



Силабус освітнього компонента

Програма навчальної дисципліни



Агрегати наддуву та системи утилізації теплоти

Шифр та назва спеціальності

142 – Енергетичне машинобудування

Інститут

ННІ Енергетики, електроніки та електромеханіки

Освітня програма

Енергетика

Кафедра

Двигунів та гібридних енергетичних установок
(124)

Рівень освіти

Бакалавр

Тип дисципліни

Вільного вибору профільної підготовки

Семестр

5

Мова викладання

Українська

Викладачі, розробники



Савченко Анатолій Вікторович

Anatolii.Savchenko@khti.edu.ua

Кандидат технічних наук, старший викладач кафедри двигунів та гібридних енергетичних установок НТУ «ХПІ»

Досвід роботи – понад 5 років. Автор більш, ніж 30 наукових та навчально-методичних праць. Провідний лектор з дисциплін «Установки з двигунами внутрішнього згоряння», «Агрегати наддуву та системи утилізації теплоти», «Прикладна теорія коливань», «Теорія двигунів внутрішнього згоряння».

[Детальніше про викладача на сайті кафедри](#)

Загальна інформація

Анотація

В рамках курсу вивчаються поняття, види та схеми наддуву, конструкція агрегатів наддуву, основи теорії, робочі процеси і показники лопаткових машин, характеристики, основи регулювання агрегатів наддуву, системи утилізації теплоти двигунів внутрішнього згоряння.

Мета та цілі дисципліни

Мета вивчення дисципліни – забезпечення майбутніх фахівців теоретичними знаннями та практичними навичками з основ форсування двигунів внутрішнього згоряння (ДВЗ) за допомогою наддуву, утилізації теплоти відпрацьованих газів, теорії лопаткових машин та її використання для вибору ефективних систем наддуву та утилізації, розробки конструкції агрегатів, вузлів та деталей цих систем.

Формат занять

Лекції, практичні заняття, самостійна робота, консультації. Підсумковий контроль – іспит.

Компетентності

СК 01. Здатність застосовувати спеціалізовані концептуальні знання, що включають сучасні наукові здобутки в сфері енергетичного машинобудування.

СК 07. Здатність приймати ефективні рішення з виробництва і експлуатації енергетичного та теплотехнологічного обладнання з урахуванням вимог щодо якості, екологічності, надійності, конкурентноздатності та охорони праці.

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 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 6. Розробляти і проектувати вироби в галузі енергетичного машинобудування, процеси і системи, що задовольняють конкретні вимоги, які можуть включати обізнаність про нетехнічні (суспільство, здоров'я і безпека, навколишнє середовище, економіка і промисловість) аспекти; обрання і застосовування адекватної методології проектування.

ПР 14. Застосовувати норми інженерної практики у сфері енергетичного машинобудування.

ПРП 3. Застосовувати знання щодо енергетичного обладнання і принципів роботи двигунів та гібридних енергетичних установок, практичні навички вирішення інженерних завдань проектування енергетичного обладнання з використанням сучасних цифрових технологій.

Обсяг дисципліни

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

Передумови вивчення дисципліни (пререквізити)

Для успішного проходження курсу необхідно мати знання та практичні навички з дисциплін Вища математика, Фізика, Екологія, Гідрогазодинаміка, Матеріалознавство та технологія конструкційних матеріалів, Опір матеріалів, Електротехніка та електроніка, Основи конструювання, Вступ до спеціальності, Інформаційні технології та програмування в двигунах внутрішнього згорання.

Особливості дисципліни, методи та технології навчання

Лекції відбуваються за допомогою інтерактивного підходу та використання мультимедійних технологій. Під час практичних робіт особлива увага приділяється інтеграції завдань, а також навчанні на основі отримання практичного досвіду. Отримані в ході практичних занять навички використовуються під час виконання індивідуальних розрахункових завдань.

Програма навчальної дисципліни

Теми лекційних занять

Вступ. Зміст навчальної дисципліни. Предмет та завдання курсу. Короткий історичний екскурс з питань наддуву ДВЗ. Етапи розвитку газової динаміки, яка є теоретичною базою створення ефективних агрегатів наддуву. Роль вітчизняних вчених у створенні теорії й практики використання комбінованих ДВЗ з системами наддуву.

Тема 1. Поняття, види та схеми наддуву

Поняття наддуву, основні терміни й визначення. Агрегатний і безагрегатний наддув.

Рефрижераційний, інерційний та швидкісний наддув. Схеми з приводним компресором

(механічний наддув) і вільним турбокомпресором. Комбінована схема наддуву, з використанням надлишків потужності силової газової турбіни.

Тема 2. Агрегати наддуву двигунів внутрішнього згоряння.

Одноступінчастий відцентровий компресор. Загальна схема та основні елементи, їх призначення. Основні перетини компресора. Робота компресора, Зміна параметрів повітря за перетинами. Основні швидкості в потоці. Трикутники швидкостей, їх побудова.

Тема 3. Газова турбіна.

