометра в межах $2\text{ }^{\circ}\text{C}$, тоді для багатьох систем це показник високої ефективності. Повітря, що входить в градирню водяного охолодження, повинен бути насичений приблизно на 70% - 90%. Якщо насичення менше зазначеного, це свідчить про надмірну штучну вентиляції (якщо така є) по відношенню до кількості води, що підлягає охолодженню або про те, що градирні водяного охолодження потрібний ремонт, а саме, модернізація системи розпилення води і поверхонь теплопередачі.

Якщо насичення перевищує вказане, це свідчить про те, що в градирні водяного охолодження подається недостатній потік повітря, крім випадків, коли висока вологість є результатом дуже високої вологості навколишнього середовища.

Таким чином при проведенні аудиту систем охолодження:

- **вимірюється:** електроенергія, споживана компресором; збільшення температури в охолоджувальному контурі; збільшення тиску за допомогою накачування води, що охолоджує.
- **оцінюється:** норма витрати охолоджувальної води.
- **розраховується:** теплота, відведена конденсатором; витрати охолоджуючої води; різниця температур; питома теплоємність; коефіцієнт ефективності.

6.3. СИСТЕМИ ВЕНТИЛЯЦІЇ ТА КОНДИЦІОНУВАННЯ

Загальна структурна схема системи вентиляції представлена на рис 6.3

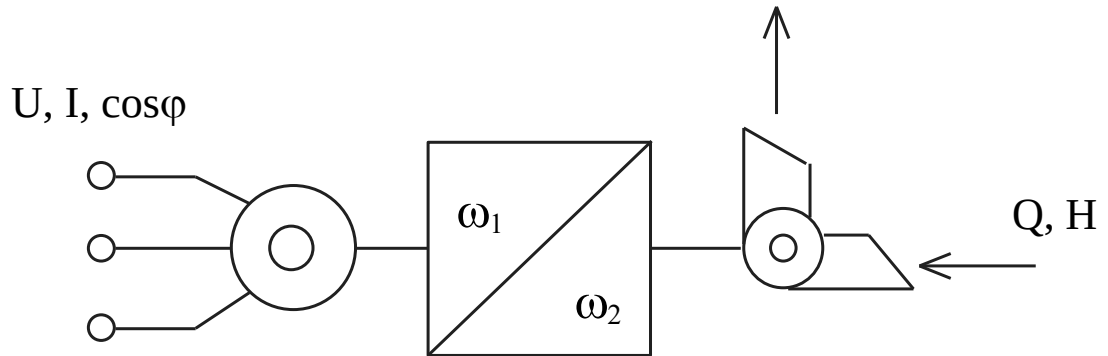


Рисунок 6.3 – Структурна схема системи вентиляції.

Вхідні потоки: електроенергія.

Потоки вихідні: потік повітря з певними фізичними властивостями (температурою, вологістю, швидкістю).

При проведенні енергоаудиту систем вентиляції та кондиціонування вимірюється споживана електрична енергія. Для оцінки виробленої корисної роботи можуть знадобитися виміру таких величин, як швидкість обертання валу двигуна, швидкість потоку повітря, створюваний перепад повного тиску та ін. Також необхідно звернути особливу увагу на втрати тепла з видається з приміщення повітря в разі використання витяжної вентиляції.

Якщо ставиться вимога підігріву або охолодження повітря, то в структурній схемі додається ще один елемент - кондиціонер, змінює фізичні властивості робочого тіла.

Вимірювання електричної потужності. Вимірювання споживаної вентиляційної установкою електричної потужності, як правило, здійснюється за допомогою ватметрів. Потужність трифазного струму, споживана двигуном, може бути заміряна двома однофазні ватметри або ваттметром трифазного струму. Необхідно зауважити, що часто застосовуються комплексні прилади,

що дозволяють одночасно проводити вимірювання споживаної активної, реактивної, повної потужностей; фазного або лінійної напруги мережі живлення; електричного струму, споживаного навантаженням і коефіцієнта потужності. При відсутності перерахованого вище обладнання споживана двигуном електрична потужність може бути визначена непрямым чином при вимірі напруги мережі живлення, споживаного струму і коефіцієнта потужності. Вимірювання цих величин можна проводити за допомогою вольтметра, амперметра і фазометра відповідно. У цьому випадку потужність розраховується за формулою:

$$P_{эл} = U \cdot I \cdot \cos(\varphi)$$

де U [В] - напруга мережі живлення;

I [А] - споживаний з мережі струм;

$\cos(\varphi)$ - коефіцієнт потужності.

Вимірювання механічної потужності. Вимірювальне обладнання, яке здійснює безпосереднє вимірювання механічної потужності, відсутня. Тому механічна потужність при обертальному русі може бути визначена непрямым способом за формулою:

$$P_{мех} = M \cdot \omega$$

де M [Н.м] – величина моменту, що розвиває двигун;

ω [с⁻¹] - частота обертання валу двигуна.

Вимірювання частоти обертання, як правило, проводиться за допомогою лічильників обертів, тахометрів і стробоскопів. Момент, що обертає може бути визначений за допомогою балансирного динамометра, який являє собою пристрій з хитним вузлом, момент рівноваги якого прямо пропорційний вимірюваній моменту. На практиці для визначення моменту, що розвивається двигуном, необхідно його від'єднання від системи вентиляції. При енергоаудит

такий метод використовується вкрай рідко. При орієнтовних розрахунках для визначення крутного моменту і потужності, що розвиваються двигуном, допускається використання табл. 6.2.

Таблиця 6.2 - Допустимий розрахунок обертаючого моменту й потужності

w/w_n	Без примусового охолодження		З примусовим охолодженням	
	M / M_n	P / P_n	M / M_n	P / P_n
1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
0,8	0,9	0,71	1,0	0,8
0,6	0,8	0,46	1,0	0,6
0,4	0,6	0,25	1,0	0,4
0,2	0,4	0,09	1,0	0,2

Іншим, і більш точним, способом визначення механічної потужності, що розвиває двигун, є вимір споживаної двигуном електричної потужності і аналітичне визначення втрат в двигуні. Тоді механічна потужність, що розвиває двигун на валу визначається за формулою:

$$P_{\text{мех}} = P_{\text{эл}} + \Delta P$$

де $P_{\text{эл}}$ - споживана двигуном електрична потужність;

ΔP - втрати в двигуні при фактичному завантаженні.

Вимірювальне обладнання, яке здійснює безпосереднє вимірювання аеродинамічної потужності, відсутня. Тому аеродинамічна потужність може бути визначена непрямым способом за формулою:

$$P_{aеродин} = Q \cdot H$$

де H [Па] - повний тиск (напір), що розвивається вентиляторної установкою, що представляє собою різницю повних тисків потоку при виході з вентиляційної установки і при вході в неї;

Q [м³/с] - продуктивність (об'ємний витрата), що представляє собою об'ємне кількість газу, що надходить в систему вентиляції установку за одиницю часу.

Повні тиски в різних перетинах воздухопровода можна визначити шляхом вимірювання статичного тиску, величина якого мало змінюється по перетину (за допомогою отвору в стінці або трубкою) і додавання до нього (в нагнітальній частини воздуховода, а у всмоктувальній - віднімання) динамічного тиску, обчисленого по середній швидкості:

$$H = P_{ст} \pm v^2 \cdot \frac{\rho}{2}$$

де $P_{ст}$ – величина вимірюного статичного тиску, Па;

v - середня швидкість потоку, м / с;

ρ - щільність повітря, кг/м³.

Якщо на даній ділянці є врізаний прилад для вимірювання витрати повітря (ротаметр, звуження потоку), то використовуються показання цього пристрою. На ділянках, де таких вимірників немає, об'ємні витрати визначається по середній швидкості потоку і геометричному розміру трубопроводу за формулою:

$$Q = v \cdot F$$

де v - середня швидкість потоку; [м/с]

F - площа поперечного перерізу на вимірюваній ділянці, [м²].

Отже, для визначення аеродинамічної потужності необхідно застосування таких приладів:

- Для вимірювання тиску - рідинні манометри, мікроманометри;
- Для відбору тисків в трубопроводах - пневмометричні трубки;
- Для вимірювання швидкості потоку - чашкові і лопатеві анемометри, термоанемометри;
- Для визначення параметрів навколишнього повітря - барометри (для вимірювання атмосферного тиску), різного роду термометри (для вимірювання температури), психрометри (для визначення вологості повітря).

Необхідно відзначити, що в даний час є комплексні прилади, що дозволяють одночасно проводити вимірювання швидкості, тиску та температури потоку повітря; температури і вологості повітря навколишнього середовища та ін.

Таким чином при проведенні аудиту систем вентиляції:

- **вимірюється:** електроенергія, споживана двигуном, напруга, струм, коефіцієнт потужності, частота обертання приводу, статичну і динамічну тиск.
- **оцінюється:** механічна потужність, втрати в двигуні і розподільних мережах.
- **розраховується:** момент, що обертає, аеродинамічна потужність, об'ємні витрати повітря.

6.4 СИСТЕМИ ОХОЛОДЖЕННЯ

Система охолодження - це комплекс обладнання, що забезпечує цикл перетворення енергії, при якому кількість теплоти, що відводиться конденсатором (і за допомогою інших поверхневих втрат) дорівнює кількості енергії, поглиненої випарником плюс електроенергія, споживана компресором. Таким чином, вимірявши будь-які два з цих компонентів, ми можемо розрахувати третій. Цим ми не тільки визначимо загальну кількість спожитої енергії, а й дізнаємося, наскільки добре працює система. На рис. 6.4 показана парокомпресійна система охолодження, в якій, як робоче тіло використовується охолоджена вода, а також градирня водяного охолодження відкритого циркулювання, в якій, як засіб ефективного охолодження конденсату, використовується принцип паропоглинання.

