

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ПОЛТАВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА ІМЕНІ ЮРІЯ КОНДРАТЮКА»

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

ЗАТВЕРДЖУЮ

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



О.С. Максименко

« 15 » вересня 2020 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

КОМПРЕСОРИ ТА КОМПРЕСОРНІ СТАНЦІЇ
(назва навчальної дисципліни)

підготовки бакалавра
(назва ступеня вищої освіти)

спеціальності 144 теплоенергетика
(код і назва спеціальності)

Полтава
2020 рік

**Робоча програма навчальної дисципліни «Компресори та компресорні станції»
для студентів за спеціальністю 144 теплоенергетика.**

Складена відповідно до освітньої програми бакалавра.

Розробник: Борщ О.Б., доцент кафедри теплогазопостачання, вентиляції та теплоенергетики, кандидат технічних наук, доцент

Погоджено

Гарант освітньої програми _____ (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 форма навчання
Кількість кредитів – 4,0	Галузь знань	вибіркова
Загальна кількість годин - 120	14 <u>Електрична інженерія</u>	
Модулів - 2	Спеціальність	Рік підготовки
	144 <u>Теплоенергетика</u>	3-й
		Семестр
Змістових модулів - 1		6-й
Індивідуальні завдання: розрахунково – графічна робота «Розрахунок поршневого компресора» - 40 год	Ступінь вищої освіти <u>бакалавр</u>	Лекції
		20 год.
		Практичні
		14 год.
		Лабораторні
		8 год.
		Самостійна робота
		38 год.
		Індивідуальна робота: 40 год.
		Види контролю: залік

Примітка.

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

для денної форми навчання – 42/78

2. Мета навчальної дисципліни

Мета: формування у студентів знань по призначенню, технічним характеристикам, складу, принципам дії основних установок для отримання середніх та низьких температур.

Компетентності за ОПШ:

ЗК 2. Здатність зберігати та примножувати моральні, культурні, наукові цінності і досягнення суспільства на основі розуміння історії та закономірностей розвитку предметної області, її місця у загальній системі знань про природу і суспільство та у розвитку суспільства, техніки і технологій, використовувати різні види та форми рухової активності для активного відпочинку та ведення здорового способу життя.

ЗК 4. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК 5. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.

ЗК 6. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

ЗК 8. Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово.

СК 1. Здатність застосовувати відповідні кількісні математичні методи, методи природничих та технічних наук і комп'ютерне програмне забезпечення для вирішення інженерних завдань в теплоенергетичній галузі.

СК 2. Здатність застосовувати і інтегрувати знання і розуміння інших інженерних дисциплін для вирішення професійних проблем.

СК 3. Здатність проектувати та експлуатувати теплоенергетичне обладнання.

СК 4. Здатність виявляти, класифікувати і оцінювати ефективність систем і компонентів на основі використання аналітичних методів і методів моделювання в теплоенергетичній галузі.

СК 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.

СК11. Здатність забезпечувати якість в теплоенергетичній галузі.

Програмні результати навчання за ОПП:

РН1. Знати і розуміти математику, фізику, хімію на рівні, необхідному для досягнення результатів освітньої програми.

РН2. Знати і розуміти інженерні науки, що лежать в основі спеціальності «Теплоенергетика» відповідної спеціалізації, на рівні, необхідному для досягнення інших результатів освітньої програми, в тому числі певна обізнаність в останніх досягненнях науки і техніки у сфері теплоенергетики.

РН4. Аналізувати і використовувати сучасні інженерні технології, процеси, системи і обладнання у сфері теплоенергетики.

РН5. Обирати і застосовувати придатні типові аналітичні, розрахункові та експериментальні методи; правильно інтерпретувати результати таких досліджень.

РН9. Вміти знаходити необхідну інформацію в технічній літературі, наукових базах даних та інших джерелах інформації, критично оцінювати і аналізувати її.

РН 14. Мати навички розв'язання складних задач і практичних проблем, що передбачають реалізацію інженерних проектів і проведення досліджень відповідно до спеціалізації.

3. Передумови для вивчення дисципліни

Вивчення дисципліни ґрунтується на знаннях, набутих студентами в результаті вивчення ряду базових дисциплін загальної та професійної підготовки на попередніх етапах навчання.

