

СИЛАБУС

Дисципліна «Енергетичні установки»

Тип: варіативна

Курс (рік навчання): 2-й

Семестр: 4-й

Кредити: 4

Викладач: Рябошапка Наталія Євгенівна, старший викладач кафедри двигунів внутрішнього згорання.

Контакти: аудиторія 135 (головний корпус університету),

Viber за номером +380678481343

Дисципліна у системі дистанційного навчання університету:

<https://moodle.zp.edu.ua/course/view.php?id=264>

Розподіл годин: загальна кількість 120 годин.

Для денної форми навчання: 30 годин лекцій, 14 годин лабораторних робіт, 76 години самостійної роботи.

Для заочної форми навчання: 6 годин лекцій, 2 години лабораторних робіт, 112 годин самостійної роботи, 25 годин на виконання індивідуального завдання.

Оцінювання: екзамен

Метою викладання інженерної дисципліни «Енергетичні установки» спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», спеціалізації «Електротехнічні системи електроспоживання» є вивчення основ теорії, принципів дії, конструктивних схем, основних характеристик парогенераторів, теплообмінних апаратів, обладнання ТЕС і АЕС тощо.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен отримати

загальні компетентності:

- здатність до абстрактного мислення, аналізу і синтезу;
- здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях;
- здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел;
- здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми;

фахові компетентності:

– здатність вирішувати практичні задачі із залученням методів математики, фізики та електротехніки;

– здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з роботою електричних систем та мереж, електричної частини станцій і підстанцій та техніки високих напруг;

– здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з проблемами виробництва, передачі та розподілення електричної енергії;

– здатність виконувати професійні обов'язки із дотриманням вимог правил техніки безпеки, охорони праці, виробничої санітарії та охорони навколишнього середовища;

– усвідомлення необхідності підвищення ефективності електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного устаткування;

очікувані програмні результати навчання:

– здійснювати аналіз процесів в електроенергетичному, електротехнічному та електромеханічному обладнанні, відповідних комплексах і системах;

– знаходити необхідну інформацію в науково-технічній літературі, базах даних та інших джерелах інформації, оцінювати її релевантність та достовірність;

- розуміти основні принципи і завдання технічної та екологічної безпеки об'єктів електротехніки та електромеханіки, враховувати їх при прийнятті рішень;
- розуміти значення традиційної та відновлюваної енергетики для успішного економічного розвитку країни;
- розв'язувати складні спеціалізовані задачі з проектування і технічного обслуговування електромеханічних систем, електроустаткування електричних станцій, підстанцій, систем та мереж;
- вміти самостійно вчитися, опанувати нові знання і вдосконалювати навички роботи з сучасним обладнанням, вимірювальною технікою та прикладним програмним забезпеченням.

Структура курсу:

Змістовий модуль 1. Технічна термодинаміка.

Тема 1. Основні положення технічної термодинаміки.

Предмет та методи термодинаміки. Термодинамічна система та її стан. Основні положення і означення. Термічні параметри. Термічне рівняння стану ідеального газу. Газові суміші. Рівняння стану реальних газів.

Енергетичні характеристики термодинамічних систем.

Енергія. Повна і внутрішня (теплова) енергія системи. Робота і теплота. Ентальпія. Поняття про теплоємність. Теплоємність ідеального газу та її залежність від температури. Істинна і середня теплоємності. Теплоємність газової суміші.

Тема 2. Перший закон термодинаміки. Основні термодинамічні процеси.

Взаємодія між термодинамічною системою і навколишнім середовищем. Рівняння першого закону термодинаміки для закритої системи у двох формах запису і його аналіз. Рівняння першого закону для відкритої системи і для потоку речовини.

Рівноважні термодинамічні процеси та їх оборотність. Аналіз основних термодинамічних процесів. Дослідження політропного процесу. p - v і s - T -діаграми окремих випадків політропних процесів. Залежність енергетичних характеристик політропних процесів від значення показника політропи.

Тема 3. Другий закон термодинаміки. Загальна теорія циклів.

Термодинамічні основи теплових двигунів і холодильних машин. Основні формулювання другого закону термодинаміки. Кругові процеси або цикли. Цикли прямі і зворотні, їх ефективність. Цикл Карно. Поняття про ентропію. Зміна ентропії в оборотних і необоротних процесах. Втрата корисної роботи внаслідок необоротності процесу. s - T – діаграма. Зображення основних термодинамічних процесів на s - T – діаграмі. Узагальнений регенеративний цикл Карно.

Тема 4. Поршневі машини. Цикли газотурбінних установок (ГТУ).

Машини для стиску та розширення газів. Компресори. Основні процеси в одно-східчастому компресорі. Робота і потужність на привод компресора. Багатосхідчасті компресори. Детандери. Цикли поршневих двигунів. Ідеальні цикли двигунів внутрішнього згорання (ДВЗ). Цикл Стірлінга. Визначення к.к.д. і середнього індикаторного тиску.

