

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»
Теплоенергетичний факультет
Кафедра атомних електричних станцій і інженерної теплофізики

“Парові котли-2”

Методичні вказівки
до виконання самостійної роботи
для студентів напряму підготовки 6.050604 «Енергомашинобудування»,
програми професійного спрямування «Котли і реактори»

Рекомендовано вченою радою теплоенергетичного факультету

Київ
НТУУ «КПІ»
2016

Парові котли-2: Методичні вказівки до виконання самостійної роботи для студентів напряму підготовки 6.050604 «Енергомашинобудування», професійного спрямування «Котли і реактори» денної форми навчання / Уклад.: Є.В. Новаківський. – К.: НТУУ «КПІ», 2016. – 18 с.

*Гриф надано вченою радою ТЕФ
(протокол № __ від __ __. 2016 р.)*

Електронне навчальне видання

“Парові котли-2”

Методичні вказівки

до виконання самостійної роботи

для студентів напряму підготовки 6.050604 «Енергомашинобудування»,
програми професійного спрямування «Котли і реактори»

Укладач: *Новаківський Євген Новаківський, к.т.н. доц.*

Відповідальний
редактор: *Лебедь Наталія Леонідівна, к.т.н. доц.*

Рецензент: *Пуховий Іван Іванович, д.т.н. проф.*

За редакцією укладача

Методичні вказівки призначені для якісної організації самостійної роботи студентів при вивченні кредитного модуля, підвищення свідомості студентів у навчанні і поліпшення результатів навчання.

1. МЕТА ТА ЗАВДАННЯ КРЕДИТНОГО МОДУЛЯ

Метою кредитного модулю є формування у студентів здатностей (компетентностей):

- Здатність визначати тип котла на підставі призначення і систему паливо приготування та виконувати тепловий розрахунок конвективних поверхонь нагріву, аеродинамічний і розрахунок на міцність елементів котлів. КСП.07.

1.2. Основні завдання кредитного модулю.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти після засвоєння навчальної дисципліни мають продемонструвати такі результати навчання:

знання:

- характеристик основного обладнання котельної установки
- особливостей конструкцій та експлуатації обладнання на різних видах палива з впливом на теплогідравлічні процеси в парових котлах

уміння:

- вибирати схеми та обладнання паливо приготування. 2.ПФ.Д.13.01;
- проектувати схеми і розробляти конструкції прямотокових і котлів з природною циркуляцією. 2.ПФ.Д.14.01;
- виконувати теплові розрахунки конвективних поверхонь нагріву парових котлів. 2.ПФ.Д.14.02;
- визначати особливості робочих процесів у котлах різного призначення. 2.ПФ.Д.14.03;
- вибирати і конструювати металоконструкції, використовувати стандартну арматуру, гарнітуру і методи очищення поверхонь нагріву котлів. 2.ПФ.Д.14.04;
- здійснювати аеродинамічні розрахунки газоповітряних трактів котельних установок. 2.ПФ.Д.14.05;
- розраховувати на міцність елементи парових котлів з урахуванням умов їх роботи. 2.ПФ.Д.15.01.

досвід:

- розробки проектів систем паливо приготування. 2.ПФ.Д.13;
- розробки проектів парових котлів в залежності від їх призначення, параметрів робочого тіла і виду палива. 2.ПФ.Д.14;
- визначення температурного режиму металу труб елементів пароводяного тракту і проведення розрахунків на міцність. 2.ПФ.Д.15.

2. СТРУКТУРА КРЕДИТНОГО МОДУЛЮ

Всього		Розподіл навчального часу за видами занять				Семестрова атестація
Кредитів	Годин	Лекційні заняття	Практичні заняття	Лабораторні заняття	СРС	
6	180	54	18	18	90	Екзамен