Перелік дисциплін, які є передумовою вивчення курсу:

[144БОК06 Вища математика](#)

[144БОК07 Фізика](#)

[144БОК16 Технічна термодинаміка](#)

[144БОК18 Тепломасообмін \(теплофізика\)](#)

Перелік дисциплін, для яких курс є передумовою:

[144БОК38 Виконання кваліфікаційної роботи](#)

4. Очікувані результати навчання з дисципліни

Завдання: навчити студентів обчислювати процеси стискування в компресорі, застосовуючи різні термодинамічні процеси для покращення роботи, допоміжного обладнання компресорних установок.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

знати:

- закони передачі та перетворення енергії;
- володіти термодинамічною технологією;
- методи аналізу використання теплоти;
- теорію механізмів та машин;
- методи вирішення практичних задач;
- закони гідравліки, гідромеханіки;
- джерела, характер та наслідки забруднення навколишнього середовища;
- технологію нафтогазового виробництва.

вміти:

- ставити цілі та формувати задачі, які пов'язані з реалізацією професійних функцій;
- використовувати систему проектної – конструкторської документації, правила побудови технічних схем та креслень;
- використовувати методи статичного, кінематичного та динамічного розрахунків;
- використовувати основні положення метрології, стандартизації, сертифікації;
- використовувати принципи роботи обладнання для експлуатації та капітального ремонту.

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: залік; стандартизовані тести; розрахунково-графічна робота, презентація результатів виконаних практичних завдань; виконання завдань на лабораторному обладнанні.

7. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. «Компресори та компресорні установки».

Тема 1. Вступ. Класифікація компресорних установок, станцій.

Визначення та класифікація компресорних установок та установок. Технологічні схеми.

Тема 2. Фізико – хімічні властивості газів.

Фізико – хімічні властивості газів, які використовуються в компресорних установках та вимагають різного підходу до питань проектування та експлуатації КУ: повітря, вуглеводневий газ, аміак, кисень, двооксид вуглецю.

Практичне заняття № 1.

Практичне заняття № 2.

Тема 3. Поршневі компресори.

Класифікація поршневих компресорів.

Практичне заняття № 3.

Лабораторне заняття № 1.

Тема 4. Принцип дії, будова, класифікація.

Принцип дії поршневого компресора. Основні параметри роботи поршневого компресора. Побудова циклу поршневого компресора на індикаторній $P - V$ діаграмі.

Практичне заняття № 4.

Тема 5. Одноступеневе стискування в поршневому компресорі.

Робочий процес в циліндрі компресора. Об'ємна витрата газу на вході одноступеневого компресора. Ступеневе стиснення газу в поршневому компресорі.

Лабораторні заняття № 2.3.**Тема 6. Основи термодинамічного розрахунку промислового компресора.**

Термодинамічний розрахунок основних параметрів компресора: попередній і перевірочний. Попередній термодинамічний розрахунок: схема компресора, поршнева сила, допустима частота обертання, хід поршня, діаметр циліндрів і штоків, потужність. Перевірочному розрахунку: міжступеневі тиски, температура в кінці циклу стиснення в кожній ступені, продуктивність компресора, потужність.

Практичне заняття № 5.**Тема 7.8. Допоміжне обладнання компресорних установок.**

Допоміжне обладнання компресорних установок :

- обладнання для очищення газу від механічних домішок і вологи(фільтри);
- охолоджувачі газу;
- вологомасловідокремлювачі;
- осушувачі газу від пари води;
- посудини для акумуляції газу і вирівнювання тиску;
- наповнюючі рампи для заправлення балонів;
- запірні, захисні і регулюючі арматури.

Практичне заняття № 6.**Практичне заняття № 7.****Лабораторне заняття № 4.****Тема 9. Водопостачання компресорних станцій.**

Основні споживачі води на компресорних станціях: компресори, охолоджувачі масла і газу, двигуни внутрішнього згорання для газомоторів-компресорів. Види водопостачання. Джерела водопостачання. Вимоги до води, що використовується.

Тема 10. Масляне господарство компресорних станцій. Трубопроводи і комунікації компресорних станцій.

Економічна, безпечна експлуатація компресорних машин - раціональний вибір мастильного матеріалу. Класифікація масла. Види змащення. Якісні показники мастила та добавки, що використовуються. Види трубопроводів компресорних станцій. Правила прокладки трубопроводів. Види окраски трубопроводів.

Модуль 2.

Виконання розрахунково – графічної роботи «Розрахунок поршневого компресора».

8. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	денна форма					
	усього	у тому числі				
лек.		пр.	лаб	інд.	с.р.	
1	2	3	4	5	6	7
Модуль 1						
Змістовий модуль 1. Компресори та компресорні установки						
Тема 1. Вступ. Класифікація компресорних установок, станцій.	6	2				4
Тема 2. Фізико – хімічні властивості газів.	10	2	4			4
Тема 3. Поршневі компресори.	10	2	2	2		4
Тема 4. Принцип дії, будова, класифікація.	8	2	2			4

Тема 5. Одноступеневе стискування в поршневому компресорі.	10	2		4		4
Тема 6. Основи термодинамічного розрахунку промислового компресора.	8	2	2			4
Тема 7.8. Допоміжне обладнання компресорних установок.	16	4	4	2		6
Тема 9. Водопостачання компресорних станцій.	6	2				4
Тема 10. Масляне господарство компресорних станцій. Трубопроводи і комунікації компресорних станцій.	6	2				4
Усього годин (модуль 1)	80	20	14	8	-	38
Модуль 2						
Розрахунково – графічна робота	40				40	
Усього годин (модуль 2)	40				40	
Усього годин	120	20	14	8	40	38

9. Теми семінарських занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	2	3
	Семінарські заняття не передбачені	

10. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	2	3
1.	Класифікація поршневих компресорів.	2
2.	Розрахунок термодинамічних параметрів процесів стискування газів	2
3.	Розрахунок одноступеневих компресорів	2
4.	Розрахунок багатоступеневих компресорів	2
5.	Визначення необхідної потужності електродвигуна поршневого компресора. Визначення питомої роботи на стиснення в компресорі	2
6.	Визначення тиску на виході із кожного ступеня відцентрованого компресора	2
7.	Побудова індикаторної діаграми поршневого компресора.	2
	Разом	14

11. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	2	3
1.	Вивчення роботи поршневого компресора. Вивчення основних характеристик робочого процесу поршневого компресора та його конструктивних особливостей.	2
2.	Дослідження роботи компресора.	4
3.	Експериментальне дослідження процесів, які відбуваються при стискуванні повітря в одноступеневому поршневому компресорі та визначення основних технічних показників компресора (продуктивність, потужність, ККД)	

4.	Допоміжне обладнання компресорних установок. Ознайомлення з допоміжним обладнанням компресорних установок: обладнанням для очищення газу від механічних домішок і вологи(фільтри); запірною, захисною і регулюючою арматурою	2
Разом		8

12. Самостійна робота

Метою самостійної роботи студента є: навчитися користуватися бібліотечними фондами і каталогами, працювати з історичними та літературними джерелами, складати конспекти, аналізувати матеріал, порівнювати різні наукові концепції та робити висновки.

Види самостійної роботи студента:

- опрацювання лекційного матеріалу;
- 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 заліку за контрольними питаннями.

Питання для самостійного вивчення студентами

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	2	3
1.	Визначення компресорних станцій та установок	2
2.	Класифікація компресорних установок	2
3.	Технологічні схеми компресорних станцій та установок	2
4.	Фізико – хімічні властивості газів	2
5.	Класифікація та принцип дії поршневих компресорів	2
6.	Основні параметри компресорів	2
7.	Одноступеневе стискування в поршневому компресорі	2
8.	Об'ємні витрати газу на вході одноступеневого компресора	2
9.	Робочий тиск в циліндрі компресора	2
10.	Ступеневе стискування газу в поршневому компресорі	2
11.	Основи термодинамічного розрахунку промислового компресора	2
12.	Розподіл тисків та температур по ступеням компресора	2
13.	Коефіцієнти співвідношення об'ємів, наповнення та об'ємного коефіцієнта компресора	2
14.	Параметри приводу компресора	2
15.	Фільтри та фільтр – камери компресора	1
16.	Охолоджувачі компресора	1
17.	Масловологовіокремлювачі компресора	2
18.	Збірники газу	2
19.	Допоміжна арматура	2
20.	Масляне господарство компресорних станцій	2
Разом		38

13. Індивідуальні завдання

Виконання розрахунково – графічної роботи «Розрахунок поршневого компресора».

Загальний обсяг часу на виконання розрахунково – графічної роботи складає 40 години.

Метою розрахунково – графічної роботи є закріплення та поглиблення знань з вивченого матеріалу, відпрацювання вмінь розрахувати основні характеристики роботи поршневого компресора.

У розрахунково – графічній роботі студент повинен в відповідності з варіантом виконати наступне:

- розрахувати ідеальний багатоступеневий поршневий компресор для стискування повітря;
- визначити кількість ступенів компресора;
- ступінь підвищення тиску в кожному ступені;
- кількість теплоти, відведеної від повітря в циліндрах компресора, в проміжних і кінцевому теплообмінниках;
- потужність привода;
- обчислити наступні параметри: тиск P (МПа), питомий об'єм V ($\text{м}^3/\text{кг}$), температуру T (К), ентропію s ($\text{кДж}/\text{кг}\cdot\text{К}$) в основних точках теоретичних P – V - діаграми та T – S - діаграмах роботи багатоступеневого та одноступеневого компресорів.

