

ПОЛТАВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ЮРІЯ КОНДРАТЮКА

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



Підтверджую

про ректора з науково-педагогічної та
наглядової роботи

О.С. Максименко

Вересень 2020 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ПАЛИВО ТА ТЕОРІЯ ГОРІННЯ

(назва навчальної дисципліни)

підготовки бакалавра

(назва ступеня вищої освіти)

спеціальності 144 ТЕПЛОЕНЕРГЕТИКА

(код і назва спеціальності)

Полтава
2020 рік

**ПОЛТАВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
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

ПАЛИВО ТА ТЕОРІЯ ГОРІННЯ

(назва навчальної дисципліни)

підготовки **бакалавра**

(назва ступеня вищої освіти)

спеціальності **144 ТЕПЛОЕНЕРГЕТИКА**

(код і назва спеціальності)

**Полтава
2020 рік**

Робоча програма навчальної дисципліни «Паливо та теорія горіння» 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.)

«__» _____ 2019 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 – 5	Галузь знань <u>14</u> <u>Електрична інженерія</u>	обов'язкова
Загальна кількість годин – 150		
Модулів – 5	Спеціальність <u>144 Теплоенергетика</u> (шифр і назва)	Рік підготовки: 2-й
Змістових модулів – 1		Семестр 4-й
Розрахунково-графічна роботи з визначення основних горючих характеристик газоподібного палива заданого у завданні складу	Ступінь вищої освіти <u>бакалавр</u>	Лекції 30 год.
		Практичні 22 год.
		Лабораторні 8 год.
		Самостійна робота 60 год.
		Індивідуальна робота: -
		Вид контролю: Залік

Примітка:

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

для денної форми навчання – 60/90.

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета: отримання студентами знань з видів енергоносіїв і палив, способів їх спалювання, основних законів процесу горіння, принципів підвищення ефективності використання палива для отримання енергії. Отримання знань у галузі перероблення палива, його зберігання і подачі до паливоспалювальних агрегатів.

Компетентності за ОПШ:

- здатність до обґрунтування прийнятих рішень в процесі вибору виду палива;
- здатність використовувати базові знання з фізики, математики, хімії для вирішення практичних питань що стосуються організації спалювання палива ;
- здатність використовувати професійні знання для вирішення практичних задач для забезпечення згорання палива;
- здатність забезпечити безпечне використання палива;

Програмні результати навчання за ОПШ:

- вибрати оптимальний вид палива;
- вміння визначити основні горючі характеристики палива, його теплоту згорання;
- вміння обирати взаємозамінні види палива і обирати паливо залежно від топкового пристрою;
- вміння розрахувати характеристики процесу горіння;
- вміння оцінювати вплив коефіцієнту надлишку повітря на основні характеристики палива;
- вміння визначати концентрацію шкідливих інгредієнтів у складі продуктів згорання, робити екологічну оцінку паливу.

3. Передумови для вивчення дисципліни

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

4. Очікувані результати навчання з дисципліни

Завдання: виробити у студентів уміння вибору палива, проектування пристроїв для його зберігання і використання. Дати знання з основних фізико-хімічних процесів горіння палива, методів підвищення ефективності роботи паливоспалюючого обладнання. Забезпечити отримання студентами знань з визначення основних характеристик палива і способів підвищення ефективності його використання.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

знати:

- закони хімічної кінетики і цепний механізм горіння;
- види палив, їх класифікацію, недоліки і переваги їх використання;
- основні залежності для перерахунку складу палива і визначення його теплового потенціалу;
- основні залежності для розрахунку характеристик процесів горіння;
- стехіометричні реакції горіння і розрахунки об'єму продуктів згорання;
- основні принципи безпечного використання палива;
- способи регулювання параметрів процесу горіння.

вміти:

- вибрати оптимальний вид палива;
- визначити основні горючі характеристики палива, його теплоту згорання;
- обирати взаємозамінні види палива і обирати паливо залежно від топкового пристрою;
- розрахувати характеристики процесу горіння;
- оцінювати вплив коефіцієнту надлишку повітря на основні характеристики палива;
- - уміти визначати концентрацію шкідливих інгредієнтів у складі продуктів згорання, робити екологічну оцінку паливу.

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. ПАЛИВО ТА ТЕОРІЯ ГОРІННЯ

Тема 1. Основні характеристики палива.

