

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова

В. І. Пилипчак, Б. В. Димо

**Методичні вказівки, програма і контрольні завдання
з дисципліни "ОСНОВИ ЕНЕРГЕТИЧНОГО АУДИТУ"**

Рекомендовано Методичною радою НУК

Миколаїв 2008

УДК 620.9: 657.6(076)

Пилипчак В.І., Димо Б.В. Методичні вказівки, програма і контрольні завдання з дисципліни "Основи енергетичного аудиту": – Миколаїв: НУК, 2008. – 40 с.

Кафедра технічної теплофізики і суднових паровиробних установок

Методичні вказівки містять рекомендації для індивідуальної роботи при вивченні студентами дисципліни "Основи енергетичного аудиту" спеціальностей 7.090506 "Турбіни", 7.0905.09 "Суднові енергетичні установки та устаткування", 7.090210 "Двигуни внутрішнього згорання" та дисципліни "Енергетичний облік та аудит в теплоенергетиці" спеціальності 7.090510 "Теплоенергетика".

Методичні вказівки є основою для виконання контрольної роботи студентами заочної форми навчання вказаних вище спеціальностей. Викладені основні методичні рекомендації до складання звіту, а також відомості з обсягу звіту, вимоги до його оформлення.

Рецензент кандидат технічних наук, доцент Епифанов О.А.

Згідно з наказом ректора НУК № 08 від 09.01.2008 методичні вказівки публікуються в авторській редакції.

Відповідальність за редагування несе автор.

Загальні методичні вказівки

Метою індивідуальної роботи є поглиблене вивчення основних принципів, методики проведення та напрямків енергетичного аудиту (ЕА) об'єктів виробництва, передачі, розподілення та споживання енергії у аспекті підвищення енергетичної ефективності діючого обладнання підприємств і набуття практичних навиків в проведенні ЕА конкретних об'єктів.

При виконанні контрольної роботи, користуючись навчальною, науково-технічною і довідковою літературою, а також державними стандартами України (ДСТУ), необхідно вивчити вимоги до складу робіт з ЕА об'єкту і послідовність їх виконання.

Звіт з контрольної роботи повинен відповідати вимогам ДСТУ 4065–2001 Енергозбереження. Енергетичний аудит. Загальні технічні вимоги.

Звіт з контрольної роботи повинен бути підготовлений у текстовому редакторі Word з використанням шрифтів Times New Roman (розмір 14) та роздрукований на аркушах формату А4 (287×210) через 1,5 інтервали обсягом не більше 20–25 сторінок одностороннього тексту з полями: ліве – 25, праве 10 мм, верхнє та нижнє – 25 мм.

При виконанні контрольної роботи крім наведеної рекомендованої літератури дозволяється користуватися іншою сучасною навчальною, науково-технічною літературою, довідниками, ДСТУ, патентами України, Росії, країн Європейського Союзу та Сполучених Штатів Америки, а також технічною документацією підприємств з обов'язковими вказівками найменування, сторінок та інших даних використаних джерел інформації.

Надіслані контрольні роботи перевіряються викладачем і в залежності від правильності і якості виконання зараховуються або повертаються на доробку. Контрольна робота остаточно приймається викладачем тільки після бесіди із студентом.

1. МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ І РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО СКЛАДАННЯ ЗВІТУ

Звіт складається на основі вивчення матеріалу дисципліни за програмою, користуючись рекомендованою літературою.

Об'єкт обстеження вказується в індивідуальному завданні.

Звіт з контрольної роботи повинен вмішувати наступні підрозділи:

- загальна характеристика об'єкту обстеження (енергетичної системи, технологічного обладнання тощо);
- схеми об'єкту обстеження;
- аналіз втрат енергії в об'єкті;
- сучасні методи вимірювання теплотехнічних та електротехнічних величин, які необхідні для складання енергетичного балансу об'єкту обстеження і оцінки втрат енергії в ньому;
- вибір та обґрунтування енергоощадних (енергозберігаючих) заходів;
- оцінка економічного ефекту від впровадження енергоощадних заходів.

1.1. Загальна характеристика об'єкту обстеження

В цьому розділі звіту наводиться короткий опис конструкції та технічні характеристики об'єктів, які в наступний час використовуються в Україні.

До технічних характеристик в першу чергу відносяться ті, які дозволяють оцінити ефективність використання паливно-енергетичних ресурсів (ПЕР) та втрат енергії в об'єкті обстеження. Для печей, котлів, двигунів внутрішнього згоряння (ДВЗ), газотурбінних установок (ГТУ), електродвигунів та іншого обладнання це коефіцієнт корисної дії (ККД), для холодильних установок – холодильний коефіцієнт, для ізольованого теплового обладнання та теплопроводів – коефіцієнт ефективності ізоляції.

Допускається наведення і других технічних характеристик, які беруться з паспортів або режимних карт обладнання.

1.2. Схеми об'єкту обстеження

Зображення елементів принципової схеми об'єкту обстеження повинні відповідати вимогам діючих стандартів або бути загальноприйнятими в технічній літературі, вони наведені в додатку 3.

На схемах вказуються параметри, які необхідно вимірювати. Можна також показати прибори, за допомогою яких проводиться вимірювання параметрів.

Приклади зображення принципових схем об'єкту обстеження наведені на рис. 1 і 2.

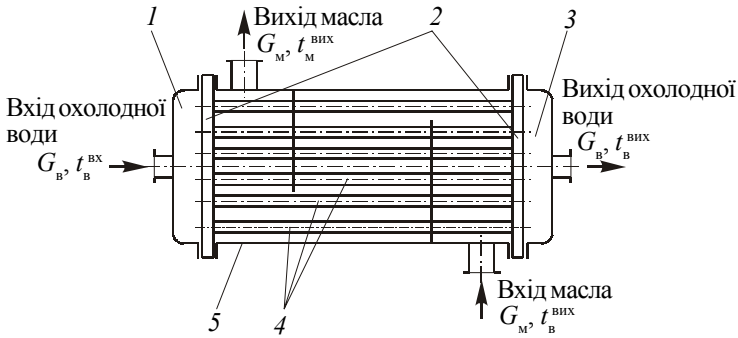


Рис. 1. Охолодник масла системи змащення:

1 – камера вхідна; 2 – трубна дошка; 3 – камера вихідна; 4 – труба; 5 – корпус

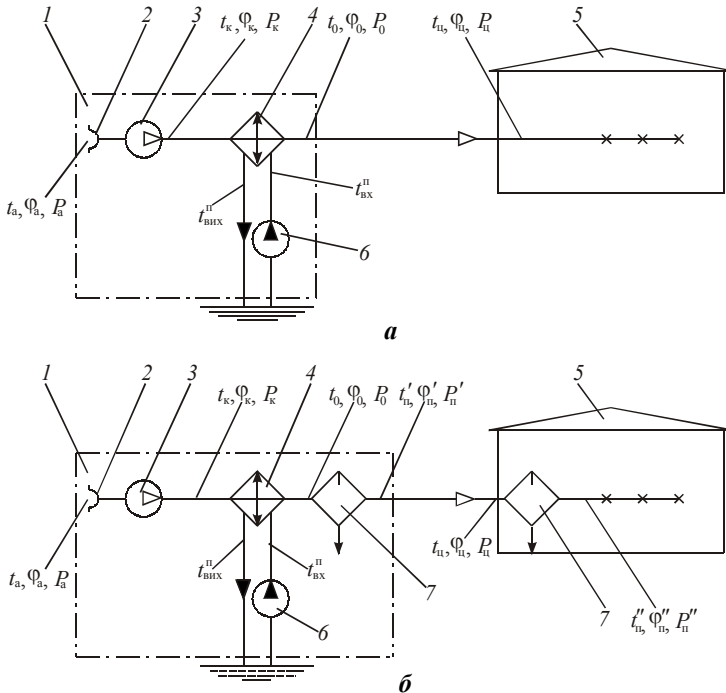


Рис. 2. Принципова схема системи стиснутого повітря без водовіддільників (а) та з водовіддільниками (б):