3. КАЛЕНДАРНО-ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН

Тиж- день	Зміст навчальної роботи	Рекомендований час СРС
1	Лекція 1. Основні схеми пилоприготування. Сушка палива Лекція 2. Вугільний пил і його властивості. Вуглерозмельні млини Практичне заняття 1 Задачі конструктивного та повіркового теплових розрахунків парових котлів. Методика теплового розрахунку.	2
2	Лекція 3. Вибір розмелювального пристрою і системи пилоприготування. Тепловий розрахунок та визначення сушильної продуктивності вуглерозмельних пристроїв. Лабораторна робота 1 Визначення вологості в паливі	2
3	Лекція 4. Паливне господарство ТЕС при використанні мазуту Лекція 5. Газопостачання котельних установок Практичне заняття 2 Тепловий розрахунок фєстону.	2
4	Лекція 6. Котли парові стаціонарні. Схеми конструктивного розвитку парових котлів. Лабораторна робота 2 Визначення зольності палива.	2
5	Лекція 7. Комбіновані котли. Горизонтально-водотрубні котли. Лекція 8. Вертикально-водотрубні котли. Двобарабанні вертикально-водотрубні котли (далі ДКВ). Практичне заняття 3 Конструювання та розрахунок конвективного пароперегрівача. Схеми включення пакетів пароперегрівачів котлів:	2
6	Лекція 9. Однобарабанні котли середньої паропроductивності Лабораторна робота 3 -Визначення виходу летких речовин.	2
7	Лекція 10. Робочі процеси в котельній установці та їх вплив на конструкції сучасних котельних установок високого тиску Лекція 11. Котли високого тиску з природною циркуляцією. Практичне заняття 4 Розрахунок теплосприйняття повітропідігрівника.	2
8	Лекція 12. Прямотечійні котли Лабораторна робота 4 - Визначення процентного вмісту компонентів в газовій суміші	2

9	Лекція 13. Енергетичні котли невеликої паропродуктивності Лекція 14. Котли з природною циркуляцією для енергоблоків Практичне заняття 5 Розрахунок теплообміну у водяному економайзері.	2
10	Лекція 15. Прямотечійні котли для енергоблоків Лабораторна робота 5 Визначення кратності циркуляції.	2
11	Лекція 16. Водогрійні котли для покриття пікової теплової потужності. Опалювальні водогрійні котли корпорації КОЛВІ Лекція 17. Металоконструкції, арматура і гарнітура котлів Практичне заняття 6 Система газоповітряного тракту котлів з урівноваженою тягою та дуттям.	2
12	Лекція 18. Очистка поверхонь нагріву від зовнішніх забруднень та внутрішніх відкладень Лабораторна робота 6 Визначення характеристик двофазного потоку на повітряно-водяному стенді.	1
13	Лекція 19. Системи газоповітряного тракту котлів. Загальні положення руху реального потоку димових газів і повітря в котельній установці. Лекція 20. Розрахунок втрат на тертя. Розрахунок втрат тиску в місцевих опорах і в поперечноомиваних пучках труб. Практичне заняття 7 Вибір димової труби.	2
14	Лекція 21. Аеродинамічний опір поперечноомиваних пучків оребрених труб. Повний опір газового тракту котельної установки. Поправки до повного опору Лабораторна робота 7 Випробування і контроль теплотехнічних показників котлів опалювальних водогрійних теплопродуктивністю до 100 кВт	1
15	Лекція 22. Димові труби. Вибір димососів. Лекція 23. Опір повітропроводу холодного повітря та повітропідігрівника. Опір повітропроводів гарячого повітря та топкових пристроїв. Вибір дуттьового вентилятора. Практичне заняття 8 Модульна контрольна робота	2
16	Лекція 24. Характеристики міцності металів. Вплив високих температур на механічні властивості сталей. Лабораторна робота №8 –Захист лабораторних робіт	2

17	Лекція 25. Метали елементів котлів. Леговані сталі для котлобудування. Лекція 26. Розрахунок на міцність елементів котлів. Нормативний метод розрахунку. Розрахунок на міцність барабанів та камер (колекторів), що знаходяться під внутрішнім тиском. Практичне заняття №9 Захист розрахункової роботи	2
18	Лекція 27. Розрахунок на міцність донець та труб. Розрахункова температура металу стінки труби. Лабораторна робота №9 –Захист лабораторних робі	2

4. РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ВИКОНАННЯ ІНДИВІДУАЛЬНОГО СЕМЕСТРОВОГО ЗАВДАННЯ

В якості індивідуального завдання студентами виконується розрахункова робота, яка є закріпленням лекційного матеріалу та можливістю практично обрати необхідне обладнання для видалення шкідливих речовин.

Мета розрахункової роботи - самостійне застосування отриманих знань для розрахунку повірочного то конструктивних розрахунків котельного обладнання.

Тема розрахункової роботи видається студенту викладачем, за яким студент закріплен. Шаблон завдання наведено нижче:

Розрахунково-графічна робота «Тепловий розрахунок парового котла»
(гр. ТК-__, 201_-201_ р., 6-й семестр)

до кредитного модуля «Парові котли-2»

Тема РГР «Тепловий розрахунок парового котла Е-XX-XXX-XX»

Склад РГР:

Пояснювальна записка об'ємом 65-70 стор. включає розділи:

- | | | |
|-----|---|-----|
| 1 | Опис конструкції котельного агрегату | |
| 2 | Тепловий розрахунок парового котла | Т |
| 2.1 | Вихідні дані для розрахунку | екс |
| 2.2 | Газовий розрахунок парового котла | т |
| 2.3 | Тепловий розрахунок топкової камери | за- |
| 2.4 | Розрахунок фєстону | пис |
| 2.5 | Розрахунок пароперегрівача | ки |
| 2.6 | Розрахунок водяного економайзера | су- |
| 2.7 | Розрахунок повітряпідігрівача | про |
| 2.8 | Непогодженість теплового балансу парового котла | вод |

жується ескізами (ілюстраціями).

