

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Донецький національний університет економіки і
торгівлі імені Михайла Туган-Барановського

Кафедра загальноінженерних дисциплін та обладнання

О.В. Омельченко

ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ

**Методичні рекомендації для вивчення
дисципліни**

**Кривий Ріг
2019**

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Донецький національний університет економіки і
торгівлі імені Михайла Туган-Барановського

Кафедра загальноінженерних дисциплін та обладнання

О.В. Омельченко

ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ

Методичні рекомендації для вивчення дисципліни

Затверджено на засіданні
кафедри загальноінженерних дисциплін
та обладнання
Протокол №1
від «28» серпня 2019 р.

Схвалено навчально-методичною
радою
ДонНУЕТ
Протокол №1
від «29» серпня 2019 р

Кривий Ріг
2019

Омельченко О.В.

О 57 Енергозберігаючі технології [Текст] : метод. рук. до вивч. дисц. / Омельченко О.В.; Донец. нац. ун-т економіки і торгівлі ім. М. Туган-Барановського, каф. загальноінженерних дисциплін та обладнання. – Кривий Ріг : ДонНУЕТ, 2019. – 51 с.

Методичні рекомендації призначені для студентів всіх форм навчання і покликані допомогти студентам організувати вивчення дисципліни «Енергозберігаючі технології» завдяки інформації щодо змісту модулів та тем дисципліни, планів практичних занять, завдань для самостійного вивчення та розподілу балів за видами робіт, що виконуються студентами протягом вивчення дисципліни. Методичні рекомендації містять перелік питань для підготовки до підсумкового контролю та перелік основної та додаткової літератури.

УДК 621.31:502.171(076)

© Омельченко О.В., 2019

© Донецький національний університет економіки і торгівлі імені Михайла Туган-Барановського, 2019

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
ЧАСТИНА 1. МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ З ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ «ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ».....	6
ЧАСТИНА 2. МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ З ПІДГОТОВКИ ДО ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ.....	14
Змістовий модуль 1. Основи енергозбереження	15
Змістовий модуль 2. Енергозбереження за рахунок використання відновлюваних джерел енергії.....	25
ЧАСТИНА 3. МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ З ОРГАНІЗАЦІЇ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТІВ.....	31
Змістовий модуль 1. Основи енергозбереження	32
Змістовий модуль 2. Енергозбереження за рахунок використання відновлюваних джерел енергії	43

ВСТУП

Основною метою вивчення дисципліни є формування у студентів професійних компетентностей в області енергозберігаючих систем, відновлюваних джерел енергії, вивчення їх видів і методів перетворення в енергію та особливостей їх практичної реалізації.

Головним завданням навчальної дисципліни є ознайомити з методами енергозбереження в основних споживачах енергоресурсів, навчити розв'язувати задачі з оцінки доцільності впроваджень енергоефективності технологій, розраховувати параметри обладнання відновлюваних джерел енергії та робити його вибір.

Предмет: вивчення найбільш розповсюджених енергоефективних технологій та відновлюваних джерел енергії.

**ЧАСТИНА 1.
МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ З ВИВЧЕННЯ
ДИСЦИПЛІНИ**

1. Опис дисципліни

Найменування показників	Характеристика дисципліни
Обов'язкова (для студентів спеціальності "назва спеціальності") / вибіркова дисципліна	Вибіркова
Семестр (осінній / весняний)	осінній
Кількість кредитів	6
Загальна кількість годин	180
Кількість модулів	1
Лекції, годин	52
Практичні / семінарські, годин	26
Лабораторні, годин	-
Самостійна робота, годин	102
Тижневих годин для денної форми навчання:	
аудиторних	6
самостійної роботи студента	7,8
Вид контролю	екзамен

2. Програма дисципліни

Ціль – формування у студентів професійних компетентностей в області енергозберігаючих систем, відновлюваних джерел енергії, вивчення їх видів і методів перетворення в енергію та особливостей їх практичної реалізації.

Завдання: ознайомитися з методами енергозбереження в основних споживачах енергоресурсів, навчитися розв'язувати задачі з оцінки доцільності впровадження енергоефективності технологій, розраховувати параметри обладнання відновлюваних джерел енергії та робити його вибір.

Предмет: вивчення найбільш розповсюджених енергоефективних технологій та відновлюваних джерел енергії.

Зміст дисципліни розкривається в темах:

1. Основи енергозбереження в питаннях теплообміну.
2. Енергозбереження в системах електропостачання підприємств.
3. Основи енергозбереження в теплогенеруючих установках.
4. Енергозбереження в системах освітлення.
5. Основи енергоаудиту.
6. Основи енергетичного менеджменту.
7. Загальні відомості о відновлюваних джерелах електричної енергії.
8. Геліоенергетика.
9. Біоенергетика.
10. Вітроенергетика.
11. Геотермальна енергетика.
12. Мала гідроенергетика.

3. Структура дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин (денна форма навчання)				
	усього	у тому числі			
		лекц.	пр./сем.	лаб.	СРС
1	2	3	4	5	6
Змістовий модуль 1. Основи енергозбереження					
Тема 1. Основи енергозбереження в питаннях теплообміну.	14	4	2	-	8
Тема 2. Енергозбереження в системах електропостачання підприємств.	20	6	4	-	10
Тема 3. Основи енергозбереження в теплогенеруючих установках.	18	4	4	-	10
Тема 4. Енергозбереження в системах освітлення.	18	4	4	-	10
Тема 5. Основи енергоаудиту	18	4	4	-	10
Тема 6. Основи енергетичного менеджменту	10	4	-	-	6
Разом за змістовим модулем 1	98	26	18	-	54
Змістовий модуль 2. Енергозбереження за рахунок використання відновлюваних джерел енергії					
Тема 7. Загальні відомості о відновлюваних джерелах електричної енергії	10	4	-	-	6
Тема 8. Геліоенергетика	16	4	2	-	10
Тема 9. Біоенергетика	18	4	4	-	10
Тема 10. Вітроенергетика	18	6	2	-	10
Тема 11. Геотермальна енергетика	10	4	-	-	6
Тема 12. Мала гідроенергетика	10	4	-	-	6
Разом за змістовим модулем 2	82	26	8	-	48
Усього годин	180	52	26	-	102

4. Теми семінарських/практичних/лабораторних занять

№ з/п	Тема практичного заняття	Кількість годин
1	Практичне заняття 1. Розрахунок калорифера	2
2	Практичне заняття 2. Розрахунок котла-утилізатора	4
3	Практичне заняття 3. Розрахунок паропроводу	4
4	Практичне заняття 4. Розрахунок економії газоподібного палива	4
5	Практичне заняття 5. Розрахунок охолоджувача конденсату	4
6	Практичне заняття 6. Розрахунок параметрів водяних турбін	2
7	Практичне заняття 7. Розрахунок параметрів сонячної установки	4
8	Практичне заняття 8. Розрахунок освітлення	2
Всього		26

5. Індивідуальні завдання

Індивідуальні завдання згідно варіанту.

6. Обсяги, зміст та засоби діагностики самостійної роботи

Вид та тема семінарських занять	Кількість годин самостійної роботи	Зміст самостійної роботи	Засоби діагностики
Змістовий модуль 1. Основи енергозбереження			
1. Розрахунок калорифера	10	1. Опрацювання конспекту лекцій та дотичного до нього матеріалу, необхідного для розв'язування задач. 2. Опрацювання рекомендованої літератури. 3. Підготовка до виконання практичного завдання на тему: «Розрахунок калорифера».	Опитування, перевірка задач
2. Розрахунок котла-утилізатора	11	1. Опрацювання конспекту лекцій та дотичного до нього матеріалу, необхідного для розв'язування задач. 2. Опрацювання рекомендованої літератури. 3. Підготовка до виконання практичного завдання на тему: «Розрахунок котла-утилізатора».	Опитування, перевірка задач
3. Розрахунок паропроводу	11	1. Опрацювання конспекту лекцій та дотичного до нього матеріалу, необхідного для розв'язування задач. 2. Опрацювання рекомендованої літератури. 3. Підготовка до виконання практичного завдання на тему: «Розрахунок паропроводу».	Опитування, перевірка задач
4. Розрахунок економії газоподібного палива	11	1. Опрацювання конспекту лекцій та дотичного до нього матеріалу, необхідного для розв'язування задач. 2. Опрацювання рекомендованої літератури. 3. Підготовка до виконання практичного завдання на тему: «Розрахунок економії газоподібного палива».	Опитування, перевірка задач
5. Розрахунок охолоджувача конденсату	11	1. Опрацювання конспекту лекцій та дотичного до нього матеріалу, необхідного для розв'язування задач. 2. Опрацювання рекомендованої літератури. 3. Підготовка до виконання практичного завдання на тему: «Розрахунок охолоджувача конденсату».	Опитування, перевірка задач
Разом змістовий модуль 1	54		
Змістовий модуль 2. Енергозбереження за рахунок використання відновлюваних джерел енергії			
6. Розрахунок параметрів водяних турбін	16	1. Опрацювання конспекту лекцій та дотичного до нього матеріалу, необхідного для розв'язування задач.	Опитування, перевірка задач

		2. Опрацювання рекомендованої літератури. 3. Підготовка до виконання практичного завдання на тему: «Розрахунок параметрів водяних турбін».	
7. Розрахунок параметрів сонячної установки	16	1. Опрацювання конспекту лекцій та дотичного до нього матеріалу, необхідного для розв'язування задач. 2. Опрацювання рекомендованої літератури. 3. Підготовка до виконання практичного завдання на тему: «Розрахунок параметрів сонячної установки».	Опитування, перевірка задач
8. Розрахунок освітлення	16	1. Опрацювання конспекту лекцій та дотичного до нього матеріалу, необхідного для розв'язування задач. 2. Опрацювання рекомендованої літератури. 3. Підготовка до виконання практичного завдання на тему: «Розрахунок освітлення».	Опитування, перевірка задач
Разом змістовий модуль 2	48		
Разом	102		

7. Матриця зв'язку між дисципліною/ змістовим модулем, результатами навчання та компетентностями

Результати навчання	Компетентності			
	Спеціальні			
	ФК 2	ФК 5	ФК 12	ФК 15
1. Застосовувати інженерні технології, процеси, системи і обладнання відповідно до спеціальності 142 «Енергетичне машинобудування»; обирати і застосовувати придатні типові аналітичні, розрахункові та експериментальні методи; правильно інтерпретувати результати таких досліджень.	+			
2. Використовувати наукові бази даних та інші відповідні джерела інформації, здійснювати моделювання з метою детального вивчення і дослідження інженерних питань принаймні в одному з напрямів енергетичного машинобудування.		+		
3. Застосовувати практичні навички вирішення завдань, що передбачають реалізацію інженерних проектів і проведення досліджень.		+	+	
4. Використовувати обладнання, матеріали та інструменти, інженерні технології і процеси, а також розуміння їх обмежень при вирішенні професійних завдань/		+		+

8. Методи викладання

Лекції, практичні заняття, самостійна робота (розв'язування задач).

9. Методи оцінювання

Екзамен.

10. Розподіл балів, які отримують студенти

Відповідно до системи оцінювання знань студентів ДонНУЕТ, рівень сформованості компетентностей студента оцінюються у випадку проведення екзамену: впродовж семестру (50 балів) та при проведенні підсумкового контролю - екзамену (50 балів).

Оцінювання студентів протягом семестру

№ теми практичного заняття	Вид роботи/бали					
	Тестові завдання, письмові опитуван ня	Ситуаційні завдання, задачі	Обговорення теоретичних питань теми	Індивідуал ьне завдання	ПМК	Сума балів
Змістовий модуль 1						
Тема 1			2	3		5
Тема 2			2	3		5
Тема 3			2	3		5
Тема 4			2	3		5
Тема 5			2	3	5	10
Разом змістовий модуль 1			10	15	5	30
Змістовий модуль 2						
Тема 6			2	3		5
Тема 7			2	3		5
Тема 8			2	3	5	10
Разом змістовий модуль 2			6	9	5	20
Разом			16	24	10	50

Загальне оцінювання результатів вивчення дисципліни

Для виставлення підсумкової оцінки визначається сума балів, отриманих за результатами складання змістових модулів. Оцінювання здійснюється за допомогою шкали оцінювання загальних результатів вивчення дисципліни (модулю).