1 – компресорна станція; 2 – забірник повітря з атмосфери; 3 – компресор;
4 – охолодник стиснутого повітря; 5 – цех; 6 – насос; 7 – водовіддільник

1.3. Аналіз втрат енергії в об'єкті обстеження

Визначення неефективного використання ПЕР в об'єкті обстеження необхідно виконувати по рекомендаціям, які наведені в [7]. В звіті наводяться розрахункові формули для визначення втрат ПЕР, які мають місце в об'єкті, що обстежується.

Аналіз втрат ПЕР в об'єкті виконується шляхом зіставлення фактичних втрат ПЕР в об'єктах, які експлуатуються на промислових підприємствах України, з їх нормативними значеннями. Це дозволяє визначити енергетичну ефективність об'єктів.

Наводяться також дані для кращих зразків об'єктів, які існують на сьогоднішній день.

1.4. Засоби експериментального оцінювання втрат

За існуючою практикою та у відповідності до діючих інструкцій інспектор (аудитор) перевіряє та використовує дані, які отримані за допомогою контрольно-вимірювальної апаратури, встановленої на об'єкті обстеження.

Крім того, аудитор повинен мати для контрольних вимірів доступні йому прилади, що відповідають діючим в Україні стандартам.

В цьому підрозділі приводяться загальні рекомендації відносно контрольно-вимірювальної апаратури, яку необхідно використовувати при проведенні енергетичного аудиту об'єктів промислових підприємств для визначення витрат та втрат ПЕР.

1.4.1. Виробництво, транспортування та використання теплоти

В цьому випадку в відповідності з рекомендаціями, які наведені в [7], необхідно мати:

- прилад для вимірювання CO , O_2 або CO_2 у відхідних газах (газоаналізатор);
- термометр для вимірювання температури відхідних газів;
- інфрачервоний термометр (пірометр) для дистанційного вимірювання температури нагрітої поверхні;
- портативний детектор витоків (витокошукач) для локалізації витоків газу у газорозподільній системі.

На сьогодні в Україні практично використовуються такі прилади Європейського рівня, що мають відповідні українським стандартам технічні характеристики та прийнятні ціни.

Якість ізоляції розігрітих поверхонь рекомендується контролювати за допомогою вітчизняних приладів, таких як вимірювачі теплового потоку ИТП-9, ИТП-12, ИТП-13 [7]. Вони вимірюють фактичні питомі втрати теплоти в навколишнє середовище від розігрітих поверхонь.

1.4.1.1. Газоаналізатори

Професійний газоаналізатор КМ 9103 [7] є ефективним приладом для вимірювання та аналізу відхідних газів промислового та енергетичного обладнання.

Газоаналізатор вимірює кількість кисню O_2 , температуру відхідних газів, обчислює ефективність згоряння палива та коефіцієнт надлишку повітря, а також кількість окису вуглецю CO та співвідношення CO/CO_2 .

Прилади поставляються у комплекті зі стандартним зондом відхідних газів (довжина – 300 та 1000 мм, температура – 650 та 1250 °C), зарядним пристроєм (гарантується робота від батарей не менш ніж 8 годин), інструкцією на російській та англійській мовах, сертифікатом Укр ЦСМ. Вага приладу 5 кг, розміри – 410×320×115 мм.

1.4.1.2. Детектор витоків

Детектор витоків СД 100 [7] з чутливістю 50 ppm гарантовано виявляє витoki горючих газів.

Детектор RD виявляє витoki холодоагентів.

1.4.1.3. Пірометри, термометри

Термометри КМ 822 дозволяють дистанційно вимірювати температуру поверхні в діапазоні температур від –32 оС до +400 оС. Співвідношення площі поверхні, температура якої вимірюється і дистанції до приладу – 1:8.

Ціна – 641 у.о.

Контактні електронні термометри мають надзвичайно широкую номенклатуру, відрізняються діапазоном вимірювань, виконанням, наявністю пам'яті, видом пробників тощо.

Ціна – 250–400 у.о.

Порівняння цін термометрів пояснює інтерес до інфрачервоних термометрів дистанційного вимірювання.

За кордоном широко використовуються інфрачервоні термометри, що дозволяють вимірювати в діапазоні від 0 °C до 100 °C не тільки температуру, але й потужність теплового випромінювання ($Вт/м^2$).

До обов'язкового набору апаратури західного аудитора як правило входить так званий блок обробки даних (КМ 1420).

КМ 1420 дозволяє збирати та накопичувати дані на протязі 150 днів та обробляти на виході дані одночасних вимірювань від 4-х термометрів.

Принтер, наприклад, КМ-1250, дозволяє документувати результати вимірювань приладу, що підключається.

1.4.2. Виробництво стиснутого повітря

В цьому випадку в відповідності з рекомендаціями, які наведені в [7], використовують:

- вимірювач електричного навантаження (Вт) або струму (А) для перевірки споживання електроенергії під час роботи (навантаження) або на холостому ході (кліщі, електроаналізатор);

- термометр для вимірювання температури повітря на вході та виході з компресора;

- анемометри для вимірювання витрат повітря (м³/с).

1.4.2.1. Електроаналізатор

Прилад HAWK 300 забезпечує вимірювання:

- одно- та трифазну потужність на кожній фазі;

- КВА на кожній фазі;

- загальний $\cos\phi$.

Крім того, в поєднанні з персональним комп'ютером та спеціальним програмним забезпеченням прилад Hawk Reporter оцінює області потенційного заощадження та найкращий тариф (якщо цього вимагає задача оцінювання), за яким має забезпечуватись постачання електроенергії споживачу.

Останнє має значення для споживача, що отримує електроенергію з енергоринку від різних постачальників.

В комплект поставки входять базовий прилад, трансформатор струму, стандартне програмне забезпечення, вимірювальні кліщі на 1000 А (3 екземпляри), пробник для визначення фаз.

1.4.2.2. Кліщі

Кліщі ЗСТД 1500 мають діапазон по струму: 1-500 А, 1-1000 А, 1-1500 А.

Кліщі ЗСТД 3000 мають діапазон по струму: 1-1000 А, 1-1500 А, 1-3000 А.

1.4.2.3. Термометр, анемометр

Витрату повітря ($\text{м}^3/\text{с}$) на вході в компресор і виході з нього вимірюються за допомогою анемометра КМ 4003.

Анемометр-термометр КМ 4007 дозволяє одночасно вимірювати витрату повітря і його температуру.

1.4.3. Холодильні системи

В цьому випадку використовують [7]:

- вимірювач (кліщі) електричного навантаження (Вт) або струму (А) (див. вище);
- термометр для перевірки температури на холодній та гарячій стороні (див. вище);
- манометр для перевірки тиску холодоагенту.

В країнах ЄС використовують електронні манометри широкої номенклатури, типи яких наведені в таблиці.

