

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ПОЛТАВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА ІМЕНІ ЮРІЯ
КОНДРАТЮКА»

Навчально-науковий інститут нафти і газу
Кафедра теплогазопостачання, вентиляції та теплоенергетики

ЗАТВЕРДЖУЮ

Т.в.о. проректора з науково-педагогічної та
навчальної роботи

_____ О.С. Максименко
« » _____ 2020 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ПАРОСИЛОВІ УСТАНОВКИ

(назва навчальної дисципліни)

підготовки **бакалавра**

(назва ступеня вищої освіти)

спеціальності **144 ТЕПЛОЕНЕРГЕТИКА**

(код і назва спеціальності)

Полтава
2020 рік

Робоча програма навчальної дисципліни «Паросиллові установки» для студентів спеціальності 144 теплоенергетика.

Складена відповідно до освітньої програми бакалавра.

Розробник: Колієнко А.Г., професор кафедри теплогазопостачання, вентиляції та теплоенергетики, кандидат технічних наук

Погоджено

Керівник групи забезпечення спеціальності _____ (Голік Ю.С.)

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри теплогазопостачання, вентиляції та теплоенергетики

Протокол від « 28 » серпня _____ 2020 року № 1

Завідувач кафедри
теплогазопостачання, вентиляції та теплоенергетики _____ (Голік Ю.С.)

« ___ » _____ 2020 року

Схвалено навчально-методичною радою інституту

Протокол від « » 2020 року №

Голова навчально-методичної ради _____ (.....)

« ___ » _____ 2020 року

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, ступінь вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни
		денна за скороченим терміном форма навчання
Кількість кредитів – 4	Галузь знань <u>14</u> <u>Електрична інженерія</u>	обов'язкова
Загальна кількість годин – 120		
Модулів – 1	Спеціальність <u>144 Теплоенергетика</u> (шифр і назва)	Рік підготовки: 3-й
Змістових модулів – 1		Семестр 6-й
Індивідуальне завдання: не передбачається	Ступінь вищої освіти <u>бакалавр</u>	Лекції 20 год.
		Практичні 16 год.
		Лабораторні 10 год.
		Самостійна робота 40 год.
		Індивідуальна робота: 34
		Вид контролю: екзамен

Примітка:

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної та індивідуальної роботи становить:

для денної форми навчання – 46/74.

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета: надання студентам знань з основних видів високотемпературних установок і процесів у теплоенергетиці, сформування у студентів систему знань, необхідних для розробки енергозберігаючих технологій, розрахунків теплообміну, побудови і розрахунків теплосилових циклів, вивчення енергетичних основ ефективної роботи печей, котлів, паросилових циклів, ознайомлення зі схемами, конструкціями, режимами роботи теплотехнічного обладнання.

Компетентності за ОПП:

- здатність до обґрунтування прийнятих рішень в процесі вибору виду робочих тіл , енерго- і теплоносіїв;
- здатність використовувати базові знання з фізики, математики для складання матеріальних та теплових балансів ;
- здатність використовувати професійні знання для вирішення практичних задач процесів генерування теплоти та електричної енергії;
- здатність побудови циклів паросилових установок;

Програмні результати навчання за ОПП:

- вибрати оптимальний вид високотемпературних установок;
- вміння визначити основні параметри водяної пари;
- вміння вибирати тепло і енергоносії залежно від технологічних задач;
- вміння виконати розрахунок теплосилового циклу на основі його побудови на діаграмах стану робочого тіла.

3. Передумови для вивчення дисципліни

Дисциплін, які мають бути вивчені раніше: «Вища математика», «Фізика», та «Технічна термодинаміка».