Оцінка		
100-бальна шкала	Шкала ECTS	Національна шкала
90-100	A	5, «відмінно»
80-89	B	4, «добре»
75-79	C	
70-74	D	3, «задовільно»
60-69	E	
35-59	FX	2, «незадовільно»
0-34	F	

11. Методичне забезпечення

1. Електронний конспект лекцій, методичні вказівки з вивчення дисципліни, індивідуальні завдання, навчальна та наукова література.

11. Рекомендована література

Основна

1. Краснянський М.Ю. Енергозбереження: навч. посіб. – К.: Кондор, 2018. – 136 с.
2. Хмельнюк М.Г. Енергетичний менеджмент і аудит : підручник. Ч.1 / М.Г. Хмельнюк, О.Ю. Яковлева, О.В. Остапенко, В.А. Бежан. – Одеса. 2018. – 272 с.
3. Хмельнюк М.Г. Енергетичний менеджмент і аудит : підручник. Ч.2 / М.Г. Хмельнюк, О.Ю. Яковлева, О.В. Остапенко, В.А. Бежан. – Одеса. 2019. – 292 с.
4. Основи енергозберігаючого керування електроенергетичними системами та комплексами / О.М. Сінчук, Н.Л. Федорченко, Л.Б. Литвинський, К.І. Федорченко, І.О. Сінчук, О.Є Мельник – Кременчук: ПП Щербатих О.В., 2010. – 340 с.
5. Енергоефективність та відновлювані джерела енергії / С.М. Бевз [та ін.]; під заг. ред. А.К. Шидловського; НАН України, П-во «Укреноергозбереження». – К.: Українські енциклопедичні знання, 2007. – 560 с.
6. Сиротюк М.І. Поновлювані джерела енергії: навч. посіб. / М.І. Сиротюк; ред. С.І. Кукурудза; Львівський національний ун-т ім. Івана Франка. – Л.: ВЦ ЛНУ ім. І.Франка, 2008. – 248 с.
7. Дев'яткіна С.С. Альтернативні джерела енергії: навч. посібник / С.С. Дев'яткіна, Т.Ю. Шкварницька; Національний авіаційний ун-тет. – К.: НАУ, 2006. – 92 с.

Допоміжна

8. Паранчич С.Ю. Відновлювальні джерела енергії: навч.посібник / С.Ю. Паранчич; Чернівецький національний ун-т ім. Юрія Федьковича. – Чернівці: Рута, 2002. – 68 с.

9. Єрмоєнко Д.О., Заплетніков І.М. Основи енергозбереження у галузі харчових виробництв. Навчальний посібник. - ДонНУЕТ, 2012. – 262 с.

10. Дудюк Д.Л., Мазепа С.С., Гнатишин Я.М. Нетрадиційна енергетика: основи теорії та задачі: Навч. посіб. – Львів: «Магнолія 2006», 2009. - 188 с.

11. Нетрадиційні та поновлювальні джерела енергії: навч. посіб. / О.І. Соловей, Ю.Г. Лега, В.П. Розен, О.О. Ситник, А. В. Чернявський. – Черкаси: ЧДТУ, 2007. – 483 с.

12. Чучуй В.П. Альтернативні джерела енергії: навч. посіб. для студентів ВНЗ / В.П. Чучуй, С.М. Уминський, С.В. Інютін. – Одес. держ. аграр. ун-т. – Одеса: ТЕС. 2015. – 494 с.

ЧАСТИНА 2.
МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ З ПІДГОТОВКИ
ДО ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1. ОСНОВИ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ

Тема 1. Розрахунок калорифера

1. Обговорення основних положень теми та питань самостійного вивчення:

1. Основні завдання в питаннях енергозбереження й теплообміну?
2. Три основні способи переносу теплової енергії?
3. Поняття теплопровідності, температури, температурного поля.
4. Основні положення конвективного теплообміну?
5. Які фактори впливають на процес тепловіддачі конвекцією?
6. Основні способи інтенсивності теплообміну в підігрівниках?

2. Опитування.

3. Практичні завдання.

Приклад розв'язування завдання.

Приклад. Скласти рівняння теплового балансу калорифера, визначити витрата пара, діаметр паропроводу, діаметр конденсатопроводу, розміри повітропроводів до і після калорифера, витрата палива і вартість нагрівання повітря. Вихідні дані: температура повітря до калорифера $t_{B1} = 20^\circ\text{C}$; температура повітря після калорифера $t_{B2} = 100^\circ\text{C}$; об'ємна витрата повітря після калорифера $V_{B2} = 10000 \text{ м}^3/\text{год}$; тиск пари в калорифері $P_{\text{п}} = 3 \cdot 10^5 \text{ Па}$.

Розрахункова схема калориферу приведена на рис. 1

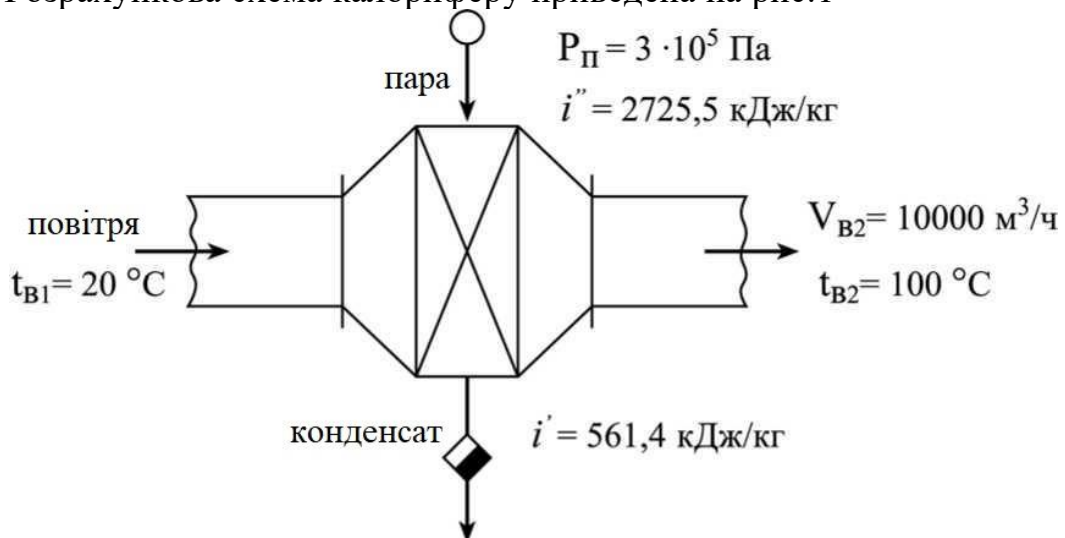


Рисунок 1 – Схема калориферу

Рішення

Фізичні параметри теплоносіїв:

Ентальпія пари при $P_{\text{п}} = 3 \cdot 10^5 \text{ Па}$ дорівнює $i'' = 2725,5 \text{ кДж/кг}$;

Ентальпія конденсату при $P_{\text{п}} = 3 \cdot 10^5 \text{ Па}$ дорівнює $i' = 561,4 \text{ кДж/кг}$;

щільність повітря при $t_{B1} = 20^{\circ}\text{C}$

$$\rho_{B1} = \rho_0 \frac{273}{273 + t_{B1}} = 1,293 \frac{273}{273 + 20} = 1,2 \text{ кг/м}^3$$

де ρ_0 - щільність повітря при нормальних умовах, $\text{кг} / \text{м}^3$; щільність повітря при $t_{B2} = 100^{\circ}\text{C}$

$$\rho_{B2} = 1,293 \frac{273}{273 + 100} = 0,946 \text{ кг/м}^3$$

Масова витрата повітря

$$L_B = V_{B2} \rho_{B2} = 10000 \cdot 0,946 = 9460 \frac{\text{кг}}{\text{год}} = 2,63 \text{ кг/с}$$

Рівняння теплового балансу калорифера

$$D_{\Pi}(i'' - i')\varphi = L_B C_B (t_{B1} - t_{B2})$$

де $C_B = 1,005 \text{ кДж/(кг}^{\circ}\text{C)}$ - масова теплоємність повітря при середньої його температурі $t_B^{\text{cp}} = 60^{\circ}\text{C}$; $\varphi = 0,95$ - коефіцієнт використання тепла.

Витрата пари

$$D_{\Pi} = \frac{L_B C_B (t_{B1} - t_{B2})}{(i'' - i')\varphi} = \frac{2,63 \cdot 1,005(100 - 20)}{(2725,5 - 561,4)0,95} = 0,1 \text{ кг/с}$$

Діаметр паропроводу

$$d_{\Pi} = \sqrt{\frac{4D_{\Pi}}{\pi W_{\Pi} \rho_{\Pi}}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,1}{3,14 \cdot 30 \cdot 1,651}} = 0,051 \text{ м}$$

де $W_{\Pi} = 30 \text{ м/с}$ і $\rho_{\Pi} = 1,651$ - відповідно швидкість і щільність пари.

Приймаємо щодо встановлення стандартний паропровід з умовним діаметром $d_y = 50 \text{ мм}$ ($d_H * \delta = 57 * 2 \text{ мм}$)

Діаметр конденсатопроводу

$$d_{\kappa} = \sqrt{\frac{4D_{\Pi}}{\pi W_{\kappa} \rho_{\kappa}}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,1}{3,14 \cdot 1,0 \cdot 932}} = 0,012 \text{ м}$$

де $W_{\kappa} = 1,0 \text{ м/с}$ і $\rho_{\kappa} = 932 \text{ кг/м}^3$ - відповідно швидкість і щільність конденсату.

Приймаємо щодо встановлення стандартний конденсатопровід з умовним діаметром $d_y = 15 \text{ мм}$ ($d_H * \delta = 18 * 2 \text{ мм}$).

Прохідний перетин повітропроводу до калорифера

$$f_1 = \frac{L_B}{\rho_{B1} W_B} = \frac{2,63}{1,2 \cdot 10} = 0,219 \text{ м}^2$$

де W_B - швидкість повітря приймається 8 - 12 м / с.

Для повітропроводу квадратного перетину сторона підстави складе

$$a = \sqrt{f_1} = \sqrt{0,219} = 0,468 \text{ м}$$

Приймаємо щодо встановлення повітропровід стандартних розмірів $500 \times 500 \text{ мм}$.

Прохідний перетин повітропроводу після калорифера

$$f_2 = \frac{V_{B2}}{3600 \cdot W_B} = \frac{10000}{3600 \cdot 10} = 0,28 \text{ м}^2$$

Для повітропроводу квадратного перетину сторона підстави складе

$$a = \sqrt{f_2} = \sqrt{0,28} = 0,527 \text{ м}$$

Приймаємо щодо встановлення повітропровід стандартних розмірів 500×500 мм.

Річні витрати теплоти

$$Q_p = V_{B2} \rho_{B2} c_{B2} (t_{B2} - t_{B1}) \tau = 10000 \cdot 0,946 \cdot 1,005 \cdot (100 - 20) \cdot 24 \cdot 360 = 6,57 \cdot 10^9 \text{ кДж/рік}$$

Витрати палива

$$V_T = \frac{Q_p}{Q_i^r} = \frac{6,57 \cdot 10^9}{35000 \cdot 0,95} = 197,6 \cdot 10^3 \text{ м}^3/\text{рік}$$

де $Q_i^r = 35000$ кДж/м³ - теплота згоряння природного газу; $\eta = 0,95$ - коефіцієнт корисної дії.

Вартість палива, необхідного для нагрівання повітря

$$S = k V_T = 5,86 \cdot 197,6 \cdot 10^3 = 1157936 \text{ грн/рік}$$

де $k = 5,86$ грн/м³ - вартість 1 м³ природного газу

Числові значення вихідних даних для розрахунку наведені в таблиці 1.