Графічна частина включає креслення:

1. Схема топкової камери парового котла - ф.А4;

Варіанти вихідних даних до РГР заповнюються у Таблицю 1 і Таблицю 2 або 3 студентом (за участю керівника РГР) з урахуванням вимог нормативної літератури та прототипу котла.

Таблиця 1 Вихідні дані для розрахунку

- паропроодуктивність парового котла $D_{\text{пп}}$, т/год; -----	
- тиск пари перед головним паровим засувом $P_{\text{пп}}$, МПа-----	
- температура перегрітої пари $t_{\text{пп}}$, °C -----	
- температура живильної води перед економайзером $t_{\text{жв}}$, °C -----	
- температура повітря на вході в повітряпідігрівач $t_{\text{вп}}$, °C -----	
- температура повітря на виході з повітряпідігрівача $t_{\text{гп}}$, °C -----	
- температура димових газів на виході з котельного агрегату $\vartheta_{\text{від}}$, °C	
- температура повітря в оточуючому середовищі $t_{\text{хп}}$, °C -----	
- вид палива-----	
- продувка P , %-----	

Таблиця 2 - Розрахункові характеристики твердого(рідкого) палива (Табл. I,III [3])

№ пп	Марка палива	Клас	Робоча маса палива складає, %								Нижча теплота згоряння, $\frac{\text{МДж}}{\text{кг}}$
			W^p	A^p	S_p^p	S_o^p	C^p	H^p	N^p	O^p	

Шлаковидалення тверде (рідке)

 $t_A = \text{_____} ^\circ\text{C}; t_B = \text{_____} ^\circ\text{C}; t_C = \text{_____} ^\circ\text{C}$

Таблиця 3 - Розрахункові характеристики газоподібного палива (Табл. IV[3])

Назва газопроводу	Склад газу по об'єму, %						Нижня теплота згорання, $МДж / м^3$
	CH_4	C_2H_6	C_3H_8	C_4H_{10}	CO_2	N_2	Q_n^p

5. САМОСТІЙНА РОБОТА СТУДЕНТІВ

№ з/п	Назва теми, що виноситься на самостійне опрацювання	Література	Кількість годин СРС
1.	Дроблення та сушка твердого палива;	[2], с. 196 – 211)	2
2.	Аксіальні і тангенціальні молоткові млини. Молотковий млин з гравітаційною шахтою)	∴ [10], с. 150 – 158	2
3.	Тепловий розрахунок та визначення сушильної продуктивності вуглерозмельних пристроїв.	: [2], с. 211 – 233	2
4.	Доставка мазуту та підготовка до згорання.	[12], с. 165 – 171	1
5.	Газопостачання котельних установок. (додаткова література: [13])	[12], с. 171-75	1
6.	Котли парові стаціонарні.:	[15])	2
7.	Основні схеми горизонтально-циліндричних, вертикально-циліндричних та ГВ котлів.	14], с. 178 – 180	1
8.	Схеми компоновки котлів типу ДКВР з різними топковими пристроями.	[14], с. 267 – 271	2
9.	Однobarabанні котли середньої паропроductивності.	[9], с. 129 – 150; [14], с. 271 - 283	3
10	Перехід на високі параметри пари. Компоновка поверхонь нагріву.	[5], с. 7 – 8	1
11	Надійність роботи котлів з природною циркуляцією	[1], с. 154 – 162	1
12	Прямотоків котли СНД	[10], с. 258 – 269	1
13	Парові котли на $220^{\circ}C_{год}$, $100^{кг}C_{см}^2$. Парові котли на 420 і $480^{\circ}C_{год}$, $140^{кг}C_{см}^2$. (додаткова література:)	[5], с. 14 – 24	1
14	Парові котли на $670^{\circ}C_{год}$, $140^{кг}C_{см}^2$.	: [5], с. 25 – 32	1
15	Котельні установки ПКТ (ТПП-210А, ТГМП-314А, ТГМП-344).	[5], с. 50 – 77	1
16	Конструкції сталевих водогрійних котлів. Технічні характеристики котлів КОЛВІ	[14], с. 181 – 183, с. 249 – 260; [17]	1
17	Трубопроводи і арматура котельних.	[1], с. 282 – 291; [12], с. 148 – 152	1
18	Пристрої для очистки поверхонь нагріву від зовнішніх забруднень.	[7], с. 241 – 251; додаткова: [5], с. 192 – 196	1
19	Схема газоповітряного тракту пилувугільного котла. Визначення самотяги	: [7], с. 146; [8], с. 5, с. 127 – 128; додаткова: [22], с. 7 – 8	1