Відповісти на наступні питання:

1. Яка машина називається компресором ?
2. Які процеси теоретично можливі при стиску газу в компресорі ?
3. Який процес стиску є найдоцільнішим і при якому процесі витрачається найбільша робота ?
4. Що таке шкідливий об'єм ?
5. Як змінюється об'ємний ККД компресора при збільшенні кінцевого тиску ?

Обсяг розрахунково – графічної роботи 10-15 аркушів формату А4 та теоретичних P – V - діаграми та T – S – діаграмах.

14. Методи навчання

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

Словесні та наочні методи навчання використовуються під час лекцій, індивідуальних та групових консультацій, практичні – при проведенні практичних занять та виконанні лабораторних робіт.

Під час проведення лекцій використовуються такі словесні методи як розповідь і пояснення.

До числа наочних методів, які застосовуються при викладанні дисципліни, належать: ілюстрація, демонстрація.

15. Методи контролю

Поточний контроль успішності засвоєннями студентами навчального матеріалу може здійснюватися шляхом опитування й оцінювання знань студентів під час виконання студентами 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 практичному 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 диференційованого заліку.

16. Розподіл балів, які отримують студенти
Розподіл балів, які отримають студенти впродовж семестру

б) для диференційованого заліку:

Поточне оцінювання, тестування та самостійна й індивідуальна робота										Індивідуальні завдання	Диференційований залік	Сума
<i>Змістовий модуль 1</i>												
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10			
7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	0	30	100

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 диференційованого заліку до 70 балів студент може отримати впродовж семестру, решта 30 балів припадає на підсумковий контроль.

Поточний контроль Бали, отримані впродовж семестру, за видами навчальної діяльності розподіляються наступним чином (розподіл орієнтовний):
 - робота на лабораторних заняття (захист 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 35 балів), допускається до підсумкового контролю з дисципліни.

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

17. Методичне забезпечення

1. Борщ О.Б. Конспект лекцій із дисципліни «Компресори та компресорні станції»/ О.Б. Борщ. – 98 с. (наявний в електронному вигляді).
2. Борщ О.Б. Завдання для розрахунково-графічної роботи та методичні вказівки до їх виконання з дисципліни «Компресори та компресорні станції»/ О.Б. Борщ. – 24 с. (наявний в електронному вигляді).
3. Борщ О.Б. Завдання для практичних робіт та методичні вказівки до їх виконання з дисципліни «Компресори та компресорні станції»/ О.Б. Борщ. – 32 с. (наявний в електронному вигляді).
4. Борщ О.Б. Завдання для лабораторних робіт та методичні вказівки до їх виконання з дисципліни «Компресори та компресорні станції»/ О.Б. Борщ. – 20 с. (наявний в електронному вигляді).

18. Рекомендована література

Базова

1. Бондаренко Г. А. Компресорні станції: підручник / Г. А. Бондаренко, Г. В. Кирик. – Суми: Сумський державний університет, 2016. – 385 с.
2. Подмазко, І. О. Моделювання та діагностика газотурбінних установок та компресорів: підручник /Подмазко Ігор Олександрович, Піщанська Нонна Олександрівна. – Одеса: Зовнішнєрекламсервіс, 2015. – 290 с

Допоміжна

1. Храпач Г.К. Эксплуатация компрессорных установок.– М.: Недра,1972.– 272 с.
2. Дубинин М.М. Компрессорные установки в нефтяной и газовой промышленности.– М.: Недра, 1970.– 184 с.
3. Плейхер И.Г., Лисеев В.П. Компрессорные станции.– М. – К., Машгиз, 1959.– 297с.
4. Нигматулин И.Н., Ценев В.А., Шляхин П.Н. Тепловые двигатели.– М.Высшая школа, 1974.– 375с.
5. Гужов А.И., Титов А.И., Медведев В.Ф., Васильев В.А. Сбор, транспорт и хранение природных углеводородных газов.– Недра, 1978.– 405с.
6. Рис В.Ф. Центробежные компрессорные машины.–М.: Машиностроение,1964. –334 с.
7. Селезнев К.П.,Галеркин Ю.Б. и др. Теория и расчет турбокомпрессоров.–Л.: Машиностроение, 1986.–392 с.
8. Компрессорные машины. Каталог, часть 1, ЦИНТИХИМНЕФТЕМАШ.–М., 1980. – 134 с.
9. Фотин Б.С., Пластинин П.И. Поршневые компрессоры.–Л.: Машиностроение, 1987. – 372 с.
10. Рахмилевич З.З. Компрессорные установки.–М.:Химия, 1989.– 272с.

19. Інформаційні ресурси

1. Робоча програма навчальної дисципліни «Компресори та компресорні станції» для студентів денної форми навчання спеціальності 144 теплоенергетика /О.Б. Борщ. – Полтава, 2020. – 12 с. (Електронна версія в електронній бібліотеці НУПП).