Таблиця. Типи електронних манометрів

Тип манометру	Межі вимірювання				
	мбар	Па	кПа	мм H_2O	см H_2O
С 9551	0...±140	0...99,99	–	0...±1400	–
С 9553	0...±350	–	0...±35	0...±3500	–
С 9555	0...±2000	–	0...±200	–	0...±2100
С 9557	0...±6900	–	0...±690	–	0...±7000

Наведені прилади можуть бути рекомендовані до використання під час експериментального оцінювання витрат і втрат ПЕР, а також для обґрунтування результатів обстеження, в тому числі рекомендацій щодо усунення марнотратного витрачення ПЕР.

Майже всі сучасні електронні прилади на сьогодні не виробляються в Україні, імпортуються та сертифікуються за відповідною схемою.

В звіті з контрольної роботи наводиться перелік контрольно-вимірювальної апаратури, яка необхідна для визначення параметрів, потрібних для визначення втрат ПЕР в об'єкті обстеження.

Нижче наведено ряд прикладів по визначенню нераціональних втрат ПЕР в об'єкті обстеження.

Приклад 1

Спалюється природний газ. Температура відхідних газів $t_{\text{в.г}} = 317 \text{ }^\circ\text{C}$, температура повітря $t_{\text{п}} = 27 \text{ }^\circ\text{C}$, витрати палива на котел $B_{\text{о}}^{\Phi} =$

= 1,28 кг ум. палива/с, нормативні втрати з відхідними газами $q_2^H = 9 \%$, склад сухих продуктів згоряння палива за котлом:

$CO_2' = 10,3 \%$; $O_2' = 2,45 \%$; $N_2' = 87,25 \%$ – визначено за результатами вимірювання.

Втрати теплоти з відхідними газами визначаються за формулою [7]

$$q_2^\phi = 0,01 (t_{вг} - 0,85t_{п}) z = 0,01 (317 - 0,85 \cdot 27) \cdot 4,63 = 13,6 \%$$

Коефіцієнт z , значення якого залежить від складу компонентів в продуктах згоряння, визначається за табл. 7.1 [7].

Нераціональні витрати палива від завищення втрат теплоти з відхідними газами визначаються за формулою

$$\Delta B_2 = \frac{(q_2^\phi - q_2^H) B_0^\phi}{100},$$

де q_2^ϕ – фактичні втрати з відхідними газами, %; q_2^H – нормативні втрати з відхідними газами (визначаються за режимною картою), %; B_0^ϕ – фактичні витрати палива на котел, кг ум. палива/с.

Таким чином нераціональні витрати палива складають

$$\Delta B_2 = \frac{(13,6 - 9) \cdot 1,28}{100} = 0,059 \text{ кг ум. палива/с.}$$

Приклад 2

Спалюється природний газ. Склад сухих продуктів згоряння

$$CO_2' = 10,5 \%, O_2' = 0,2 \%, N_2' = 85,155 \%, CO' = 2,335 \%, \\ CH_4' = 0 \%, H_2' = 1,81 \%$$

Фактичні витрати палива на котел $B_0^\phi = 1,28$ кг ум. палива/с.

Втрати теплоти від хімічної неповноти згоряння палива, які обумовлені наявністю в продуктах неповного згоряння газоподібних складових, визначаються за формулою [7]

$$q_3 = \frac{(30,2CO' + 25,8H_2' + 85,5CH_4')h}{\rho} \cdot 100 \%,$$

де CO' , H_2' , CH_4' – склад горючих компонентів в продуктах згоряння (визначається приладами); ρ – максимальна ентальпія продуктів згоряння даного виду палива, визначається за таблицями, що наведені в [8];

h – коефіцієнт розбавлення сухих продуктів згоряння визначається за формулою, що наведена в [8].

Визначаємо максимально можливе утримання двоокису вуглецю в продуктах згоряння

$$\text{CO}_2^{\max} = \frac{21}{1+\beta} = \frac{21}{1+0,84} = 11,41\%,$$

де β – характеристика палива.

Для природного газу $\beta = 0,84$ [11].

Визначаємо коефіцієнт розбавлення за формулою [7]

$$h = \frac{\text{CO}_2^{\max}}{\text{CO}'_2 + \text{CO}' + \text{CH}'_4} = \frac{11,41}{10,5 + 2,335 + 0} = 0,889.$$

Визначаємо фактичні втрати теплоти внаслідок хімічної неповноти згоряння палива

$$\begin{aligned} q_3^{\phi} &= \frac{(30,2\text{CO}' + 25,8\text{H}'_2 + 85,5\text{CH}'_4)h}{\rho} \cdot 100 = \\ &= \frac{(30,2 \cdot 2,335 + 25,8 \cdot 1,81)0,889}{1000} \cdot 100 = 10,42 \%. \end{aligned}$$

Нераціональні втрати палива внаслідок хімічної неповноти його згоряння визначаються за формулою [7]

$$\Delta B_3 = \frac{q_3^{\phi} B_0^{\phi}}{100} = \frac{10,42 \cdot 1,28}{100} = 0,133 \text{ кг ум. палива/год.}$$

Приклад 3

На системі вентиляції згідно проекту встановлено вентилятор низького тиску з числом обертів $n_{\text{пр}} = 421$ об/хв, ККД вентиляційного агрегату $\eta = 0,5$, який буде переміщувати об'єм повітря $Q_{\text{пр}} = 32900$ м³/год (9,14 м³/с). Проектна потужність $N_{\text{пр}} = 8,05$ кВт, проектний тиск $p_{\text{пр}} = 50$ кг/м².

При обстеженні згідно вимірів встановлено, що вентилятор при проектному числі обертів розвиває тиск $p_{\phi} = 44$ кг/м², подача вентилятора становить 45000 м³/год (12,5 м³/с), ККД – $\eta = 0,45$.

Фактична потужність вентилятора визначається за формулою [7]

$$N_{\phi} = \frac{Q_{\phi} P_{\phi}}{102 \cdot \eta_{\phi}} = \frac{12,5 \cdot 44}{102 \cdot 0,45} = 12 \text{ кВт.}$$

Порівняємо фактичну і проектну потужність

$$\Delta N = N_{\phi} - N_{\text{пр}} = 12 - 8,05 = 3,95 \text{ кВт.}$$

Потужність вентилятора перевищує проектну на 3,95 кВт.

Втрати електроенергії згідно зроблених замірів в вентиляційній установці складають

$$\Delta E = \Delta N \tau = 3,95 \cdot \tau, \text{ кВт}\cdot\text{год,}$$

де τ – кількість годин роботи вентиляційної установки на протязі року.

Цей приклад показує, що вентиляційна установка працює з відхиленням від проектних рішень. Має місце зменшення тиску в системі та збільшення продуктивності. Це може обумовлюватись підвищеними втратами або підсмоктуванням повітря в повітропроводах, режимом роботи установки та іншими причинами.

1.5. Вибір та обґрунтування енергоощадних (енергозберігаючих) заходів

В цьому розділі звіту на основі результатів аналізу втрат в об'єкті обстеження проводиться обґрунтований вибір основних заходів по підвищенню його енергетичної ефективності. Вказуються маловитратні заходи, які повинні впроваджуватись в першу чергу.

Проводиться оцінка економії ПЕР від впровадження енергоощадних заходів в об'єкті обстеження. Оцінюються капітальні витрати на впровадження заходів.

