



Котельні установки теплових електричних станцій-1

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>14 Електрична інженерія</i>
Спеціальність	<i>144 «Теплоенергетика»</i>
Освітня програма	<i>«Теплоенергетика та теплоенергетичні установки електростанцій»</i>
Статус дисципліни	<i>Нормативна</i>
Форма навчання	<i>Очна</i>
Рік підготовки, семестр	<i>3 курс, осінній та весняний семестри</i>
Обсяг дисципліни	<i>2 кредити ECTS, 60 годин (18 лекц., 18 практичних, 24 год. с.р.)</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік/експрес-опитування на лекціях, МКР</i>
Розклад занять	<i>Згідно rozklad.kpi.ua</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: <i>к.т.н., доц., Сірий Олександр Анатолійович, 097-926-50-52</i> oasiryi@gmail.com Практичні заняття: <i>к.т.н., доц., Притула Н.О., +380 66 477-48-32</i>
Розміщення курсу	<i>Матеріали ресурсу доступні в системі ЕК (Електронний кампус)</i>

Програма навчальної дисципліни

1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Навчальна дисципліна «Котельні установки теплових електричних станцій-1» входить до нормативної складової освітньої програми підготовки бакалаврів «Теплоенергетика та теплоенергетичні установки електростанцій». У структурно-логічній схемі навчання зазначена дисципліна розміщена у п'ятому семестрі третього року навчання студентів. Дисципліни, що її забезпечують: «Матеріалознавство та технологія матеріалів», «Технічна механіка», «Горіння палива та обладнання для його спалювання». Дисципліна забезпечує такі освітні компоненти: «Теплові та атомні електростанції та установки», «Теплофікація та теплові мережі», «Теплотехнологічні процеси та установки».

Метою навчальної дисципліни є формування у студентів наступних **компетентностей**.

- ЗК 3 Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.
- ЗК 4 Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
- ЗК 5 Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.
- ЗК 8 Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово.
- ЗК 9 Здатність приймати обґрунтовані рішення.
- ЗК 10 Здатність спілкуватися іноземною мовою.
- ФК 8 Здатність використовувати наукову і технічну літературу та інші джерела інформації у професійній діяльності в теплоенергетичній галузі.

- ФК 9 Здатність розробляти плани і проекти для забезпечення досягнення поставленої певної мети з урахуванням всіх аспектів вирішуваної проблеми, включаючи виробництво, експлуатацію, технічне обслуговування та утилізацію теплоенергетичного обладнання.
- ФК 10 Здатність дотримуватися професійних і етичних стандартів високого рівня у діяльності в теплоенергетичній галузі.

Основні завдання навчальної дисципліни.

Згідно з вимогами освітньої програми студенти після засвоєння навчальної дисципліни мають продемонструвати такі **програмні результати навчання**:

- ПРН 3 Розуміння міждисциплінарного контексту спеціальності «Теплоенергетика».
- ПРН 4 Аналізувати і використовувати сучасні інженерні технології, процеси, системи і обладнання у сфері теплоенергетики.
- ПРН 8 Застосовувати передові досягнення електричної інженерії та суміжних галузей при проектуванні об'єктів і процесів теплоенергетики.
- ПРН 13 Розуміти ключові аспекти та концепції теплоенергетики, технології виробництва, передачі, розподілу і використання енергії.
- ПРН 14 Мати навички розв'язання складних задач і практичних проблем, що передбачають реалізацію інженерних проєктів і проведення досліджень відповідно до спеціалізації.
- ПРН 17 Аргументувати і доносити судження, які відбивають інженерні рішення в сфері теплоенергетики та відповідні соціальні, екологічні та етичні проблеми до фахівців і нефаківців.

2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

Забезпечується: «Матеріалознавство та технологія матеріалів», «Технічна механіка», «Горіння палива та обладнання для його спалювання».

Забезпечує: «Теплові та атомні електростанції та установки», «Теплофікація та теплові мережі», «Теплотехнологічні процеси та установки».