20	Визначення еквівалентного діаметру каналу. Коефіцієнт опору гладкотрубного шахового пучка	8], с. 8 – 14, с. 22-23	1
21	Визначення еквівалентного діаметру найбільш стиснутого перерізу пучка. Самотяга газового тракту.	[8], с. 37 – 38; додаткова: [23], с. 48 - 49	1
22	Вибір димососів.	додаткова література: [22], с. 182 – 188; [14], с. 363 – 368	1
23	Визначення опору в зовнішніх перепускних ко-робах. Вибір дуттьового вентилятора.	[8], с. 43 – 45, с. 49 – 54; додаткова: [22], с. 182 – 185, с. 203 - 206	1
24	Крихкість металів. Холоднокрихкість, синь-оламкість, червоноламкість .	[11], с. 31 – 42, с. 81 – 85	1
25	Вуглецеві сталі, що використовуються в котло-будуванні. Спеціальні сорти сталей. Сталі для фланцевих з'єднань.	[11], с. 134 – 138, с. 151 – 155	1
26	Вибір допустимих напружень. Розрахункові формули для циліндричних посудин. Укріплен-ня отворів.	[3], с. 234 - 235; [11], с. 158 – 167; [12], с. 38 – 40	1
27	Розрахунок на міцність плоских денець колек-торів (камер). Визначення розрахункової темпе-ратури стінки труби пароперегрівача. (основна література)	: [9], с. 357 – 361; [11], с. 175 – 178; с. 184 – 186; [12], с. 98 – 99; додатко-ва: [24], с. 26 – 40; [25], с. 79 – 86; [10], с. 437 – 439	1

6. КОНТРОЛЬНІ РОБОТИ

Контрольні роботи проводяться в письмовому вигляді згідно питань які наведені в Додатку робочої навчальної програми. Кожна контрольна складається з трьох питань. Студенти пишуть контрольні роботи на протязі години в аудиторії само-стійно без використання допоміжних засобів (конспект, підручники, то що).

Питання до модульної контрольної роботи

1. Особливості перерозподілу поверхонь нагріву зі збільшення тиску в барабані котла.(TS діаграма , діаграма мольєра)
2. Підготовка твердого палива до розмелу у млинах.
3. Центральна і індивідуальна система пилеприготування.
4. Сушка палива. Схеми сушки. Недоліки використання розімкненої схеми сушки та економічна доцільність її використання.
5. Розмол палива. Зернова характеристика пилу. Визначення оптимальної тонкості помелу вугілля. Коефіцієнт розмелоздібності.
6. Вибір млина та системи пилеприготування.
7. Жаротрубні котли.Димогарні котли.Лококотел.
8. Технологічна схема подачі газового палива.
9. Технологічна схема подачі рідкого палива.
10. Технологічна схема подачі вугілля.
- 11.Компоновка парових котлів.
- 12.Горизонтально- водотрубні котли. Історія будови
- 13.Вертикально- водотрубні котли. Історія будови. (двобарбанні,трьобарабанні, чотиріох барабанні котли)

- 14.Будова сучасних барабанних котлів малого та середнього тиску.
- 15.Особливості конструкції та роботи прямоточних котлів.
- 16.Особливості конструкції та роботи барабанних котлів з примусової циркуляції
- 17.Конструкція та призначення вугільних млинів .
- 18.онструкція та призначення грохото.
- 19.Прямоточні котли. Особливості їх роботи.опкові екрани прямоточних котлів
- 20.Особливості перерозподілу поверхонь нагріву зі збільшення тиску в барабані котла.(TS діаграма , діаграма мольєра).
- 21.Системи пилоприготування з кулько-барабанними млинами.
- 22.Системи пилоприготування змолотковими млинами.
- 23.Компоновка парових котлів.
- 24.Класифікація трубопроводів: за видом робочого середовища, в залежності від розташування. Категорії паропроводів.
- 25.Типи основних трубопроводів ТЕС. Дві схеми паропроводів на ТЕС в залежності від компоновки в обладнанні. Основні характеристики трубопроводів.
- 26.Арматура. Види арматури. Запірна арматура. Схеми запірної арматури.
- 27.Робочий орган вентиля, засувки. Гідравлічний опір вентиля, засувки.
- 28.Водовказівні прилади прямої дії та виносні. Призначення, будова.
- 29.Лази, лючки, вибухові клапани, засувки. Призначення, будова.
- 30.Зовнішнє очищення екраних труб та труб пароперегрівачів.
- 31.Системи очищення хвостових поверней нагріву
- 32.Система газоповітряного тракту з природною тягою, з дутевим вентилятором та природною тягою, з дутевим вентилятором та димососом.
- 33.Принцип роботи газоповітряного тракту що працює при урівноваженої тяге(під розрідженням).
- 34.Принцип роботи газоповітряного тракту що працює з під наддувом.
- 35.У чому полягає аеродинамічний розрахунок газоповітряного тракту. Види опорів газоповітряного тракту.

