# **«Основи технічної термодинаміки та теплопередачі»**

**Модуль 1. Перший закон термодинаміки**

***Тема 1. Властивості газів. Закони ідеального газу.***

Історичний розвиток дисципліни. Перспектива розвитку енергетики. Завдання дисципліни. Фізичний стан речовини. Теплота і робота, як форми передачі енергії. Ідеальний і реальний гази.

Кількість речовини. Молярна маса і молярний об’єм. Основні параметри стану робочого тіла. Закони Бойля-Маріотта , Гей-Люсака і Шарля. Рівняння стану ідеальних газів.

Закон Авогадро. Рівняння Менделєєва. Питома газова стала. Універсальна газова стала.

***Тема 2. Суміші ідеальних газів.***

Суміші рідини, газів і парів. Чисті речовини і суміші. Основні припущення. Засоби завдання газових сумішей.

Молекулярна маса суміші. Масова і об’ємна частки суміші. Газова стала суміші. Густина суміші. Парціальний тиск. Закон Дальтона.

Поняття про теплоємність. Визначення дійсних і середніх теплоємностей. Теплоємність сумішей.

Перший початок термодинаміки. Теплота і внутрішня енергія. Закон Джоуля.

PV- діаграма. Робота зміни об’єму і зміни тиску. Ентальпія.

***Тема 3. Аналіз термодинамічних процесів.***

Властивості обернених процесів. Основні термодинамічні процеси та їх аналіз. Рівновага обернених процесів.

Ізобарний процес. Умова протікання процесу. Зображення ізобарного процесу у PV-діаграмі. Запис першого закону термодинаміки для нього. Рівняння Майєра.

Ізохорний процес. Рівняння процесу. Перший початок термодинаміки для нього. Зображення ізохорного процесу у PV-діаграмі.

Ізотермічний процес. Рівняння Бойля-Маріотта. Діаграма процесу. Перший початок термодинаміки для ізотермічного процесу.

Політропні процеси. адіабатний процес, як виняток політропного процесу. Показники політропи і адіабати. Зображення процесів у PV-діаграмі.

**Модуль 2. Другий закон термодинаміки**

***Тема 4. Прямі та зворотні цикли.***

Взаємне перетворення енергії в термодинамічних процесах. Кількісне і якісне протікання процесів. Ентропія – параметр стажу речовини.

Другий початок термодинаміки. Постулати Клаузіуса і Томсона-Кельвіна. Кругові процеси теплових машин. Рівняння першого початку термодинаміки для кругового процесу. Коефіцієнт корисної дії. PV- діаграма процесу.

Цикл Карно теплового двигуна. PV-діаграма процесу. ККД процесу. Переваги і недоліки процесу.

Цикл Карно холодильної машини. PV-діаграма процесу. Холодильний ККД.

Втрата теплоти кругового процесу. Зміна ентропії при підводі і відводі тепла.

Ентропія ізольованої системи. TS-діаграма термодинамічних процесів. Зображення прямого і з воротнього циклів Карно у TS діаграмі.

***Тема 5. Основні властивості рідини та пари.***

Основні параметри стану рідини та пари. Види пари. Степінь сухості пари.

Процес пароутворення у PV-діаграмі. Критичні параметри.

Таблиці параметрів води і сухої перегрітої пари. Параметри стану вологої насиченої пари.

IS діаграма водяної пари. Аналіз ліній на діаграмі. Теплотехнічні розрахунки по діаграмі.

Термодинамічні процеси парів. Визначення параметрів парів по діаграмі і таблицям.

Порівняння виконаної роботи в термодинамічних процесах. Графічне зображення процесів на IS діаграмі.

**Модуль 3. Витікання газів та пари**

***Тема 6. Перший початок термодинаміки для потоку.***

Загальні поняття. Виток газів через звужене сопло. процес витоку пари у PV діаграмі. Питома робота зміни тиску.

Швидкість витоку потоку на вході в сопло і виході із нього. Визначення масового витоку пари.

Критична швидкість витоку. Максимальний масовий виток газу або пари. Критичне співвідношення тисків. Критичні режими витоку газів і парів в залежності від показника адіабати.

Сопло Лаваля для повного розширення газу. профілювання сопла Лаваля. Визначення геометричних параметрів сопла.

Виток газів і парів через дифузор. Конструкція дифузора в залежності від значення вхідної і вихідної швидкості потоків газів (або парів).

Виток парів і газів через дифузор. питома робота адіабатного витоку. Дроселювання газів і пари.

***Тема 7. Процеси компресорних машин.***

Поняття про машини стиску газів. Класифікація компресорів.