Таблиця 1

Найменування даних, одиниця виміру	Вар. № 1, 12	Вар. № 2, 7	Вар. № 3, 8	Вар. № 4, 9	Вар. № 5, 10	Вар. № 6, 11
температура повітря до калорифера	15	25	20	17	22	10
температура повітря після калорифера	100	90	85	95	80	85
об'ємна витрата повітря після калорифера	10100	10200	9800	9900	9950	10050
тиск пари в калорифері, * 10 ⁵	1,5	2,5	2	3,3	3	2,7

Тема 2. Розрахунок котла-утилізатора.

1. *Обговорення основних положень теми та питань самостійного вивчення:*

1. Які вторинні енергоресурси використовуються?
2. Як класифікуються за конструктивним виконанням?
3. На скільки груп поділяються залежно від температури гріючого теплоносія?
4. Від чого залежить природна тяга?
5. Які чинники впливають на температуру перегрітої пари?
6. Який спосіб регулювання дуття і тяги є найбільш економічним?

2. *Опитування.*

3. *Практичні завдання.*

Приклад розв'язування завдання.

Приклад. Визначити кількість пари, що виробляється котлом-утилізатором, встановленим за мартенівської піччю, а також розрахувати

річну економію палива (природного газу). Вихідні дані: початкова температура газів $t_{r1} = 700^\circ\text{C}$, кінцева температура газів $t_{r2} = 160^\circ\text{C}$, об'ємна витрата газів $V_{\Gamma} = 12000 \text{ м}^3/\text{год}$, тиск пари $P_{\Pi} = 40 \cdot 10^5 \text{ Па}$.

Розрахункова схема водотрубний котла-утилізатора приведена на рис.2.

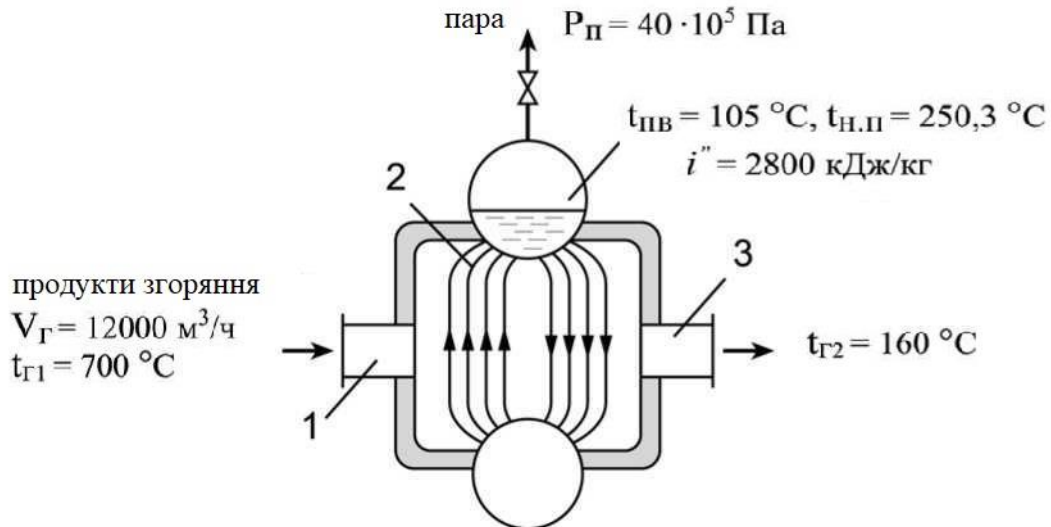


Рисунок 2 – Розрахункова схема водотрубний котла-утилізатора: 1 - вхід продуктів згоряння; 2 - конвективний пучок; 3 - вихід газів

Рішення

Фізичні параметри теплоносіїв:

середня температура газів

$$t_{\Gamma}^{\text{cp}} = \frac{t_{r1} + t_{r2}}{2} = \frac{700 + 160}{2} = 430^\circ\text{C}$$

щільність газів при $t_{\Gamma}^{\text{cp}} = 430^\circ\text{C}$

$$\rho_r = 1,293 \cdot \frac{273}{273 + 430} = 0,502 \text{ кг/м}^3$$

теплоємність газів при $t_{\Gamma}^{\text{cp}} = 430^\circ\text{C}$; $C_{\Gamma} = 1,16 \text{ кДж}/(\text{кг}^\circ\text{C})$

ентальпія пара при $P_{\Pi} = 40 \cdot 10^5 \text{ Па}$; $i'' = 2800,0 \text{ кДж} / \text{кг}$;

температура насичення пара $t_{\text{н.п}} = 250,3^\circ\text{C}$;

температура живильної води $t_{\text{п.в}} = 105,0^\circ\text{C}$;

ентальпія живильної води $i' = 440,0 \text{ кДж} / \text{кг}$.

Рівняння теплового балансу котла-утилізатора

$$V_{\Gamma} \rho_{\Gamma} C_{\Gamma} (t_{r1} - t_{r2}) \varphi = D (i'' - i')$$

Кількість пари, що виробляється котлом-утилізатором

$$D = \frac{V_{\Gamma} \rho_{\Gamma} C_{\Gamma} (t_{r1} - t_{r2}) \varphi}{i'' - i'} = \frac{12000 \cdot 0,502 \cdot 1,16 \cdot (700 - 160) \cdot 0,95}{3600 \cdot (2800,0 - 440,0)} = 0,422 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

$$= 1519 \text{ кг/год}$$

де $\varphi = 0,95$ - коефіцієнт використання теплоти.

Кількість зекономленого природного газу за 1 годину

$$B_{\Gamma} = \frac{Q}{Q_i^r \eta} = \frac{D (i'' - i')}{Q_i^r \eta} = \frac{1519 \cdot (2800,0 - 440,0)}{35000 \cdot 0,9} = 113,80 \text{ м}^3/\text{год}$$

де $Q_i^r = 35000$ кДж/м³ - теплота згоряння природного газу;

$\eta = 0,9$ - коефіцієнт корисної дії.

Річна економія природного газу

$$B_T^{\text{год}} = B_T \cdot 24 \cdot 360 = 113,80 \cdot 24 \cdot 360 = 983232,0 \text{ м}^3/\text{рік}$$

Вартість зекономленого природного газу

$$S = kB_T^{\text{год}} = 5,86 \cdot 983232,0 = 5761739,52 \text{ грн/рік}$$

де $k = 5,86$ грн/м³ - вартість 1 м³ природного газу.

Числові значення вихідних даних для розрахунку наведені в таблиці 2.

Таблиця 2

Найменування даних, одиниця виміру	Вар. № 1, 12	Вар. № 2, 7	Вар. №3, 8	Вар. №4, 9	Вар. №5, 10	Вар. №6, 11
початкова температура газів	900	950	800	850	750	650
кінцева температура газів	130	170	180	190	150	140
об'ємна витрата газів	10000	11000	10500	11500	12500	11300
тиск пари, $\cdot 10^5$	35	37	45	48	30	50

Тема 3. Розрахунок паропроводу

1. *Обговорення основних положень теми та питань самостійного вивчення:*

1. Від чого залежать втрати енергії в технологічному процесі?
2. Які ознаки руйнування робочих лопаток?
3. Які причини появи підвищеної вібрації?
4. Що таке переохолодження конденсату, від чого залежить його величина і чому його наявність небажано?
5. Як вибирається кількість циркуляційних і конденсатних насосів?

2. *Опитування.*

3. *Практичні завдання.*

Приклад розв'язування завдання.

Приклад. Визначити економічну ефективність застосування теплової ізоляції паропроводу. Вихідні дані: внутрішній діаметр паропроводу $d_1 = 200$ мм; зовнішній діаметр паропроводу $d_2 = 210$ мм; товщина ізоляції $\delta_{\text{из}} = 50$ мм; діаметр трубопроводу в ізоляції $d_3 = 310$ мм; довжина паропроводу $l = 100$ м; коефіцієнт тепловіддачі від пари до стінки $\alpha_1 = 80$ Вт/(м²°С); коефіцієнт тепловіддачі від поверхні $\alpha_2 = 8$ Вт/(м²°С) паропроводу до навколишнього повітря; тиск пара в паропроводі $P_{\text{п}} = 10 \cdot 10^5$ Па; температура перегрітої пари $t_{\text{пе}} = 400$ °С.

Розрахункова схема ізолюваного паропроводу приведена на рис. 3.

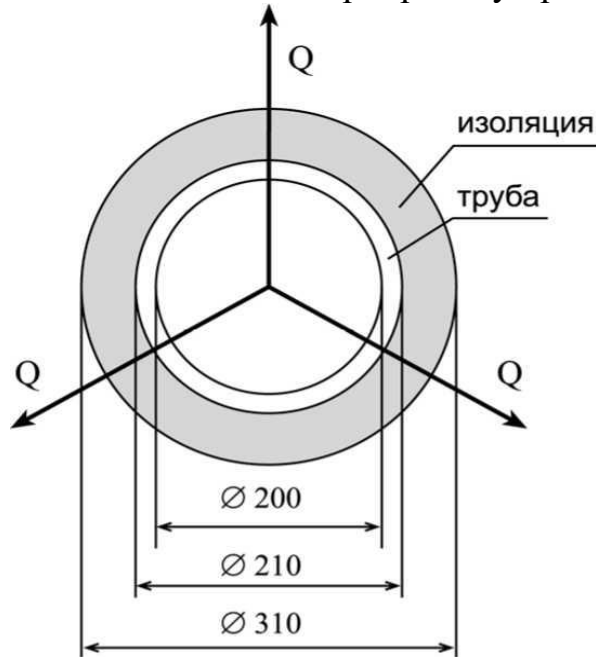


Рисунок 3 – Розрахункова схема ізолюваного паропроводу

Рішення

Поверхня теплообміну паропроводу без ізоляції

$$F_1 = \pi d_2 l = 3,14 \cdot 0,21 \cdot 100 = 66,0 \text{ м}^2$$

Коефіцієнт теплопередачі (без ізоляції)

$$k_1 = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta_{ст}}{\lambda_{ст}} + \frac{1}{\alpha_2}} = \frac{1}{\frac{1}{80} + \frac{0,005}{50} + \frac{1}{8}} = 7,3 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{°С})$$

де $\delta_{ст} = \frac{d_2 - d_1}{2}$ - товщина стінки, мм.

Втрати теплоти паропроводом без ізоляції

$$Q_1 = k_1 F_1 (t_{пе} - t_B) = 7,3 \cdot 66 \cdot (400 - 10) = 187900 \text{ Вт}$$

де $t_B = 10 \text{ °С}$ - температура навколишнього повітря.

Поверхня теплообміну паропроводу з ізоляцією

$$F_2 = \pi d_3 l = 3,14 \cdot 0,31 \cdot 100 = 97,34 \text{ м}^2$$

Коефіцієнт теплопередачі (з ізоляцією)

$$k_2 = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta_{ст}}{\lambda_{ст}} + \frac{\delta_{из}}{\lambda_{из}} + \frac{1}{\alpha_2}} = \frac{1}{\frac{1}{80} + \frac{0,005}{50} + \frac{0,005}{50} + \frac{1}{8}} = 1,17 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{°С})$$

Втрати теплоти паропроводом з ізоляцією

$$Q_2 = k_2 F_2 (t_{пе} - t_B) = 1,17 \cdot 97,34 \cdot (400 - 10) = 44400 \text{ Вт}$$

Зменшення втрат теплоти за рахунок виконання ізоляції складе

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{187900}{44400} = 4,2 \text{ рази}$$

Для даного прикладу економія теплоти складе

$$\Delta Q = Q_1 - Q_2 = 187900 - 44400 = 143500 \text{ Вт.}$$

Річна економія теплоти складе

$$\Delta Q_{\text{рік}} = 3600 \cdot \Delta Q \cdot 24 \cdot 360 = 3600 \cdot 143500 \cdot 24 \cdot 360 = 4,46 \cdot 10^{12} \text{ Дж/рік}$$

$$= 4,46 \cdot 10^9 \text{ кДж/рік}$$

Річна економія палива (природного газу)

$$B_T = \frac{\Delta Q_{\text{рік}}}{Q_i^r \eta} = \frac{4,4 \cdot 10^9}{35000 \cdot 0,9} = 141587,3 \text{ м}^3/\text{рік}$$

де $\eta = 0,9$ - коефіцієнт корисної дії котельного агрегату.