4. Очікувані результати навчання з дисципліни

Завдання: вироблення у студентів умінь та практичних навичок складання теплового та матеріального балансу високотемпературного процесу чи установки, обчислення такого балансу з метою визначення основних характеристик процесів і установок. Дати навички вибору теплотехнічного обладнання залежно від технологічних умов. Дати можливість студентам оволодіти правилами і методиками визначення основних характеристик роботи теплоенергетичного обладнання. Опрацювати побудову паросилових циклів на діаграмах стану і навчити методикам їх розрахунку.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

знати:

- види робочих тіл , енерго- і теплоносіїв;
- види і класифікацію високотемпературних процесів і установок;
- методики визначення основних параметрів водяної пари;
- основні термодинамічні процеси зміни стану водяної пари; теплосилові схеми процесів генерування теплоти і електричної енергії. принципові схеми генерації теплової і електричної енергії

вміти:

- вибрати оптимальний вид високотемпературних установок;
- визначити основні складові теплових і матеріальних балансів;
- вибирати тепло і енергоносії залежно від технологічних задач;- виконати розрахунок теплосилового циклу на основі його побудови на діаграмах стану робочого тіла.

5. Критерії оцінювання результатів навчання

Мінімальний поріг рівень оцінювання результатів навчання:

Сума балів	Значення ЄКТС	Оцінка	Критерій оцінювання	Рівень компетентності
60-63	Е	Достатньо	Студент має певні знання матеріалу, передбаченого робочою програмою, володіє основними положеннями на рівні, який визначається як мінімально допустимий. Правила вирішення практичних завдань з використанням основних теоретичних положень пояснюються з труднощами. Виконання практичних завдань значно формалізовано: є відповідність алгоритму, але відсутнє глибоке розуміння роботи та взаємозв'язків з іншими дисциплінами.	Середній, що є мінімально допустимим у всіх складових навчальної дисципліни

6. Засоби діагностики результатів навчання

Засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання є: екзамен; стандартизовані тести; курсова робота, презентація результатів виконаних практичних завдань.

7. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Водяна пара як робоче тіло у теплофікаційних установках, розрахунки процесів, підвищення їх ефективності.

Тема 1. Теплоносії і робочі тіла у високотемпературних процесах і установках.

Види робочих тіл і теплоносіїв. Вимоги, які пред'являються до робочих тіл. Класифікація робочих тіл, енергоносіїв і теплотехнічних установок. Основні види робочих тіл і теплотехнічних установок. Склад продуктів згорання як одного із видів робочих тіл.

Тема 2. Теплогенерувальні і парогенерувальні пристрої систем теплопостачання і теплоенергетики (водогрійні і парові котли).

Класифікація. Матеріальний і тепловий баланс печей і котлів. Детальний розгляд матеріального балансу.

Тема 3. Водяна пара, як робоче тіло у теплотехнічних пристроях для генерації теплової і електричної енергії.

Основні властивості водяної пари. Класифікація видів водяної пари. Параметри, які характеризують стан водяної пари.

Практичне заняття №1

Тема 4. Діаграми стану водяної пари, їх побудова.

Робота з діаграмами стану водяної пари. Визначення параметрів водяної пари за допомогою діаграм стану водяної пари.

Практичне заняття №2.

Лабораторне заняття № 1. (2 години)

Тема 5. Процеси зміни стану водяної пари.

Побудова процесів зміни стану на діаграмах стану водяної пари. Розрахунки параметрів водяної пари. Визначення основних функцій. Изобарні і адіабатні процеси.

Практичне заняття № 3.

Тема 6. Процеси зміни стану водяної пари.

Побудова процесів зміни стану на діаграмах стану водяної пари. Розрахунки параметрів водяної пари. Визначення основних функцій. Ізотермічні і ізоентальпні процеси.

Практичне заняття № 4.

Тема 7. Основні цикли паросилових установок.

Термодинамічні основи теплофікації. Схема паросилової установки. Способи підвищення ефективності паросилових установок - когенераційний бінарний цикл. Цикл з проміжним перегріванням пари. Цикл з проміжними теплообмінниками.

Практичне заняття № 5.

Тема 8. Розрахунок паросилового циклу.

Побудова теплофікаційного циклу на діграмах стану. Розрахунок основних процесів теплофікаційного циклу. Визначення показників ефективності теплофікаційного циклу. Порівняння теплофікаційного і конденсаційного циклів.

Практичне заняття №6.

Лабораторне заняття № 2 (4 години).

Тема 9. Конструкції і розрахунок парових турбін. Конструкції конденсаторів, градирень і іншого обладнання паросилового циклу.

Виконання розрахунків основного і допоміжного обладнання паросилових циклів.