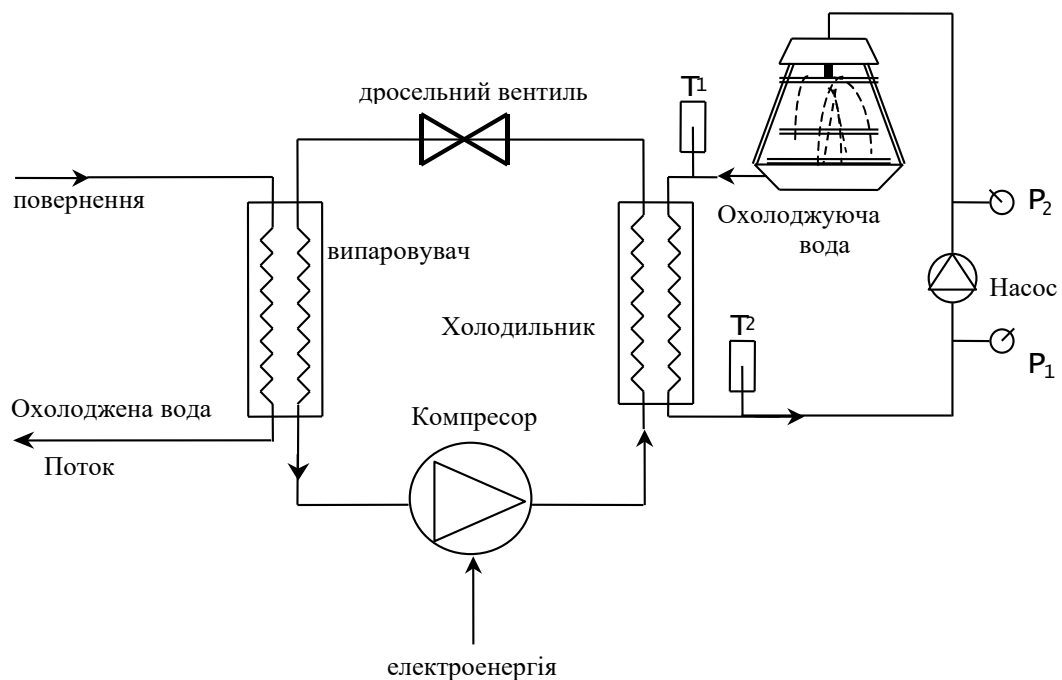


Рисунок 6.4 - Парокомпресійна система охолодження

Вхідні потоки: електроенергія, теплота, поглинена з холодоносія.

Потоки вихідні: теплота, відведена конденсатором; тепловтрати компресора.

Тут енергоаудиторів слід сфокусувати увагу на фактичній ефективності системи, зокрема, на розрахунку коефіцієнта ефективності (CoP) системи і

ефективності роботи стояка водяного охолодження. У цьому прикладі електроспоживання вимірюється стаціонарним або тимчасово встановленим лічильником, в той час як кількість відведеного тепла в градирні водяного охолодження обчислюється шляхом вимірювання температур охолоджуючої води в подавальному і зворотному трубопроводах і перерахунком різниці температур в коефіцієнт енергопотоків. Дане обчислення здійснюється множенням теплоємності води на швидкість потоку, який визначається або шляхом вимірювання різниці тиску в насосі або шляхом використання накладного витратоміра. Ставлення виділеної теплоти до спожитої електроенергії позначається як $CoP(H)$, тобто CoP тепла (коефіцієнт теплопродуктивності). За визначенням, співвідношення між CoP тепла і CoP охолодження - $CoPR (R)$ (відношення охолодження до електрики), задається формулою:

$$CoPR (R) = CoP(H) - 1$$

Таким чином, ми можемо порівняти CoP розраховане з CoP очікуваним, заснованим на даних підприємства. Це допоможе визначити операційну ефективність і виявити можливості енергозбережень.

Інша область дослідження - це градирня водяного охолодження. В даному випадку слід виміряти параметри навколишнього повітря і параметри повітря, що нагнітається з вершини градирні водяного охолодження, з урахуванням показань сухого і змоченого термометрів. Якщо температура охолодженої води, що повертається в конденсатор, відрізняється від температури навколишнього повітря за показаннями зволоженого термометра в межах $2^{\circ}C$, тоді для багатьох систем це показник високої ефективності. Повітря, що входить в градирню водяного охолодження, повинен бути насичений приблизно на 70% - 90%. Якщо насичення менше зазначеного, це свідчить про надмірну штучну вентиляції (якщо така є) по відношенню до кількості води, що підлягає охолодженню або про те, що градирні водяного охолодження потрібний

ремонт, а саме, модернізація системи розпилення води і поверхонь теплопередачі.

Якщо насичення перевищує вказане, це свідчить про те, що в градирні водяного охолодження подається недостатній потік повітря, крім випадків, коли висока вологість є результатом дуже високої вологості навколишнього середовища.

Таким чином при проведенні аудиту систем охолодження:

- **вимірюється:** електроенергія, споживана компресором; збільшення температури в охолоджувальному контурі; збільшення тиску за допомогою накачування води, що охолоджує.
- **оцінюється:** норма витрати охолоджувальної води.
- **розраховується:** теплота, відведена конденсатором; витрати охолоджуючої води; різниця температур; питома теплоємність; коефіцієнт ефективності.

6.5 Енергетичний аудит парогенеруючих котлів

Потоки входять: паливо, повітря, живильна вода. Потоки вихідні: вироблений пар, відпрацьовані газы, продування, тепловтрати. В даному випадку ми можемо виміряти не тільки величину споживання палива, але і кількість спожитої живильної води, виробленого пара, а також параметри вихідних газів. Ця інформація дасть нам відомості про ефективність роботи котла і кількості пара, а також про втрати. На рис. 6.5 показані різні вимірювані енергетичні потоки всередині котельні. Розглянемо, як можна аналізувати ці потоки з метою визначення інших параметрів.

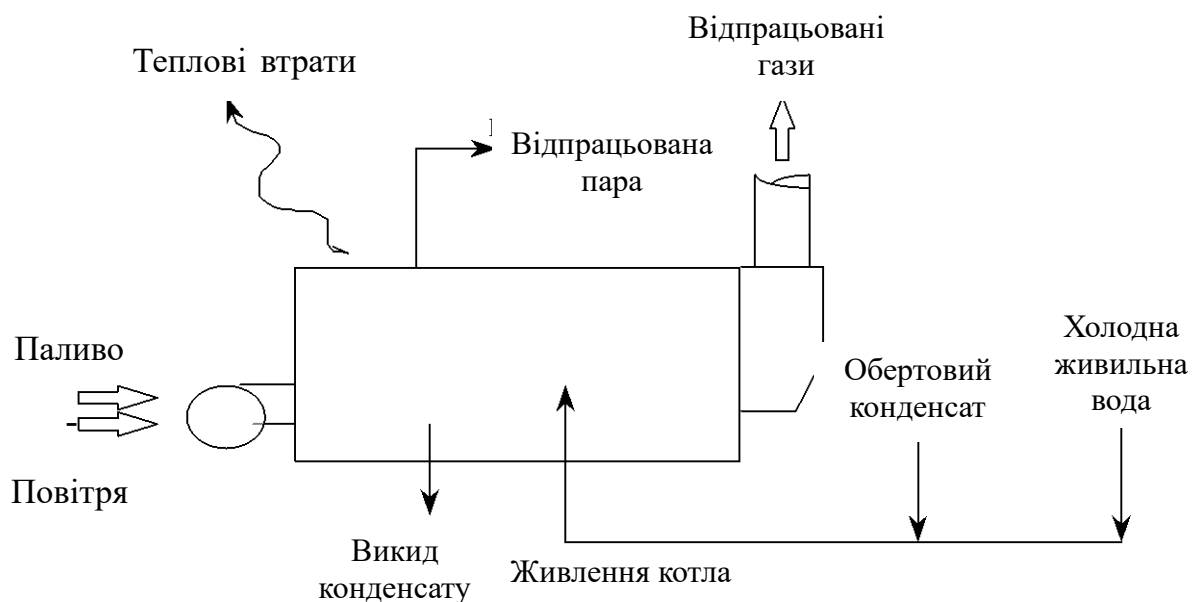


Рисунок 6.5 - Енергетичні потоки в тепловому котлі.

Потоки води і пара

Вимірюється: пара, холодна живильна вода.

Оцінюється: Скидання конденсату

Визначається: Відсоток поворотного конденсату.

Енергопотоки

Вимірюється: витрата палива, вироблений пар.

Оцінюється: тепловтрати вихлопу.

Визначається: ефективність горіння, інші втрати котла.