Числові значення вихідних даних для розрахунку наведені в таблиці 3.

Таблиця 3

Найменування даних, одиниця виміру	Вар. № 1, 12	Вар. № 2, 7	Вар. №3, 8	Вар. №4, 9	Вар. №5, 10	Вар. №6, 11
внутрішній діаметр паропроводу	200	200	200	200	200	200
зовнішній діаметр паропроводу	210	210	210	210	210	210
товщина ізоляції	10000	11000	10500	11500	12500	11300
діаметр трубопроводу в ізоляції	35	30	25	40	50	45
довжина паропроводу	80	130	110	90	120	115
коефіцієнт тепловіддачі від пари до стінки	80	80	80	80	80	80
коефіцієнт тепловіддачі від поверхні паропроводу до навколишнього повітря	8	8	8	8	8	8
тиск пара в паропроводі, $\cdot 10^5$	5	7	12	15	14	8
температура перегрітої пари	350	450	370	380	420	440

Тема 4. Розрахунок економії газоподібного палива

1. Обговорення основних положень теми та питань самостійного вивчення:

1. Як визначається повнота згоряння палива?
2. Поняття умовного палива?
2. Поняття нафтового еквівалента?
4. Якими способами отримують штучні гази?
5. З чим пов'язані зовнішня і внутрішня волога палива?

2. Опитування.

3. Практичні завдання.

Приклад розв'язування завдання.

Приклад. Розрахувати економію газоподібного палива, якщо в результаті реконструкції ККД котлоагрегату підвищився з 80% до 90%. паропродуктивність котельного агрегату $D=75$ т/год; тиск пари $P_p = 40 \cdot 10^5$ Па; температура перегрітої пари $t_{ne} = 440^\circ\text{C}$; температура живильної води $t_{п.в.} = 105^\circ\text{C}$.

Схема котельного агрегату приведена на рис. 4.

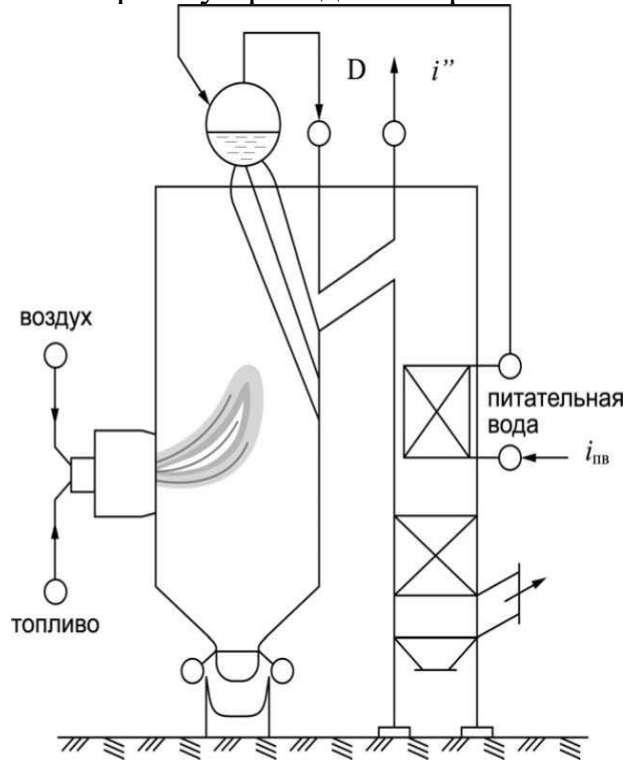


Рисунок 4 – Схема котельного агрегату

Рішення

Фізичні параметри теплоносіїв: ентальпія перегрітої пари $i'' = 3307,7$ кДж / кг; ентальпія живильної води $i' = 440,0$ кДж / кг.

Витрата палива при $\eta_1 = 80\%$

$$B_{T1} = \frac{D(i'' - i'_{п.в.})}{Q_i^T \eta_1} = \frac{75000 \cdot (3307,7 - 440,0)}{35000 \cdot 0,9} = 7,68 \cdot 10^3$$

де $Q_i^T = 35000$ кДж / м - теплота згоряння природного газу.

Витрата палива при $\eta_2 = 90\%$

$$B_{T2} = \frac{D(i'' - i'_{п.в.})}{Q_i^T \eta_2} = \frac{75000 \cdot (3307,7 - 440,0)}{35000 \cdot 0,8} = 6,83 \cdot 10^3$$

Річна економія палива

$$\begin{aligned} \Delta B_T^{рік} &= (B_{T1} - B_{T2}) \cdot 24 \cdot 360 = (7,68 \cdot 10^3 - 6,83 \cdot 10^3) \cdot 24 \cdot 360 \\ &= 7,34 \cdot 10^6 \text{ м}^3 / \text{рік} \end{aligned}$$

Вартість зекономленого природного газу

$$S = k \Delta B_T^{рік} = 5,86 \cdot 7,34 \cdot 10^6 = 42836600 \text{ грн/рік}$$

де $k = 5,86$ грн / м³ - вартість 1 м³ природного газу.

Числові значення вихідних даних для розрахунку наведені в таблиці 4.

Таблиця 4

Найменування даних, одиниця виміру	Вар. № 1, 12	Вар. № 2, 7	Вар. №3, 8	Вар. №4, 9	Вар. №5, 10	Вар. №6, 11
паропродуктивність котельного агрегату	60	65	90	85	70	87
тиск пари	35	45	30	50	60	55
температура перегрітої пари	400	500	420	470	450	430
температура живильної води	105	105	105	105	105	105

Тема 5. Розрахунок охолоджувача конденсату

1. *Обговорення основних положень теми та питань самостійного вивчення:*

1. Призначення конденсаційної установки?
2. Назвіть основні параметри, що визначають ефективність роботи конденсаторів?
2. На які типи поділяються конденсатори?
4. На які типи поділяються конденсатори за принципом теплообміну?
5. Які є основні заходи щодо енергозбереження в теплогенеруючих установках?

2. *Опитування.*

3. *Практичні завдання.*

Приклад розв'язування завдання.

Приклад. Визначити економічну ефективність застосування водяного охолоджувача конденсату для нагрівання води. Вихідні дані: витрата води $G_B=30$ т/год (8,33 кг/с); початкова температура води $t_{B2}=105$ °С; температура нагрітої води $t_{B1}=140$ °С; тиск пари $P=0,6$ МПа; ентальпія $i''= 2756,4$ кДж/кг; температура насичення $t_{н.п}=158,1$ °С; температура конденсату після охолоджувача $t_K=110$ °С; ентальпія конденсату $i'= 670,4$ кДж/кг.

Розрахункова схема включення охолоджувача конденсату для підігріву живильної води наведена на рис. 5.

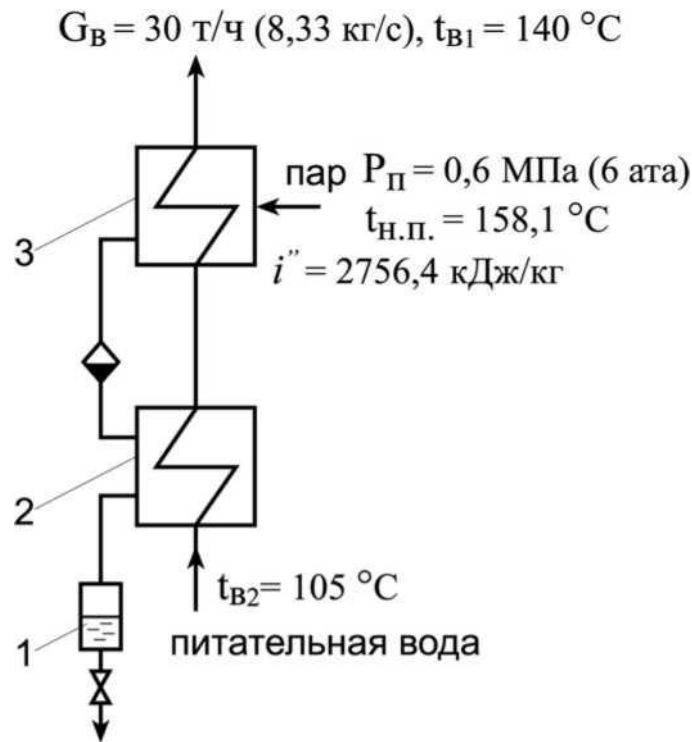


Рисунок 5 – Розрахункова схема включення охолоджувача конденсату для підігріву живильної води: 1 - збірник конденсату; 2 - охолоджувач конденсату; 3 - підігрівач живильної води

Рішення

Витрата пара для нагрівання води при відсутності охолоджувача конденсату

$$D_{\text{п}} = \frac{G_B G_B (t_{B1} - t_{B2})}{(i'' - i') \varphi} = \frac{8,33 \cdot 4,19 \cdot (140 - 105)}{(2756,4 - 670,4) \cdot 0,98} = 0,60 \frac{\text{кг}}{\text{с}} \quad (2160 \text{ кг/год})$$

де $C_B = 4,19 \text{ кДж / (кг } ^\circ \text{C)}$ - теплоємність води; $\varphi = 0,98$ - коефіцієнт використання теплоти.

Економія палива в результаті включення охолоджувача конденсату

$$B_T = \frac{D_{\text{п}} C_B (t_{\text{н.п.}} - t_{\text{к}})}{Q_i^r \eta} = \frac{2160 \cdot 4,19 \cdot (158,1 - 110)}{36872 \cdot 0,98} = 12,22 \frac{\text{м}^3}{\text{год}} \quad (0,0034 \frac{\text{м}^3}{\text{с}})$$

Числові значення вихідних даних для розрахунку наведені в таблиці 5.

Таблиця 5

Найменування даних, одиниця виміру	Вар. № 1, 12	Вар. № 2, 7	Вар. №3, 8	Вар. №4, 9	Вар. №5, 10	Вар. №6, 11
витрата води	15	20	25	35	40	45
початкова температура води	105	105	105	105	105	105
температура нагрітої води	130	135	145	142	150	155
температура конденсату після охолоджувача	115	115	115	115	115	115

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2 ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ЗА РАХУНОК ВИКОРИСТАННЯ ВІДНОВЛЮВАНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ

Тема 6. Розрахунок параметрів водяних турбін

1. *Обговорення основних положень теми та питань самостійного вивчення:*

1. Перелічіть та охарактеризуйте недоліки вітрових установок?
2. Яку будову має вільнопотокова установка?
3. Яким чином можна визначити потужність потоку?
4. Від чого залежить швидкість течії води у водоймах?
5. Як визначається потужність гідротурбіни? Від яких параметрів вона залежить?
6. Яким чином можна збільшити ефективність гідротурбіни?
7. Як класифікуються вітроелектроустановки?

2. *Опитування.*

3. *Практичні завдання.*

Приклад розв'язування завдання.

Приклад. Розрахувати потужність вільнопотокової установки, якщо в басейні річки встановлена пропелерна турбіна з радіусом робочого колеса турбіни, зануреного повністю у воду $R=0,8$ м. Швидкість течії води в річці $v=2$ м/с. ККД установки $\eta = 0,5$.

Числові значення вихідних даних наведені в таблиці 6.

Таблиця 6

Найменування даних, одиниця виміру	Вар. № 1, 12	Вар. № 2, 7	Вар. №3, 8	Вар. №4, 9	Вар. №5, 10	Вар. №6, 11
Швидкість течії води, м/с	0,8	1,2	3	2,7	5	2,1

Рішення

Потужність вільнопотокового водяного двигуна залежить від трьох величин: 1) витрати води, тобто кількості води, що протікає через робоче колесо двигуна за кожну секунду часу; 2) динамічного напору, який визначає силу рухомого діючого потоку; 3) технічної якості робочого колеса двигуна, що характеризується величиною ККД.