Практичне заняття №7

Лабораторне заняття №3 (4 години)

Тема 10. Підвищення енергетичної ефективності роботи паросилових установок.

Принцип роботи і класифікація утилізаторів теплоти. Регенератор і рекуператори. Сучасні теплофікаційні цикли. Цикли на основі органічного циклу Ренкіна.

Практичне заняття №8

8. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	денна форма					
	Усього го	у тому числі				
л		п	лаб	інд	с.р.	
1	2	3	4	5	6	7
Змістовий модуль 1. Робочі тіла в теплотехнічних установках, печі і котли як об'єкти теплоенергетики, теплові і матеріальні баланси, підвищення ефективності роботи; водяна пара як робоче тіло у теплофікаційних установках, розрахунки процесів, підвищення їх ефективності.						
Тема 1. Теплоносії і робочі тіла у високотемпературних процесах і установках.	6	2	-	-	4	
Тема 2. Теплогенерувальні і парогенерувальні пристрої систем теплопостачання і теплоенергетики (водогрійні і парові котли).	6	2	-	-	4	

Тема 3. Водяна пара, як робоче тіло у теплотехнічних пристроях для генерації теплової і електричної енергії.4	8	2	2	-	4	
Тема 4. Діаграми стану водяної пари, їх побудова.	13	2	2	2	4	5
Тема 5. Процеси зміни стану водяної пари.	13	2	2	-	4	5
Тема 6. Процеси зміни стану водяної пари.	13	2	2	-	4	5
Тема 7. Основні цикли паросилових установок.	13	2	2	-	4	5
Тема 8. Розрахунок паросилового циклу.	17	2	2	4	4	5
Тема 9. Конструкції і розрахунок парових турбін. Конструкції конденсаторів, градирень і іншого обладнання паросилового циклу.	17	2	2	4	4	5
Тема 10. Підвищення енергетичної ефективності роботи паросилових установок	12	2	2	-	4	4
Разом за змістовим модулем 1	120	20	16	10	40	34
Усього годин	120	20	16	10	40	34

9. Теми семінарських занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
	Семінарські заняття не передбачені	-

10. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин для денної форми
1	Визначення параметрів робочого тіла 1. Визначення температури, тиску, об'єму робочого тіла за різних умов: дійсних нормальних і стандартних.	2
2	Визначення основних параметрів стану водяної пари за допомогою діаграм стану. Ознайомлення із побудовою діаграм стану водяної пари. Знаходження стану водяної пари за відомими параметрами. Визначення невідомих параметрів водяної пари за допомогою діаграм стану.	2
3	Побудова елементарних процесів паросилового циклу на діаграмах стану водяної пари. Побудова і розрахунок адіабатного, ізохорного, процесу зміни стану водяної пари на діаграмах T-S, i-S і P-V	2
4	Побудова елементарних процесів паросилового циклу на діаграмах стану водяної пари. Побудова і розрахунок, ізобарного, ізотермічного процесу зміни стану водяної пари на діаграмах T-S, i-S і P-V	2
5	Побудова циклів паросилових установок на діаграмах стану водяної пари.. Побудова паросилових циклів в діаграмах стану. Визначення основних характеристик паросилового циклу ТЕС.	4
6	Побудова циклів паросилових установок на діаграмах стану водяної пари.. Побудова паросилових циклів в діаграмах стану. Визначення основних характеристик паросилового циклу КЕС. Розрахунок показників ефективності роботи паросилового циклу.	4
	Усього	16

11. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин для денної форми
1	Дослідження кривої пружності водяної пари при малих тисках	2
2	Визначення основних параметрів води і водяної пари за допомогою діаграм стану	4
3	Визначення оптимальної температури проміжного перегрівання пари у паросиловому циклі	4
	Усього	10

12. Самостійна робота

Метою самостійної роботи студента є: навчитися користуватися бібліотечними фондами і каталогами, працювати з літературними джерелами, складати конспекти, аналізувати матеріал, порівнювати різні наукові концепції та робити висновки, опрацьовувати матеріали інтернетівських документів за темою, виконувати аналіз лекційного матеріалу.