Ми знаємо що, загальний обсяг живильної холодної води дорівнює сумі надходить з котла гарячої води і інших втрат системи (а саме, заплановані втрати, такі як системи упорскування пара і неконтрольовані втрати, такі як викид і витік пара). Ми можемо легко оцінити втрати при скиданні (засновані на тиск котла, розміри труб для скидання і їх довжини) і, таким чином, визначити суму всіх інших втрат пара / конденсату. Цю величину потім можна порівняти із запланованими і незапланованими втратами, щоб виявити область поліпшення. Ще один корисний показник ефективності, величина втрат пара, знаходиться як відсоток від загальної кількості виробленої пари. Аналогічно, якщо ми вимірюємо потік палива і кількість виробленої пари, ми можемо підрахувати фактичну ефективність котла за період часу. Порівнюючи цю величину з даними тесту аналізу горіння, ми можемо або виявити невідповідність величин один одному або використовувати кожен набір даних для перевірки точності інших величин. Якщо обидва розрахунку ефективності відповідають один одному, можна прорахувати втрати поза процесом горіння, такі як випромінювання і конвекція, втрати при скиданні і втрати коротких циклів.

Енергетичний аудит теплообмінників

- **Потоки вхідні:** гарячий пар (перед охолодженням), холодна вода (перед нагріванням)
- **Потоки вихідні:** гаряча вода (після нагрівання), холодний пар (конденсат після охолодження).
- Добре ізольований теплообмінник має незначні втрати тепла, тому на практиці кількість тепловтрат гарячого потоку, що надходить в теплообмінник дорівнює кількості пара, отриманого холодним потоком, що входять в теплообмінник. Таким чином, вимірюючи кількість енергії, споживаної з одного потоку рідини або отриманої ним, ми можемо розрахувати енергію, отриману іншим потоком рідини або відбирається з нього. Якщо теплообмінники мають значні тепловтрати, ми повинні вміти прорахувати їх і

визначити, з огляду на конструкцію теплообмінника, врахувати тепловтрати у відповідному потоці робочого тіла. На рис. 6.6 показана конфігурація типового калорифера, який виділяє з пара теплоту для отримання гарячої води.

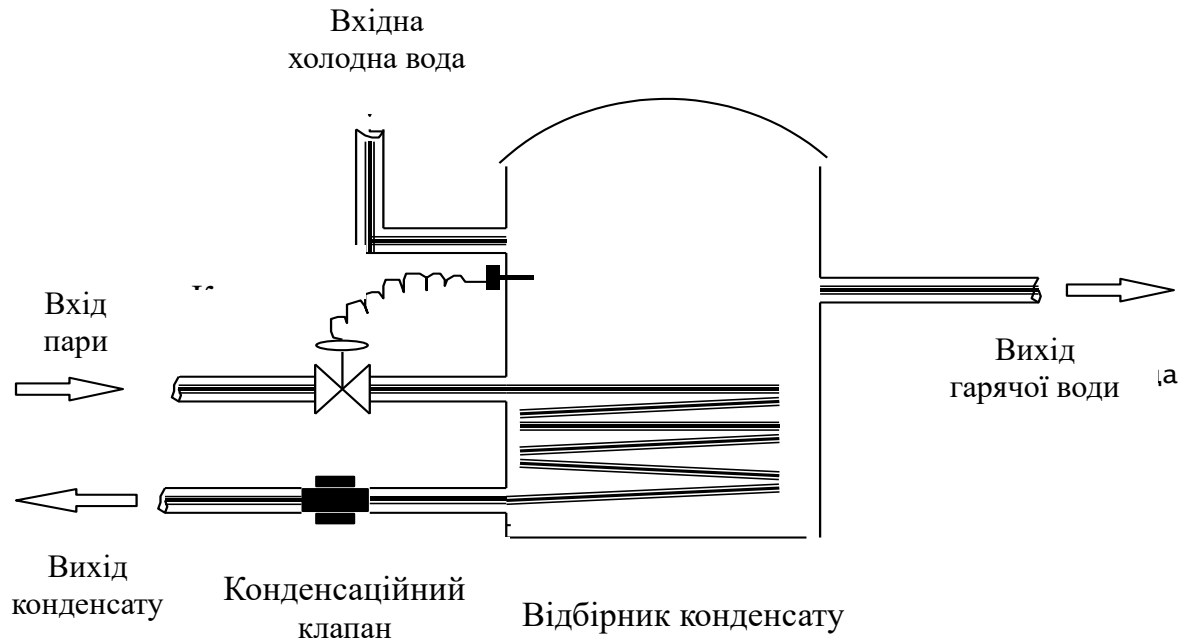


Рисунок 6.5 – Водяний калорифер, який живиться від пари.

У цьому прикладі установка недорогого лічильника холодної води дає можливість вимірювати споживання води і енергії. Споживання води вимірюється лічильником безпосередньо, а енергоспоживання можна розрахувати як кількість води, помножене на теплоємність і на зміну температури (тобто задана температура мінус температура поставляється холодної води). Ця величина відображає кількість виділеної з пара теплоти, яка дорівнює загальній кількості поглиненої теплоти з води і будь-яких поверхневих втрат калорифера.

- **Вимірюється:** Холодна живильна вода
- **Оцінюється:** Збільшення температури (контрольна температура - середня температура холодної води)
- **Визначається:** Енергія, поглинена з пари

6.6 Аудит електротермічних установок

Нагрівання провідників і діелектриків в електричних машинах, трансформаторах, освітлювальних установках та інших електричних приладах розглядається як шкідливе. В електротермічних установках перетворення електричної енергії у теплову створюється навмисно.

Електротермічними установками називають електричні установки, в яких відбувається цілеспрямоване перетворення електричної енергії в теплову. Електротермічні установки відносяться до електроустановок спеціального призначення.

Електротермічна установка складається зі спеціалізованого електротермічного обладнання, а також іншого електротехнічного, механічного обладнання, засобів управління тощо, які забезпечують роботу спеціалізованого електротермічного обладнання. Спеціалізоване електротермічне обладнання – це обладнання, яке безпосередньо перетворює електричну енергію в теплову з метою нагрівання або розплавляння матеріалів.

Класифікація електротермічних установок за призначенням:

- промислові електротермічні установки: печі опору, дугові плавильні печі, індукційні плавильні печі, індукційні установки загартування, установки діелектричного нагрівання, електронно-променеві установки, калорифери, водонагрівачі тощо;
- сільськогосподарські електротермічні установки: калорифери, інфрачервоні опромінювачі, бойлери, тепла підлога, водонагрівачі, кормозапарники, сіносушарки, інкубатори тощо;
- електрозварювальні установки: дугового зварювання, контактного зварювання тощо;
- електротермічні установки торговельні та громадського харчування: водонагрівачі, кавоварки, плити, термічні шафи, електричні духовки тощо;

- лікувальні електротермічні установки та прилади: стерилізатори, плитки, сушарки білизни, грілки, кварцові лампи, апарати УВЧ, автоклави тощо;
- побутові електронагрівальні прилади: плитки, плити, праски, чайники, кип'ятильники, електрообігрівачі тощо;
- видовищно-просвітницькі електротермічні установки: кіноапарати, прожектори тощо;
- лабораторні електротермічні установки та прилади: реостати, термостати, муфельні печі, плитки тощо.

Класифікація електротермічних установок за принципом дії:

- електротермічні установки опору прямої та непрямої дії з будь-яким матеріалом нагрівального елемента (твердим або рідким), в яких тепло виділяється відповідно до закону Джоуля-Ленца;
- дугові електротермічні установки прямої, непрямої або комбінованої дії, в яких тепло виділяється при горінні електричної дуги;
- індукційні електротермічні установки, в яких нагрівання здійснюється вихровими струмами, що індукуються в масивних металевих виробах, які знаходяться у змінному магнітному полі;
- електротермічні установки діелектричного нагріву, в яких нагрівання діелектриків здійснюється змінним електричним полем;
- електронно-променеві електротермічні установки, в яких нагрівання здійснюється спеціально сформованим потоком електронів.

Класифікація електротермічних установок за способом нагрівання:

- електротермічні установки безпосереднього нагрівання – об'єкт, що нагрівається, є ділянкою електричного кола;
- електротермічні установки непрямого нагрівання – об'єкт, що нагрівається, не є ділянкою електричного кола, а нагрівається за допомогою теплопровідності, випромінювання або конвекції від спеціальних нагрівальних елементів.

Перевагами електричного нагрівання є простота процесу нагрівання, можливість одержання високих температур, легке регулювання температури і швидкості нагрівання, велика швидкість нагрівання, можливість поверхневого нагрівання, екологічна чистота.

Недоліками електричного нагрівання є висока вартість електричної енергії, небезпека ураження людини електричним струмом.

Електротермічні установки є виробами з високою пожежною небезпекою. За статистичними даними від електротермічних установок найбільш частими є пожежі, що виникають у результаті порушення правил улаштування та експлуатації побутових електронагрівальних приладів.

Пожежонебезпечні ситуації в усіх електротермічних установках, як правило, виникають за їхньої несправності або при порушеннях правил експлуатації.

Всі електротермічні установки повинні обслуговуватися висококваліфікованим персоналом, який повинен проводити огляди установок відповідно до графіка.

Інформація, яку необхідно враховувати при оцінюванні електронагрівальних навантажень.

– Номінальна потужність устаткування. Ця величина зазвичай вказується на інформаційній табличці устаткування. Необхідно враховувати дані про електроприводи та теплові навантаження у випадку, якщо вони враховуються окремо.

– Коефіцієнт середнього завантаження. Він враховує як періоди “нагрівання” (коли устаткування працює на повну потужність), так і періоди “підтримування температури” (з частковим навантаженням устаткування). Устаткування, яке працює протягом коротких циклів, матиме вищий коефіцієнт завантаження, ніж таке, що працює на одному рівні навантаження протягом тривалого періоду.