Якщо відкрити отвір у дамбі, за якою скупчилася вода, то вода вільно спадатиме з деякої висоти H метрів. Висота H і називається напором. У міру падіння вода набуває швидкості v м/с. Величину швидкості v можна визначити, користуючись відомим з фізики рівнянням:

$$v = \sqrt{2gH},$$

де $g = 9,81 \text{ м/с}^2$ - прискорення сили земного тяжіння.

Звідси напір або швидкісний напір рівний:

$$H = \frac{v^2}{2g}$$

Робота, віднесена до одиниці часу (секунди), називається потужністю N . Потужність виражається в кілограмометрах за секунду (N , кгм/с). У техніці визначають потужність двигуна в кінських силах (к. с.). Кінською силою прийнято називати потужність, рівну 75 кгм/с .

Якщо вагу падаючої води за час 1с ми домовимося вимірювати в кілограмах, позначивши її буквою B , то вираз потужності (к.с.) можна написати:

$$N = \frac{B \cdot H}{75}$$

Враховуючи, що вага 1 м^3 води рівна 1000 кг , ми можемо вагу падаючої води B виразити через витрату Q :

$$B = 1000 \cdot Q.$$

Тоді потужність потоку (к.с.) з подібною витратою води буде:

$$N = \frac{1000 \cdot Q \cdot H}{75} = 13,33Q \cdot H.$$

В електротехніці потужність прийнято визначати в кіловатах (кВт), $1 \text{ к.с.} = 736 \text{ Вт} = 0,736 \text{ кВт}$. Таким чином, виражена в кіловатах потужність потоку дорівнює:

$$N = 13,33 \cdot 0,736 Q \cdot H = 9,81 \cdot Q \cdot H.$$

Тема 7. Розрахунок параметрів сонячної установки.

1. Обговорення основних положень теми та питань самостійного вивчення:

1. Які переваги та недоліки є у сонячної енергетики?
2. Що таке сонячна батарея?
3. Яким чином здійснюється контроль заряду батареї в установці для отримання електроенергії на сонячних батареях?
4. Які типи фотоелементів ви знаєте?
5. Які параметри визначають кількість сонячних батарей у конструкції установки для отримання електроенергії?
6. Яким чином відбувається перетворення сонячної енергії в електричну?
7. Поясніть поняття «фотострум». Якими параметрами він характеризується?

2. Опитування.

3. Практичні завдання.

Приклад розв'язування завдання.

Приклад. Розрахувати сумарну потужність усіх споживачів, потужність інвертора, необхідну ємність акумуляторної батареї та кількість сонячних батарей (панелей), необхідну для створення працездатної сонячної системи електропостачання.

Числові значення вихідних даних наведені в таблиці 7.1.

Таблиця 7.1

Найменування даних, одиниця виміру	Вар. № 1, 12	Вар. № 2, 7	Вар. №3, 8	Вар. №4, 9	Вар. №5, 10	Вар. №6, 11
Споживачі електричної енергії	Мікрохвильова піч, Телевізор	Електрочайник, Електронасос	Електрична праска, Комп'ютер	Пилосос, Електронасос	Електрочайник, Лампа розжарювання	Комп'ютер, Холодильник, Енергозберігаюча лампа
Регіон встановлення	Дніпропетровськ	Київ	Львів	Одеса	Полтава	Чернігів

Рішення

Стандартна сонячна система електропостачання має таку структурну схему:

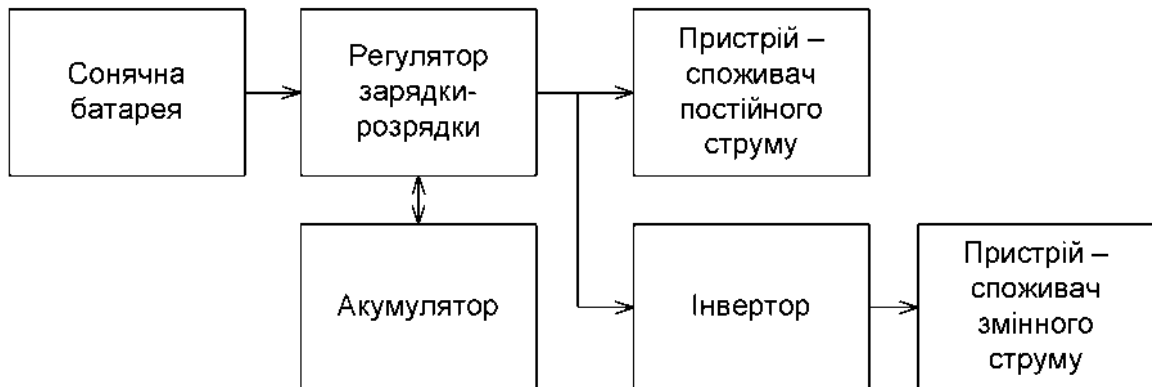


Рисунок 7 – Структурна схема стандартної сонячної системи

Сумарна потужність всіх пристроїв, що підключаються, визначається - споживачів ($P_{сум}$):

$$P_{сум} = P_1 + P_2 + \dots + P_n,$$

де P_1 , P_2 , P_n – паспортна потужність кожного з числа «n» пристроїв - споживачів.

У випадку, якщо споживач електроенергії живиться змінним струмом, наступним кроком є вибір потужності інвертора ($P_{інв}$). Вона повинна відповідати наступним умовам:

$$P_{інв} = 1,25 \cdot P_{сум}.$$

Необхідне значення зарядної ємності акумуляторних батарей визначається за формулою:

$$\Phi_{ак} = \frac{P_{сум}}{U_{ак}} \cdot h_{ак}$$

де $U_{ак}$ - напруга акумуляторних батарей, В; $h_{ак}$ - глибина розрядки акумуляторної батареї (30-40%).

Таблиця 7.2 - Зразкове споживання електроенергії побутових електроприладів.

№	Споживач	Потужність, Вт	Кількість, шт.	Час роботи за добу, годин	Енергоспоживання за добу, Вт/годин
1	Мікрохвильова піч	1500	1	0,5	750
2	Телевізор	60	1	3	180
3	Електронасос	600	1	1/2	300
4	Електрочайник	1500	1	1/3	500
5	Холодильник	100	1	24	2400
6	Електрична праска	1500	1	1/2	750
7	Комп'ютер	350	1	4	1400
8	Пилосос	700	1	5 хв.	58
9	Лампа розжарювання	60	5	3	900
10	Енергозберігаюча лампа	11	5	3	165
	Усього				7403

Для визначення потужності і кількості фотоелементів необхідно дізнатися значення сонячної радіації в період роботи системи електропостачання. Середньомісячні значення цього показника необхідно помножити його на кількість днів в даному місяці, а потім поділити на 1000. Ми отримаємо деяку умовну величину, що визначає кількість пікових годин, протягом якого електромагнітне випромінювання сонця має інтенсивність 1000 Вт/м².

Таблиця 2.2 - Середній денний рівень сонячної радіації в деяких містах України, кВтч/м² за день (за даними NASA)

Регіони / Місяці	січ	лют	бер	квіт	трав	черв	лип	серп	вер	жовт	лист	груд	Середн
Дніпропетровськ	1,21	1.99	2.98	4,05	5,55	5,57	5.70	5.08	3.66	2,27	1.20	0,96	3,36
Київ	1,07	1.87	2.95	3.96	5.25	5.22	5.25	4.67	3.12	1.94	1.02	0,86	3,10
Львів	1,08	1.83	2.82	3.78	4.67	4.83	4.83	4.45	3.00	1.85	1.06	0,83	2,92
Одеса	1,25	2.11	3.08	4.38	5.65	5.85	6.04	5.33	3.93	2.52	1,36	1.04	3,55
Полтава	1,18	1.96	3.05	4.00	5.40	5.44	5.51	4.87	3.42	2,11	1.15	0,91	3,25
Чернігів	0,99	1.80	2.92	3.96	5.17	5,19	5.12	4.54	3.00	1.86	0,98	0,75	3,03

Фотоелемент потужністю P_e за контрольний період виробляє кількість енергії:

$$E_{фе} = k \cdot P_e \cdot N$$

де k - поправковий коефіцієнт, що враховує зниження (залежно від кута падіння випромінювання) рівня опромінювання сонячної батареї і падіння потужності фотоелементів у результаті нагріву (улітку беруть рівним 0,5, узимку - 0,7, оскільки елементи нагріваються у меншій мірі).

Сумарна енергія фото елементів повинна бути не менше сумарного споживання енергії споживачами:

$$E_{\text{сум}} = P_{\text{сум}} \cdot k \cdot N > E_{\text{спож}}$$

Кількість сонячних батарей (панелей), необхідних для створення працездатної сонячної системи електропостачання

$$n = \frac{E_{\text{сум}}}{E_{\text{фе}}}$$

Тема 8. Розрахунок освітлення

1. Обговорення основних положень теми та питань самостійного вивчення:

1. Назвіть основні технічні й організаційні складові енергозбереження в освітлювальних установках?
2. Які Ви знаєте перспективні джерела світла для внутрішнього й зовнішнього освітлення?
3. Які показники освітлювальних приладів визначають їхній внесок в енергозбереження в освітлювальних установках?
4. Як впливає старіння конструктивних елементів освітлювальних приладів на ефективність освітлювальних установок?
5. Якими є основні складові енергозбереження в системах зовнішнього освітлення?

2. Опитування.

3. Практичні завдання.

Приклад розв'язування завдання.

Задача.

Виконати порівняння технологій в лампах освітлення по наступному параметру: загальні витрати по кожному типу лампи для забезпечення освітлення 25 000 годин. Вихідні дані зведені в таблицю 8.

Традиційні лампи розжарювання дуже неефективні і підлягають заміні. Галогенні лампи (як 230 В, так і 12 В), що використовують у світильниках загального призначення, нижньому підсвічуванні й прожекторах, майже такі ж неефективні, як і лампи розжарювання. Компактні люмінесцентні лампи (КЛЛ) заощаджують близько 65–75% електроенергії порівняно з лампами розжарювання і цикл їх використання значно довший (зазвичай від 6 до 12 разів). LED (світлодіодне джерело світла) заощаджує більше 80% електроенергії порівняно з лампами розжарювання і цикл їх використання триває від 25 до 50 разів довше.

Таблиця 8.

	Лампа розжарювання	Люмінесцентна лампа	LED
Орієнтовна вартість однієї лампи, грн.	8	45	70
Середня тривалість роботи, год.	1200	8000	25000
Потужність, Вт	60	14	8
Люмен, лм	650	650	650
Тариф на електроенергію, грн./кВт*год.	1,68	1,68	1,68

**ЧАСТИНА 3.
МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ З ОРГАНІЗАЦІЇ САМОСТІЙНОЇ
РОБОТИ СТУДЕНТІВ**

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1. ОСНОВИ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ

Тема 1. Розрахунок калорифера

Форми контролю: розв'язування задач.

Завдання для самостійної роботи:

1. Опрацюйте конспект лекцій та рекомендовану літературу для обговорення теоретичних питань теми на практичному занятті.
2. Розв'яжіть тестові завдання.