Види самостійної роботи студента:

- опрацювання лекційного матеріалу;
- підготовка до практичних занять;
- опрацювання тем курсу, які виносяться на самостійне вивчення, за списками літератури, рекомендованими в робочій навчальній програмі дисципліни;
- підготовка до виконання модульної контрольної роботи (тестування);
- відвідування консультацій (згідно графіку консультацій кафедри);
- підготовка до складання іспиту за контрольними питаннями.

13. Питання для самостійного вивчення студентами

№ з/п	Питання для самостійного вивчення студентами	Кількість годин
1	Виконати розрахунки параметрів водяної пари за заданими величинами тиску насиченої пари, тиску і температури перегрітої пари, включаючи ентальпію, ентропію, ступінь сухості.	3
2	Виконати побудову конденсаційної електростанції, циклу з проміжним нагріванням води і циклу з проміжним перегріванням пари	3
3	Визначити характеристики основних процесів теплофікаційного циклу, які потрібні для обрахунку ККД циклу.	3
4	Виконати аналіз залежностей, які використовуються у ході розрахунку теплообміну у топковому просторі котлів і печей.	3
5	Виконати огляд з питання про способи підвищення ефективності роботи високотемпературних теплотехнічних установок. Виконати оцінку ефективності заходів.	3
6	Виконати аналіз ефективності рециркуляції продуктів згорання у нагрівальній печі. Виконати оцінку методу рециркуляції для скорочення викидів токсичних інгредієнтів у складі продуктів згорання.	3
	Разом	33

14. Індивідуальні завдання

Передбачається виконання розрахунково-графічної роботи з визначення основних горючих характеристик газоподібного палива заданого у завданні складу. Завданням передбачається:

- розроблення схеми паросилового регенеративного циклу ;
- побудова циклу в термодинамічних дьаграмах стану;
- визначення основних параметрів і функцій хаорактерних точок циклу і основних його процесів;
- визначення показників ефективності паросилового цикле;
- аналіз способів підвищення енергетичної ефективності роботи паросилового циклу;
- розрахунок теплофікаційного теплообмінника.

За результатами виконання РГР студенти повинні знати і розуміти схеми і побудову в діаграмах стану паросилових циклів; уміти розраховувати термодинамічні функції основних процесів циклу;. Розуміти смисл і уміти розраховувати показники ефективності циклів бінарного вироблення теплової і електричної енергії. Знати основні шляхи підвищення ефективності роботи паросилових циклів. Завдання виконується на листах формату Ф-4 і має об'єм близько 25 стор і один лист креслень.

15. Методи навчання

При викладанні дисципліни застосовуються словесні, наочні та практичні методи навчання.

Словесні та наочні методи навчання використовуються під час лекцій, практичних занять, самостійної роботи, консультацій, практичні – при здійсненні студентами самостійної роботи..

Під час проведення лекцій та практичних занять використовуються такі словесні методи як розповідь і пояснення. Широко використовується метод активізації мислення студентів, наприклад метод "мізкового штурму".

До числа наочних методів, які застосовуються при викладанні дисципліни, належать: ілюстрація, демонстрація, робота із приладами для визначення теплотехнічних характеристик робочих тіл.

16. Методи контролю

Поточний контроль успішності засвоєння студентами навчального матеріалу може здійснюватися шляхом опитування й оцінювання знань студентів під час самостійної роботи та індивідуальних завдань, проведення і перевірки письмових контрольних робіт, тестування або в ході індивідуальних співбесід зі студентами під час консультацій. Вибір конкретних форм і методів поточного контролю знань студентів залежить від викладача і доводиться до їхнього відома на першому лекційному занятті. Модульний контроль є частиною поточного контролю і має на меті перевірку засвоєння студентом певної сукупності знань та вмінь, що формують відповідний модуль. Він реалізується шляхом проведення спеціальних контрольних заходів (у формі тестування чи написання студентами контрольних робіт), проводиться наприкінці кожного змістового модулю за рахунок аудиторних занять, під час групових консультацій або ж за рахунок часу, відведеного на самостійну роботу студентів. На підставі результатів модульного контролю здійснюється міжсесійний контроль (атестація).

Підсумковий контроль здійснюється у формі екзамену.