– Річне використання устаткування. Оцінка часто буває проблематичною. Найкращий метод оцінки тривалості роботи устаткування - опитування операторів.

Лекція 7. Методика складання звіту з енергоаудиту. Ціноутворення

7.1 Вимоги до звітної документації з 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.

Відповідно до вимог ДСТУ 4065-2001 звіт з енергоаудиту складається з розділів:

- 1) Титульний лист
- 2) Реферат
- 3) Анотація (інформація для керівників)
- 4) Загальні відомості про підприємство
- 5) Аналіз економічного становища підприємства (у разі існування відповідної угоди з підприємством)
- 6) складання та аналіз енергобалансу
- 7) Аналіз питомих витрат енергоресурсів
- 8) Розроблення енергозберігаючих заходів (ЕЗЗ)
- 9) Розширений висновок
- 10) Додатки

Кроки складання звіту з енергоаудиту:

Спочатку складаються основні розділи звіту про енергетичне обстеження – 4), 5), 6), 7). Наступний крок: 8), 9) – з економічним обґрунтуванням заходів.

Всі результати експертиз, розрахунків і т.д. - 10).

Заклучна частина - 3), 1), 2).

Титульна сторінка

- - назва спеціалізованої організації, її адреса, номер та термін дії свідоцтва на право проведення енергетичних обстежень;

- - назва Замовника та його юридична адреса;
- - назву звіту, номер і дата укладання угоди на проведення енергетичного обстеження;
- - посада, прізвище, ініціали, підпис та печатка керівника підприємства, яке проводило енергетичне обстеження;
- **Реферат** (одна сторінка)
- - зміст звіту;
- - кількість сторінок звіту, фотографій, малюнків, таблиць, додатків;
- - ключові слова.
- **Анотація** (інформація для керівництва – 1-4 сторінки)
- - зазначити мету та склад виконаних робіт;
- - методи отримання інформації та проведення вимірювань;
- - рівень відповідності між складом виконаних робіт і вимогами замовника.

Анотація звіту повинна мати обсяг не більше двох чи трьох сторінок з чітко виділеними рубриками. Анотація являє собою самодостатній (без посилання на звіт) реферат для вищого керівництва, оскільки керівники фізично не мають часу читати весь звіт. Для більшої виразності анотація може бути подана на папері іншого кольору. Анотація зазвичай висвітлює такі моменти:

- рівень енерговикористання на об'єкті обстеження (низький, задовільний, високий рівень енерговикористання порівняно з іншими об'єктами);
- основні моменти енергообстеження (а саме, 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 щодо використання енергії моменти. Анотація повинна скеровувати читача на рекомендований напрям дій, покликаних покращити ефективність 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.

Загальні відомості про підприємство

Опис підприємства і будівель (другий основний розділ звіту) характеризує наявні на об'єкті установки і обладнання, режими їх роботи та продуктивність. Третій основний розділ звіту містить рекомендації щодо ефективного енерговикористання і обґрунтування дій з підвищення ефективності використання енергії. Розділ містить результати досліджень різних аспектів з заощадження енергії. Він починається з опису рекомендацій з заощадження енергії, тобто опису тих дій, які повинні бути виконані, нових процедур, установки нового обладнання. 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 (на показники ефективності, 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 обладнання, робочої сили, втрат виробництва тощо.

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

Розширений висновок

- - прогноз зниження енергоспоживання;
- - обґрунтування напрямків подальших робіт;
- - інформація щодо об'єкту дослідження;
- - джерела отримання необхідної інформації;
- - вказуються усі можливі ЕЗЗ, що аналізувалися під час ведення енергетичного аудиту (краще – у вигляді таблиці), та надається їх класифікація за періодом окупності.

Додатки

Наводиться вся інформація та матеріали, що були використані під час ведення енергетичного аудиту та не увійшли до основного тексту звіту:

- форми бухгалтерської звітності (звіт про фінансовий аудит), якщо то не є конфіденційною інформацією);
- рахунки про сплату за енергоресурси (довідки з бухгалтерії, відділу постачання, відділу головного енергетика, інших підрозділів);
- тендерні пропозиції фірм-виробників енергозберігаючого обладнання;
- детальні розрахунки щодо конкретних ЕЗЗ
- інформація про енергоаудиторів, що проводили енергетичне обстеження.

7.2. Типова схема технічного звіту про проведення енергетичного обстеження

Технічний звіт повинен висвітлювати загальний стан підприємства з точки зору **ефективності використання паливно-енергетичних ресурсів**, питомі витрати енергоресурсів на виробництво основних видів продукції та порівняння їх з нормативами, можливості зниження рівня споживання енергоресурсів без зменшення обсягів виробництва та невідкладні заходи в цьому напрямі.

Технічний звіт повинен включати такі розділи:

- вступ, до якого додаються копії документів на право проведення робіт (вказується термін обстеження та його виконавці);
- характеристика підприємства, в якій коротко викладена інформація щодо основних підрозділів та технологічних процесів з точки зору споживання паливно-енергетичних ресурсів, техніко-економічні показники основного енергоспоживаючого обладнання, режим роботи підприємства, рівень завантаження обладнання тощо;
- схема використання кожного виду енергії, коротка інформація про стан контролю та загальний обсяг споживання паливно-енергетичних ресурсів за минулий та поточний роки, тарифи, таблиці з результатами споживання палива та всіх видів енергії з розподілом по основних підрозділах підприємства, технологічних процесах та обладнанню;
- основні досягнуті показники питомих енерговитрат, за допомогою яких розраховуються та аналізуються питомі витрати паливно-енергетичних ресурсів, які порівнюються з нормами та нормативами, кращими досягненнями в галузі;
- огляд можливостей економії паливно-енергетичних ресурсів, який включає в себе стислий перелік першочергових заходів, спрямованих на зменшення рівня споживання енергії;
- вибір пріоритетних енергозберігаючих проектів, які містять більш детальний опис заходів та техніко-економічне обґрунтування витрат коштів на їх реалізацію;
- додатки, які містять більш детальну інформацію, що була одержана в процесі енергетичного обстеження, результати додаткових вимірювань, методику використання базових вихідних даних для розрахунків енерговитрат, розрахункові формули тощо;
- анотація, в якій коротко викладаються основні результати проведеного енергетичного обстеження.

7.3. Презентація енергоаудиту на підприємстві

Можливі два варіанти вибору часу презентації підсумків енергоаудиту на об'єкті. Кращим вважається час перед остаточним оформленням звіту, щоб врахувати слушні зауваження, висловлені на обговоренні результатів аудиту. У випадку повної впевненості в якості звіту презентацію можна провести після подання звіту, але з обов'язковою умовою попереднього ознайомлення з ним замовників. До презентації варто обговорити ключові проблеми з зацікавленими особами, щоб не виникли прикрі несподіванки на самій презентації.

Часто пропоновані енергоаудитором рекомендації щодо підвищення ефективності енерговикористання зустрічають заперечення через те, що в них не враховані інші питання, які не стосуються енергоощадності, але є життєво важливими для підприємства.

До числа таких питань найчастіше належать:

- недостатня чи недостатньо обгрунтована економічна ефективність рекомендацій;
- відсутність аналізу цінової політики;
- умови колективного договору (захист працівників від можливих скорочень);
- вплив на виробничий процес;
- доступність палива;
- вимоги з техніки безпеки;
- законодавство про охорону довкілля;
- відсутність площ для розташування нового обладнання;
- вимога промислової естетики;
- доступність обладнання (і комплектуючих частин);
- нормативи підприємства;
- необхідність додаткового навчання персоналу.

Презентація на об'єкті - це шанс енергоаудитора "продати" запропоновані ним рекомендації з покращення ефективності діяльності об'єкта людям, які

приймають рішення. Можливо, що вище керівництво взагалі не прочитає звіт. Тому презентація - виступ на підсумковій нараді - це шанс аудитора настояти на необхідності змін і забезпечити себе роботою на майбутнє.

Під час презентації потрібно дотримуватись таких рекомендацій:

- основна доповідь не повинна тривати більше години;
- не слід надто вдаватися в технічні деталі, оскільки йдеться швидше про фінансову, а не про технічну презентацію;
- не слід створювати ситуацій "глухого кута" - потрібно бути обережним з критикою конкретних осіб в присутності їхнього керівника;
- не варто створювати ніяких "шоків" - слід пояснювати так, щоб всім були зрозумілі очікувані результати пропонованих дій, інакше аудитор може стати об'єктом нападок;
- завжди позитивно сприймається доброзичливе ставлення до людей;
- варто намагатися доброзичливо говорити про роботу обслуговуючого персоналу об'єкту;
- до презентації варто залучити на свою сторону максимально можливу кількість людей.

На презентації обов'язково повинна бути присутня ключова особа, яка буде приймати потрібне рішення.

Якісно проведений аудит, ретельно підготовлений звіт, якісна презентація аудиту створюють передумови для укладання контрактів на проведення наступних аудитів.

Крім того, і це, можливо, найголовніше, покращене енерговикористання дозволить заощадити обмежені енергетичні ресурси Землі для наступних поколінь і зменшити екологічне навантаження на природу для нинішніх.

7.3.1. Самоенергоаудит та його відмінність від аудиту енергетичного.