Коефіцієнти теплопровідності, температуропровідності, тепловіддачі, теплопередачі, термічний опір теплопередачі, питома об'ємна чи вагома теплоємності, ступінь чорності, температура насичення відносяться до

- A. хімічних властивостей
- B. біологічних властивостей
- C. теплофізичних властивостей
- D. енергетичних властивостей

Теплопровідність

- A. перенос теплоти від більш нагрітих до менш нагрітих ділянок тіла за рахунок теплового руху і взаємодії мікрочастинок, що приводить до вирівнювання температури тіла
- B. перенос теплоти за рахунок переміщення часток речовини в просторі і спостерігається в рідинах, що рухаються, і газах
- C. перенос енергії електромагнітними хвилями при відсутності контакту між тілами
- D. перенос теплоти за рахунок конвективного теплообміну

Густина теплового потоку q визначається по формулі

- A. $q = Q \cdot F$
- B. $q = F/Q$
- C. $q = Q/F$
- D. $q = T/F$

Теплообмінний апарат, у якому теплоносії, які гріють і нагрівають протікають одночасно, а також передається через поділяючу їхню стінку відноситься до

- A. регенеративних
- B. рекуперативних
- C. змішаних
- D. змішувальних

За яким законом розраховується тепловіддача

- A. Кірхгофа
- B. Ньютона
- C. Нуссельта
- D. Грасгофа

Теплообмінний апарат, у якому передача теплоти здійснюється шляхом безпосереднього зіткнення гарячого і холодного теплоносіїв, що супроводжується повним чи частковим змішанням відносять до

- A. регенеративним
- B. змішувальним
- C. рекуперативним
- D. змішаним

Що містить у собі функціональна схема вимірювального комплексу для виміру температури, вологості, швидкості руху повітря

- A. вимірювальні датчики, блок, виконавчий механізм
- B. термоелектричні проводи, блок обробки даних, регулятор
- C. ротаметр, блок обробки даних, виконавчий механізм
- D. датчики, блок обробки даних, термоелектричні проводи

ККД теплотехнічної системи визначається

- A. ексергетичним балансом
- B. тепловим балансом
- C. енергетичним балансом
- D. матеріальним балансом

3. Задачі для самостійного розв'язування.

1. Визначити необхідну площу поверхні нагрівання теплообмінного апарата типу водоповітряного рекуператора для забезпечення ступеня утилізації теплоти стічних вод, рівної 0,82. Стічна вода використовується для попереднього нагрівання припливного повітря. Поверхня нагрівання виконана у вигляді коридорного пучка труб з обребренням. Зовнішній діаметр труб $d = 12$ мм; товщина стінки труби $\delta = 1,2$ мм; робоча довжина $L = 5,4$ м; діаметр круглих ребер $D = 22$ мм; товщина ребра $\delta_R = 0,25$ мм; ступінь обребрення $\psi = 8,1$; гідравлічний діаметр $d_e = 4,8$ мм. Теплопровідність матеріалу ребра $\lambda = 118$ Вт/(м•К). Вода рухається по трубах, повітря – у міжтрубному просторі. Термічним опором стінки й гідравлічним опором при повороті води в трубах зневажити. Число ходів теплоносія, що гріє, $z = 6$. Потужність, затрачувана на прокачування води по трубах, не повинна перевищувати 58 Вт. Швидкість повітря прийняти рівної 6 м/с. Витрата води $G_2 = 0,61$ кг/с, повітря $G_1 = 0,32$ кг/с, початкову температуру води $t_{w1} = 47$ °С, повітря $t_{p1} = 7$ °С.

Рекомендована література:

1. Краснянський М.Ю. Енергозбереження: навч. посіб. – К.: Кондор, 2018. – 136 с.
2. Хмельнюк М.Г. Енергетичний менеджмент і аудит : підручник. Ч.1 / М.Г. Хмельнюк, О.Ю. Яковлева, О.В. Остапенко, В.А. Бежан. – Одеса. 2018. – 272 с.
3. Хмельнюк М.Г. Енергетичний менеджмент і аудит : підручник. Ч.2 / М.Г. Хмельнюк, О.Ю. Яковлева, О.В. Остапенко, В.А. Бежан. – Одеса. 2019. – 292 с.
4. Основи енергозберігаючого керування електроенергетичними системами та комплексами / О.М. Сінчук, Н.Л. Федорченко, Л.Б. Литвинський, К.І. Федорченко, І.О. Сінчук, О.Є Мельник – Кременчук: ПП Щербатих О.В., 2010. – 340 с.
5. Сиротюк М.І. Поновлювані джерела енергії: навч. посіб. / М.І. Сиротюк; ред. С.І. Кукурудза; Львівський національний ун-т ім. Івана Франка. – Л.: ВЦ ЛНУ ім. І.Франка, 2008. – 248 с.

Тема 2. Розрахунок котла-утилізатора

Форми контролю: розв'язування задач.

Завдання для самостійної роботи:

1. Опрацюйте конспект лекцій та рекомендовану літературу для обговорення теоретичних питань теми на практичному занятті.
2. Розв'яжіть тестові завдання.

Який з наступних показників не можна вимірити за допомогою газоаналізатора

- A. витрати газу
- B. повноту згоряння палива
- C. об'ємну частку газу в суміші
- D. наявність шкідливих речовин у суміші

Найбільш ефективним заходом по використанню теплоти відхідних газів теплогенеруючих установок є

- A. утилізація теплоти і маси продувальної води
- B. застосування ефективних пальників
- C. зниження протяжності газового тракту
- D. установка теплоутилізаторів

Основні схеми роботи парогазових установок

- A. з високонапірним парогенератором

- В. зі скиданням відпрацьованих газів з газової турбіни в паровий котел звичайної паротурбінної установки
- С. з паровими котлами-утилізаторами
- Д. усі відповіді вірні

Пасивна насадка для контактних теплоутилізаторів представляє собою

- А. металеву решітку
- В. наброску з кілець Рашига
- С. кілька рядів барботажних тарілок
- Д. пучок водоохолоджуючих труб

З якою допустимою швидкістю повинні рухатися гази, що йдуть через контактний теплоутилізатор з активною насадкою

- А. 5 м/с
- В. 10 м/с
- С. 23 м/с
- Д. 1-2 м/с

Зниження теплових втрат на кожні 7-9% дозволяє підвищити температуру в приміщенні

- А. на 2 °С
- В. на 1 °С
- С. на 0,5 °С
- Д. на 5 °С

Найбільш ефективним економічним важелем енергозбереження є

- А. арешт банківських рахунків
- В. грошові штрафи
- С. податкові пільги
- Д. зменшення оплати праці

3. Задачі для самостійного розв'язування.

1. Визначити кількість теплоти, що віддається газами котельні, що йдуть заводу водяному економайзеру (утилізатору), для одержання гарячої води, якщо температура газів на виході з економайзера $t_{\text{вих}}^{\circ}\text{C}$, температура газів на вході в економайзер $t_{\text{вх}}^{\circ}\text{C}$, коефіцієнт надлишку повітря за економайзером μ , середня об'ємна теплоємність газів $c_{\text{п}}^{\circ}\text{C}$, і розрахункова витрата палива одного казана $B_{\text{р}} = 0,27 \text{ кг/с}$. У котельні встановлені два однакових казани ($n = 2$), що працюють на Донецькому кам'яному вугіллі марки D состава: $C_{\text{р}} = 49,4 \%$; $H_{\text{р}} = 3,5 \%$; $S_{\text{р}} = 2\%$; $N_{\text{р}} = 2 \%$; $O_{\text{р}} = 8,2 \%$; $A_{\text{р}} = 21,7 \%$; $W_{\text{р}} = 14 \%$.

Рекомендована література:

1. Краснянський М.Ю. Енергозбереження: навч. посіб. – К.: Кондор, 2018. – 136 с.
2. Хмельнюк М.Г. Енергетичний менеджмент і аудит : підручник. Ч.1 / М.Г. Хмельнюк, О.Ю. Яковлева, О.В. Остапенко, В.А. Бежан. – Одеса. 2018. – 272 с.
3. Хмельнюк М.Г. Енергетичний менеджмент і аудит : підручник. Ч.2 / М.Г. Хмельнюк, О.Ю. Яковлева, О.В. Остапенко, В.А. Бежан. – Одеса. 2019. – 292 с.
4. Основи енергозберігаючого керування електроенергетичними системами та комплексами / О.М. Сінчук, Н.Л. Федорченко, Л.Б. Литвинський, К.І. Федорченко, І.О. Сінчук, О.Є Мельник – Кременчук: ПП Щербатих О.В., 2010. – 340 с.
5. Сиротюк М.І. Поновлювані джерела енергії: навч. посіб. / М.І. Сиротюк; ред. С.І. Кукурудза; Львівський національний ун-т ім. Івана Франка. – Л.: ВЦ ЛНУ ім. І.Франка, 2008. – 248 с.

Тема 3. Розрахунок паропроводу.

Форми контролю: розв'язування задач.

Завдання для самостійної роботи:

1. Опрацюйте конспект лекцій та рекомендовану літературу для обговорення теоретичних питань теми на практичному занятті.
2. Розв'яжіть тестові завдання.

Якими способами може досягатися економія енергії випарних установках

- A. Використання теплоти вторинної пари в багатоступінчастих випарних установках
- B. застосування стиску пари за допомогою струмінь ежектора або механічного компресора
- C. підігрівом розчину, що направляєється на випарювання вторинною парою або конденсатом
- D. всі відповіді вірні

Ознаки вторинної пари

- A. утворюється при влученні гарячого конденсату в зону зниженого тиску, завжди має більш низькі параметри, чим конденсат, з якого вона утворилася
- B. завжди має більш низькі параметри, чим конденсат, з якого вона утворилася
- C. утворюється при влученні гарячого конденсату в зону зниженого тиску
- D. утворюється при влученні гарячого конденсату в зону підвищеного тиску

Основні способи збільшення інтенсивності теплообміну в підігрівниках

- A. зменшення товщини гідродинамічного прикордонного шару в результаті підвищення швидкості руху робочих тіл або іншого виду впливу; це досягається, наприклад, розбивкою пучка трубок на ходи й установкою міжтрубних перегородок
- B. поліпшення умов відводу газів, що не конденсуються, і конденсату при паровому обігріві
- C. створення сприятливих умов для обтікання робочими тілами поверхні нагрівання, при яких вся поверхня бере активну участь у теплообміні
- D. всі відповіді вірні

Які фактори впливають на процес тепловіддачі конвекцією

- A. характер руху рідини біля твердої стінки
- B. хімічні властивості рідини
- C. фізичні властивості рідини
- D. всі відповіді вірні

Умови однозначності містять у собі

- A. геометричні, фізичні, тимчасові й граничні умови
- B. геометричні, хімічні, тимчасові й граничні умови
- C. геометричні, фізичні, тимчасові умови
- D. всі відповіді вірні

Геометричні умови характеризують

- A. геометричні й лінійні розміри тіла, що беруть участь у процесі теплообміну
- B. фізичні властивості тіла, середовища (λ , c , ρ , a) або задаються законом внутрішнього тепловиділення
- C. особливості протікання процесу в часі або розподіл температури усередині тіла в початковий момент часу
- D. процеси теплообміну між поверхнею тіла й навколишнім середовищем

Утеплення зовнішніх стін будівель дозволяє

- A. поліпшити мікроклімат приміщень, знизити теплові втрати через огородження
- B. поліпшити їх зовнішній вигляд, захистити фасади від руйнування
- C. усунути промерзання стін
- D. всі відповіді вірні

Пристрій теплового горища дозволяє знизити тепловтрати через дах

- A. на 5%
- B. на 7%
- C. на 18%
- D. на 10%

3. Задачі для самостійного розв'язування.

1. Визначити обсяг біогазогенератора V_b і добовий вихід біогазу V_g в установці, що утилізує гній від $n = 22$ корів, а також забезпечувану нею теплову потужність N (Вт). Час циклу $\tau = 20$ діб при температурі $t = 24$ °С; подача сухого матеріалу від однієї тварини йде зі швидкістю $W = 2,2$ кг/добу; вихід біогазу з сухої маси $v_g = 0,23$ м³/кг. Зміст метану в біогазі становить 75 %. ККД паливкового пристрою $\eta = 0,66$. Густина сухого матеріалу, розподіленого в масі біогазогенератора, $\rho_{\text{сух}} \approx 52$ кг/м³. Теплота згоряння метану при нормальних фізичних умовах $= 29$ МДж/м³.

Рекомендована література:

1. Краснянський М.Ю. Енергзбереження: навч. посіб. – К.: Кондор, 2018. – 136 с.
2. Хмельнюк М.Г. Енергетичний менеджмент і аудит : підручник. Ч.1 / М.Г. Хмельнюк, О.Ю. Яковлева, О.В. Остапенко, В.А. Бежан. – Одеса. 2018. – 272 с.
3. Хмельнюк М.Г. Енергетичний менеджмент і аудит : підручник. Ч.2 / М.Г. Хмельнюк, О.Ю. Яковлева, О.В. Остапенко, В.А. Бежан. – Одеса. 2019. – 292 с.
4. Основи енергозберігаючого керування електроенергетичними системами та комплексами / О.М. Сінчук, Н.Л. Федорченко, Л.Б. Литвинський, К.І. Федорченко, І.О. Сінчук, О.Є Мельник – Кременчук: ПП Щербатих О.В., 2010. – 340 с.
5. Сиротюк М.І. Поновлювані джерела енергії: навч. посіб. / М.І. Сиротюк; ред. С.І. Кукурудза; Львівський національний ун-т ім. Івана Франка. – Л.: ВЦ ЛНУ ім. І.Франка, 2008. – 248 с.