2. ДЖЕРЕЛА МОЖЛИВИХ ВТРАТ ПАЛИВНО-ЕНЕРГЕТИЧНИХ РЕСУРСІВ В ОБ'ЄКТАХ ПАЛИВОВИКОРИСТАННЯ

При визначенні неефективного використання ПЕР слід мати на увазі, що основними джерелами енергетичних втрат і зниження ефективності роботи, як правило, є [7]:

- дроселювання робочого тіла;
- підвищений тепловий напір, в тому числі внаслідок забруднення поверхонь теплообміну і наявність в паровому просторі теплообмінного обладнання газів, що не конденсуються;
- нераціональне використання охолоджуючої (циркуляційної) води, в тому числі внаслідок наявності контурів рециркуляції, забруднення поверхонь теплообміну, підсмоктування повітря в паровий простір теплообмінного обладнання;
- недостатнє виробництво електроенергії на тепловому споживанні;
- неефективність роботи обладнання при частковому навантаженні;
- великі втрати теплоти з відхідними газами;
- неоптимальні теплофізичні параметри робочого тіла;
- втрати енергії за рахунок рециркуляції робочого тіла в нагнітальному обладнанні (насосах) при малих навантаженнях та трубопроводах;
- недогрів води до температури насичення в конденсаторах турбін;
- погіршення вакууму в конденсаторах турбін;
- втрати на промисловому холодильному обладнанні;
- великі втрати енергії в електричних трансформаторах та електричних мережах;
- неоптимальна тонкість помолу твердого палива;
- втрати теплоти та конденсату в системі збору та повернення дренажів;
- втрати при використанні та зберіганні нафтопродуктів;
- втрати енергії в режимах пусків та зупинок обладнання.

3. ОЦІНКА ВТРАТ ПАЛИВНО-ЕНЕРГЕТИЧНИХ РЕСУРСІВ

Оцінка втрат ПЕР може проводитись як в цілому для всього об'єкту, що обстежується, так і для окремих груп обладнання.

Результати оцінки втрат ПЕР використовуються з метою визначення пріоритетних напрямків енергозберігаючих заходів, які пропонуються до впровадження на підприємстві, що обстежується.

Втрати ПЕР розраховуються відносно до нормативних значень параметрів, що контролюються, та питомих витрат ПЕР.

Втрати ПЕР на об'єкті, що обстежується, розраховуються за формулою [7]

$$\Delta B_e = (v_{\phi} - v_n) w_{\phi},$$

де v_{ϕ} , v_n – питомі витрати ПЕР (фактичні та нормативні) на виробництво

одиниці основної продукції (кВт·год/од. продукції); w_{ϕ} – фактичне виробництво продукції за час, що контролюється.

Втрати ПЕР на теплогенеруючому об'єкті розраховуються за формулою [7]

$$\Delta B_m = (v_{\phi}^m - v_n^m) Q_{\phi},$$

де v_{ϕ}^m, v_n^m – питомі витрати умовного палива (фактичні та нормативні) на виробництво одиниці продукції (кг ум. палива/од. продукції); Q_{ϕ} – фактичне виробництво продукції за час, що контролюється.

Втрати ПЕР за окремими складовими елементів установки, що обстежується, оцінюються за значенням ККД (фактичному та нормативному), які залежать від відповідних параметрів, що контролюються.

Приблизне значення ККД котла визначається за номограмами (Додаток 1 [7]).

Втрати ПЕР внаслідок погіршеного вакууму в конденсаторах турбін визначаються за номограмою (Додаток 2 [7]).

Втрати ПЕР внаслідок неефективної роботи градирень оцінюються за номограмою (Додаток 3 [7]).

Втрати теплоти крізь термоізоляцію визначаються за методичними вказівками (Додаток 4 [7]).

При класифікації втрат ПЕР використано принцип розподілу втрат на технічно вимушені, які ліквідувати неможливо, але можна впливати на їх величину, та нераціональні (марнотратні), для ліквідації яких необхідно використовувати методи організаційного та технічного характеру.

Технічно вимушені втрати враховуються при розробці норм витрат ПЕР, але повинні прийматись строго по нормативах при нормальних технологічних режимах роботи обладнання. Нераціональні втрати в нормах витрат ПЕР не враховуються. Рациональне використання ПЕР і отримання, тим самим, їх економії забезпечується, по-перше, технічною досконалістю обладнання і, по-друге, правильною його експлуатацією. Одним з основних напрямків роботи щодо виявлення та ліквідації нераціонального використання ПЕР являється складання та аналіз енергетичних балансів з метою оцінки фактичного стану використання палива.

Достовірність визначення втрат палива залежить від діючої системи обліку, основою якої є вимірювальні прилади. Найбільша кількість втрат ПЕР пов'язана з втратами при їх використанні. Але значні втрати ПЕР спостерігаються і при їх перетворенні, транспортуванні та зберіганні.

ТЕМИ ІНДИВІДУАЛЬНИХ ЗАВДАНЬ

1. Пристрої для спалювання палива в котлах, які працюють на мазуті.
2. Пристрої для спалювання палива в котлах, які працюють на природному газі.
3. Системи спалювання палива котлів, які працюють на мазуті.
4. Системи спалювання палива котлів, які працюють на природному газі.
5. Промислові котельні установки.
6. Промислові печі.
7. Паропроводи та трубопроводи гарячої води промислових систем теплопостачання.
8. Трубопровідна арматура промислових систем теплопостачання.
9. Пристрої для утилізації теплоти газів, які виходять з котлів, працюючих на мазуті.
10. Пристрої для утилізації теплоти газів, які виходять з котлів, працюючих на природному газі.
11. Паливна система котельних установок.
12. Система автоматики котельних установок.
13. Промислові системи теплопостачання.
14. Промислові дизельні установки.
15. Системи спалювання палива двигунів внутрішнього згоряння.
16. Системи автоматики двигунів внутрішнього згоряння.
17. Системи змащення двигунів внутрішнього згоряння.
18. Газотурбінні установки.
19. Теплопроводи надземної прокладки.
20. Теплопроводи, які прокладені в ґрунті.
21. Теплопроводи, прокладені в каналі.
22. Теплообмінні апарати та тепловикористовуючі установки.
23. Системи забезпечення природним газом.
24. Електричні мережі промислових підприємств.
25. Електроприводи.
26. Системи освітлення.
27. Системи стиснутого повітря.
28. Поршневі компресорні установки.
29. Турбокомпресорні установки.

30. Мережі стиснутого повітря.
31. Водовіддільники систем стиснутого повітря.
32. Системи виробничого водопостачання.
33. Насосні установки.
34. Мережі систем водопостачання.
35. Системи оборотного водопостачання.
36. Системи промислової вентиляції.
37. Вентиляційні установки систем вентиляції.
38. Повітропроводи систем вентиляції.
39. Холодильні установки.
40. Компресори холодильних установок.
41. Теплові насоси.
42. Утеплення житлових будинків.
43. Системи теплопостачання житлового сектору.
44. Системи гарячого водопостачання житлового сектору.
45. Насосні установки систем гарячого водопостачання житлового сектору.
46. Теплові мережі систем теплопостачання житлового сектору.

ФІЗИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ТЕПЛОНОСІЇВ

Масло турбінне

Властивість	Температура, °С					
	0	20	40	60	80	100
Густина ρ , кг/м ³	907	895	883	871	859	847
Теплоємність c_p , кДж/(кг·К)	1,784	1,839	1,923	1,994	2,065	2,136
Кінематична в'язкість $\nu \cdot 10^6$, м ² /с	1100	230	140	29	15	9

Масло дизельне

Властивість	Температура, °С					
	0	20	40	60	80	100
Густина ρ , кг/м ³	912	900	888	886	864	852
Теплоємність c_p , кДж/(кг·К)	1,77	1,839	1,91	1,981	2,053	2,122
Кінематична в'язкість $\nu \cdot 10^6$, м ² /с	1600	390	220	45	21	11

Вода прісна

Властивість	Температура, °С					
	0	20	40	60	80	100
Густина ρ , кг/м ³	1000 при 4 °С	998	992	983	972	958
Теплоємність c_p , кДж/(кг·К)	4,216	4,183	4,174	4,178	4,195	4,221
Кінематична в'язкість $\nu \cdot 10^6$, м ² /с	1,786 при 4 °С	1,002	0,658	0,480	0,370	0,300


Повітря ($B = 760$ мм рт.ст. $\approx 1,01 \cdot 10^5$ Па)

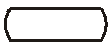
Властивість	Температура, °С					
	-20	-10	0	20	40	60
Густина ρ , кг/м ³	1,395	1,342	1,293	1,205	1,128	1,060
Теплоємність c_p , кДж/(кг·К)	1,009	1,009	1,005	1,005	1,005	1,005
Кінематична в'язкість $\nu \cdot 10^6$, м ² /с	12,43	12,79	13,28	15,06	16,96	18,97

Властивість	Температура, °C					
	80	100	140	160	180	200
Густина ρ , кг/м ³	1,000	0,946	0,854	0,815	0,779	0,746
Теплоємність c_p , кДж/(кг·К)	1,009	1,009	1,013	1,017	1,022	1,026
Кінематична в'язкість $\nu \cdot 10^6$, м ² /с	21,09	23,13	17,80	30,09	32,49	34,85


Умовні графічні позначення в гідравлічних та пневматичних схемах


1. Позначення елементів гідравлічних та пневматичних сітей


 – бак під атмосферним тиском

 – бак з внутрішнім тиском вище атмосферного


 – бак з внутрішнім тиском нижче атмосферного


 – фільтр для рідини або повітря

 – волого- або масловіддільник з ручним спуском конденсату

 – волого- або масловіддільник з автоматичним спуском конденсату


 – фільтр- вологовіддільник з ручним спуском конденсату


 – фільтр- вологовіддільник з автоматичним спуском конденсату


 – осушувач повітря (газу) хімічним способом


 – сепаратор (водовіддільник)


 – конденсатовідвідник


 – зволожник


 – маслорозпилювач


 – регенератор (відновлювач первісних властивостей робочого середовища)


 – газифікатор (для перетворення рідини в газ)

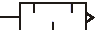
 – охолодник рідини або повітря

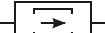
 – нагрівник рідини або повітря

 – охолодник та нагрівник (зовні ромбу зображається трубопровід підігрівасмого або охолоджуемого середовища)


 – охолодник з випаровуванням

 – охолодник з вприскуванням

 – глушитель

 – гаситель гідравлічного удару

 – мембрана прориву


 – форсунка

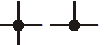
 – забірник повітря з атмосфери

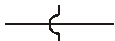

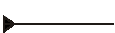
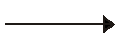
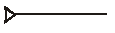



 – забірник повітря від двигуна

 – трубопроводи всмоктування, нагнітання, зливу










 – трубопроводи управління


 – дренажні трубопроводи (відвід витіків)


 – з'єднання трубопроводів

-  – перекрещення трубопроводів
-  – гнучкий трубопровід
-  – підвід рідини під тиском (без зазначення джерела живлення)
-  – злив рідини з системи
-  – дросель (місцевий опір в лінії) – витрати залежать від в'язкості робочого середовища
-  – дросель (місцевий опір в лінії) – витрати не залежать від в'язкості робочого середовища
-  – випуск повітря (газу) в атмосферу
-  – підвід повітря (газу) під тиском (без зазначення джерела живлення)


2. Позначення насосів, вентиляторів, двигунів гідравлічних та пневматичних


-  – насос постійної продуктивності з постійним направленням потоку
-  – насос постійної продуктивності з реверсивним потоком
-  – гідромотор
-  – пневмомотор
-  – компресор
-  – вакуум-насос
-  – циліндр (загальне зображення)
-  – відцентровий вентилятор
-  – осьовий вентилятор

 – насос постійної продуктивності з приводом від електродвигуна

 – насос регулюємий з управлінням від тиску нагнітання з приводом від електродвигуна


3. Позначення приводів


 – двигун – загальне позначення

 – електродвигун – загальне позначення

 – тепловий двигун – загальне позначення


4. Позначення тепло- та електротехнічних приладів на схемах


 – вакуумметр


 – манометр

 – мановакуумметр

 – витратомір тахометричний

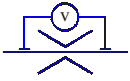
 – регулятор температури

 – датчик вологості

 – барометр

 – термометр рідинний скляний

 – манометр рідинний



– витратомір змінного перепаду тиску



– лічильник кількості



– термометр опору



– місце розміщення датчика



– ротаметр

**Програма дисципліни "Основи енергетичного аудиту"
для студентів спеціальності 7.090509 "Суднові енергетичні
установки та устаткування" та спеціальності 7.090210
"Двигуни внутрішнього згорання"**

Програма містить основні питання, засвоєння яких необхідне при вивченні дисципліни "Основи енергетичного аудиту" і для виконання контрольної роботи.

Тема 1. Енергетична політика України. Основні напрямки енергозбереження

Енергетичний сектор та енергетична політика України. Державні структури, зайняті енергозбереженням. Енергетична політика країн Європейського Союзу. Загальні програми та концепції керування процесами постачання та використання енергії. Енергетичний центр Європейського Союзу в Києві.

Ефективність енергозбереження у зв'язку з сучасним станом країни. Основні напрямки енергозбереження. Методика підвищення виробництва, розподілу та споживання енергії.

Загальний цикл впровадження енергетичного аудиту та менеджменту на підприємстві.

Основні загальні галузі та параметри виробництва, які вказують на резерви енергозбереження.

Література: [3, с. 5–48, 100–141]; [4]; [5, с. 6–25]; [9, с. 10–78, 176–196].

Тема 2. Енергетичний аудит печей, паровиробних установок та котлів. Утилізація теплоти

Загальна характеристика печей, паровиробних установок та котлів. Шляхи підвищення енергетичної ефективності. Вибір раціональних методів модернізації обладнання.

Утилізація теплоти відхідних газів на підприємствах України та за кордоном.

Задачі, методи та особливості глибокого охолодження димових газів. Ефективність глибокого охолодження димових газів.

Література: [1, с. 3–20]; [3, с. 153–158, 224–239]; [5, с. 26–87]; [9, с. 84–92]; [10, с. 129–172]; [12, с. 228–233].

Тема 3. Енергетичний аудит систем теплопостачання

Паропроводи та лінії постачання гарячої води. Ефективність ізоляції. Комерційні засоби вимірювання температури та втрат теплоти.

Вплив трубопровідної арматури на енергозбереження в системах.

Заходи по підвищенню ефективності роботи та модернізації систем.

Література: [3, с. 153–168]; [5, с. 88–115]; [9, с. 92–102]; [14, с. 307–335, 407–424, 463–465].

Тема 4. Енергетичний аудит систем забезпечення природним газом

Загальна характеристика систем високого, середнього та низького тиску.