- **Створення служби самоенергоаудиту дозволяє:**

- - зменшити витрати на виконання енергоаудиту та створення служби енергоменеджменту щонайменше в 1,3...1,5 рази;
- - отримати якісно проведений енергоаудит;
- - створити організаційну структуру (службу енергоменеджменту), що опікується питаннями енергозбереження;
- - підготувати до самостійної діяльності персонал .
- **Алгоритм проведення самоенергоаудиту**
- **Крок 1.** Перше відвідання підприємства енергоаудиторами. Розроблення первинних інформаційних форм, збирання первинної економічної та технічної інформації, а також проведення навчання (консультування) персоналу підприємства.
- **Крок 2.** Створення бази даних та розроблення (адаптація) необхідного програмного забезпечення.
- **Крок 3.** Аналіз отриманої економічної та технічної інформації, побудова енергобалансів і складання первинного списку (переліку ідей) можливих ЕЗЗ.
- **Крок 4.** Проведення необхідних обстежень та вимірювань.
- **Крок 5:** Обґрунтування та розроблення проектів ЕЗЗ. Остаточна селекція та узгодження ЕЗЗ, що реалізовуватимуться, з керівництвом підприємства, визначення потенційних постачальників необхідного обладнання та організація тендерів на його закупівлю.
- **Крок 6:** Обґрунтування структури служби енергоменеджменту, розроблення та затвердження “ положення про службу енергоменеджменту підприємства ”.
- **Крок 7:** Участь у запровадженні ЕЗЗ, що потребують інвестування, або (для безвитратних, тобто організаційних енергозберігаючих заходів) запровадження ЕЗЗ власними силами спільно з підрозділами, службами та співробітниками підприємства.

7.4 Способи оцінювання енергетичного аудиту

Основна проблема енергоаудиту - ціноутворення.

На одному з тендерів по проведенню енергетичного обстеження великого об'єднання, цінові пропозиції дюжини енергоаудиторів лежали в діапазоні від 1 до 20 мільйонів грн.

Прозоро обґрунтувати свою ціну на проведення енергетичного обстеження, як правило, дуже складно й тому є вагомі причини.

Найчастіше, повідомляючи ціну на енергетичне обстеження підприємства, енергоаудитор має про нього лише дуже загальні й у край убогі відомості: загальні цифри обсягів споживання ПЕР; кількість будинків і споруджень; склад основного встаткування і його загальна кількість. Ці відомості не дозволяють із достатнім ступенем обґрунтованості оцінити витрати часу, сил і засобів по майбутньому енергетичному обстеженню. Ця ситуація збільшується тим, що оголосити свою ціну необхідно напередодні проведення тендера, коли ще не певні умови майбутнього договору й технічного завдання до нього.

Для всіх було б набагато зручніше, якби обґрунтування ціни відбувалося на основі загальноприйнятих прейскурантів або цінників.

Взагалі-то, такі документи є, наприклад, прейскурант, який був розроблений за Наказом Державного комітету України з енергозбереження 15.09.99 за N 78 [4]. Перешкоджає його широкому застосуванню кілька основних проблем.

Він припускає обстеження об'єктів бюджетних установ, організацій та казенних підприємств. Обґрунтувати з його допомогою витрати на обстеження енерготехнологічного встаткування промислових підприємств дуже складно, але ж саме в технології виявляється основний потенціал енергозбереження в промисловості й на об'єктах добувної сфери. Ціна енергетичного обстеження, яка обґрунтована з його застосуванням, завищена. До того ж, для його використання при обґрунтуванні вартості робіт, необхідно: по-перше, знати

детальні подробиці про об'єкт обстеження, аж до кількості пальників паливоспоживаючих обладнань; по-друге, спрогнозувати обсяг звітної документації по енергоаудиту, аж до кількості аркушів тексту, таблиць і графіків, відповідно; в-третьох, регулярно оплачувати послуги з визначення й твердження перерахункових коефіцієнтів у поточні ціни, які (дивно, але факт) індивідуальні для кожного енергоаудитора.

Інші документи, що часто згадуються в різних публікаціях, наприклад [5] або [6], можуть лежати в основі аргументації на переговорах по цінових питаннях, але не можуть бути основою для складання кошторисів, як у звичному розумінні, так і за структурою цього документа.

Пропонується, може бути не самий зручний і прозорий, але, мабуть, один зі слухних і широко застосовуваних способів оцінки вартості інжинірингових послуг, у тому числі по енергоаудиту, він здійснюється шляхом оцінки основних витрат на виконання робіт.

Основні складові витрат при проведенні енергетичних обстежень.

На відміну від промислового виробництва, де основний складової витрат, найчастіше, є витрати на сировину, в енергоаудиті саме коштовне - фахівці. Для того, щоб в енергоаудитора були фахівці, а для виконання таких робіт потрібні висококласні фахівці, їх працю необхідно справедливо й вчасно оплачувати.

7.4.1 Вартість проведення енергетичного аудиту

При визначенні вартості робіт (послуг) потрібно враховувати тарифи, ціни, розцінки, які будуть діяти на момент виконання відповідних робіт.

Вартість роботи V_p визначається за формулою

$$V_p = \Phi_{оп} (1 + K_1 + K_3 + K_5 + K_6), \quad (1)$$

де $K5 = K2 + K4$;

Bp - вартість роботи, етапу, *грн.*;

$\Phiоп$ - фонд оплати праці, *грн.*;

$K1$ - коефіцієнт, який визначає розмір обов'язкових відрахувань від $\Phiоп$, *в.о.*;

$K2$ - коефіцієнт, який визначає розмір витрат на утримання приміщення; *в.о.*

$K3$ - коефіцієнт, який визначає розмір витрат на матеріали *в.о.*;

$K4$ - коефіцієнт, який визначає відрахування в позабюджетні фонди *в.о.*;

$K5$ - коефіцієнт, який визначає накладні витрати, *в.о.*;

$K6$ - коефіцієнт, який визначає розмір планових нагромаджень *в.о.*.

Базовий показник $\Phiоп$ визначено, виходячи з трудовитрат виконавців, за формулою

$$\Phiоп = [Co1 \cdot Tв1 + Co2 \cdot Tв2 + Co3 \cdot Tв3 + \dots Coi \cdot Tви] \cdot 1,15 \quad (2)$$

де $Coі$ - середня зарплата i -го виконавця за один люд.-день, *грн.*;

$Tви$ - трудовитрати i -го виконавця, *люд.- дн.*;

1,15 - коефіцієнт, який визначає розмір $\Phiоп$ з урахуванням додаткової зарплати, *в.о.*.

Вартість робіт з енергоаудиту на підприємствах можна визначати:

- на основі прејскурантів;
- за річними витратами на ПЕР (як відсоток від витрат на ПЕР за умови, що витрати підприємства на проведення енергоаудиту повинні окупитися протягом щонайменше 6...12 місяців);
- а трудовитратами (плата за кількість днів роботи енергоаудиторів з урахуванням вартості однієї людино-добы);

- як відшкодування витрат енергоаудиторської фірми за мінімальними розцінками з остаточним розрахунком за результатами роботи;
- комбіновані форми розрахунків (комбінація наведених вище способів) і т.д.

7.4.2. Оцінювання вартості енергоаудиту за прейскурантами

За наявності галузевих прейскурантів на проведення ремонтних та монтажно-налагоджувальних робіт для кожної позиції є розділ щодо первинного огляду та аналізу стану відповідних типів обладнання. Трудовитрати за цим розділом для кожної позиції зазвичай оцінюють як 10% (та більше) сумарної вартості робіт відповідної позиції прейскуранту. Після цього з урахуванням коефіцієнта інфляції та загальної кількості одиниць відповідного обладнання визначають вартість робіт на цих об'єктах.

7.4.3 Оцінювання вартості енергоаудиту за рівнем витрат на ПЕР

Витрати підприємства на проведення енергоаудиту повинні окупитися протягом щонайменше 6...12 місяців.

Приміром, вартість річного споживання енергоресурсів підприємства становить \$1000000. В середньому за 5 днів роботи двох енергоаудиторів можна запропонувати безвитратних (організаційних) енергоощадних заходів на суму, що становить 2...3% від витрат на енергоресурси протягом року, тобто \$20000...\$30000:

$$\$1000000 \cdot (0,02...0,03) = \$20000...\$30000.$$

Таким чином, за 6 місяців буде заощаджено \$10000...\$15000, що і визначатиме орієнтовну вартість робіт з енергоаудиту.

Слід, тим не менш, мати на увазі, що за однакового рівня витрат на ПЕР вартість енергоаудиту підприємства теплопостачання буде вищою порівняно, наприклад, з енергоаудитом підприємства водопостачання та водовідведення. Задля убезпечення замовників енергоаудиту від неякісної роботи енергоаудиторів можна порекомендувати відшкодування витрат енергоаудиторської фірми з остаточною оплатою за результатами робіт.

7.4.4. Відшкодування витрат енергоаудиторської фірми по мінімальних розцінках з наступною оплатою за результатами роботи

Незважаючи на привабливість такого підходу для Замовника, енергоаудиту завжди може існувати небезпека несплати ним за послуги енергоаудиторської компанії. Оскільки така форма стосунків між енергоаудиторами та підприємством подібна до ESCO-контрактів, спеціалізованим організаціям слід уважно ставитися до укладання угоди з Замовником та взяти до уваги досвід роботи закордонних енергосервісних компаній.

7.4.5. Оцінювання вартості енергоаудиту за трудовитратами

У цьому випадку оплату здійснюють за кількість днів роботи енергоаудиторів на об'єкті з урахуванням вартості однієї людино-добы.