Тема 4. Розрахунок економії газоподібного палива.

Форми контролю: розв'язування задач

Завдання для самостійної роботи:

1. Опрацюйте конспект лекцій та рекомендовану літературу для обговорення теоретичних питань теми на практичному занятті.
2. Розв'яжіть тестові завдання.

Повнота згоряння газів визначається

- A. анемометром
- B. за допомогою газоаналізаторів і візуально
- C. манометром
- D. виходячи з аналізу температурних значень

З біомаси шляхом глибокої переробки не одержують

- A. тверде паливо
- B. рідке паливо
- C. газоподібне паливо
- D. електричну енергію

До паливних вторинних енергоресурсів відносяться

- A. абсорбційний газ, доменний газ
- B. гази і рідини, що покидають технологічні агрегати з надлишковим тиском
- C. гази, що йдуть з котлів і промислових печей
- D. всі відповіді вірні

В якості альтернативних видів палива застосовують

- A. водо-вугільне паливо, стиснений газ, генераторний газ, біогаз
- B. мазут, біогаз
- C. природний газ, водо-вугільне паливо, стиснений газ
- D. всі відповіді вірні

З різних видів енергетичних ресурсів найбільша частка в загальносвітовій виробці первинної енергії належить

- A. вугіллю
- B. ядерному паливу
- C. дровам і біопаливу
- D. нафти і нафтопродуктів

В якості перетворювачів витрати теплоносія в складових теплолічильниках використовуються прилади наступних типів

- A. ультразвукові, витратно-вихрові, тахометричні, електромагнітні
- B. нанометричні, тахометричні, електромагнітні
- C. лазерні
- D. діафрагмові

Найбільш вигідний розподіл навантаження між котлами буде забезпечуватися за умови

- A. рівності відносних приростів витрати палива на кожному котлі
- B. рівності коефіцієнтів корисної дії кожного котла
- C. зниження температури продуктів згоряння на кожному котлі
- D. рівності теплового навантаження кожного котла

Які паливно-енергетичні ресурси отримані як відходи або побічні продукти виробничого технологічного процесу

- A. первинні паливно-енергетичні ресурси
- B. вторинні паливно-енергетичні ресурси
- C. виробничі енергоносії
- D. природні ресурси

Рекомендована література:

1. Краснянський М.Ю. Енергозбереження: навч. посіб. – К.: Кондор, 2018. – 136 с.
2. Хмельнюк М.Г. Енергетичний менеджмент і аудит : підручник. Ч.1 / М.Г. Хмельнюк, О.Ю. Яковлева, О.В. Остапенко, В.А. Бежан. – Одеса. 2018. – 272 с.
3. Хмельнюк М.Г. Енергетичний менеджмент і аудит : підручник. Ч.2 / М.Г. Хмельнюк, О.Ю. Яковлева, О.В. Остапенко, В.А. Бежан. – Одеса. 2019. – 292 с.
4. Основи енергозберігаючого керування електроенергетичними системами та комплексами / О.М. Сінчук, Н.Л. Федорченко, Л.Б. Литвинський, К.І. Федорченко, І.О. Сінчук, О.Є Мельник – Кременчук: ПП Щербатих О.В., 2010. – 340 с.
5. Сиротюк М.І. Поновлювані джерела енергії: навч. посіб. / М.І. Сиротюк; ред. С.І. Кукурудза; Львівський національний ун-т ім. Івана Франка. – Л.: ВЦ ЛНУ ім. І.Франка, 2008. – 248 с.

Тема 5. Розрахунок охолоджувача конденсату.

Форми контролю: розв'язування задач

Завдання для самостійної роботи:

1. Опрацюйте конспект лекцій та рекомендовану літературу для обговорення теоретичних питань теми на практичному занятті.
2. Розв'яжіть тестові завдання.

Теплова енергія конденсату може використовуватися для підігріву

- A. тільки водопровідної води
- B. тільки живильної води
- C. тільки хімічно очищеної води
- D. водопровідної, живильної, хімічно очищеної води

З метою запобігання конденсації водяної пари температура продуктів згоряння після змішування двох потоків за конденсаційним теплоутилізатором поверхневого типу і відвідною лінією газоходу підтримується на рівні

- A. температури точки роси
- B. 100° C
- C. 30-40 ° C
- D. 65-70° C

Скільки положень має поперечний переріз обертового регенеративного повітропідігрівника

- A. одне
- B. два
- C. три
- D. чотири

Тимчасові або початкові умови характеризують

- A. геометричні й лінійні розміри тіла, що беруть участь у процесі теплообміну
- B. фізичні властивості тіла, середовища (λ , c , ρ , a) або задаються законом внутрішнього тепловиділення
- C. особливості протікання процесу в часі або розподіл температури усередині тіла в початковий момент часу
- D. процеси теплообміну між поверхнею тіла й навколишнім середовищем

Граничні умови характеризують

- A. геометричні й лінійні розміри тіла, що беруть участь у процесі теплообміну
- B. фізичні властивості тіла, середовища (λ , c , ρ , a) або задаються законом внутрішнього тепловиділення
- C. особливості протікання процесу в часі або розподіл температури усередині тіла в початковий момент часу
- D. процеси теплообміну між поверхнею тіла й навколишнім середовищем

Найбільше співвідношення максимальних та мінімальних вимірюваних витрат теплоносія мають перетворювачі витрати

- A. вихрового типу
- B. тахометричного типу
- C. електромагнітного типу
- D. ультразвукового типу

Регулювання, яке поєднує в собі всі види регулювання (на теплогерелі, в тепловому пункті і на кожному приладі), називається

- A. місцевим
- B. комбінованим
- C. центральним
- D. груповим

Використання індивідуальних терморегуляторів на опалювальних приладах дає можливість

- A. не використовувати центральне і місцеве регулювання
- B. зменшити кількість опалювальних приладів
- C. спростити конструкцію опалювальних приладів
- D. підтримувати температуру повітря в приміщенні відповідно до індивідуальних вимог

Рекомендована література:

1. Краснянський М.Ю. Енергзбереження: навч. посіб. – К.: Кондор, 2018. – 136 с.
2. Хмельнюк М.Г. Енергетичний менеджмент і аудит : підручник. Ч.1 / М.Г. Хмельнюк, О.Ю. Яковлева, О.В. Остапенко, В.А. Бежан. – Одеса. 2018. – 272 с.
3. Хмельнюк М.Г. Енергетичний менеджмент і аудит : підручник. Ч.2 / М.Г. Хмельнюк, О.Ю. Яковлева, О.В. Остапенко, В.А. Бежан. – Одеса. 2019. – 292 с.
4. Основи енергозберігаючого керування електроенергетичними системами та комплексами / О.М. Сінчук, Н.Л. Федорченко, Л.Б. Литвинський, К.І. Федорченко, І.О. Сінчук, О.Є Мельник – Кременчук: ПП Щербатих О.В., 2010. – 340 с.
5. Сиротюк М.І. Поновлювані джерела енергії: навч. посіб. / М.І. Сиротюк; ред. С.І. Кукурудза; Львівський національний ун-т ім. Івана Франка. – Л.: ВЦ ЛНУ ім. І.Франка, 2008. – 248 с.

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2

Енергозбереження за рахунок використання відновлюваних джерел енергії

Тема 6. Розрахунок параметрів водяних турбін

Форми контролю: розв'язування задач

Завдання для самостійної роботи:

1. Опрацюйте конспект лекцій та рекомендовану літературу для обговорення теоретичних питань теми на практичному занятті.
2. Розв'яжіть тестові завдання.

Сукупність великих природних та штучних підсистем, що служать для перетворення енергії водного потоку в електричну енергію

- A. альтернативна енергетика
- B. вітроенергетика
- C. сонячна енергетика
- D. гідроенергетика

Повна енергія вітрового потоку якої-небудь місцевості на певній висоті над поверхнею землі

- A. вітровий потенціал
- B. валовий потенціал
- C. економічний потенціал
- D. технічний потенціал

Енергетичний еквівалент вітрового потоку якої-небудь місцевості на певній висоті над поверхнею землі

- A. вітровий потенціал
- B. валовий потенціал
- C. економічний потенціал
- D. технічний потенціал

Частина валового потенціалу, яка може бути корисно використана

- A. вітровий потенціал
- B. валовий потенціал
- C. економічний потенціал
- D. технічний потенціал

Джерела електричної енергії, які не пов'язаних з лініями електропередачі

- A. автономні джерела енергії
- B. традиційні невідновлювані джерела енергії

- С. нетрадиційні відновлювані джерела енергії
- Д. мала енергетика

Природні запаси речовин і матеріалів, які можуть бути використані людиною для виробництва енергії

- А. автономні джерела енергії
- В. традиційні невідновлювані джерела енергії
- С. нетрадиційні відновлювані джерела енергії
- Д. мала енергетика

Джерела на основі постійних існуючих або періодично виникаючих в навколишньому середовищі потоків енергії

- А. автономні джерела енергії
- В. традиційні невідновлювані джерела енергії
- С. нетрадиційні відновлювані джерела енергії
- Д. мала енергетика

Пристрій для перетворення кінетичної енергії вітрового потоку в механічну енергію обертання ротора з подальшим її перетворенням в електричну енергію

- А. вітрогенератор
- В. вітряна електростанція
- С. прибережна вітряна електростанція
- Д. шельфова вітряна електростанція

3. Задачі для самостійного розв'язування.

1. Вважається, що дійсний ККД η_0 океанічної ТЕС, що використовує температурний перепад поверхневих і глибинних вод $(T_1 - T_2) = \Delta T$ і працюючої за циклом Ренкіна, удвічі менше термічного ККД установки, що працює за циклом Карно, η_t^k . Оцінити можливу величину дійсного ККД ОТЕС, робочим тілом якої є аміак, якщо температура води на поверхні океану $t_1 = 26$ °С, а температура води на глибині океану $t_2 = 5$ °С. Яку кількість теплої води V , м³/с буде потрібно для ОТЕС потужністю $N = 10$ МВт? Вважати, що густина води $\rho = 1 \cdot 10^3$ кг/м³, а питома масова теплоємність $C_p = 3,8 \cdot 10^3$ Дж/(кг·К).

2. Як зміниться потужність малої ГЕС, якщо напір водоймища H у посушливий період зменшиться в $n = 1,4$ разів, а витрата води V скоротиться на $m = 22$ %? Втрати в гідротехнічних спорудженнях, водоводах, турбінах і генераторах вважати постійними.

Рекомендована література:

1. Краснянський М.Ю. Енергозбереження: навч. посіб. – К.: Кондор, 2018. – 136 с.

2. Хмельнюк М.Г. Енергетичний менеджмент і аудит : підручник. Ч.1 / М.Г. Хмельнюк, О.Ю. Яковлева, О.В. Остапенко, В.А. Бежан. – Одеса. 2018. – 272 с.

3. Хмельнюк М.Г. Енергетичний менеджмент і аудит : підручник. Ч.2 / М.Г. Хмельнюк, О.Ю. Яковлева, О.В. Остапенко, В.А. Бежан. – Одеса. 2019. – 292 с.

4. Основи енергозберігаючого керування електроенергетичними системами та комплексами / О.М. Сінчук, Н.Л. Федорченко, Л.Б. Литвинський, К.І. Федорченко, І.О. Сінчук, О.Є Мельник – Кременчук: ПП Щербатих О.В., 2010. – 340 с.