3. Зміст навчальної дисципліни

Розділ 1. Вступ. Вироблення пари на ТЕС

Тема 1. Місце і значення котельної установки в системі ТЕС

Розділ 2. Енергетичне паливо

Тема 2.1 Види органічних палив та їх склад

Тема 2.2 Теплота згоряння і технічні характеристики палив

Тема 2.3 Підготовка твердого палива до спалювання на ТЕС

Тема 2.4 Підготовка мазуту та природного газу до спалювання на ТЕС

Розділ 3. Основи теорії топкових процесів

Тема 3.1 Механізми горіння органічних палив

Розділ 4. Продукти згоряння палив

Тема 4.1 Склад продуктів згоряння

Тема 4.2 Надлишок та присмокти повітря в котлі. Ентальпія продуктів згоряння і повітря.

Розділ 5. Ефективність використання теплоти палива у котлі

Тема 5.1 Тепловий баланс ПК.

Тема 5.2 Теплові втрати у котлі.

Розділ 6 Топкові камери ПК.

Тема 6.1 Пиловугільні камерні топки

Тема 6.2 Газомазутні камерні топки

Розділ 7 Пальники котлів

Тема 7.1 Пиловугільні пальники

Тема 7.2 Газомазутні пальники

Розділ 8 Теплообмін поверхонь нагрівання в ПК

Тема 8.1 Теплообмін у топковій камері

Тема 8.2 Променевий та конвективний теплообміни у газоходах котла

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова:

1. Сидельковский Л.Н., Юренев В.Н. Котельные установки промышленных предприятий. М.: Энергоатомиздат, 1988.- 527с.
2. Эстеркин Р.И. Промышленные котельные установки. Л.: Энергоатомиздат, 1985.- 400с.
3. Липов Ю.М., Третьяков Ю.М. Котельные установки и парогенераторы. М.: Энергия, 2003.- 267с.
4. Резников М.И., Липов Ю.М. Паровые котлы тепловых электростанций. М.: Энергоиздат, 1981.- 240с.
5. Тепловой расчет промышленных парогенераторов. Под ред. Частухина В.И. К.: ВШ, 1980.- 184с.
6. Тепловой расчет котельных агрегатов. Нормативный метод. М.: Энергия, 1998.- 184с.
7. Аэродинамический расчет котельных агрегатов (Нормативный метод). М.: Энергия, 1977.- 256с.
8. Гидравлический расчет котельных агрегатов (Нормативный метод). М.: Энергия, 1978.- 315с.
9. Нормы расчета элементов паровых котлов на прочность. М.: Энергия, 1966.- 150с.
10. Нормы расчета на прочность стационарных котлов и трубопроводов пара и горячей воды. РД 10-249-98. М.: НПО ЦКТИ, 1998.- 210с.

Допоміжна

11. Антикайн П.А. Металлы и расчет на прочность котлов и трубопроводов. М.: Энергия, 1966.- 424с.
12. Бойко Е.А., Деринг И.С., Охорзина Т.И. Котельные установки и парогенераторы. Аэродинамический расчет котельных установок. Красноярск.: КГТУ, 2006.- 71с.
13. Бойко Е.А., Деринг И.С., Охорзина Т.И. Котельные установки и парогенераторы. Расчет естественной циркуляции в контурах барабанных котлов. Красноярск.: КГТУ, 2006.- 47с.
14. Драганов Б.Х. та інш. Теплотехніка: Підручник. – Київ, ІНКОС, 2005. – 504 с.
15. Безгрешнов А.Н. и др. Расчет паровых котлов в примерах и задачах: Учеб. Пособие для вузов/- М.: Энергоатомиздат, 1991. – 240 с.

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Оскільки кредитний модуль „Котельні установки ТЕС-1” пов'язаний із дисциплінами фахової підготовки, то його викладання є запорукою подальшого засвоєння студентами спеціальних фахових дисциплін.

Для кращого засвоєння навчального матеріалу кредитного модуля „Котельні установки ТЕС-1” рекомендується проводити лекції з кредитного модуля з використанням наочних засобів навчання (показ слайдів, відеофільмів, робота з роздатковим матеріалом на лекціях та практичних).