Наприклад, вартість однієї доби роботи американського енергоаудитора за програмами USAID складала орієнтовно \$800. Проте в цій сумі не враховувалися витрати на відрядження (оплата готелю, добові, оплата послуг перекладачів, витрати на проїзд та страхування). В цілому буде не менш, ніж \$1000 на добу. Зазвичай на підприємствах з витратами на енергоресурси на сумму до \$1000000 на рік енергоаудит впродовж 5 робочих днів здійснюють 2

фахівці в сфері тепло- та електротехніки. У цьому випадку вартість енергоаудиту становитиме:

$$(\$1000/\text{людино-добу}) \times (5 \text{ діб}) \times (2 \text{ людини}) = \$10000.$$

За американським законодавством енергоаудитори від цієї суми отримують 65...70%, тобто $\$10000 \times (0,65...0,7) = \$6500...\$7000$.

З урахуванням вітчизняного законодавства, коли на зарплату припадає навряд чи більше 40% від коштів, що потрапили на розрахунковий рахунок підприємства, задля забезпечення ідентичної оплати необхідно отримати на розрахунковий рахунок $(\$6500...\$7000) / 0,4 = \$16250...\17500 . Отриманий результат добре узгоджується з оцінкою вартості енергоаудиту за рівнем витарт на ПЕР за рік ($\$10000...\20000). При цьому слід брати до уваги, що закордонні енергоаудитори далеко не завжди під час роботи в Україні розробляють безвитратні (організаційні) ЕОЗ, оскільки їхнім завданням окрім передачі досвіду вітчизняним фахівцям (далеко не завжди) є просування на ринок України обладнання, що його продукують у їхній власній країні. Останнє, проте стосується перш за все участі закордонних фахівців у реалізації програм технічної допомоги нашій країні.

7.5 РЕЗУЛЬТАТ ЕНЕРГОАУДИТУ

Часто, вірніше - завжди, перед укладанням договору на енергоаудит, замовника цікавлять результати майбутньої роботи.

Тут необхідно заявити, що будь-які кількісні прогнози результатів майбутнього енергетичного обстеження в більшості можуть носити безпідставний або недостовірний характер.

Проте, спробую прокоментувати основні досяжні результати енергоаудиту.

Процес енергоаудиту може мати три основні результати, що становлять вигоди й користь від його проведення:

1 - оцінку поточного стану ефективності використання енергоресурсів і розробку заходів, що усувають втрати;

2 - експертизу існуючих інноваційних проектів і розробку рекомендацій з подальшим розвитком ефективних технологій, а також блокуванню просування технічно шкідливих або досить дорогих проектів, які нав'язані агресивною й технічно безграмотною рекламою;

3 - виконання формальних завдань енергоаудиту.

7.5.1. Про ефективність розробки заходів енергозбереження

Високопрофесійні енергоаудитори здатні виявити місця нераціонального ресурсоспоживання. По кожному такому факту енергоаудитори готові оцінити фінансові втрати підприємства й розробити відповідні заходи щодо усунення цих втрат, причому ці заходи повинні бути ефективні й економічно доцільні.

За даними огляду літературних джерел можна затверджувати, що в середньому, на кожную гривню, яка вкладена у проведення енергоаудиту, підприємства можуть одержати сто й більш гривень.

Однак слід уточнити, що максимальний потенціал підвищення енергоефективності має місце на підприємствах, що характеризуються:

низьким рівнем виробничої активності,

значними структурними змінами основного виробництва, примітивною кадровою політикою омолодження й скорочення штатів, безсистемно реалізованою модернізацією об'єктів енергогосподарства, що приводить до деградації проектних схем ресурсозабезпечення.

На сучасних виробництвах, що стійко працюють, потенційні можливості збільшення ефективності використання ресурсів мінімальні.

Тому, гарантій якої-небудь результативності при оцінці енергетичної ефективності вам ніхто не дасть.

"Щоб продати що-небудь непотрібне, потрібно спочатку купити що-небудь непотрібне".

7.5.2. Про ефективність експертизи інноваційних проектів:

Одна відома компанія, „із приводу“, придбала партію ефективного енергозберігаючого встаткування.

Недавно питалися поради, - куди б його прибудувати.

Висока економічна віддача від проведення енергоаудиту можлива й там, де немає перспектив значного підвищення енергетичної ефективності, в основному за рахунок запобігання фінансових збитків від існуючих інноваційних планів за результатами їх експертизи. У цьому випадку, економічна ефективність енергоаудиту може бути навіть більше, чим від розробки енергозберігаючих проектів. Основним результатом обстеження тут є:

оцінка фактичного впливу проектів модернізації основної технології на енергоефективність виробництва,

блокування неефективних інновацій, які стимулюються агресивно-неосвіченою рекламою,

запобігання безсистемної модернізації об'єктів енергогосподарства, що приводить до руйнування взаємозалежних схем ресурсозабезпечення.

7.5.3. Про перешкоди досягненню високої ефективності енергоаудиту

Доцільність проведення енергоаудиту полягає в зовнішній, незалежній оцінці енергетичної ефективності використання енерготехнологічного встаткування. Відсутність зацікавленості в незалежній оцінці виробничої ситуації робить енергетичне обстеження свідомо безперспективним.

Але найпоширенішою перешкодою для досягнення економічної ефективності проведення енергоаудиту є відмова від фінансування робіт із впровадження заходів енергозбереження. І це відбувається незважаючи на те, що ефективність від впровадження програми з енергозбереження доведена, а витрати на впровадження прийнятні.

Про високу економічну ефективність енергетичного обстеження в подібних випадках говорити не доводиться. А в останньому випадку, у якості результату енергоаудиту, підприємство одержує просто папір, але дуже дорогий уже використану.

Не інновації міняють мир, а інвестиції.

Альфред Чандлер

7.5.4 Аналіз ефективності використання енергії на підприємстві

Після закінчення обстеження енергоспоживання на об'єкті енергоаудитор переходить до аналізу використання енергії. Текст звіту, підготовленого за результатами аналізу, містить таблиці, графіки і короткий коментар.

Аналіз має на меті вирішити такі питання:

- Розрахувати обсяг споживання енергії різними споживачами в межах об'єкту;
- Розподілити фінансові видатки на енергію пропорційно між усіма споживачами;

- Порівняти енергоспоживання з випуском продукції;
- Визначити відхилення від норми споживання енергії (тобто неочікувано високі чи низькі рівні споживання або помилково визначене споживання під час регресивного аналізу).

Ця інформація дуже важлива для замовників енергоаудиту, оскільки вона підтверджує чи ставить під сумнів усталену думку щодо розмірів енергоспоживання в межах об'єкту. Особливо важливим є той факт, що ця інформація підготовлена професійними енергетичними консультантами, які поглянули на об'єкт "свіжим поглядом".

Іноді в процесі аналізу виявляються відхилення від норми. Відхилення можуть бути зумовлені неправильними рахунками постачальників палива, в таких випадках інколи можна добитися повернення грошей. В інших випадках можуть бути виявлення відхилення від норм, викликані зловживаннями у використанні енергії. В такій ситуації аудитор зобов'язаний чітко окреслити цю негативну практику, спонукаючи менеджмент підприємства вжити відповідних заходів для усунення подібних ексцесів.

Для досягнення згаданих вище цілей енергоаудитор використовує всі або лише частину з таких елементів:

- звіт про річну закупівлю палива та енергії;
- графік регресивного аналізу;
- таблицю енергоаудиту;
- коефіцієнти вартості палива;
- діаграму Сенкі;
- кругові діаграми енергоспоживання.

7.5.6. Визначення спожитої енергії та видатків за неї

Звіт про закупівлю палива та енергії протягом року звичайно подають в табличній формі. Таблиці складають на підставі щомісячних рахунків

постачальників палива та енергії, вони містять всю необхідну технічну і фінансову інформацію (табл. 7.1, 7.2).

Таблиця 7.1. Споживання палива (енергії)

Місяць, рік	Види палива (енергії)					
	Електроенергія, кВт•год	Природн. газ, м ³	Дизельне пальне, т	Паливний мазут, т	Скrapлени й газ, кг	Кокс, т
Січень	531900	0	42,99	158,19	2300	0
Лютий	9952100	0	266,67	1004,44	81800	291,4
.....						
Грудень	11396300	418600	266,75	804,86	33600	338,5
Разом	97514400	1832900	2301,62	8280,91	286100	3038,6

Таблиця 7.2. Видатки на оплату палива (енергії), тис. грн.

Місяць, рік	Види палива (енергії)					
	Електроенергія	Природн. газ	Дизельне пальне	Паливний мазут	Скrapлени й газ	Кокс
Січень	108,04	0	69,61	91,71	4,52	0
.....						
Грудень	2314,87	188,20	431,93	466,58	65,96	144,34
Разом	19807,13	824,07	3791,60	4800,62	561,67	1295,65

Дані таблиці 7.1 незручні для порівняння, оскільки обсяги спожитих енергії та енергоносіїв подані в своїх "природних" одиницях вимірювання. Тому ці дані зводять до однієї спільної одиниці вимірювання енергії (найчастіше – кВт-год) і співставляють з вартістю відповідних енергоносіїв (табл. 7.3).