Особливості конструкції компресорів. Види компресорів об’ємного списку. Компресори кінетичного стиску.

Термодинамічний процес одноступінчатого поршневого компресора в PV-діаграмі. Теоретична робота стиску.

Теоретична потужність компресора. Об’ємна подача компресора.

Термодинамічний процес багатоступінчатого поршневого компресора. Особливості конструкції і роботи. Степінь підвищення тиску.

Робота адіабатного циклу багатоступінчатого компресора. Теоретична потужність компресора.

**Модуль 4. Термодинамічі цикли теплових двигунів**

***Тема 8. Термодинамічні цикли ДВЗ.***

Призначення ГТУ і ДВЗ. Види термодинамічних циклів ДВЗ. Термодинамічні цикли обернених процесів.

Термодинамічний цикл ДВЗ із змішаним підводом тепла. Принцип роботи чотирьохтактного без компресорного дизеля. PV-діаграма і TS-діаграма циклу.

Характеристики циклу ДВЗ із змішаним періодом тепла: ,λ, ρ. Коефіцієнт корисної дії циклу.

Термодинамічний цикл ДВЗ із ізохорним підводом тепла. Схема карбюраторного двигуна.

PV-діаграма і TS-діаграма циклу. Коефіцієнт корисної дії циклу.

Термодинамічний цикл ГТУ з ізобарним підводом тепла. Схема установки. PV-діаграма циклу. Степінь підвищення тиску і ККД циклу ГТУ.

***Тема 9. Термодинамічні цикли ПСУ.***

Спрощена схема ПСУ. Призначення паросилової установки. Термодинамічні процеси в ПСУ.

Цикл Карно для ПСУ. PV-діаграма циклу Карно для насиченої пари. Переваги і недоліки циклу.

TS-діаграма циклу Карно для вологої і сухої пари. PV-діаграма отримання перегрітої пари. Питома робота циклу.

Цикл Ренкіна для ПСУ з повною конденсацією пари в холодильнику. PV-діаграма циклу Ренкіна.

TS-діаграма циклу Ренкіна. Переваги і недоліки циклу. Питома робота циклу Ренкіна.

Термічний ККД циклу Ренкіна. Підвищення економічності циклу Ренкіна.

**Модуль 5. Основи теплообміну**

***Тема 10. Теплопровідність.***

Поняття про теплообмін. Види переносу теплоти в природі. Особливості теплопередачі.

Теплопровідність через плоску стінку. Закон Фур’є. Коефіцієнт теплопровідності. Поверхнева густина теплового потоку.

Термічний опір стінки. Особливості теплопровідності матеріалів. Передача тепла через багатошарову стіну. Еквівалентний коефіцієнт теплопровідності.

***Тема 11. Конвективний теплообмін.***

Особливості тепловіддачі. Закон Ньютона-Ріхмана. Коефіцієнт тепловіддачі.

Режими руху потоку рідини. Подібність процесів конвективного теплообміну. Умови подібності.

Числа подібності: Nu, Re, Pr. Залежність чисел подібності від інтенсивності конвективного теплообміну, характеру руху рідини і фізичних властивостей рідини.

***Тема 12. Теплообмінні апарати. Теплопередача.***

Теплопередача через плоску стінку. Рівняння теплового потоку. Повний термічний опір. Коефіцієнт теплопередачі. Рівняння теплового потоку через коефіцієнт теплопередачі.

Типи теплообмінних апаратів. Особливості принципу дії кожного типу. Основи теплового розрахунку поверхневого теплообмінного апарату.

Класифікація теплообмінних апаратів по характеру зміни температур рідини по

поверхні нагрівання. Мета теплового розрахунку. Основні поняття теплового розрахунку.

**3. Рекомендована література**

**Базова:**

1. Кузовлев В.А. Техническая термодинамика и основы теплопередачи. – М.: Высшая школа, 1975.
2. О.Ф. Бурлянда. Технічна термодинаміка. – К.: Техніка, 2006. – 314 с.
3. Рабинович О.М. Сборник задач по технической термодинамике. – М.: Машиностроение, 1973. – 80 с.

**Допоміжна:**

1. Селивестров В.М., Бажан И.Н. Термодинамика, теплотехника. – М.: Транспорт, 1988. – 250 с.
2. Ривкин С.Л., Александров А.А. Термодинамические свойства воды и водяного пара. – М.: Энергия, 1975 – 80 с.
3. Алабовський А.Н., Недужий И.А. Техническая термодинамика и теплопередача. – К.: Вища школа, 1990 – 256 с.