7. Оцінювання результаті навчання

ПОЛОЖЕННЯ

ПРО РЕЙТИНГОВУ СИСТЕМУ ОЦІНКИ УСПІШНОСТІ СТУДЕНТІВ

з кредитного модуля 2.1.3/2, „Парові котли -2”
(код та назва)
 для студентів напряму підготовки 6.050604 “Енергомашинобудування”
(код)
 програми професійного спрямування “Котли і реактори”
(назва)
 факультету теплоенергетичного
(назва)

Розподіл навчального часу за видами занять і завдань з кредитного модуля згідно з робочим навчальним планом:

№	Навчальний час	Розподіл годин	Контрольні заходи
---	----------------	----------------	-------------------

	<i>кредити</i>	<i>академічні години</i>	<i>Лекції</i>	<i>Практичні заняття</i>	<i>Лабораторні роботи</i>	<i>СРС + Екз</i>	<i>МКР</i>	<i>Вид індивідуального завдання</i>	<i>Семестрова атестація</i>
6	6	180	54	18	18	90	1	РГР	екзамен

Рейтинг студента з кредитного модуля складається з балів, які він отримує за:

- 1) три відповіді (кожного студента в середньому) на практичних заняттях – 1 бал x 3 відп. = 3 бали;
- 2) виконання та захист 8 лабораторних робіт – 1,5 бали x 8 робіт = 12 балів;
- 3) одну контрольну роботу – 20 балів;
- 4) одну розрахункову роботу та її захист – 15 балів;
- 5) відповідь на екзамені – 50 балів.

Система рейтингових балів

1. Практичні заняття.

Відповідь на питання:

- студент повністю розкрив питання – 1 бал;
- студент не повністю розкрив питання – 0,5 бали;
- студент не дав відповіді на питання – 0 балів.

Одному або двом кращим студентам на кожному практичному занятті може додаватися як заохочування 1 бал.

2. Лабораторна робота.

- за умови гарної роботи, правильно оформленого протоколу, гарного і своєчасного захисту роботи – 1,5 бали;
- за умови невиконання показника хоча б з однієї позиції – 1 бал;
- робота виконана менше ніж на половину або не виконана протягом відведеного часу – 0 балів

3. Модульна контрольна робота (5балів x 4 завдання = 20 балів):

- «відмінно», повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 5 балів;
- «добре», достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації), або повна відповідь з незначними неточностями – 4 бали;
- «задовільно», неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) та незначні помилки – 3 бали;
- «незадовільно», незадовільна відповідь (не відповідає вимогам на «задовільно») – 0 балів.

4. Розрахункова робота:

- «відмінно», розрахунки проведені повністю і вірно протягом відведеного часу, оформлення розрахунків відповідає вимогам Державних стандартів України, захист проведений на високому рівні – 15 балів;
- «добре», виконані майже всі вимоги до роботи або є несуттєві помилки – 12 балів;
- «задовільно», є недоліки щодо виконання вимог до роботи і певні помилки – 9 балів;
- «незадовільно», не відповідає вимогам до «задовільно» - 0 балів.

За кожний тиждень запізнення з поданням розрахункової роботи від встановленого терміну нараховується штрафний (–1) бал.

Заохочувальні і штрафні бали:

	бали
1. Відсутність на лекції або на практичному занятті без поважних причин	-1
2. Ведення конспекту лекцій	1...5
3. Виконання завдань з удосконалення матеріалів з кредитного модуля	1...5
Сума заохочувальних і штрафних балів R_S	10

За результатами навчальної роботи за перші 7 тижнів «ідеальний студент» має набрати 25 балів. На першій атестації (8-й тиждень) студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менше 13 балів.

За результатами 13 тижнів навчання «ідеальний студент» має набрати 50 балів. На другій атестації (14-й тиждень) студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менше 25 балів.

Максимальна сума балів стартової складової складає 50. Необхідною умовою допуску до екзамену є зарахування всіх лабораторних робіт, виконання РГР, її захист і стартовий рейтинг не менше 25 балів.

На екзамені студенти виконують екзаменаційну роботу. Кожне завдання містить три теоретичних питання. Перелік питань наведений у додатку до робочої навчальної програми кредитного модуля. Перші два питання оцінюються у 17 балів кожне. Третє – 16 балів.

Додаткове питання з тем лекційного курсу та практичних занять отримують студенти, які не брали участі у роботі певного практичного заняття. Незадовільна відповідь з додаткового питання знижує загальну оцінку на 4 бали.

Кожне питання екзаменаційної роботи оцінюється згідно до системи оцінювання:

- повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 16-17 балів;
- достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації, або незначні неточності) – 12-13 балів;
- неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації та деякі помилки) – 10-11 балів;
- незадовільна відповідь (менше 60% потрібної інформації та помилки) – 0 балів.

Сума стартових балів і балів за екзаменаційну роботу переводиться до екзаменаційної оцінки згідно з таблицею

$R_D = R_C + R_E$	Оцінка ECTS	Традиційна оцінка
$95 \leq R_D \leq 100$	A - відмінно	відмінно
$85 \leq R_D \leq 94$	B – дуже добре	добре
$75 \leq R_D \leq 84$	C - добре	
$65 \leq R_D \leq 74$	D - задовільно	задовільно
$60 \leq R_D \leq 64$	E - достатньо	
$R_D \leq 59$	F _X - незадовільно	незадовільно
Не зараховано лабораторні роботи або РГР, або $R_C < 25$	F – незадовільно (потрібна додаткова робота)	не допущено

8. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Базова

1. Парогенераторы: Учебник для вузов / А.П. Ковалев, Н.С. Лелеев, Т.В. Виленский; Под общ. ред. А.П. Ковалева. – М.: Энергоатомиздат, 1985. – 376 с., ил.

2. Резников М.И., Липов Ю.М. Паровые котлы тепловых электростанций. Учебник для студентов вузов. – М.: Энергоатомиздат, 1981. – 240 с., ил.
3. Стырикович М.А., Катковская К.Я., Серов Е.П. Парогенераторы электростанций. М. – Л.: Энергия, 1966 – 384 с., ил.
4. Сидельковский Л.Н., Юренев В.Н. Котельные установки промышленных предприятий: Учебник для вузов. – М.: Энергоатомиздат, 1988. – 528 с., ил.
5. Орнатский А.П., Дашкиев Ю.Г., Перков В.Г. Парогенераторы сверхкритического давления. – Киев: Вис. школа, 1980. – 287 с., ил.
6. Бойко Е.А. Котельные установки и парогенераторы. – Красноярск.: Издательство КГТУ, 2005. - 292 с., ил.
7. Парогенераторы/Под общей ред. Ковалева А.П. – М. – Л.: Энергия, 1966 – 448 с., ил.
8. Аэродинамический расчет котельных установок (нормативный метод)/ Под ред. С.И. Мочана. – Л., Энергия, 1977. – 256 с., ил.
9. Антикайн П.А. Металлы и расчет на прочность котлов и трубопроводов. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 368 с., ил.
10. Антикайн П.А. Металловедение. – М.: Metallurgy, 1972. – 256 с., ил.
11. Троянский Е.А. Металлы котлостроения и расчет прочности деталей паровых котлов. - М. – Л., Энергия, 1964. – 192 с., ил.
12. Нормы расчета элементов паровых котлов на прочность. ЦКТИ. – М.: Недра, 1966 – 100 с., ил.