Таблиця 8.3. Споживання палива (енергії) і його вартості

Паливо (енергія)	Коефіцієнт и перерахун ку в кВт- год	Енергетичний еквівалент кВт-год	% спожитої енергії	Вартість, грн.	% вартості	Питома вартість, грн./кВт-год
Електроенергія	1	97514400	36,69	19807130	63,72	0,203
Природний газ	10,8 кВт- год/м ³	19795320	7,44	824070	2,65	0,042
Дизельне пальне	11,7 кВт- год/кг	26928954	10,13	3791600	12,20	0,141
Паливний мазут	11,3 кВт- год/кг	93574283	35,21	4800625	15,45	0,051
Скrapлений газ	12,8 кВт- год/кг	3662080	1,38	561670	1,81	0,153
Кокс	8,0 кВт- год/кг	24308800	9,15	1295655	4,17	0,053
Разом		265783837	100,00	31080750	100,00	

Як видно з таблиці 8.3 за рахунок паливного мазуту покривається біля 35% всіх потреб в енергії, а його вартість становить лише 15,45% від загальних видатків.

Приблизно таку ж частку потреб покриває електроенергія, але видатки на її оплату становлять майже 64% всіх видатків на оплату енергії.

З аналізу таблиці впливає перший важливий висновок: слід ретельно обстежити споживання найдорожчого виду енергії, а саме електроенергії і пропонувати заходи щодо його скорочення чи заміни електроенергії іншим енергоносієм.

Повніша інформація необхідна у випадку дії складної системи тарифів оплати за спожиту енергію.

Нижче в табл. 8.4 наведено приклад такої розширеної інформації стосовно споживання електроенергії. В цьому прикладі використана технічна інформація, що містить дані про щомісячне споживання електроенергії (в кВт-год і ГДж), про максимальне навантаження (кВА) і коефіцієнт потужності ($\cos \phi$), а фінансова інформація ділить загальну вартість оплати на компоненти. У прикладі використана складна система оплати за використану електроенергію, яка містить сталу складову за договірну максимальну потужність (колонка 6), плату за перевищення цієї потужності (колонка 7, на зимові місяці встановлене нижче значення договірної потужності) та плату власне за спожиту електроенергію (колонка 8).

Таблиця 8.4. Звіт про річне споживання електроенергії

Місяць	Споживання		Макс на- вант., кВА	Коеф. потужн. ($\cos \phi$)	Стала оплата, грн	Оплата за максим навант., грн.	Вартість електроенергії, грн.	Загальна вартість, грн.
	кВт-год	ГДж						
04/05	13100	47,16	85	0,976	725,0	-	5281,90	6006,90
05/05	11900	42,84	82	0,976	725,0	-	4798,10	5523,10
06/05	12800	46,08	90	0,975	725,0	-	5161,00	5886,00
07/05	9600	34,56	85	0,980	725,0	-	3870,7	4595,70
08/05	12900	46,44	92	0,965	725,0	-	5201,30	5926,30
09/05	14200	51,12	96	0,955	725,0	-	5725,4	6450,40
10/05	15800	56,88	98	0,948	725,0	-	6370,60	7095,60
11/05	15900	57,24	98	0,948	725,0	2200,00	6410,90	9335,90
12/05	14600	52,56	98	0,955	725,0	5280,00	5886,70	11891,70
01/05	18100	65,16	101	0,921	725,0	5460,00	7297,90	13482,90
02/05	19300	69,48	100	0,931	725,0	2250,00	7781,80	10756,80
03/05	15600	56,16	90	0,965	725,0	-	6289,90	7014,90
Разом	173800	625,68	-	-	8700,00	1519000	70076,20	93966,20

Ця інформація дає основу для розрахунку фінансових заощаджень від впровадження заходів заощадження енергії. Слід враховувати можливе

фінансове заощадження за рахунок зменшення максимального навантаження (особливо в зимові місяці) та зменшення сталої складової оплати у випадку одержання обґрунтованих підстав для переукладання договору з електропостачальною організацією на нижчу максимальну потужність. Обчислення заощаджень за середніми видатками на одиницю енергії - типова помилка недосвідчених енергоаудиторів.

Під час аналізу та у звітах з енергоаудиту застосовують два види графіків:

- графік зміни енергоспоживання в часі (так званий лінійний графік енергоспоживання), на якому крім помісячного енергоспоживання можуть бути нанесені дані про температуру навколишнього середовища та інші фактори, що впливають на споживання енергії (Рис. 8.1);
- графік регресивного аналізу (Рис. 8.2).

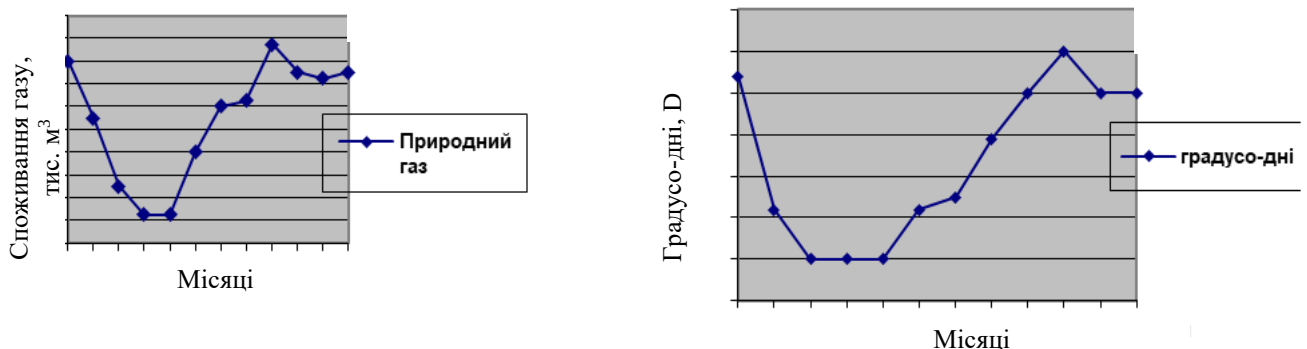


Рис. 8.1. Графіки енергоспоживання

На рис. 8.1 як приклад наведений помісячний графік споживання газу опалювальною системою та показник зовнішньої температури - градусо-дні. Градусо-день визначається як різниця між температурою повітря у приміщенні та середньодобовою температурою доби:

$$D = t_{\text{прим.}} - t_{\text{с.д.}} \quad (8.1)$$

Чим нижча температура навколишнього середовища, тим більше градусо-днів. Графік ілюструє вплив погодних умов на споживання газу. Зокрема, спостерігається аномалія в грудні і січні, хоч градусо-днів навпаки, в січні більше ніж у грудні. Це може бути зумовлено тим, що зчитування показів лічильника за грудень у зв'язку з новорічними святами і Різдвом було відкладено на початок січня.

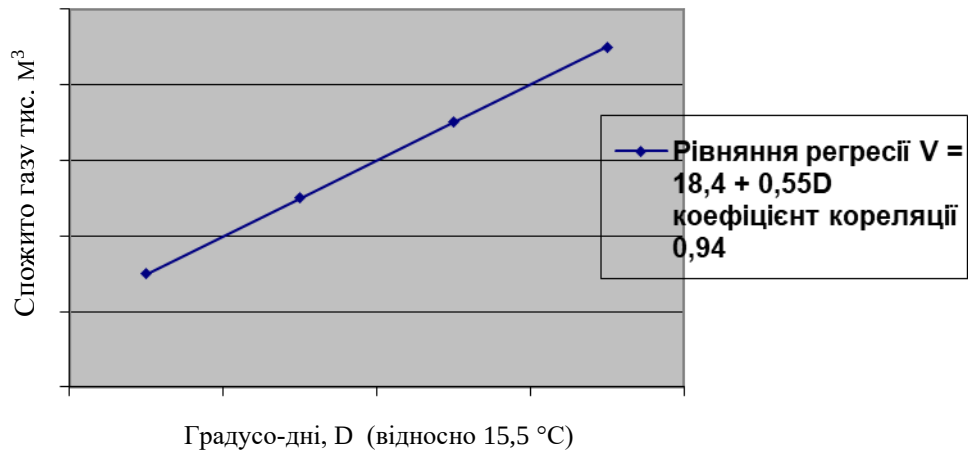


Рис. 8.2. Графік регресивного аналізу

Графік рис. 8.2 показує результат регресивного аналізу залежності між споживанням енергії і незалежною змінною, в даному випадку, між споживанням газу на опалення і градусо-днями. На основі регресивного аналізу визначене базове споживання (18468 м³ газу) і швидкість наростання змінного споживання (550,0 м³/градусо-день), а також коефіцієнт кореляції. В нашому випадку має місце досить тісна кореляція з коефіцієнтом, що дорівнює 0,94.

8.7. Таблиця енергоаудиту

В таблиці енергоаудиту всі види енергії і всі види палива, одержані об'єктом, діляться між певними групами енергоспоживачів. Фінансові видатки в таблиці ділять пропорційно до цього енергоспоживання. Енергоспоживання кожним користувачем подають в тих одиницях, які використовують під час

придбання цієї форми енергії чи енергоносія, а також в одних (спільних) одиницях, що дозволяє порівняти між собою використання різних видів енергії. Таблиця ілюструє також частку споживання і частку вартості енергії для кожного споживача.

Приклад таблиці енергоаудиту наведено нижче (табл.8. 5).