Засоби по визначенню втрат природного газу.

Ефективність систем редукації тиску газу та виробництва механічної енергії.

Заходи по підвищенню ефективності систем.

Література: [9, с. 104–108].

Тема 5. Енергетичний аудит систем забезпечення електричною енергією. Електроприводи

Аналіз ефективності споживання електроенергії. Розрахунок збитків потужності, напруги та електроенергії.

Заходи по підвищенню ефективності використання електроенергії споживачами.

Раціональне використання електроенергії в промислових та побутових освітлювальних установках.

Ефективність електроприводів. Загальні рекомендації по енергозбереженню.

Література: [3, с. 48–90]; [9, с. 117, 135–154]; [13, с. 475–478].

Тема 6. Енергетичний аудит систем стиснутого повітря

Загальна характеристика систем. Основні шляхи підвищення енергоефективності систем.

Підвищення енергоефективності компресорних установок.

Втрати стиснутого повітря. Удосконалення магістральних та розподільних повітропроводів.

Водовіддільники та конденсатовідвідники систем.

Література: [3, с. 90–92]; [8, с. 117–124]; [12, с. 40–70].

Тема 7. Енергетичний аудит холодильного обладнання.
Теплові насоси

Загальна характеристика холодильних систем. Зменшення теплопритоків у холодильну камеру.

Регулювання коефіцієнту навантаження компресорів. Зниження температури конденсації.

Типові можливості по економії енергії.

Теплові насоси.

Література: [9, с. 124–130].

Тема 8. Енергетичний аудит систем виробничого водопостачання.
Електричні насоси

Загальна характеристика систем та електронасосів.

Розрахунок електричної потужності насосів.

Модернізація гідравлічних систем з метою організації ефективної роботи. Заходи по економії енергії насосними станціями.

Системи оборотного водопостачання. Ефективність впровадження оборотного водопостачання.

Література: [2, с. 1–5, 10–21]; [3, с. 92–94, 291–292]; [9, с. 133–135].

Тема 9. Енергетичний аудит систем вентиляції

Загальні положення. Побудова карти споживання енергії. Розрахунок можливого зменшення втрат енергії.

Керування режимами роботи системи. Автоматичне регулювання системою.

Удосконалення аеродинамічного стану системи.

Утилізація теплоти.

Література: [3, с. 94–95, 239–247]; [9, с. 130–133].

Тема 10. Енергетичний аудит у будівництві та систем життєзабезпечення

Утеплення огорожуючих конструкцій будинків.

Загальна характеристика систем життєзабезпечення (теплопостачання та гарячого водопостачання).

Модернізація, автоматизація та децентралізація систем. Обладнання систем лічильниками.

Резерви енергозбереження в системах та розрахунок ефекту від впровадження нового обладнання.

Література: [3, с. 247–271]; [9, с. 155–172]; [13, с. 422]; [15, с. 91–136, 151–192].

Програма дисципліни "Енергетичний облік і аудит в теплоенергетиці" для студентів спеціальності 7.090510 "Теплоенергетика"

Програма містить основні питання, засвоєння яких необхідне при вивченні дисципліни "Енергетичний облік і аудит в теплоенергетиці" і для виконання контрольної роботи.

Тема 1. Енергетична політика України

Енергетичний сектор економіки України. Енергетична політика держави. Державні структури, зайняті енергозбереженням.

Енергетична політика Європейського Союзу. Загальні програми та концепції керування процесами постачання та використання енергії, їх характеристика.

Дії програми TACIS у галузі енергозбереження. Енергетичний центр Європейського Союзу в Україні. Консалтингові схеми в енергозбереженні.

Література: [3, с. 5–38]; [5, с. 6–10]; [9, с. 5–54, 176–196].

Тема 2. Основні напрямки енергозбереження

Ефективність енергозбереження у зв'язку з сучасним станом країни. Основні напрямки енергозбереження.

Методика підвищення виробництва, розподілу та споживання енергії. Місце енергетичного аудиту у загальній методиці. Зв'язок та взаємодії з впровадженням енергетичного менеджменту. Загальний цикл впровадження енергетичного аудиту та менеджменту на підприємстві.

Основні загальні галузі та параметри виробництва, які вказують на резерви енергозбереження. Загальна схема та характеристика елементів виробничої системи: виробництво, розподілення та споживання енергії.

Література: [3, с. 5–38]; [4]; [5 с. 10–25]; [9, с. 55–78].

Тема 3. Енергоаудит печей, паровиробних установок та котлів

Загальна характеристика печей, паровиробних установок та котлів, які використовуються на підприємствах України. Шляхи підвищення енергетичної ефективності.

Приклади впливу заходів на енергетичну ефективність обладнання. Вибір раціональних методів модернізації обладнання.

Література: [3, с. 153–168]; [5, с. 26–71]; [6, с. 30–39]; [9, с. 84–92]; [10, с. 83–85]; [11, с. 32–61]; [113, с. 228–233].

Тема 4. Утилізація теплоти газів, які виходять з печей, паровиробних установок та котлів

Стан питання на підприємствах України та в країнах ЄС.

Задачі, методи та особливості глибокого охолодження димових газів. Ефективність глибокого охолодження.

Контактні та контактнo-поверхневі котли та економайзери. Конденсаційні поверхневі котли та економайзери. Галузі застосування обладнання та його економічні показники.

Література: [1, с. 3–20, 21–52, 128–141, 190–200, 205–211, 219–221, 227–233, 234–252, 254–266]; [5, с. 72–87]; [10, с. 143–172]; [11, с. 402–41].

Тема 5. Енергоаудит систем теплопостачання

Паропроводи та лінії постачання гарячої води. Ефективність ізоляції. Комерційні засоби вимірювання температури та втрат теплоти з поверхні.

Заходи по підвищенню ефективності роботи та модернізації систем.

Література: [3, с. 153–168]; [9, с. 92–102]; [5, с. 88–115]; [14, с. 307–335, 463–465, 501–515].

Тема 6. Вплив трубопровідної арматури на енергозбереження в системах теплопостачання

Загальна характеристика трубопровідної арматури, яка використовується в теперішній час.

Перспективні розробки арматури на основі сплавів з ефектом "пам'яті форми".

Оцінка ефективності застосування термостатичної арматури з ефектом "пам'яті форми".

Література: [5, с. 105–109]; [14, с. 407–424].

Тема 7. Енергоаудит систем забезпечення природним газом

Загальна характеристика систем високого, середнього та низького тиску.

Засоби по визначенню втрат природного газу.

Ефективність систем редукції тиску та виробництва механічної енергії.

Заходи по підвищенню ефективності систем.

Література: [9, с. 104–108].

Тема 8. Енергоаудит систем забезпечення електричною енергією.
Електроприводи

Аналіз ефективності споживання електричної енергії. Розрахунок збитків потужності, напруги та електроенергії.

Заходи по підвищенню ефективності використання електроенергії споживачами.

Раціональне використання електроенергії в промислових та побутових освітлювальних установках.

Ефективність електродвигунів. Загальні рекомендації по енергозбереженню.

Література: [3, с. 48–90]; [9, с. 117, 135–154]; [13, с. 475–478].

Тема 9. Енергоаудит систем стиснутого повітря

Загальна характеристика систем. Основні шляхи підвищення енергетичної ефективності систем.

Підвищення енергоефективності компресорних станцій.

Втрати стиснутого повітря. Удосконалення магістральних та розподільних повітропроводів.