Найменування розділів і тем	Кількість годин				
	Всього	у тому числі			
		Лекції	(семінарські)	Практичні	Лабораторні (комп'ютерний практикум)
Розділ 1 Вступ. Вироблення пари на ТЕС					
Тема 1.1 Місце і значення котельної установки в системі ТЕС	2	1	-	-	1
Розділ 2 Енергетичне паливо					
Тема 2.1 Види органічних палив та їх склад	3,5	1	2	-	0,5
Тема 2.2 Теплота згоряння і технічні характеристики палив	3,5	1	2	-	0,5
Тема 2.3 Підготовка твердого палива до спалювання на ТЕС	2	1	-	-	1
Тема 2.4 Підготовка мазуту та природного газу до спалювання на ТЕС	2	1	-	-	1
Розділ 3 Основи теорії топкових процесів					
Тема 3.1 Механізми горіння органічних палив	3	1	-	-	2
Розділ 4 Продукти згоряння палив					
Тема 4.1 Склад продуктів згоряння	4	1	2	-	1
Тема 4.2 Надлишок та присмокту повітря в котлі. Ентальпія продуктів згоряння і повітря.	4	1	2	-	1
Розділ 5 Ефективність використання теплоти палива у котлі					
Тема 5.1 Тепловий баланс ПК.	6	1	4	-	1
Тема 5.2 Теплові втрати у котлі.	2	1	-	-	1
Розділ 6 Топкові камери ПК.					
Тема 6.1 Пиловугільні камерні топки	4	1	2	-	1
Тема 6.2 Газомазутні камерні топки	2	1	-	-	1
Розділ 7 Пальники котлів					
Тема 7.1 Пиловугільні пальники	2	1	-	-	1
Тема 7.2 Газомазутні пальники	2	1	-	-	1
Розділ 8 Теплообмін поверхонь нагрівання в ПК					
Тема 8.1 Теплообмін у топковій камері	5	1	2	-	2

Тема 8.2 Променевий та конвективний теплообмін у газоходах котла	5	1	2	-	2
Модульна контрольна робота	3	1	-	-	2
Залік	5	1	-	-	4
Всього годин	60	18	18	0	24

Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)
Розділ 1 Вступ. Виробництво пари на ТЕС.	
1.	<p>Лекція 1. Котельна установка - складова ТЕС. Предмет та задачі курсу. Рекомендована література. Сучасний стан та перспективи розвитку котельних установок (КУ) в Україні. Призначення та роль парових котлів (ПК) в технологічній схемі КУ ТЕС. [1], с. 303-322; [2], с. 5-13; [4], с. 5-15; [11], с. 204-215; СРС: Типи ТЕС та їх відмінності.</p> <p>Класифікація ПК. Основні схеми утворення пари у котлах. Барабанні і прямоточні котли. Схеми водопарових трактів котлів. Основні характеристики ПК. [1], с. 303-322; [2], с. 5-13; [4], с. 5-15; [11], с. 215-225; СРС: Типи і типорозміри ПК.</p>
Розділ 2 Енергетичне паливо	
2.	<p>Лекція 2. Види органічних палив та їх склад. Походження та склад палива. Елементарні маси палив. Тверді, рідкі, газоподібні палива. [2], с. 13-28; [4], с. 15-22; [6], с. 10-18; [11], с.183-203. СРС: Основні родовища викопних палив в Україні.</p> <p>Теплота згоряння і технічні характеристики палив. Вища та нижча теплота згоряння. Формула Менделєєва Д.І. Вихід летких речовин, коксовий залишок. В'язкість, густина мазуту. Вибуховість, токсичність газу. [4], с. 17-22; [6], с. 10-18; [9], с. 16-27; [11], с.183-203. СРС: Маркування твердих палив.</p>
3.	<p>Лекція 3. Способи спалювання твердого палива. Основні схеми організації спалювання: камерна (факельна), циклонна, у киплячому шарі. Вибір та розрахункові характеристики топок. [1], с. 153-182; [4], с. 22-23; [9], с. 125-157; [11], с.183-203. СРС: Новітні енергозберігаючі способи спалювання твердого палива.</p> <p>Системи пилоприготування. Замкнені та розімкнені схеми сушіння палива. Характеристики вугільного пилу. Оптимальний ступінь розмелювання. Обладнання систем пилоприготування: млини, сепаратори, живильники пилу, їх вибір. [1], с. 133-153; [4], с. 23-31; [9], с. 80-125; [11], с.183-203. СРС: Розмельна та сушильна продуктивності млинів.</p>
4.	<p>Лекція 4. Технологічні схеми мазуту - і газопостачання. Загальні положення. Основні схеми постачання мазуту та газу для спалювання. [1], с. 78-111; [4], с. 22-23; [9], с. 157-163; [11], с.183-203. СРС: Схема введення присадок до мазуту у блоці 800 МВт.</p> <p>Розділ 3. Основи теорії топкових процесів. Закономірності горіння газових, рідких та твердих палив. Основи кінетики хімічних реакцій. Основні характеристики горіння. Кінетична та дифузійна області горіння. Запалення паливно-повітряної суміші. Фронт горіння. [2], с. 31-51; [4], с. 33-41; [8], с. 48-62; [9], с. 41-52. СРС: Інтенсивність вигорання палива.</p>
Розділ 4 Продукти згоряння палива.	