5. Сиротюк М.І. Поновлювані джерела енергії: навч. посіб. / М.І. Сиротюк; ред. С.І. Кукурудза; Львівський національний ун-т ім. Івана Франка. – Л.: ВЦ ЛНУ ім. І.Франка, 2008. – 248 с.

Тема 7. Розрахунок параметрів сонячної установки.

Форми контролю: розв'язування задач.

Завдання для самостійної роботи:

1. Опрацюйте конспект лекцій та рекомендовану літературу для обговорення теоретичних питань теми на практичному занятті.

2. Розв'яжіть тестові завдання.

Електростанція, яка призначена для перетворення енергії сонячного випромінювання в електричну енергію

- A. сонячна електростанція
- B. сонячно-паливна електростанція
- C. атомна електростанція
- D. гідроелектростанція

Використання енергії сонячного випромінювання для опалення, гарячого водопостачання та забезпечення технологічних потреб різних споживачів

- A. сонячно-паливна електростанція
- B. сонячне теплопостачання
- C. сонячне гаряче водопостачання
- D. сонячне охолодження

Елемент на основі фотоелектричного ефекту

- A. сонячний елемент
- B. двосторонній сонячний елемент
- C. термоелектричний сонячний елемент
- D. сонячний фотоелектричний перетворювач

Сонячна електростанція, в якій енергія сонячного випромінювання використовується як джерело тепла в термодинамічному циклі перетворення теплової енергії в механічну, а потім в електричну

- A. термодинамічна сонячна електростанція
- B. модульна сонячна електростанція
- C. фотоелектрична сонячна електростанція
- D. двоконтурної сонячної електростанції

Приймач сонячного випромінювання, поглинаюча поверхня якого знаходиться в вакуумному просторі, обмеженому прозорою оболонкою

- A. вакуумний приймач
- B. порожнинний приймач сонячного випромінювання
- C. сонячний парогенератор
- D. сонячний економайзер

Напрямок альтернативної енергетики, засноване на безпосередньому використанні сонячного випромінювання для отримання енергії в будь-якому вигляді

- A. альтернативна енергетика
- B. вітроенергетика
- C. сонячна енергетика
- D. гідроенергетика

Нагрівання поверхні, що поглинає сонячні промені, і подальший розподіл і використання тепла

- A. фотовольтаїка
- B. геліотермальна енергетика
- C. сонячний колектор
- D. сонячний водонагрівач

Пристрій для збору теплової енергії Сонця (геліоустановка), переноситься видимим світлом і ближнім інфрачервоним випромінюванням

- A. фотовольтаїка
- B. геліотермальна енергетика
- C. сонячний колектор
- D. сонячний водонагрівач

3. Задачі для самостійного розв'язування.

1. Визначити початкову температуру t_2 і кількість геотермальної енергії E_0 (Дж) водоносного шару товщиною $h = 0,6$ км при глибині залягання $z = 3,7$ км, якщо задані характеристики породи шару: густина $\rho_{пл} = 2650$ кг/м³; питома теплоємність $C_{пл} = 825$ Дж/(кг•К), пористість $a = 6$ %; Температурний градієнт $(dT/dz) = 62$ °С /км. Середню температуру поверхні то прийняти рівною 13 °С. Питома теплоємність води $C_в = 4175$ Дж/(кг•К);

густина води $\rho = 1 \cdot 10^3$ кг/м³. Розрахунок виконати по відношенню до площі поверхні $F = 1,2$ км². Мінімально припустиму температуру пласта прийняти рівною $t_1 = 45$ °С.

Визначити також постійну часу добування теплової енергії τ_0 (років) при закачуванні води в шар і витраті її $V = 0,1$ м³/(с•км²). Якою буде теплова потужність, що витягується первинно $(dE/dt)_{\tau=0}$ та через 10 років $(dE/dt)_{\tau=10}$?

2. Для опалення цеху протягом доби буде потрібно $Q = 0,72$ ГДж теплоти. При використанні для цієї мети сонячної енергії теплова енергія може бути запасена у водяному акумуляторі. Температура гарячої води $t_1 = 57$ °С. Яка повинна бути ємність бака акумулятора V (м³), якщо теплова енергія може використовуватися в опалювальних цілях доти, поки температура води не понизиться до $t_2 = 26$ °С?

Рекомендована література:

1. Краснянський М.Ю. Енергозбереження: навч. посіб. – К.: Кондор, 2018. – 136 с.
2. Хмельнюк М.Г. Енергетичний менеджмент і аудит : підручник. Ч.1 / М.Г. Хмельнюк, О.Ю. Яковлева, О.В. Остапенко, В.А. Бежан. – Одеса. 2018. – 272 с.
3. Хмельнюк М.Г. Енергетичний менеджмент і аудит : підручник. Ч.2 / М.Г. Хмельнюк, О.Ю. Яковлева, О.В. Остапенко, В.А. Бежан. – Одеса. 2019. – 292 с.
4. Основи енергозберігаючого керування електроенергетичними системами та комплексами / О.М. Сінчук, Н.Л. Федорченко, Л.Б. Литвинський, К.І. Федорченко, І.О. Сінчук, О.Є Мельник – Кременчук: ПП Щербатих О.В., 2010. – 340 с.
5. Сиротюк М.І. Поновлювані джерела енергії: навч. посіб. / М.І. Сиротюк; ред. С.І. Кукурудза; Львівський національний ун-т ім. Івана Франка. – Л.: ВЦ ЛНУ ім. І.Франка, 2008. – 248 с.

Тема 8. Розрахунок освітлення.

Форми контролю: розв'язування задач.

Завдання для самостійної роботи:

1. Опрацюйте конспект лекцій та рекомендовану літературу для обговорення теоретичних питань теми на практичному занятті.
2. Розв'яжіть тестові завдання.

Природне освітлення

А. освітлення, що забезпечує нормовані освітлювальні умови в місцях виконання робіт

- В. відношення освітленості всередині будівлі і відкритої горизонтальної площадки
- С. сукупність умов природного освітлення за період більше 10 років
- Д. освітлення приміщень світлом неба, що потрапляє через світлові прорізи

Робоче освітлення

- А. природне, поєднане і штучне освітлення на робочому місці
- В. забезпечують нормовані освітлювальні умови в місцях проведення робіт
- С. природне і штучне освітлення на робочому місці
- Д. визначається проектною документацією на умовній робочій поверхні

Переваги ламп розжарювання

- А. проста конструкція та низька ціна виробництва
- В. 95 % спожитої електроенергії перетворюється в тепло
- С. час роботи
- Д. чутливі до перепаду напруги

Термін роботи ламп розжарювання

- А. 5000 годин
- В. 50 годин
- С. 1200 годин
- Д. 12000 годин

Переваги компактних люмінесцентних ламп

- А. містить пари ртуті
- В. стробоскопічний ефект
- С. необхідна утилізація
- Д. менше споживання електроенергії при більшій світловіддачі відносно ламп розжарювання

Термін роботи компактних люмінесцентних ламп

- А. 100 годин
- В. 1000 годин
- С. 10000 годин
- Д. 35000 годин

Переваги LED ламп

- А. висока ціна
- В. стробоскопічний ефект
- В. 95 % спожитої електроенергії перетворюється в тепло
- Д. менше споживання електроенергії при більшій світловіддачі відносно ламп розжарювання та компактних люмінесцентних ламп

Термін роботи LED ламп

- A. 1000 годин
- B. 35000 годин
- C. 120000 годин
- D. 1200 годин

Що означає в характеристиках ламп 6000К

- A. температура до якою лампа нагрівається
- B. світова температура
- C. потужність споживання
- D. термін роботи

Рекомендована література:

1. Краснянський М.Ю. Енергозбереження: навч. посіб. – К.: Кондор, 2018. – 136 с.
2. Хмельнюк М.Г. Енергетичний менеджмент і аудит : підручник. Ч.1 / М.Г. Хмельнюк, О.Ю. Яковлева, О.В. Остапенко, В.А. Бежан. – Одеса. 2018. – 272 с.
3. Хмельнюк М.Г. Енергетичний менеджмент і аудит : підручник. Ч.2 / М.Г. Хмельнюк, О.Ю. Яковлева, О.В. Остапенко, В.А. Бежан. – Одеса. 2019. – 292 с.
4. Основи енергозберігаючого керування електроенергетичними системами та комплексами / О.М. Сінчук, Н.Л. Федорченко, Л.Б. Литвинський, К.І. Федорченко, І.О. Сінчук, О.Є Мельник – Кременчук: ПП Щербатих О.В., 2010. – 340 с.
5. Сиротюк М.І. Поновлювані джерела енергії: навч. посіб. / М.І. Сиротюк; ред. С.І. Кукурудза; Львівський національний ун-т ім. Івана Франка. – Л.: ВЦ ЛНУ ім. І.Франка, 2008. – 248 с.

Список використаної літератури:

1. Краснянський М.Ю. Енергозбереження: навч. посіб. – К.: Кондор, 2018. – 136 с.
2. Хмельнюк М.Г. Енергетичний менеджмент і аудит : підручник. Ч.1 / М.Г. Хмельнюк, О.Ю. Яковлева, О.В. Остапенко, В.А. Бежан. – Одеса. 2018. – 272 с.
3. Хмельнюк М.Г. Енергетичний менеджмент і аудит : підручник. Ч.2 / М.Г. Хмельнюк, О.Ю. Яковлева, О.В. Остапенко, В.А. Бежан. – Одеса. 2019. – 292 с.
4. Основи енергозберігаючого керування електроенергетичними системами та комплексами / О.М. Сінчук, Н.Л. Федорченко, Л.Б. Литвинський, К.І. Федорченко, І.О. Сінчук, О.Є Мельник – Кременчук: ПП Щербатих О.В., 2010. – 340 с.
5. Енергоефективність та відновлювані джерела енергії / С.М. Бевз [та ін.]; під заг. ред. А.К. Шидловського; НАН України, П-во «Укренергозбереження». – К.: Українські енциклопедичні знання, 2007. – 560 с.
6. Сиротюк М.І. Поновлювані джерела енергії: навч. посіб. / М.І. Сиротюк; ред. С.І. Кукурудза; Львівський національний ун-т ім. Івана Франка. – Л.: ВЦ ЛНУ ім. І.Франка, 2008. – 248 с.
7. Дев'яткіна С.С. Альтернативні джерела енергії: навч. посібник / С.С. Дев'яткіна, Т.Ю. Шкварницька; Національний авіаційний ун-тет. – К.: НАУ, 2006. – 92 с.
8. Паранчич С.Ю. Відновлювальні джерела енергії: навч. посібник / С.Ю. Паранчич; Чернівецький національний ун-т ім. Юрія Федьковича. – Чернівці: Рута, 2002. – 68 с.
9. Єрмоменко Д.О., Заплетніков І.М. Основи енергозбереження у галузі харчових виробництв. Навчальний посібник. - ДонНУЕТ, 2012. – 262 с.
10. Дудюк Д.Л., Мазепа С.С., Гнатишин Я.М. Нетрадиційна енергетика: основи теорії та задачі: Навч. посіб. – Львів: «Магнолія 2006», 2009. - 188 с.
11. Нетрадиційні та поновлювальні джерела енергії: навч. посіб. / О.І. Соловей, Ю.Г. Лега, В.П. Розен, О.О. Ситник, А. В. Чернявський. – Черкаси: ЧДТУ, 2007. – 483 с.
12. Чучуй В.П. Альтернативні джерела енергії: навч. посіб. для студентів ВНЗ / В.П. Чучуй, С.М. Уминський, С.В. Інютін. – Одес. держ. аграр. ун-т. – Одеса: ТЕС. 2015. – 494 с.

Навчальне видання

Омельченко Олександр Володимирович

Кафедра загальноінженерних дисциплін та обладнання

**МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ
ДЛЯ ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ
«ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ»**

Формат 60×84/8. Ум. др. арк. 2.

Донецький національний університет
економіки і торгівлі
імені Михайла Туган-Барановського
50042, Дніпропетровська обл.,
м. Кривий Ріг, вул. Курчатова, 13.
Свідоцтво суб'єкта видавничої
справи ДК № 4929 від 07.07.2015 р.