Водовіддільники та конденсатовідвідники систем.

Література: [3, с. 90–92]; [9, с. 117–124]; [12, с. 40–70].

Тема 10. Енергоаудит холодильного обладнання. Теплові насоси

Загальна характеристика холодильних систем. Зменшення теплопритоків у холодильну камеру.

Регулювання коефіцієнта навантаження компресорів. Зниження температури конденсації.

Типові можливості по економії енергії.

Теплові насоси.

Література: [9, с. 124–130].

Тема 11. Енергоаудит систем виробничого водопостачання.
Електричні насоси

Загальна характеристика систем. Електронасоси.

Розрахунок електричної потужності насосів.

Модернізація гідравлічних систем з метою організації ефективної роботи. Заходи по економії енергії на насосних станціях.

Системи оборотного водопостачання. Ефективність впровадження оборотного водопостачання.

Література: [2, с. 1–5, 10–21]; [3, с. 92–94, 291–292]; [89, с. 133–135].

Тема 12. Енергоаудит систем вентиляції

Загальні положення. Побудова карти споживання енергії. Розрахунок можливого зменшення витрат енергії.

Керування режимами роботи системи. Автоматичне регулювання системою.

Удосконалення аеродинамічного стану системи.

Утилізація теплоти.

Література: [3, с. 94–95, 239–247]; [9, с. 130–133].

Тема 13. Енергоаудит у будівництві. Утеплення житлових будинків

Загальні положення. Стан питання на сьогоднішній день.

Утеплення огороджуючих конструкцій будинків. Теплоізоляція стін. Підвищення теплозахисних якостей вікон. Протидії інфільтрації.

Література: [3, с. 268–271]; [9, с. 155–167]; [15, с. 91–136].

Тема 14. Енергоаудит систем життєзабезпечення

Загальна характеристика систем теплопостачання та гарячого водопостачання житлового сектору України.

Модернізація, автоматизація та децентралізація систем. Обладнання систем лічильниками.

Резерви енергозбереження в системах та розрахунок ефекту від впровадження нового обладнання.

Література: [3, с. 247–271]; [9, с. 155–172]; [13, с. 422]; [15, с. 91–136, 151–192].

Перелік контрольних запитань

1. Охарактеризуйте енергетичний сектор економіки України.
2. В чому полягає енергетична політика України?
3. В чому полягає енергетична політика країн Європейського Союзу (ЄС)?
4. Які державні структури України займаються питаннями енергозбереження?
5. Охарактеризуйте консалтингові схеми у галузі енергетики.
6. Що таке енергетичний аудит?
7. Що таке енергетичний менеджмент?
8. Охарактеризуйте загальний цикл впровадження енергетичного аудиту та менеджменту на підприємстві.
9. Які загальні галузі та параметри виробництва вказують на резерви енергозбереження?
10. Наведіть загальну схему та дайте характеристику елементів виробничої системи: виробництва, розподілення та споживання енергії.
11. Які основні етапи енергетичного аудиту на підприємстві?
12. Дайте характеристику основних етапів енергетичного аудиту на підприємстві.
13. Як будується карта використання паливно-енергетичних ресурсів на підприємстві?
14. Що таке енергетичний баланс підприємства?
15. Що таке тепловий баланс підприємства?
16. Наведіть приклад теплового балансу технологічного процесу.
17. Що таке рекуперація та регенерація теплоти у тепловому обладнанні?
18. Наведіть основні заходи по підвищенню ефективності систем спалювання палива.
19. Наведіть схему регенеративного пальника. Ефективність використання енергії.
20. Як контролюється якість спалювання палива?
21. Дайте характеристику фізичним процесам, які виникають при збільшенні та зменшенні загального коефіцієнту надмірності повітря.
22. Охарактеризуйте фізичні процеси при збільшенні та зменшенні температури повітря, яке подається до пальника котла.
23. Наведіть засоби по підвищенню ефективності котельних установок.

24. Ефективність утилізації теплоти газів, які виходять з печей, котлів та паровиробних установок.

25. Що таке глибока утилізація теплоти відхідних газів?

26. Методи та особливості глибокого охолодження продуктів спалювання природного газу.

27. Які основні заходи по зниженню втрат теплоти паропроводами та трубопроводами гарячої води?

28. Які контрольно-вимірювальні прилади використовуються для вимірювання температури поверхні та середовища?

29. За допомогою яких приборів контролюється тепловий потік від нагрітих поверхонь?

30. Як контролюється склад та витрати середовища?

31. Як обґрунтовується оптимальна ізоляція теплового обладнання?

32. Що таке критичний діаметр ізоляції трубопроводу?

33. Дайте характеристику трубопровідної арматури, яка в теперішній час використовується в системах теплопостачання промислових підприємств.

34. Наведіть приклади перспективних розробок термостатичної арматури систем теплопостачання на основі сплавів з ефектом "пам'яті форми". Переваги арматури.

35. Дайте загальну характеристику систем газопостачання. Основні недоліки.

36. Наведіть основні заходи по підвищенню енергетичної ефективності систем газопостачання.

37. Основні недоліки систем технічного ацетилену промислових підприємств.

38. Які основні заходи по підвищенню ефективності систем технічного ацетилену?

39. Які втрати мають місце в системах забезпечення електричною енергією?

40. Експлуатаційні характеристики електроприймачів.

41. Заходи по підвищенню ефективності використання електроенергії споживачами.

42. Дайте загальну характеристику електроприводів.

43. Основні заходи по вдосконаленню електроприводів.

44. Що дає компенсація реактивної потужності?

45. Дайте загальну характеристику систем стиснутого повітря.

46. Основні недоліки систем стиснутого повітря з точки зору енерго-ефективності.

47. Основні заходи по підвищенню енергоефективності систем стиснутого повітря.
48. Вплив водовіддільників на енергетичну ефективність систем стиснутого повітря.
49. Дайте перелік основних втрат енергії в холодильному обладнанні.
50. Заходи по вдосконаленню холодильних установок.
51. Дайте загальну характеристику промислових систем водопостачання.
52. Основні недоліки промислових систем водопостачання.
53. Основні заходи по підвищенню енергетичної ефективності промислових систем водопостачання.
54. Дайте загальну характеристику систем оборотного водопостачання.
55. Обґрунтування та вибір типу градирні системи оборотного водопостачання.
56. Які основні заходи по підвищенню енергетичної ефективності насосних станцій систем водопостачання?
57. Дайте загальну характеристику виробничих систем вентиляції.
58. Які основні недоліки систем виробничої вентиляції з точки зору їх енергоефективності?
59. Які основні заходи по підвищенню енергетичної ефективності систем виробничої вентиляції?
60. Які основні недоліки існуючих виробничих систем освітлення?
61. Які основні заходи по підвищенню енергетичної ефективності виробничих систем освітлення?
62. Утеплення огорожуючих конструкцій житлових будинків.
63. Конструкція ізоляції стін житлових будинків.
64. Конструкція енергозберігаючих вікон.
65. Що таке інфільтрація?
66. Які основні заходи по боротьбі з інфільтрацією у житлових будинках?
67. Які основні недоліки існуючих систем централізованого тепlopостачання у житловому секторі?
68. Шляхи модернізації систем централізованого тепlopостачання житлового сектору.
69. Недоліки існуючих систем гарячого водопостачання житлового сектору.
70. Напрямки удосконалення систем гарячого водопостачання житлового сектору.