5.	<p>Лекція 5. Матеріальний баланс процесу горіння палива в котлі. Горіння та окислення складових органічного палива. Кількість та склад продуктів повного та неповного згорання. Теоретичні об'єми газоподібних продуктів згорання. [1], с. 19-27; [2], с. 31-51; [4], с. 42-43; [9], с. 27-32. СРС: Тверді продукти згорання: зола та шлак. Надлишок та присмокти повітря в котлі. Ентальпія повітря і продуктів згорання. Коефіцієнт надлишку повітря. Визначення присмоктів холодного повітря в газоходах котла, що працює під розрядженням. Визначення ентальпій продуктів згорання та повітря. Ентальпійно-температурні таблиця і діаграма. Методи визначення надлишку повітря при експлуатації котла. [1], с. 28-32; [2], с. 4-45; [4], с. 42-45; [9], с. 27-32; [11], с.204-248. СРС: Токсичні речовини у димових газах. Засоби захисту навколишньої середовища.</p>
Розділ 5 Ефективність використання теплоти в котлі.	
6.	<p>Лекція 6. Загальне рівняння теплового балансу ПК. Коефіцієнт корисної дії. Прибуткова і витратна частини балансу. Наявна та корисна теплота. Коефіцієнт корисної дії бруто, нетто. Витрати енергії на власні потреби. Витрати палива в котлі. [1], с. 32-43; [2], с. 51-62; [4], с. 47-49; [9], с. 32-41; [11], с.204-248. СРС: Відмінність визначення ККД за прямим та зворотним балансами. Аналіз теплових втрат. Вплив основних режимних факторів на теплові втрати у котлі. Залежність ККД від навантаження котла. [1], с. 43-61; [2], с. 51-62; [4], с. 49-54; [9], с. 32-41; [11], с.204-248. СРС: Втрати теплоти при несталому тепловому стані котла.</p>
Розділ 6 Топкові камери парових котлів.	
7.	<p>Лекція 7. Конструкції та компоновки пиловугільних камерних топков. Основні характеристики камерних топков. Топки з твердим та рідким шлаковидаленням. Вихорові та циклонні топки. [1], с. 165-177; [2], с. 106-118; [4], с. 54-63; [10], с. 4-15; СРС: Характер руху факела в топкових камерах з твердим шлаковидаленням Конструкції та компоновки газомазутних камерних топков. Основні характеристики камерних топков. Види топкових камер. [1], с. 32-43; [2], с. 118-134; [4], с. 54-63; [10], с. 4-15; СРС: Схеми топкових камер з двосвітловими екранами.</p>
Розділ 7 Пальники котлів.	
8.	<p>Лекція 8. Типи пиловугільних пальників. Основні характеристики пальників. Вихорові та прямоочні пальники. Схеми розміщення пальників на стінах топкових камер. Комбіновані пиловугільні пальники. [1], с. 157-168; [2], с. 106-138; [4], с. 56-69. СРС: Фактори, що впливають на запалення палива у котлі. Типи газомазутних пальників. Механічні, паромеханічні, парові форсунки для спалювання мазуту та їх характеристики. Регулювання продуктивності форсунки. Принципи організації спалювання газового палива. Вихоровий та щільний пальники для спалювання природного газу. Комбіновані газомазутні пальники. [1], с. 80-107; [2], с. 138-150; [4], с. 64-69. СРС: Криві стійкості полум'я.</p>
Розділ 8 Теплообмін поверхонь нагрівання в ПК.	
9.	<p>Лекція 9. Розрахунок теплообміну топкової камери. Загальні положення. Типи факелів та здатність їх випромінювання. Закон Стефана-Больцмана. Закон Бугера. Межі активного топкового об'єму. Геометричні та оптичні характеристики топки. Напівемпірична формула Гурвича. Рівняння теплового балансу та</p>