Основні види палива. Склад палива. Уміст горючих і баластних компонентів у паливі. Робочий, сухий, горючий склад палива. Залежності для визначення складу. Зольність палива і його схильність до шлакоутворення.

Практичні заняття № 1.

Лабораторне заняття №1.

Тема 2. Тепловий потенціал палива. Теплота згорання.

Способи визначення теплоти згорання палива. Класифікація параметру теплота згорання, нижча і вища теплота згорання. Розрахункові залежності для визначення теплоти згорання твердого, рідкого і газоподібного палива. Порівняння теплового потенціалу різних видів палива.

Практичне заняття №2.

Тема 3. Різновидності палива. Деревина.

Вимоги до деревини. Визначення витратних характеристик дров, як палива. Торф. Види торфу. Переваги і недоліки використання торфу. Торф і деревина - відновлювальні види палива.

Практичне заняття № 3.

Тема 4. Вископне вугілля.

Камяне вугілля. Буре вугілля. Антарцит. Сланці. Властивості вугілля. Особливості вугілля як палива. Паливний баланс України. Поняття про паливні еквіваленти - умовне паливо і нафтовий еквівалент. Запаси вископних видів палива.

Тема 5. Горючі гази.

Горючі гази - природний синтетичний, біогаз, генераторний газ. Властивості. Склад.

Практичне заняття №4.

Тема 6. Горіння газів, твердих і рідких видів палива.

Стехіометричні реакції горіння. Хімічні реакції процесів горіння. Визначення об'єму продуктів згорання, температури горіння і витрат повітря на горіння.

Тема 7. Кінетика процесу горіння. Цепний механізм процесу горіння. Визначення основних параметрів процесу горіння.

Закон Гесса. Поняття про швидкість горіння. Залежність швидкості горіння від факторів. Способи управління швидкістю горіння.

Лабораторне заняття №2.

Практичне заняття №5.

Тема 8. Цепний механізм процесу горіння. Гіпотеза М.М. Семенова. Механізм утворення продуктів хімічного недопалу.

Температура самоспалахування. Температура запалювання. Цепний механізм процесу горіння основних горючих компонентів палив. Пояснення механізму утворення продуктів хімічного недопалу.

Практичне заняття №6.

Тема 9. Межі спалахуваності і вибуховості горючої суміші. Вплив баласту на горючі характеристики палива. Визначення меж спалахуваності. Тиск при вибуху.

Поняття про межі спалахування. Різниця між нормальним розповсюдженням полум'ям і вибухом. Методика визначення меж спалахування для суміші газів. Вплив баласту на межі спалахування.

Тема 10. Горіння в нерухомому середовищі. Швидкість розповсюдження полум'я. Горіння в ламінарному потокові. Конусний фронт полум'я. принципи забезпечення стабільного горіння.

Відмінність між швидкістю розповсюдження і нормальною швидкістю горіння. Теорія розповсюдження забаластованих горючих сумішей. Висота фронту полум'я. Закон Міхельсона. Горіння у турбулентному потоці. Турбулентна швидкість горіння. Виведення залежності для визначення швидкості розповсюдження швидкості полум'я.

Практичні заняття №7.

Лабораторне заняття № 3.

Тема 11. Стійкість горіння. Стабілізація факела. Характеристика явища відриву і проскоку полум'я. Визначення швидкості відриву і проскоку.

Діаграма стійкості горіння. Вплив режимних факторів на стійкість горіння. Основні принципи стабілізації факела. Визначення швидкості відриву полум'я. Стабілізатори процесу горіння. Розрахунок стабілізаторів. Розкриття понять про відрив і проскок полум'я. Способи запобігання нестійкого горіння. Визначення основних характеристик нестійкого полум'я.

Практичне заняття №8.

Тема 12. Конструкції стабілізаторів горіння. Розрахунок стабілізаторів.

Основні принципи облаштування стабілізаторів горіння. Самостабілізація. Стабілізатори горіння для дуттьових пальників.

Практичне заняття №9.

Тема 13. Принципи організації процесу горіння. Кінетичний, дифузійний і змішаний принципи горіння палива.

Класифікація принципів організації процесу горіння. Ознаки кінетичного, дифузійного і змішаного принципів горіння. Конструктивні ознаки пальників, що працюють за різними принципами організації процесу горіння.

Практичне заняття №10.

Тема 14. Основні принципи організації процесу горіння твердого і рідкого палива.