Класифікація. Турбіни ізобарні та імпульсні, активні та реактивні, однозаходні і багатозаходні, парціальні і повнопотокові, осьові і радіально-осьові. Устрій і робота осьової газової турбіни. Призначення основних її елементів. Особливості обтікання робочих лопаток. Принципи проектування каналів. Основні перетини турбіни. Трикутники швидкостей Зміна параметри газа

Тема 4. Основи теорії лопаткових машин

Векторні лінії та поверхні. Розподіл маси в газовому середовищі. Рівняння нерозривності для елементарного струмка. Рівняння кількості руху для елементарного струмка. Рівняння моментів кількості руху для елементарного струмка. Турбінне рівняння Ейлера.

Тема 5. Рівняння збереження енергії у загальному вигляді.

Рівняння збереження енергії у тепловій формі, часткові випадки його застосування: теплоізолюваний колектор, турбіна або компресор, вентилятор, теплообмінники, максимальна швидкість газу, ентальпія гальмування, температура гальмування. Рівняння збереження енергії в механічній формі (рівняння Бернуллі), часткові випадки його застосування: ізобарний потік, ізохорний потік, ізотермічний потік, ізентропний потік, політропний потік.

Тема 6. Робочі процеси і показники лопаткових машин.

Робочий процес компресора і його відображення в p - V координатах. Втрати енергії в компресорі. Основні показники роботи компресора.

Робочий процес турбіни і його відображення в H - S координатах. Основні показники роботи турбіни. Баланс потужностей турбіни і компресор. Рівняння Рото.

Тема 7. Характеристики лопаткових машин.

Характеристики компресора. Експериментальні дослідження компресора. Помпаж, «запирання» каналів, втрати енергії в компресорі. Обробка експериментальних даних. Характеристики турбіни. Експериментальні дослідження турбіни, обробка експериментальних даних. Побудова сполученої характеристики турбокомпресора. Спільна робота двигуна з турбокомпресором.

Тема 8. Основи регулювання.

Мета регулювання, класифікація способів регулювання. Регулювання систем з одноступінчастим наддувом. Способи зовнішнього регулювання. Способи внутрішнього регулювання. Регулювання систем з дво- або багатоступінчастим наддувом.

Теми практичних занять

Тема 1. Виконання розрахункової роботи з розрахунку турбокомпресора системи наддуву.

Обґрунтування вибору нагнітача наддувного повітря. Особливості розрахунку вхідного пристрою. Розрахунок параметрів робочого колеса. Розрахунок безлопаткового дифузора. Розрахунок лопаткового дифузора. Розрахунок завитки. Визначення показників ефективності роботи компресора. Аналіз результатів розрахунку. Побудова трикутників швидкостей на вході та виході робочого колеса. Оформлення звіту та захист роботи.

Теми лабораторних робіт

Навчальним планом непередбачено.

Самостійна робота

Студентам рекомендуються додаткові матеріали до самостійного розширеного опрацювання та аналізу тем та питань, які викладаються на лекційних заняттях, підготовки до практичних занять, виконання розрахункової роботи.

Література та навчальні матеріали

Основна література

- 1 А.П. Марченко, І.В. Парсаданов, Л.Л. ТОВАЖНЯНСЬКИЙ та ін. Двигуни внутрішнього згоряння : Серія підручників у 6 томах. / За ред. А.П. Марченка. – Харків : Видавничий центр НТУ «ХПІ», 2014.
- 2 Heywood John B. Internal Combustion Engine fundamentals / Textbook – New York: Mc Graw-Hill Book Company, 1988. – 929 p.
- 3 Дяченко. Двигуни внутрішнього згоряння. Теорія. – Харків : НТУ«ХПІ», 2008. –488 с.
4. Методичні вказівки до виконання курсової роботи «Вибір параметрів і газодинамічний розрахунок турбокомпресора ДВЗ» з дисципліни «Газова динаміка та агрегати наддуву для студентів спеціальності 7.0902110 – «Двигуни внутрішнього згоряння» / Уклад. А.П. Марченко, І.В. Парсаданов.– Харків: НТУ ХПІ, 2006.– 44 с.

Додаткова література

- 1 Тимченко І.І. Автомобільні двигуни / І.І. Тимченко, Ю.Ф. Гутаревич, К.Є. Долганов та ін. – Харків: Основа, 1995. – 476 с.

Система оцінювання

Критерії оцінювання успішності студента та розподіл балів

100% підсумкової оцінки складаються з результатів оцінювання індивідуального розрахункового завдання (25%) та поточного оцінювання (75%).
Поточне оцінювання: 3 онлайн контрольні роботи (по 25%).
За відсутності виконання та оцінювання індивідуального розрахункового завдання студент до підсумкового контролю не допускається.

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

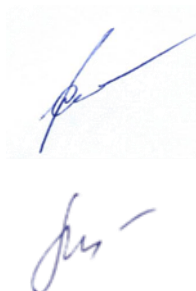
Норми академічної етики і політика курсу

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 4.07.2023

4.07.2023



Завідувач кафедри
Сергій КРАВЧЕНКО

Гарант ОП
Оксана ЛИТВИНЕНКО