



Силабус освітнього компонента

Програма навчальної дисципліни

Основи технічної термодинаміки

Шифр та назва спеціальності

142 – Енергетичне машинобудування

Інститут

ННІ Енергетики, електроніки та електромеханіки

Освітня програма

Енергетика,

Кафедра

Двигуни та гібридні енергетичні установки (124)

Рівень освіти

Бакалавр

Тип дисципліни

Спеціальна (фахова)

Семестр

3

Мова викладання

Українська

Викладачі, розробники



Кравченко Сергій Сергійович

Serhii.Kravchenko@kpi.edu.ua

Кандидат технічних наук, доцент кафедри двигунів та гібридних енергетичних установок НТУ "ХПІ", завідувач кафедри

Автор близько 50 наукових та навчально-методичних праць. Провідний лектор з дисциплін: «Динаміка та міцність ДВЗ», «Автоматичне регулювання ДВЗ», «Основи технічної термодинаміки», «Спеціальні розділи теорії розрахунків енергетичного обладнання (Спеціальні розділи розрахунків у ДВЗ)», «Обрані теми термодинаміки».

[Детальніше про викладача на сайті кафедри](#)

Загальна інформація

Анотація

В рамках курсу вивчаються методи отримання теплоти, перетворення її в інші види енергії, розподіл, транспортування, використання теплоти за допомогою теплових машин, апаратів і установок

Мета та цілі дисципліни

Мета вивчення дисципліни – передбачає засвоєння студентами теоретичної бази, необхідної для послідовного вивчення дисциплін зі спеціальності «142 Енергетичне машинобудування», практичне використання теоретичних положень дисципліни для аналітичного аналізу та представлення реальних процесів в енергетичному устаткуванні.

Формат занять

Лекції, практичні роботи, лабораторні роботи, самостійна робота, консультації. Підсумковий контроль – іспит.

Компетентності

ЗК 3. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК 4. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

ЗК 8. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

ЗК 9. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

ФК-11. Здатність використовувати стандартні методики планування експериментальних досліджень, здійснювати обробку та узагальнення результатів експерименту.

Результати навчання

ПР 1. Знання і розуміння математики, фізики, тепломасообміну, технічної термодинаміки, гідрогазодинаміки, трансформації (перетворення) енергії, технічної механіки, конструкційних матеріалів, систем автоматизованого проектування енергетичних машин на рівні, необхідному для досягнення результатів освітньої програми.

ПР 2. Знання і розуміння інженерних наук на рівні, необхідному для досягнення інших результатів освітньої програми, в тому числі певна обізнаність в останніх досягненнях.

ПР 4. Застосовувати інженерні технології, процеси, системи і обладнання відповідно до спеціальності 142 Енергетичне машинобудування; обирати і застосовувати придатні типові аналітичні, розрахункові та експериментальні методи; правильно інтерпретувати результати таких досліджень.

ПР 10. Планувати і виконувати експериментальні дослідження за допомогою інструментальних засобів (вимірювальних приладів), оцінювати похибки проведення досліджень, робити висновки.

ПР 11. Розуміння застосовуваних методик проектування і досліджень у сфері енергетичного машинобудування, а також їх обмежень..

Обсяг дисципліни

Загальний обсяг дисципліни 150 год. (5 кредитів ECTS): лекції – 32 год., практичні роботи – 16, лабораторні роботи – 16 год., самостійна робота – 86 год.

Передумови вивчення дисципліни (пререквізити)

Для успішного проходження курсу необхідно мати знання та практичні навички з наступних дисциплін: "Фізика", "Хімія", "Вступ до спеціальності".

Особливості дисципліни, методи та технології навчання

Лекції проводяться інтерактивно з використанням мультимедійних технологій.

Програма навчальної дисципліни

Теми лекційних занять

Тема 1. Термодинамічна система та її стан.

Система, межі системи, зовнішнє середовище. Гомогенна та гетерогенна системи. Термодинамічні параметри стану (екстенсивні та інтенсивні); об'єм, маса, тиск, температура, питомий об'єм, питома маса та питома вага. Рівноважний та нерівноважний стан системи. Термодинамічні процеси: зворотні та незворотні.

Тема 2. Ідеальні гази та їх суміші.

Закони ідеальних газів. Термічні рівняння стану ідеального газу. Суміші ідеальних газів та методи їх визначення. Парціальний тиск. Молекулярна маса та газова постійна суміші.

Тема 3. Теплоємність ідеальних газів.

Основні терміни. Залежність теплоємності від температури, способу підводу теплоти. Теплоємність газових сумішей. Визначення кількості теплоти підведеної та відведеної в термодинамічній системі.

Тема 4. Перший закон термодинаміки. Зображення термодинамічних процесів в системі координат p-V.

Робота, теплота, внутрішня енергія, ентальпія. Перший закон термодинаміки для закритої термодинамічної системи. Технічна робота. Перший закон термодинаміки для відкритої термодинамічної системи.

Тема 5. Термодинамічні процеси.

Основні термодинамічні процеси та їх дослідження (ізохорний, ізобарний, ізотермічний, адіабатний та політропний). Аналіз політропного процесу – найбільш узагальнюючого.

Тема 6. Витікання ідеальних газів.

Основні положення. Використання першого принципу термодинаміки для стаціонарного потоку. Потік газів через сопло та дифузор. Адіабатне витікання, швидкість витікання ідеального газу. Дослідження адіабатного витікання газу із звужуючого сопла. Критичний режим витікання. Сопло Лавалю. Секундний видаток газу.

Тема 7. Ентропія.

Принцип незворотності в адіабатній системі. Емпірична та метрична ентропія. Принцип існування ентропії. Термодинамічна шкала температур. Властивості ентропії, T-S діаграма.