Конструкції топок. Шахтні топки, механічні і камерні топки. Топки для дров. Топки для торфу, кам'яного вугілля і нафтових продуктів.

Лабораторне заняття №4.

Практичне заняття №11.

Тема 15. Екологічні основи процесу горіння.

Утворення шкідливих речовин при спалюванні палива. Механізм утворення і скорочення викидів у атмосферу шкідливих інгредієнтів, що утворюються у процесі горіння.

Практичне заняття №11.

8. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	денна форма					
	Усього	у тому числі				
л		п	лаб	інд	с.р.	
1	2	3	4	5	6	7
Змістовий модуль 1. Паливо, його характеристики і властивості, визначення основних параметрів процесу горіння.						
Тема1. Основні характеристики палива.	10	2	4	2	-	2
Тема2. Тепловий потенціал палива. Теплота згорання.	8	2	2	-	-	4
Тема 3. Різновидності палива. Деревина.	8	2	2	-	-	4
Тема 4. Викопне вугілля.	10	2	-	-	-	8
Тема 5. Горючі газы.	8	2	2	-	-	4
Тема 6. Горіння газів, твердих і рідких видів палива.	8	2	-	-	-	6
Тема 7. Кінетика процесу горіння. Цепний механізм процесу горіння. Визначення основних параметрів процесу горіння.	10	2	2	2	-	4
Тема8.Цепний механізм процесу горіння. Гіпотеза М.М. Семенова. Механізм утворення продуктів хімічного недопалу.	10	2	2	-	-	6
Тема 9. Межі спалахуваності і вибуховості горючої суміші.	10	2	-	-	-	8

Вплив баласту на горючі характеристики палива. Визначення меж спалахуваності. Тиск при вибуху.						
Тема 10. Горіння в нерухомому середовищі. Швидкість розповсюдження полум'я. Горіння в ламінарному потокові. Конусний фронт полум'я. принципи забезпечення стабільного горіння.	12	2	2	2	-	6
Тема 11. Стійкість горіння. Стабілізація факела. Характеристика явища відриву і проскоку полум'я. Визначення швидкості відриву і проскоку.	12	2	2	-	-	8
Тема 12. Конструкції стабілізаторів горіння. Розрахунок стабілізаторів.	10	2	2	-		6
Тема 13. Принципи організації процесу горіння. Кінетичний, дифузійний і змішаний принципи горіння палива	10	2	-	-		8
Тема 14. Основні принципи організації процесу горіння твердого і рідкого палива.	14	2	2	2		8
Тема 15. Екологічні основи процесу горіння.	10	2	-	-	-	8
Разом за змістовим модулем 1	150	30	22	8	-	90
Усього годин	150	30	22	8	-	90

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	Розрахунок складу твердого і рідкого палива. Робочий, сухий, горючий склад. Перерахунок із одного складу в інший.	4
2	Розрахунок складу газоподібного палива. Робочий, сухий, горючий склад. Перерахунок із одного складу в інший.	2
3	Визначення основних характеристик продуктів згорання газового палива, теплоти згорання палива на різній його склад.	2
4	Визначення основних характеристик продуктів згорання твердого і рідкого палива- теплоти згорання палива.	2

5	Визначення основних характеристик продуктів згорання твердого і рідкого палива- витрат повітря, об'єму продуктів згорання	2
6	Визначення основних характеристик продуктів згорання газоподібного палива- витрат повітря, об'єму продуктів згорання	2
7	Визначення температур горіння палива (жаропродуктивності, калориметричної, теоретичної, дійсної)	2
8	Визначення меж спалахування, і тиску при вибуху газоповітряної суміші	2
9	Визначення нормальної швидкості розповсюдження полум'я.	2
10	Визначення швидкості проскоку і відриву полум'я.	2
	Усього	22

11. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин для денної форми
1	Експериментальне визначення характеристик продуктів згорання природного газу.	2
3	Експериментальне визначення швидкості розповсюдження полум'я методом пальника Бунзена	2
6	Визначення величини теплової потужності газу вого пальника ПГ-4	2
7	Визначення коефіцієнта інжекції газового пальника методом хімічного аналізу і динамічного тиску	2
	Усього	8