Цикли ГТУ з ізобарним і ізохорним підведенням теплоти. Регенеративні цикли ГТУ. Безкомпресорні повітряно-реактивні двигуни (ПРД): прямотокові та пульсивні. Компресорні турбореактивні двигуни (ТРД). Цикл рідинно-реактивного двигуна (РРД).

Тема 5. Реальні гази і пари. Водяна пара як робоче тіло.

Діаграма стану речовини в координатах p - T . Побудова і практичне застосування p - v , T - s і h - s діаграм водяної пари. Таблиці термодинамічних властивостей води і водяної пари. Схеми і цикли паротурбінних установок.

Тема 6. Цикли паросилових установок (ПСУ), холодильних машин та теплового насоса.

Основний цикл ПСУ (Ренкіна). Визначення термічного к.к.д. і питомої витрати пари. Вплив початкових і кінцевих параметрів пари на термічний к.к.д. циклу ПСУ. Цикл ПСУ з вторинним (проміжним) перегрівом пари. Цикл парогазової установки (ПГУ). Цикли холодильних установок. Цикл повітряної холодильної машини. Цикл парокompресорної машини. Цикл теплового насоса.

Змістовий модуль 2. Теплопередача (основи теплообміну).

Тема 7. Основні поняття та закони. Диференційні рівняння теплообміну і подібність фізичних явищ.

Основні поняття та означення. Закони молекулярного (теплопровідності) і конвективного теплообміну. Диференційні рівняння енергії, тепловіддачі, руху, суцільності (нерозривності).

Крайові умови (умови однозначності). Основи теорії подібності. Константи та критерії подібності. Критеріальні рівняння. Моделювання теплових процесів.

Тема 8. Теплопровідність та теплопередача крізь тіла найпростіших геометричних форм. Конвективний теплообмін в однофазних середовищах.

Теплопровідність та теплопередача крізь плоску одно- і багат шарову стінку. Термічний опір. Коефіцієнт теплопередачі. Теплопровідність та теплопередача крізь циліндричну одно- і багат шарову стінку. Лінійний коефіцієнт теплопередачі.

Пограничні шари: динамічний та тепловий. Застосування теорії подібності до явища тепловіддачі. Тепловіддача при обтіканні тіл. Тепловіддача при течії в каналах.

Тема 9. Радіаційний теплообмін. Тепловий розрахунок теплообмінних апаратів. Інтенсифікація процесів теплообміну.

Основні поняття, означення і закони теплового випромінювання. Взаємне опромінювання тіл. Теплообмін випромінюванням між тілом і оболонкою. Променистий теплообмін між газом і оболонкою. Радіаційно-конвективний теплообмін.

Класифікація теплообмінних апаратів. Методи розрахунку рекуперативних теплообмінних апаратів. Визначення середнього температурного напору. Засоби інтенсифікації тепловіддачі. Теплопередача крізь ребристу стінку.

Змістовий модуль 3. Промислова теплоенергетика та теплоенергетичні установки. Паливо і процес горіння.

Тема 10. Спалювання палива та використання теплоти його згорання.

Паливо та інші енергоресурси. Види, склад і технічні характеристики палива. Спалювання палива. Процес горіння. Продукти згорання палива. Коефіцієнт надлишку повітря. Ентальпія продуктів згорання палива.

Тема 11. Котельні установки та топкове обладнання.

Типи і характеристики котлів. Водогрійні, вертикально-водотрубні, парові котли малої і середньої потужності. Конструкції топків і пальників. Типи і загальні характеристики. Основні стадії спалювання палива.

Тема 12. Конструкції, принципові схеми і основи теплового розрахунку котельних установок.

Принципові теплові схеми барабанних парових котлів із природною і примусовою циркуляцією. Прямотоківні котли. Елементи котельних установок (пароперегрівники, повітропідігрівники, водяні економайзери тощо). Складання прямого і зворотного теплового балансу та визначення ККД і паровидатності котельної установки.

Тема 13. Паротурбінні установки.

Основи теорії парових турбін. Принципові теплові схеми, принципи дії та області застосування. Основні характеристики турбоустановок ТЕС і АЕС. Тепловий розрахунок

парових турбін. Східці швидкості і тиску. Багатосхідчасті турбіни. Визначення ККД, витрат пари і теплоти парових турбін. Класифікація турбін для привода турбоустановок.

Тема 14. Газотурбінні та парогазові установки (ГТУ та ПГУ). Двигуни внутрішнього згорання (ДВЗ).

Класифікація, принцип дії та робочій процес у газовій турбіні. Розрахунок теплової схеми ГТУ. Комбіновані цикли теплоенергетичних установок. Загальні принципи комбінування циклів. Принципові теплові схеми ПГУ і газопарових установок (ГПУ). Основні типи, класифікація і принцип дії ДВЗ. Визначення ефективності, потужності і економічності ДВЗ.

Тема 15. Теплові електричні станції. Атомні електростанції (АЕС).

Класифікація і принципові теплові схеми ТЕС. Конденсаційний і комбінований способи виробництва електроенергії та їх техніко-економічні показники. Теплофікаційне устаткування ТЕС. Засоби підвищення теплової економічності ТЕС.