	<p>променевого теплообміну. [1], с. 182-196; [2], с. 134-150; [4], с. 176-184; [10], с. 42-51. СРС: Позонний розрахунок теплообміну у топці. Променевий та конвективний теплообмін поверхонь нагрівання. Променева теплосприйняття поверхонь нагрівання. Коефіцієнт тепловіддачі випромінюванням. Рівняння теплопередачі, теплового балансу з газового боку та теплосприйняття робочої середої. Коефіцієнти теплопередавання та конвективної тепловіддачі. Температурний напір. Вибір швидкостей газів і робочої середої у конвективних поверхнях нагрівання. [1], с. 157-168; [2], с. 267-282; [4], с. 184-187; [10], с. 51-96. СРС: Оптимальне співвідношення швидкостей повітря і газів у повітропідігрівачах.</p>
10	Лекція 9. Залік.

6. Практичні заняття

Основні завдання практичних занять: закріплення та поглиблення студентами матеріалу теоретичного кредитного модуля. Під час виконання студенти повинні практично закріпити методи теплогідравлічних розрахунків котла, уміння визначати елементарний склад палива та оцінювати показники ефективності підвищення економічності котла.

Рекомендовані теми практичних робіт наведено у таблиці

№ з/п	Назва теми заняття та перелік основних питань	Кількість годин СРС
1.	Склад палива Методи розрахунків елементарних мас палива, його сумішей [6], с.10-18, [12], с.5-7 СРС: Розрахунок елементного складу газоподібного та рідинного палив. [6], с.10-18	1
2.	Теплота згоряння палива Розрахунок теплоти згоряння, приведених характеристик палива [6], с.10-18, [12], с.7-11 СРС: Технічні характеристики твердих палив [1], с. 22-28.	1
3.	Теоретична та дійсна витрата повітря, склад та об'єми продуктів згоряння Газові розрахунки в котлі [6], с.22-28, [12], с.11-23 СРС: Склад продуктів згоряння. [2], с. 15-39.	1
4.	Ентальпії повітря та продуктів згоряння Методика визначення ентальпій повітря та продуктів згоряння палив [6], с.22-28, [12], с.11-23 СРС: Визначення надлишку повітря на працюючому котлі [2], с. 75-89.	1
5.	Тепловий баланс парового котла Прямий та зворотний теплові баланси котла [6], с.28-34, [12], с.23-35 СРС: Аналіз теплових втрат у котлі, [2], с. 50-73.	1
6.	ККД парового котла Методи розрахунку коефіцієнта корисної дії котла. [6], с.28-34, [12], с.28-35	1

	СРС: ККД нетто котла, [2], с. 45-63.	
7.	Вибір пальників для спалювання органічних палив Пальники та їх розміщення у топці, основні характеристики вихорових та прямотокових пальників. [8], с.88-107, [9], с.163-175 СРС: Комбіновані пальники, [8], с. 88-107.	0,5
8.	Геометричні та оптичні характеристики топкової камери Розрахунок геометричних та оптичних характеристик топки [6], с.34-44, [12], с.35-53 СРС: Розрахунок теплових напружень об'єму та перетину топки, [6], с. 40-47.	1
9.	Теплообмін випромінюванням у топковій камері. Теплосприйняття радіаційних поверхонь у топці Випромінювальна здатність факела, розрахунок теплообміну випромінюванням у топковій камері. [6], с.34-44, [12], с.35-89 СРС: Теплосприйняття радіаційних поверхонь у топці, [12], с. 50-57.	1

7. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми, що виноситься на самостійне опрацювання	Кількість годин СРС
1.	Типи ТЕС та їх відмінності. [2], с. 5-13. Типи і типорозміри ПК. [4], с. 15-22	1
2.	Основні родовища викопних палив в Україні. [6], с. 10-18. Маркування твердих палив. [9], с. 16-27.	1
3.	Новітні енергозберігаючі способи спалювання твердого палива. [9], с. 125-157. Розмельна та сушильна продуктивності млинів. [4], с. 23-31	2
4.	Схема введення присадок до мазуту у блоці 800 МВт. [9], с. 41-52. Інтенсивність вигорання палива. [8], с. 48-62	2
5.	Тверді продукти згоряння: зола та шлак. [4], с. 42-43. Токсичні речовини у димових газах. Засоби захисту навколишньої середовища. [9], с. 27-32	2
6.	Відмінність визначення ККД за прямим та зворотним балансами. [11], с.204-248. Втрати теплоти при несталому тепловому стані котла. [9], с. 32-41	2
7.	Рух факела в топкових камерах з твердим шлаковидаленням. [4], с. 54-63. Схеми топкових камер з двосвітловими екранами. [10], с. 4-15	2
8.	Фактори, що впливають на запалення. [4], с. 56-69. Криві стійкості полум'я. [2], с. 138-150	3
9.	Позонний розрахунок теплообміну у топці. [4], с. 176-184. Оптимальне співвідношення швидкостей повітря і газів у повітропідігрівачах. [10], с. 51-96	3

8. Контрольні роботи

Основні цілі контрольних робіт: перевірка якості засвоєння поточного лекційного матеріалу дисципліни та самостійної роботи студентів по рекомендованій літературі, а також виявлення студентів з недостатнім рівнем засвоєння матеріалу, причин їх відставання та надання їм необхідної допомоги для підвищення успішності.

Основне місце контрольних робіт: контрольна робота пишеться після засвоєння матеріалу тем модуля „Котельні установки ТЕС”

Методика проведення контрольних робіт: студент вибирає білет в якому містяться два питання з переліку, що виносяться на контрольну роботу

Завдання для контрольної роботи надані у додатку А

Завдання до домашньої контрольної роботи наведені у додатку Б

Політика та контроль

9. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Оскільки кредитний модуль „Котельні установки ТЕС-1” пов'язаний із дисциплінами фахової підготовки, то його викладання є запорукою подальшого засвоєння студентами спеціальних фахових дисциплін.

Для кращого засвоєння навчального матеріалу кредитного модуля „Котельні установки ТЕС-1” рекомендується проводити лекції з кредитного модуля з використанням наочних засобів навчання (показ слайдів, відеофільмів, робота з роздатковим матеріалом на лекціях та практичних).

10. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

1. Стартовий рейтинг (протягом семестру) складається з балів, що студент отримує за:

- Роботу на лекціях та самостійних (18 занять);
- роботу на практичних заняттях (9 занять)
- виконання контрольних робіт (2-і МКР в семестрі)

2. Критерії нарахування балів.

2.1. Лекції та самостійна робота (максимально 36 балів);

2.2. Робота на практичних заняттях (максимально 18 балів):

- активна творча робота – 2 бали (на одному занятті);
- плідна робота – 1 бал

2.3. Модульні контрольні роботи оцінюються максимально 6 балів:

– «відмінно» – повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 5,5 балів;

– «дуже добре» – достатньо повна відповідь (не менше 85% потрібної інформації), або повна відповідь з незначними неточностями – 5 балів

– «добре» – достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації), або повна відповідь з деякими неточностями – 4,5 бали;

– «задовільно» – неповна відповідь (не менше 65% потрібної інформації) та незначні помилки – 4 бали;

– «достатньо» – неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) та значні помилки – 3,5 бали;

– «незадовільно» – відповідь не відповідає вимогам на «задовільно» – 0 балів.

3. Умовою першої атестації є отримання не менше 8 балів та виконання половини контрольних робіт (на час атестації). Умовою другої атестації – отримання не менше 22 балів, виконання всіх контрольних робіт (на час атестації) та відвідування лекцій.