Допоміжна

13. Тепловой расчет котлов (нормативный метод). Издательство НПО ЦКТИ. СПб., 1998.
14. Лебедев А.Н. Подготовка и размол топлива на электростанциях. М., Энергия, 1969. – 520 с., ил.
15. Александров В.Г. Вопросы проектирования паровых котлов средней и малой производительности. – М. – Л.: Государственное энергетическое издат., 1960. – 232 с., ил.
16. Тепловой расчет котельного агрегата. Кафедральное учебное пособие (кафедра АЭС и ИТФ, НТУУ «КПИ»)/Письменный Е.Н., Дашкиев Ю.Г. – 1999.
17. Мейкляр М.В. Современные котельные агрегаты ТКЗ. – М.: Энергия, 1978. – 223 с., ил.
18. Трёмбовля В.И., Фингер Е.Д., Авдеева А.А. Теплотехнические испытания котельных установок. – М.: Энергия, 1977. – 298 с., ил.
19. Авдеева А.А., Белосельский Б.С., Краснов М.Н. Контроль топлива на электростанциях. – М.: Энергия, 1973.
20. Ю.М. Липов, Ю.Ф. Самойлов, З.Г. Модель. Компоновка и тепловой расчет парогенератора. Учеб. пособие для вузов. – М.: Энергия, 1975.
21. Тепловой расчет промышленных парогенераторов: Учеб. пособие для вузов/ Под ред. В.М. Частухина – Киев.: Вища школа, 1980. – 184 с., ил.
22. Рабинович О.М. Котельные агрегаты. М. – Л.: Машгиз, 1963. – 460 с., ил.
23. Резников М.И., Липов Ю.М. Котельные установки электростанций. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 288 с., ил.
24. Производственные и отопительные котельные/Е.Ф. Бузников, К.Ф. Роддатис, Э.Я. Берзиньш. – М.: Энергоатомиздат, 1984. – 248 с., ил.
25. Скафтымов Н.А. Основы газоснабжения. – Л.: Недра, 1975. – 343 с., ил.
26. Роддатис К.Ф. Котельные установки. – М.: Энергия, 1977. – 432 с., ил.
27. ГОСТ 3619-82. Котлы паровые стационарные.
28. Мейкляр М.В. Паровые котельные агрегаты высокого давления. – М. – Л.: Госэнергоиздат, 1963. – 168 с., ил.

29. Проектирование и применение жаротрубных стальных котлов КОЛВИ. Пособие /Под ред. Мирончука О.В. – Киев.: КОЛВИ, 2008. – 63 с., ил.
30. Аппараты отопительные газовые бытовые “Eurotherm Technology”. Рекомендации по проектированию, монтажу и эксплуатации/Под ред. Головийчука О.С. – Киев.: КОЛВИ, 2008. – 146 с., ил.
31. Методические указания “Применение ЭВМ в курсовом проекте парогенератора”. Конвективные поверхности/Составитель В.Р. Шеляг. – Киев.: КПИ, 1980. – 92 с., ил.
32. Конструирование и тепловой расчет фестона и пароперегревателя паровых котлов. Методические указания к курсовой работе №2 по курсу ”Паровые котлы”/Составитель Ю.Г. Дашкиев. – Киев.: КПИ, 1985. – 36 с., ил.
33. Эстеркин Р.И. Котельные установки. Курсовое и дипломное проектирование. - Л.: Энергоатомиздат, 1989. – 280 с., ил.
34. Вентиляторы и дымососы котельных установок. Справочник/ Под ред. Е.Э. Гильде.- Санкт-Петербург, НПО ЦКТИ, 1993. – 216 с., ил.
35. Письменный Е.Н. Расчет конвективных поперечно-оребрённых поверхностей нагрева. – К.: Альтерпрес, 2003. – 184 с., ил.
36. Методические указания к курсовому проекту парогенератора. Расчет конвективных поверхностей/Составитель О.П. Подобед. – Киев.: КПИ, 1981. – 60 с., ил.
37. Тепловой расчет котельных агрегатов (нормативный метод)/ Под ред. Н.В. Кузнецова и др. – М., Энергия, 1973. – 296 с., ил.

Інформаційні ресурси

1. Кампус НТУУ "КПІ" <http://login.kpi.ua/>
2. Науково-технічна бібліотека НТУУ "КПІ" <http://library.kpi.ua/>

9. КОНСУЛЬТАЦІЇ ТА КОНТАКТИ ІЗ НАУКОВО-ПЕДАГОГІЧНИМ ПРАЦІВНИКОМ.

Консультації проводяться згідно розкладу які розміщені на сайті та інформаційних стендах кафедри.

Контактна інформація:

e-mail: gor_nov@mail.ru

тел: 067-798 10 37

Зміст

1. МЕТА ТА ЗАВДАННЯ КРЕДИТНОГО МОДУЛЯ	3
2. СТРУКТУРА КРЕДИТНОГО МОДУЛЮ.....	3
3. КАЛЕНДАРНО-ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН	4
4. РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ВИКОНАННЯ ІНДИВІДУАЛЬНОГО СЕМЕСТРОВОГО ЗАВДАННЯ	6
5. САМОСТІЙНА РОБОТА СТУДЕНТІВ.....	8
6. КОНТРОЛЬНІ РОБОТИ	9
7. ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІ НАВЧАННЯ.....	10
8. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА.....	12
9. КОНСУЛЬТАЦІЇ ТА КОНТАКТИ ІЗ НАУКОВО-ПЕДАГОГІЧНИМ ПРАЦІВНИКОМ.	14

5. Практичні заняття

Основні завдання циклу практичних занять: Одержати навички з теплових та аеродинамічних розрахунків парових котлів