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, опрацювати 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	Назва теми	Кількість годин для денної форми
1	Аналіз таблиць властивостей палив, характерних для паливно-енергетичного балансу України. Визначення характеристик палив, їх порівняння і аналіз	4
2	Розрахунок величини теплоти згорання для різних видів палив, а також для палив з різною вологістю. Аналіз впливу вологості палива на величину теплоти згорання.	2
3	Аналіз деревини, як виду палива. Збір даних по деревині різних	4

	порід. Визначення горючих характеристик деревини різних порід. Перерахунок теплофізичних характеристик деревини із масових показників у об'ємні.аналіз впливу щільності на горючі показники.	
4	Аналіз складу різних видів вугілля згідно довідникової літератури. Визначення основних горючих характеристик різних видів вугілля. Порівняння, аналіз. Аналіз складу вугілля на наявність речовин, які можуть привести до утворення токсичних інгредієнтів продуктів згорання.	4
5	Аналіз складу горючих газів різних родовищ і різних за способом отримання. Визначення величини теплоти згорання таких газів. Порівняння і аналіз. Формулювання переваг газоподібного палива.	4
6	Визначення витрат дуттьового повітря для різних видів палива. Аналіз залежності витрат повітря від витрат палива і параметрів дуттьового повітря.	2
7	Розрахунок покомпонентного складу і об'єму продуктів згорання для різних видів палива. Порівняння і аналіз.	2
8	Аналітичне визначення величин температур процесу горіння для різних видів палива. Оцінка впливу виду палива і коефіцієнту надлишку повітря на величину температури горіння.	4
9	Робота із довідниковими даними по ознайомленню із межами горіння різних видів палива. Аналіз функціональних залежностей меж горіння і спалахуваності від виду палива і умов загорання. Ознайомлення з поняттям критичний діаметр каналу.	4
10	Опрацювання лекційного матеріалу по темі швидкість розповсюдження полум'я. Визначення величини нормальної швидкості горіння для різних видів палива Аналіз результатів.	4
11	Розрахунок величин швидкості проскоку і відриву для різних умов згорання. Порівняння результатів і їх аналіз	2
12	Разом	36

14. 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.

15. 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 семестрового заліку.

16. Розподіл балів, які отримують студенти впродовж семестру

Поточне оцінювання, тестування та самостійна й індивідуальна робота															Залік	Сума
Змістовий модуль 1																
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	30	100
4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5		

Шкала оцінювання: національна та ECTS

100-бальна рейтингова система оцінювання	Оцінка за шкалою ECTS	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 70 балів відведено на поточний контроль, а 30 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 70 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 Полтавському національному технічному університеті імені Юрія Кондратюка»

17. Методичне забезпечення

1. А.Г. Колієнко. Методичні вказівки до дипломного проекту з газопостачання. – Полтава: ПолтНТУ, 2002. – 60 с.
2. А.Г. Колієнко. Методичні вказівки до лабораторних робіт з курсу “Газопостачання– Полтава: ПолтНТУ, 2014. – 55 с.
3. А.Г. Колієнко. Методичні вказівки до курсової роботи з дисципліни “Газопостачання”. – Полтава: ПолтНТУ, 2001. – 40 с.
4. А.Г. Колієнко. Методичні вказівки до курсового проекту з курсу “Газопостачання”. – Полтава: ПолтНТУ, 2005. – 56 с.

18. Рекомендована література

Базова

1. А.Г. Колієнко. Сжигание топлива и снижение загрязнения атмосферы. К., 1993, 120 с.
2. Н.М. Пешехонов. Проектирование газоснабжения. К.: Будівельник, 1970, 144 с.
3. М.Л. Стаскевич. Справочник по газоснабжению и использованию газа. Л.: Недра, 1990, 760 с.
4. М.А. Скафтымов. Основы газоснабжения Л.: Недра, 1986, 320 с.
5. А.А. Ионин. Газоснабжение. М. Стройиздат, 1985, 441 с.

Допоміжна

1. В.М. Чепель . Сжигание газов в топках печей и котлов и обслуживание газового хозяйства предприятий Л.: Недра, 1980
2. В.П. Михеев. Газовое топливо и его сжигание, Л.: Недра, 1985, 460 с.
3. Ю.В. Иванов . Газогорелочные устройства. М.: Недра 1972, 374 с.

19. Інформаційні ресурси

Робоча програма навчальної дисципліни «Паливо та теорія горіння» для студентів денної та заочної форм навчання. Полтава, 2020 року. (Електронна версія в електронній бібліотеці НУПП).