4. Умовою допуску до заліку є зарахування всіх контрольних заходів та стартовий рейтинг не менше 26 балів.

5. На заліку студенти виконують письмову контрольну роботу. Кожне завдання містить три теоретичних запитання (завдання). Перелік запитань наведений у Рекомендаціях до засвоєння кредитного модуля. Кожне запитання (завдання) оцінюється у 13 балів за такими критеріями:

- «відмінно», повна відповідь, не менше 90% потрібної інформації (повне, безпомилкове розв'язування завдання) – 11,5-12 балів;

- «дуже добре», достатньо повна відповідь, не менше 85% потрібної інформації або незначні неточності (повне розв'язування завдання з незначними неточностями) – 11 балів;
- «добре», достатньо повна відповідь, не менше 75% потрібної інформації або незначні неточності (повне розв'язування завдання з незначними неточностями) – 10 балів;
- «задовільно», неповна відповідь, не менше 60% потрібної інформації та деякі помилки (завдання виконане з певними недоліками) – 11-10 балів;
- «задовільно», неповна відповідь, не менше 60% потрібної інформації та деякі помилки (завдання виконане з певними недоліками) – 8,5-9 балів;
- «задовільно», неповна відповідь, не менше 60% потрібної інформації та деякі помилки (завдання виконане з певними недоліками) – 8 балів;
- «незадовільно», відповідь не відповідає умовам до «задовільно» – 0 балів.

б. Сума стартових балів та балів за залікову контрольну роботу переводиться до залікової оцінки згідно з таблицею:

Бали: самостійна робота +практичні+ МКР+залікова контрольна робота	Оцінка
100...95	Відмінно
94...85	Дуже добре
84...75	Добре
74...65	Задовільно
64...60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Є не зараховані контрольні роботи або стартовий рейтинг менше 26 балів	Не допущено

11. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Додаток А

Перелік питань

до модульної контрольної роботи (МКР) з кредитного модуля “Котельні установки ТЕС-1”

1. Види органічних палив та їх склад.
2. Теплота згоряння і технічні характеристики.
3. Склад продуктів згоряння.
4. Надлишок та присмокти повітря в котлі. Ентальпія продуктів згоряння і повітря.
5. Тепловий баланс ПК.
6. Теплові втрати у котлі.
7. Пиловугільні камерні топки.
8. Теплообмін у топковій камері.
9. Характеристики вихорових та прямотокових пальників.
10. Розрахунок геометричних та оптичних характеристик топки.
11. Пальники та їх розміщення у топці
12. Закони Стефана-Больцмана та Бугера.
13. Типи газомазутних пальників.
14. Топки з твердим та рідким шлаковидаленням.
15. Позонний розрахунок теплообміну у топці.
16. Фактори, що впливають на запалювання палива у котлі.

Питання

до заліку з кредитного модулю “Котельні установки ТЕС-1”