№ з/п	Назва теми заняття та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)
Розділ 6. Конструкція парових котлів. Теплові розрахунки парових котлів	
Розділ 10. Аеродинаміка газоповітряного тракту	
1.	Практичне заняття 6 Система газоповітряного тракту котлів з урівноваженою тягою та дуттям. Методика аеродинамічних розрахунків тракту димових газів. Вихідні данні для аеродинамічного розрахунку КУ. Опір конвективного пароперегрівача. Література основна: [8], с. 12 – 14. додаткова: [14], с. 346 – 361. <u>Завдання на СРС</u>: Вихідні данні для аеродинамічного розрахунку КУ. Розрахунок опору конвективного пароперегрівача. (основна: [8], с. 12 – 14; додаткова: [14], с. 346-361). Практичне заняття 7 Опір водяного економайзера. Опір повітропідігрівника. Опір поворотів конвективного газоходу. Сумарний опір газового тракту з урахуванням поправок. Самотяга ПК. Література основна: [8], с. 12 – 14, с. 17 – 19, с. 29 – 30, с. 37 - 39. <u>Завдання на СРС</u>: Розрахунок опору водяного економайзера і повітропідігрівника. Розрахунок самотяги ПК. (основна: [8], с. 12 – 14, с. 17 – 19, с. 29 – 30, с. 37 – 39). Практичне заняття 8 Вибір димової труби. Опір димової труби. Розрахункова продуктивність димососу. Розрахунковий повний тиск димососу. Вибір димососу. Опір повітряного тракту котла. Розрахункова продуктивність вентилятора. Розрахунковий повний тиск вентилятора. Вибір вентилятора Література основна: [8], с. 36 – 54, с. 42 - 54; додаткова: [21], с. 211 - 231. <u>Завдання на СРС</u>: Розрахунок продуктивності і повного тиску димососу. Вибір димососу Розрахунок продуктивності і повного тиску вентилятора. Вибір вентилятора (основна: [8], с. 36 – 54, с. 42 - 54; додаткова: [21], с. 211-231). Практичне заняття 9 Модульна контрольна робота.

5. Лабораторні заняття

Основні завдання циклу лабораторних занять (комп'ютерного практикуму):

Одержання навичок з проведення технічного аналізу твердого енергетичного палива, визначення процентного вмісту компонентів в газовій суміші, визначення кратності циркуляції, визначення характеристик двофазного потоку та визначення ККД котлів опалювальних водогрійних теплопродуктивністю до 100 кВт.

№ з/п	Назва лабораторної роботи (комп'ютерного практикуму)
1.	Лабораторна робота 7 - виконується 2 години Визначення характеристик двофазного потоку на повітряно-водяному стенді. <u>Завдання на СРС</u>: Підготування протоколу виконання лабораторної роботи 7 у відповідності до методичних вказівок - Дослідження природної циркуляції парового котла на лабораторному стенді: Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт для студ. напряму підготовки 6.050604 "Енергомашинобудування" / Уклад.: Є.М.Письменний,

	В.І.Мариненко. – К.: НТУУ «КПІ», 2010. – 24с.
2.	Лабораторна робота 8 - виконується 4 години Випробування і контроль теплотехнічних показників котлів опалювальних водогрійних теплопродуктивністю до 100 кВт <u>Завдання на СРС:</u> Підготування протоколу виконання лабораторної роботи 8 у відповідності до методичних вказівок - Випробування і контроль теплотехнічних показників котлів опалювальних водогрійних теплопродуктивністю до 100 кВт: Методичні вказівки до виконання лабораторної роботи для студентів напряму підготовки 6.050604 "Енергомашинобудування" / Уклад.: Є.М.Письменний, В.І. Мариненко. – К.: НТУУ «КПІ», 2009. – 25с.

8. Індивідуальні завдання

Основні цілі індивідуального завдання (розрахункова графічна робота на тему «Тепловий розрахунок парового котла», додаток А)

- поглиблене вивчення тем, запропонованих на практичних заняттях Вихідні дані варіантів завдань до РГР видає керівник РГР з урахуванням вимог нормативної літератури та прототипу котла.

10. Рейтингова система оцінювання результатів навчання

Для кращого засвоєння матеріалу кредитного модуля „Парові котли-2” розроблена рейтингова система оцінювання (додаток В).

11. Методичні рекомендації

Для кращого засвоєння навчального матеріалу кредитного модуля „Парові котли - 2”:

- лекції проводяться з використанням наочних засобів навчання (показ слайдів, робота з роздавальним матеріалом);
- практичні заняття та лабораторні роботи проводяться після вивчення певної частини лекцій;
- розроблена рейтингова система оцінювання знань (додаток В)