Незворотність процесу теплообміну. Математичний вираз другого закону термодинаміки для зворотних та незворотних процесів; принцип зростання ентропії. Дисипація енергії. Ексергія та енергія теплоти.

Тема 8. Цикл Карно.

Тема 9. Реальні гази та пара.

Властивості реальних газів. Рівняння Ван-дер-Вальса та його аналіз. Водяна пара. Процес випаровування в p-V та T-s діаграмах. Таблиці для води та водяного пару. Діаграма i-s водяного пару. Розрахунки процесу витікання пару із звужуючого сопла за допомогою i-s діаграми. Дійсний процес витікання водяного пару.

Тема 10. Дроселювання газів та парів.

Основні поняття. Адіабатне дроселювання. Ефект Джоуля-Томсона. Особливості дроселювання ідеального та реального газів. Температура інверсії.

Тема 11. Вологе повітря.

Основні поняття (абсолютна та відносна вологість, парціальний тиск водяного пару). Температура точки роси. Психрометр використання діаграми для розрахунку процесів підігріву повітря, суміші, сумішоутворення.

Тема 12. Цикл компресора. Типи компресорів.

Процес стиску в одноступінчастому та багатоступінчастому компресорі. Питома робота стиску. Секундна витрата компресора. Потужність та ККД компресора.

Тема 13. Цикли газотурбінних двигунів (ГТД).

Типи ГТД та їх циклів. Процес розширення газу в проточній частині ГТД. Питома робота розширення газу в ГТД. ККД та потужність ГТД.

Тема 14. Цикли двигунів внутрішнього згоряння.

Типи циклів. Питома робота газів в циклі. ККД циклу.

Теми практичних занять

Тема 1. Саді Карно та його робота. ККД циклів. Розрахунок циклу Карно.

Тема 2. Цикл Отто. Розрахунок циклу Отто.

Тема 3. Цикл Тринклера. Розрахунок циклу Тринклера.

Тема 4. Застосування законів термодинаміки на практиці. Розрахунок інженерних задач за курсом

Теми лабораторних робіт

Тема 1. Вимірювання тиску, перевірка пружинного манометра.

Тема 2. Визначення температури кипіння води.

Тема 3. Вимірювання витрати газу.

Тема 4. Визначення параметрів потоку газу при дроселюванні.

Самостійна робота

Курс передбачає виконання індивідуального розрахункового завдання у вигляді розрахункової роботи "Визначення параметрів термодинамічного циклу з найбільшим ККД. Побудувати діаграму циклу.

Література та навчальні матеріали

«Основна література»

1 Колієнко А.Г. Термодинаміка: Навчальний посібник. – Львів: ЕКОінформ, 2006. – 130с.

2 Навчальний посібник із дисципліни “Термодинаміка” для студентів інженерних спеціальностей “Теплогазопостачання і вентиляція”, “Обладнання нафтових і газових промислів”, “Видобування нафти і газу”, “Водопостачання та водовідведення”, “Підйомно-транспортні, будівельні, дорожні, меліоративні машини та обладнання”. – Полтава: ПолтНТУ, 2005. – 125 с.

3 Теплотехніка: основи термодинаміки, теорія теплообміну, використання тепла в сільському господарстві. – Дніпропетровськ: ТОВ «ЕНЕМ», 2011. – 424 с.

4 Драганов Б.Х. Теплотехніка. Підручник. Драганов Б.Х., Бессараб О.С., Долінський А.А., Лазоренко В.О., Міщенко А.В., Шеліманова О.В. – 2-е вид., перероб. і доп. – Київ: Фірма «ІНКОС», 2005. – 400 с. – ISBN: 966-8347-12-9.

«Додаткова література»

1 Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни «Термодинаміка теплових двигунів» (Частина 1) для студентів спеціальності 142 «Енергетичне машинобудування». / уклад.: Ліньков О.Ю., Кравченко С.С. – Харків: НТУ «ХПІ», 2019. – 52 с.

2 Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни «Термодинаміка теплових двигунів» (Частина 2) для студентів спеціальності 142 Енергетичне машинобудування. / уклад. Ліньков О.Ю., Кравченко С.С. – Харків, НТУ «ХПІ», 2019. – 28 с.

Система оцінювання

Критерії оцінювання успішності студента та розподіл балів

100% підсумкової оцінки складаються з результатів оцінювання у вигляді екзамену (40%) та поточного оцінювання (60%).

Екзамен: письмове завдання (3 запитання з теорії) та усна доповідь.

Поточне оцінювання: 2 онлайн тести та розрахункове завдання (по 20%).

Шкала оцінювання

Сума балів	Національна оцінка	ECTS
90–100	Відмінно	A
82–89	Добре	B
75–81	Добре	C
64–74	Задовільно	D
60–63	Задовільно	E
35–59	Незадовільно (потрібне додаткове вивчення)	FX
1–34	Незадовільно (потрібне повторне вивчення)	F

Норми академічної етики і політика курсу

Студент повинен дотримуватися «Кодексу етики академічних взаємовідносин та доброчесності НТУ «ХПІ»: виявляти дисциплінованість, вихованість, доброзичливість, чесність, відповідальність. Конфліктні ситуації повинні відкрито обговорюватися в навчальних групах з викладачем, а при неможливості вирішення конфлікту – доводитися до відома співробітників дирекції інституту. Нормативно-правове забезпечення впровадження принципів академічної доброчесності НТУ «ХПІ» розміщено на сайті: <http://blogs.kpi.kharkov.ua/v2/nv/akademichna-dobrochesnist/>

Погодження

Силабус погоджено

14.07.2023, підпис



Завідувач кафедри
Сергій КРАВЧЕНКО

14.07.2023, підпис



Гарант ОП
Оксана ЛИТВИНЕНКО