17. Розподіл балів, які отримують студенти впродовж семестру

Поточне тестування та самостійна і індивідуальна робота										Екзамен	Сума	
Змістовий модуль 1												Індивідуальне завдання
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	30	50	
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2			

Шкала оцінювання: національна та ECTS

100-бальна рейтингова система оцінювання	Оцінка за шкалою ЄКТС	Оцінка за національною шкалою для екзамену
90 – 100	A – відмінно	5 – відмінно
82 – 89	B – дуже добре	4 – добре
74 – 81	C – добре	
64 – 73	D – задовільно	3 – задовільно
60 – 63	E – достатньо	
35 – 59	FX – незадовільно з можливістю повторного складання	2 – незадовільно
0 – 34	F – незадовільно з обов’язковим повторним вивченням дисципліни	

Правила модульно-рейтингового оцінювання знань

Загальна трудомісткість дисципліни – 100 балів, із них при підсумковому контролі у вигляді екзамену 50 балів відведено на поточний контроль, а 50 балів – на підсумковий (для допуску до екзамену необхідно мати не менше 25 балів поточної успішності).

1. Поточний контроль. Бали, отримані впродовж семестру, за видами навчальної діяльності розподіляються наступним чином (розподіл орієнтовний):

- робота на практичних, лабораторних заняттях (виконання практичних завдань, лабораторних робіт, а в разі їх пропусків з поважної причини – індивідуальні співбесіди на консультаціях за темами відповідних занять) – до 20 балів. За результатами виконання і захисту розрахунково-графічної роботи студент може отримати до 30 балів.

Присутність на лекціях не оцінюється в балах. Пропуски занять підлягають обов’язковому відпрацюванню в індивідуальному порядку під час консультацій. Пропущене заняття має бути відпрацьоване впродовж двох наступних тижнів, при тривалій відсутності студента на заняттях з поважної причини встановлюється індивідуальний графік відпрацювання пропусків, але не пізніше початку екзаменаційної сесії.

Студент, який повністю виконав програму навчальної дисципліни і отримав достатню рейтингову оцінку (не менше 25 балів), допускається до підсумкового контролю з дисципліни.

2. Підсумковий контроль Підсумковим контролем є екзамен. Він здійснюється відповідно до вимог «Положення про організацію освітнього процесу в Національному університеті Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»

18. Методичне забезпечення

1. В.А. Колієнко. Методичні вказівки до курсової роботи з дисципліни "Водяна пара та паротурбінні установки" □ Полтава: ПолтНТУ, 2016. □ 34 с.
2. А.Г. Колієнко. Методичні вказівки до курсової роботи з "Термодинаміки" □ Полтава: ПолтНТУ, 2020. □ 54 с.

19. Рекомендована література

Базова

1. Колієнко А.Г. Термодинаміка. Львів, 2016, 128 с.
2. Малярєнко В.А., Енергетичні установки, Харків, 2018, 218с,
3. Глушенко В.І. Теплові електричні станції, Дніпродзержинськ, 2012, 78 с.
4. Буляндра О.Ф. Технічна термодинаміка. К. Техніка 2001 267с.

Допоміжна

1. Теплотехніка: Підручник /Б.Х. Драганов, О.С. Бессараб, А.А. Долінський та ін.; За ред. Б.Х. Драганова. - К.: Фірма "ІНКОС", 2005.
2. Вукалович М.Л. Таблицы теплофизических свойств воды и водяного пара. М. Энергия, 1965. 400 с.
3. Бальян С.В. Техническая термодинамика и тепловые двигатели. Л., Машиностроение 1973
4. Термодинамика, теплотехника [Електронний ресурс]. – Режим доступу до сайту: <http://techliter.ru/> – Назва з екрану.
5. Технические задачи по теплотехнике и термодинамике [Електронний ресурс]. – Режим доступу до сайту: <http://x-term.ru/> – Назва з екрану.

20. Інформаційні ресурси

Робоча програма навчальної дисципліни « Водяна пара та паротурбінні установки» для студентів денної та заочної форм навчання. Полтава, 2020 року. (Електронна версія в електронній бібліотеці НУПП).

Електронна версія методичних вказівок, представлених в п. 13, знаходиться в електронній бібліотеці НУПП.