Сучасний стан і перспективи розвитку атомної енергетики. Ядерне паливо і реактори. Теплові схеми і обладнання АЕС. Відпущення теплоти від АЕС. Економічні показники АЕС.

Оцінювання:

Контроль успішності студентів денної форми навчання здійснюється за результатами:

- активності та якості роботи в аудиторії;
- усних та письмових опитувань за кожен змістовий модуль.
- складання іспиту (заліку).

Контроль успішності студентів заочної форми навчання здійснюється за результатами:

- захисту індивідуальної контрольної роботи;
- активності та якості роботи в аудиторії;
- усних або письмових опитувань за кожен змістовий модуль.
- складання іспиту (заліку).

Для кінцевого контролю використовується наступна схема оцінювання розподілу балів (за засвоєння тем курсу) з отриманням підсумкової середньозваженої оцінки:

Поточне тестування та самостійна робота															Підсумковий тест (екзамен)	Сума
Змістовий модуль 1						Змістовий модуль 2			Змістовий модуль 3						40	100
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15		
4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4		

T1, T2 ... T15 – теми змістових модулів.

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою
		для заліку
90 – 100	A	зараховано
85-89	B	
75-84	C	
70-74	D	
60-69	E	

35-59	FX	не зараховано з можливістю повторного складання
1-34	F	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

У разі невідвідування занять з певних тем та несвоєчасного виконання розділів оцінка може знижуватись шляхом віднімання певної кількості балів у відповідності до вищевказаної таблиці. Зниження оцінки може бути скомпенсоване шляхом відпрацювання пропущених занять та виконання додаткових завдань.

Академічна доброчесність: студент повинен виконувати роботи самостійно, не допускається залучення при розв'язання індивідуальних завдань інших студентів. У разі виявлення ознак плагіату робота не зараховується і дисципліна не вважається зарахованою.

Література:

Базова

1. Теплотехнические установки, системы, оборудование Учебн. пособие : в 3 ч./ Под ред. Б.А.Левченко, Л.Л.Товажнянского. – Х.: НТУ «ХПИ», 2014. – 728 с. Т.2.
2. Варламов Г.Б. Теплоэнергетичні установки та екологічні аспекти виробництва енергії: підручник / Г.Б. Варламов, Г.М. Любчик. – К.: ІВЦ "Видавництво «Політехніка»", 2003. – 232 с.
3. Єгоров Я.О. Теоретичні основи теплотехніки (у системах машинобудування): / Єгоров Я.О., Беліков С.Б., Улітенко О.М.: Навч. посібник. – Запоріжжя: Дике Поле, 2004. – 286 с.
4. Слинько Г.І. Теплотехнічні процеси та теплова обробка матеріалів і виробів: Навч. посібник. / Г.І. Слинько, С.Б. Беліков, О.М. Улітенко – Мелітополь, 2011 – 360 с.

Допоміжна

5. Ханик Я.М. Енергозбереження: Ч.1 Термодинаміка. / Ханик Я.М., Гнатишин Я.М.: Навч. посібник. – Львів: Афіша, 2004. – 205 с.
6. Константинов С.М. Технічна термодинаміка: підручник / – К.: "Політехніка" НТУУ "КПІ", 2001. – 368 с.
7. Константинов С.М. Теоретичні основи теплотехніки: підручник / С. М. Константинов, Є. М. Панов. – К.: Золоті ворота, 2012. – 592 с.

Інформаційні ресурси

8. Степанов, Д. В. Котельні установки промислових підприємств: навчальний посібник / Д.В. Степанов, Є.С. Корженко, Л.А. Боднар. – Вінниця: ВНТУ, 2011. – 120 с. – Режим доступу: <https://posibnyku.vntu.edu.ua/pdf/000805.pdf>
9. Драганов Б.Х., Іщенко В.В., Шеліманова О.В. Експлуатація теплоенергетичних установок і систем: підручник. / Драганов Б.Х., Іщенко В.В., Шеліманова О.В.; За ред. професора Б.Х. Драганова. – К. : Аграрна освіта, 2009. – 230 с. – Режим доступу: http://www.agrosvita.com/sites/default/files/libery/energgameh/ETUIS_new.pdf

Методичне забезпечення

1. Методичні вказівки до виконання контрольних робіт та індивідуальних розрахунково-графічних завдань з дисциплін «Енергетичні установки», «Теплові процеси та установки» для студентів спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» денної та заочної форм навчання. / Укл.

П.В. Цокотун, Н.Є. Рябошапка. – Запоріжжя: НУ«Запорізька Політехніка», 2019. – 39 с. (№ 8193е)

2. Методичні вказівки до самостійної роботи з дисциплін “Енергетичні установки”, “Теплові процеси та установки” для студентів спеціальності 141 “Електроенергетика, електтехніка та електромеханіка” денної та заочної форм навчання /Уклад. Н.Є. Рябошапка, П.В. Цокотун. – Запоріжжя: НУ“Запорізька Політехніка”, 2019. – 77 с. (№ 8195е)