- 1 Виробництво електроенергії та пари на ТЕС. Теплові схеми ТЕЦ, КЕС.
- 2 Виробництво електроенергії та пари на АЕС. Теплові схеми АЕС.
- 3 Типи котлів за схемою водопарового тракту.
- 4 Паровий котел з природною циркуляцією. Принцип дії котла.
- 5 Прямоточний паровий котел. Принцип дії котла.
- 6 Технологічна схема виробництва пари котельною установкою. Склад котельної установки.
- 7 Основні характеристики, типи та типорозміри парових котлів.
- 8 Види палива та його елементарний склад.
- 9 Теплота згоряння палива та його приведені характеристики.
- 10 Зольність твердого палива та її плавкісні (температурні) характеристики.
- 11 Вихід летких та коксовий залишок твердого палива.
- 12 Вологість та сірчастість твердих палив.
- 13 Маркірування твердих палив.
- 14 Основні технічні характеристики мазуту (в'язкість, реологічні властивості, густина, зольність, вологість, сірчастість, температури спалахування та застигання).
- 15 Основні технічні характеристики природного газу (густина, вибуховість, токсичність).
- 16 Кінетика хімічних реакцій у топці. Закони діючих мас та Арреніуса.
- 17 Визначення температур запалювання, горіння та потухання у топковому процесі.
- 18 Механізм та характеристики горіння газових палив. Ланцюгова розгалужена реакція.
- 19 Механізм та характеристики горіння рідких палив. Формула Сокольського А.П.
- 20 Механізм та характеристики горіння твердих палив. Температурний режим та концентрації газоподібних речовин біля поверхні вуглецю, що горить.
- 21 Кінетична та дифузійна області горіння. Закон Фіка.
- 22 Запалення паливно-повітряної суміші. Фронт горіння.
- 23 Інтенсивність вигорання палива та змінення температури у топковій камері.
- 24 Методи визначення надлишку повітря на працюючому котлі. Киснева та вуглекислотна формули.
- 25 Токсичні речовини у димових газах та заходи захисту від них довкілля.
- 26 Склад продуктів згоряння та визначення їх об'ємів.
- 27 Коефіцієнт надлишку та присмокту повітря у котлі.
- 28 Ентальпія продуктів згоряння. I, v – діаграма та I, v – таблиця повітря і продуктів згоряння.
- 29 Тепловий баланс парового котла.
- 30 Коефіцієнт корисної дії котла та методи його визначення.
- 31 Втрати теплоти з газами, що відходять – q_2 .
- 32 Втрати теплоти з хімічним недопалом – q_3 .
- 33 Втрати теплоти з механічним недопалом – q_4 .
- 34 Втрати теплоти від зовнішнього охолодження – q_5 .
- 35 Втрати з фізичною теплотою шлаків, що видаляються – q_6 .
- 36 Оптимальний надлишок повітря та зв'язок його з тепловими втратами у котлі. Вплив навантаження котла на його втрати і ККД.
- 37 Камерні топки з твердим шлаковидаленням. Конструкції таких топок за схемою руху факела, їх основні характеристики.

- 38 Камерні топки з рідким шлаковидаленням, їх основні характеристики. т.б.
- 39 Типи вихорових топок та їх характеристики..
- 40 Топки з циклонними та подовими передтопками, їх переваги і недоліки. т.б.
- 41 Види топкових камер газомазутних парових котлів.
- 42 Основні теплові та геометричні характеристики топкових камер. Умови повного згоряння палива у топці.
- 43 Теплопередача у топковій камері. Коефіцієнти теплової ефективності та забруднення настінних екранів.
- 44 Геометричні характеристики топкових екранів, кутовий коефіцієнт, ступінь екранування топки.
- 45 Типи факелів за інтенсивністю випромінювання та їх характеристики. Коефіцієнт теплового випромінювання газової середи. Число Бугера.
- 46 Коефіцієнт теплового випромінювання для твердих палив. Коефіцієнт теплового випромінювання для газомазутних палив.
- 47 Коефіцієнт випромінювання та середній тепловий потік топкової камери.
- 48 Основи метода розрахунку теплообміну у топці. Полуемпірична формула безрозмірної температури на виході з топки. Число Больцмана.
- 49 Основні теплові характеристики топки. Адіабатична та дійсна температури горіння. Параметр температурного поля топки.
- 50 Основні рівняння для розрахунку теплообміну у топці. Конструкторський та повірковий розрахунки топки.
- 51 Теплообмін поверхонь нагрівання котла за рахунок прямого випромінювання з топки. Коефіцієнт теплопередачі в ширмах.
- 52 Теплообмін конвективних поверхонь нагрівання за рахунок міжтрубного випромінювання газової середи. Коефіцієнти теплового випромінювання та ослаблення променів, число Бугера, коефіцієнт тепловіддачі випромінюванням.
- 53 Основні рівняння теплообміну в поверхнях конвективного газоходу котла. Теплосприйняття повітропідігрівача. Конструкторський та повірковий розрахунки конвективних поверхонь.
- 54 Визначення коефіцієнту теплопередачі та температурного напору у конвективних поверхнях нагрівання. Основні схеми руху теплоносіїв у конвективних поверхнях.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено доцент кафедри, к.т.н., Сірий Олександр Анатолійович

Ухвалено кафедрою теплоенергетичних установок теплових та атомних електростанцій (протокол № 19 від 18.06.2021 р.)

Погоджено Методичною комісією факультету (протокол № 11 від 24.06.2021 р.)