Таблиця 1. Варіанти контрольних робіт

Шифр студента (порядковий номер)	Номер завдання	Номери контрольних запитань				
01	1	1	10	20	41	
02	2	2	11	21	42	
03	3	3	12	22	43	
04	4	4	13	23	44	
05	5	5	14	24	45	
06	6	6	15	25	46	
07	7	7	16	26	47	
08	8	8	17	27	48	
09	9	9	18	28	49	
10	10	10	19	29	50	
11	11	11	20	30	51	
12	12	12	21	31	52	
13	13	13	22	32	53	
14	14	14	23	33	54	
15	15	15	24	34	55	
16	16	16	25	35	56	
17	17	17	26	36	57	
18	18	18	27	37	58	
19	19	19	28	38	59	
20	20	20	29	39	60	
21	21	21	30	40	61	
22	22	22	31	41	62	
23	23	23	32	42	63	
24	24	24	33	43	64	
25	25	25	34	44	65	
26	26	26	35	45	66	
27	27	27	36	46	67	
28	28	28	37	47	68	
29	29	29	38	48	69	
30	30	30	39	49	70	

Таблиця 2. Варіанти контрольних робіт

Шифр студента (порядковий номер)	Номер завдання	Номери контрольних запитань			
01	18	1	15	25	41
02	19	2	16	26	42
03	20	3	17	27	43
04	21	4	18	28	44
05	22	5	19	29	45
06	23	6	20	30	46
07	24	7	21	31	47
08	25	8	22	32	48
09	26	9	23	33	49
10	27	10	24	34	50
11	28	11	25	35	51
12	29	12	26	36	52
13	30	13	27	37	53
14	31	14	28	38	54
15	32	15	29	39	55
16	33	16	30	40	56
17	34	17	31	41	57
18	35	18	32	42	58
19	36	19	33	43	59
20	37	20	34	44	60
21	38	21	35	45	61
22	39	22	36	46	62
23	40	23	37	47	63
24	41	24	38	48	64
25	42	25	39	49	65
26	43	26	40	50	66
27	44	27	41	51	67
28	45	28	42	52	68
29	46	29	43	53	69
30	47	30	44	54	70

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. *Аронов И.З.* Контактный подогрев воды продуктами сгорания природного газа. – 2-е изд., перераб. и доп. – Л.: Недра, 1990. – 280 с.
2. *Голубков В.С., Беличенко Ю.Л.* Современные методы, системы и оборудование охлаждения оборотной воды. Обзорная информация. – Сер. ХМ5. Компрессорное машиностроение. – М.: ЦИНТИХИМНЕФТЕМАШ, 1988. – 49 с.
3. *Гольстрем В.А., Кузнецов Ю.Л.* Справочник по экономии топливно-энергетических ресурсов. – К.: Техніка, 1985. – 383 с.
4. ДСТУ 4065-2001. Энергозбереження. Енергетичний аудит. Загальні технічні вимоги. – К.: Держстандарт України, 2002. – 39 с.
5. *Димо Б.В., Пилипчук В.І.* Основи енергетичного аудиту: Навчальний посібник. – Миколаїв: НУК, 2007. – 128 с.
6. *Єпіфанов О.А.* Тепловий розрахунок котельних агрегатів малої потужності: Навчальний посібник. – Миколаїв, НУК, 2004. – 152 с.
7. Методика визначення неефективного використання паливно-енергетичних ресурсів. – М-00013184.0.022-01. – К.: Держкоменергозбереження, 2001. – 219 с.
8. Методичні вказівки при виконанні експрес випробувань (фотографій) обладнання, працюючого на газі і мазуті при обстеженні промислових підприємств та організацій. Центральна Державна інспекція з енергозбереження. Наказ № 158 від 26.08.1997 р.
9. Промышленность Украины: путь к энергетической эффективности. – К.: ЕС Energy Center in Kiev, 1995. – 197 с.
10. *Рей Д.* Экономия энергии в промышленности: Справочное пособие для инженерно-промышленных работников. Пер. с англ. – М.: Энергоиздат, 1983. – 208 с.
11. *Сидельковский Л.Н., Юреньев В.Н.* Котельные установки промышленных предприятий: Учебник для вузов. – 3-е изд., перераб. – М.: Энергоатомиздат, 1988. – 528 с.
12. *Стогней В.П., Крук А.Т.* Экономия теплоэнергетических ресурсов на промышленных предприятиях. – М.: Энергоиздат, 1991. – 112 с.
13. Теплотехніка: Підручник /*Б.Х. Драганов, А.А. Долінський, А.В. Міщенко, Є.М. Письменний*; За ред. *Б.Х. Драганова*. – К.: ІНОКС, 2005. – 504 с.
14. Теплотехническое оборудование и теплоснабжение промышленных предприятий /*Б.Н. Голубков, О.Л. Данилов, Л.В. Зосимовский, Е.В. Мурзин, А.В. Овсянников*; Под ред. *Б.Н. Голубкова*. – 2-е изд., перераб. – М.: Энергия, 1979. – 544 с.
15. Украина: энергосбережение в зданиях. – К.: ЕС Energy Center in Kiev, 1995. – 274 с.

ЗМІСТ

Загальні методичні вказівки	3
1. Методичні вказівки і рекомендації до складання звіту	4
1.1. Загальна характеристика об'єкту обстеження	4
1.2. Схеми об'єкту обстеження	4
1.3. Аналіз втрат енергії в об'єкті обстеження	6
1.4. Засоби експериментального оцінювання втрат	6
1.5. Вибір та обґрунтування енергоощадних (енергозберігаючих) заходів	12
2. Джерела можливих втрат паливно-енергетичних ресурсів в об'єктах паливовикористання	12
3. Оцінка втрат паливно-енергетичних ресурсів	13
Додаток 1. Теми індивідуальних завдань	15
Додаток 2. Фізичні властивості теплоносіїв	17
Додаток 3. Умовні графічні позначення в гідравлічних та пневматичних схемах	19
Додаток 4. Програма дисципліни "Основи енергетичного аудиту" для студентів спеціальності 7.090509 "Суднові енергетичні установки та устаткування" та спеціальності 7.090210 "Двигуни внутрішнього згоряння"	24
Додаток 5. Програма дисципліни "Енергетичний облік і аудит в теплоенергетиці" для студентів спеціальності 7.090510 "Теплоенергетика"	27
Додаток 6. Перелік контрольних запитань	31
Додаток 7. Таблиця 1. Варіанти контрольних робіт	34
Таблиця 2. Варіанти контрольних робіт	35
Рекомендована література	36

Навчальне видання

ПИЛИПЧАК Віталій Іванович
ДИМО Борис Васильович

**Методичні вказівки, програма і контрольні завдання
з дисципліни "ОСНОВИ ЕНЕРГЕТИЧНОГО АУДИТУ"**

(українською мовою)

Комп'ютерна верстка *В.Г. Мазанко*
Коректор *М.О. Паненко*

Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи до Державного реєстру видавців,
виготівників і розповсюджувачів видавничої продукції
ДК № 2506 від 25.05.2006 р.

Підписано до друку 28.01.08. Папір офсетний. Формат 60×84/16.
Друк офсетний. Гарнітура "Таймс". Ум. друк. арк. 2,2. Обл.-вид. арк. 2,3.
Тираж 200 прим. Вид. № 4. Зам. № 16. Ціна договірна

Видавець і виготівник Національний університет кораблебудування,
54002, м. Миколаїв, вул. Скороходова, 5