Таблиця 8. 5. Таблиця результатів енергоаудиту

Споживання	В натуральних одиницях вимірювання	В спільних одиницях вимірюв., ГДж	Вартість, грн.	Частка споживання, %	Частка вартості, %
Електроенергія (кВт•год)					
Внутрішнє освітлення	115340	415,22	49079,00	7,1	15,9
Зовнішнє освітлення	15811	56,92	6727,90	1,0	2,2
Котельня	18905	68,06	8044,70	1,2	2,6
Кухня	62115	233,61	26430,70	3,8	8,6
Пральня	81304	292,69	34596,00	5,0	11,2
Помпування води	96108	345,99	40896,00	6,0	13,2
Різне офісне обладнання	32116	115,62	13666,30	2,0	4,4
Разом	421699	1518,11	179440,60	26,1	58,1
Газ (м³)					
Опалення приміщень	67121,1	2611,01	78591,40	44,9	25,4
Гаряча вода комунально- побутового призначення	6270,4	243,92	7342,00	4,2	2,4
Кухня	15458,1	601,32	18099,77	10,3	5,9
Пральня	18139,0	705,61	21238,90	12,2	6,9
Втрати розподілу	3397,7	132,17	3978,30	2,3	1,3
Разом	4294,03	4294,03	129250,30	73,9	41,9
Підсумок	5812,14	5812,14	308690,90	100,0	100,0

Вартість спожитої конкретним приймачем енергії визначалась як добуток вартості одиниці електроенергії чи газу на обсяг спожитих електроенергії чи газу. Колонка "вартість" показує скільки підприємство сплачує за кожен вид спожитої конкретним споживачем енергії. Колонки "частка споживання" та "частка вартості" ілюструють рівень споживання кожного споживача в загальній кількості використаної енергії. Можна зауважити, що "частка

вартості" електроенергії вища її "частки споживання", а для газу - навпаки. Це пояснюється вищою вартістю електроенергії порівняно з газом.

Під час аналізу розглядається споживання енергії всередині об'єкту, а отже не приймаються до уваги втрати, пов'язані з виробництвом електроенергії на електростанції і передачею її споживачеві. В деяких державах ці втрати традиційно включають в енергоаудит шляхом ділення фактично спожитої об'єктом енергії на середній національний коефіцієнт виробництва і розподілу електроенергії (приблизно від 25% до 35% в більшості країн).

Зауважимо, що у даному прикладі (табл. 8.5) всі втрати, пов'язані зі спалюванням газу в котлі, розподілені між кінцевими споживачами, тобто будинковими системами гарячого водопостачання і районними опалювальними системами. Можливо також виділити окремим рядком втрати під час спалювання (наприклад, за рахунок викидів в атмосферу через димову трубу).

8.8. Коефіцієнти вартості енергії

Коефіцієнти вартості палива і енергії співвідносять споживання і вартість енергії з обсягом виробництва, зовнішньою температурою, розмірами будівлі, тобто з факторами, від яких залежить обсяг енергоспоживання. Таким чином, коефіцієнти вартості палива і енергії є простими показниками роботи. Ці показники використовують як інформацію про вартість енергії, що спожита в певних зонах. Їх також використовують для порівняння ефективності використання енергії на кількох однотипних об'єктах.

Приклад типових коефіцієнтів вартості палива наведений в табл. 8.6.

Під час обстеження одного з офісів (майже нового будинку з якісною тепловою ізоляцією та системою кондиціонування повітря) встановлено, що на опалення витрачається майже вдвічі більше енергії, ніж це потрібно було б за високого рівня енерговикористання. Однією з причин було цілодобове підтримання температури в офісі на рівні 21°C. Переналаштування регулятора системи кондиціонування повітря на підтримання в позаробочий час температура

16°C дозволило зменшити споживання енергії на опалення на 30% фактично з нульовими видатками.

Таблиця 8.6. Коефіцієнти вартості палива

Назва коефіцієнта	Кількісне значення
1. Енергія для освітлення 1 м ² /рік	19,46 кВт*год (0,070 ГДж)
2. Вартість енергії для освітлення 1 м ² /рік	8,05 грн.
3. Паливо, необхідне для опалення 1 м ² приміщень/рік	1,68 ГДж
4. Вартість палива для опалення 1 м ² приміщень/рік	50,60 грн.
5. Паливо, необхідне для забезпечення гарячою водою комунально-побутового призначення (ГВКПП) (1 особа)/рік	10,2 ГДж
6. Вартість палива для забезпечення ГВКПП (1 особа)/рік	307,6 грн.
7. Паливо, необхідне для приготування 1 страви	0,006 ГДж
8. Вартість палива для приготування 1 страви	0,32 грн.
9. Паливо необхідне для прання 1 комплекту одягу	0,005 ГДж
10. Вартість палива для прання 1 комплекту одягу	0,25 грн.
11. Разом палива, що споживається на 1 м ² /рік	2,10 ГДж
12. Вартість палива, що споживається на 1 м ² /рік	94,5 грн.
13. Разом палива, що споживається на 1 м ³ /рік	6,3 ГДж
14. Вартість палива, що споживається на 1 м ³ /рік	283,5 грн.
15. Загальна огорожена площа приміщень	42000 м ²
16. Загальний огорожений об'єм будівель	126000 м ³
17. Кількість споживачів	800
18. Річна кількість приготованих страв	584000
19. Річна кількість випраних комплектів одягу	166400

Діаграма Сенкі - це графічне зображення потоків енергії, в якому товщина різних елементів діаграми пропорційна відповідній кількості енергії. Деякі діаграми Сенкі відображають циклічний рух енергопотоків, наприклад, повернення конденсату в котельню. Приклад діаграми Сенкі наведений на рис. 8.3.

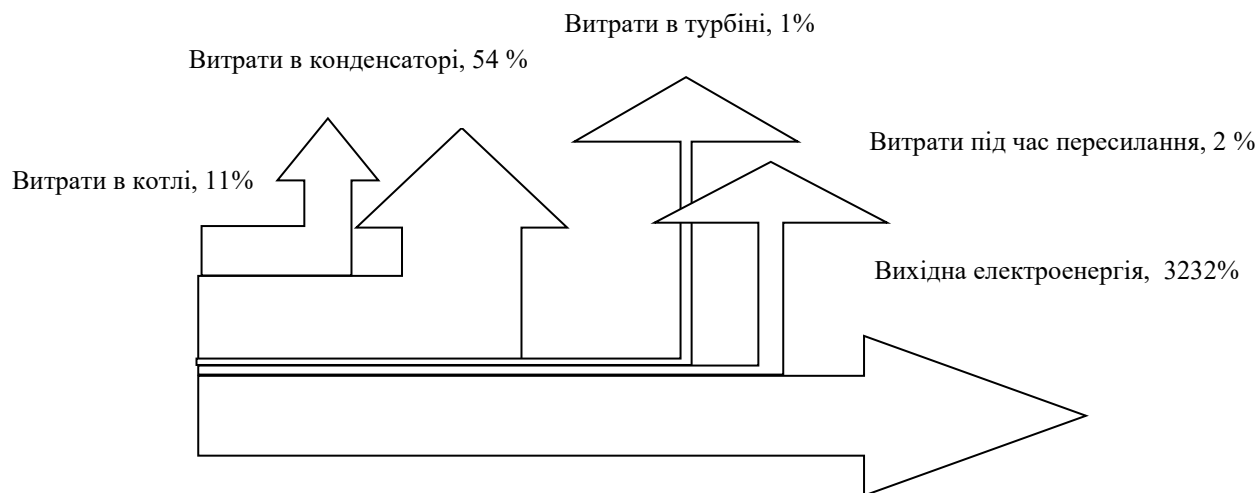


Рис. 8.3. Діаграма Сенкі

Крім діаграми Сенкі в енергоаудиті використовуються кругові діаграми, за допомогою яких можна графічно зобразити споживання енергії як в натуральних, так і у відносних одиницях. Приклад кругової діаграми наведений на рис 8.4.

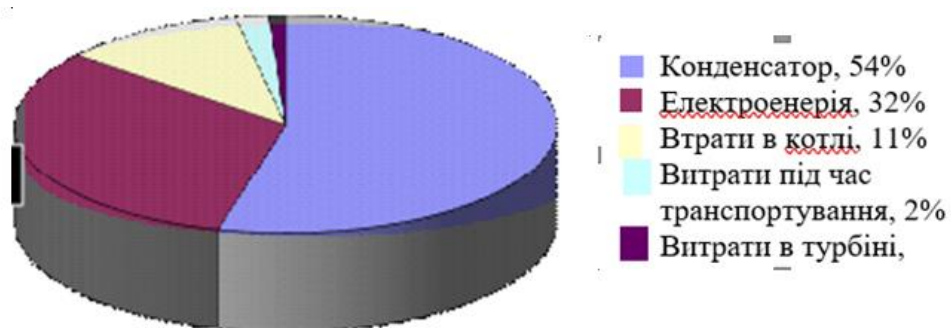


Рисунок 8.4. Кругова діаграма Сенкі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. ДСТУ 4065-2001 Енергозбереження. Енергетичний аудит. Загальні технічні вимоги.

2. Наказ Державного комітету України з енергозбереження 15.09.99 N 78 (з0871-99)

Порядок організації та проведення тендерів на здійснення енергетичних обстежень бюджетних установ, організацій та казенних підприємств

3. Енергетичний аудит об'єктів житлово-комунального господарства: Монографія / В. П. Розен та інші // Під. аг. Ред.. В. П. Розена, О. І. Солов'я – К.: ПП ВКФ «ДЕЛЬТА ФОКС», 2007. – 224с.

Навчальне видання

ЕНЕРГЕТИЧНИЙ АУДИТ

Курс лекцій

ДУДНІКОВ Сергій Миколайович

Формат 60x84/16. Гарнітура Times New Roman
Папір для цифрового друку. Друк ризографічний.

Ум. друк. арк. _.

Наклад ___ пр.

ДБТУ

61002, м. Харків, вул. Алчевських, 44