



Силабус освітнього компонента

Програма навчальної дисципліни

Тепло- та масообміні процеси в двигунах внутрішнього згоряння

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

Магістр

Тип дисципліни

Профільна, вибіркова

Семестр

1

Мова викладання

Українська

Викладачі, розробники



Пильов Володимир Олександрович

volodymyr.pylov@khp.edu.ua

Доктор технічних наук, професор, професор кафедри двигунів та гібридних енергетичних установок НТУ «ХПІ»

Досвід роботи – понад 25 років. Автор більш, ніж 200 наукових та навчально-методичних праць. Провідний лектор з дисциплін «Програми, проекти та перспективні рішення в енергетичному машинобудуванні», «Спеціальні розділи фізики: тепломасообмін в двигунобудуванні», «Конструкції енергетичних установок транспортних засобів».

[Детальніше про викладача на сайті кафедри](#)

Загальна інформація

Анотація

В рамках курсу вивчаються поняття, види тепломасообміну та основи і особливості теорії відповідних розрахунків в галузі двигунобудування, засвоєння практичних навичок з виконання таких розрахунків, що відповідає стандарту спеціальності 142.

Мета та цілі дисципліни

Мета вивчення навчальної дисципліни обумовлена потребою забезпечення майбутніх фахівців теоретичними знаннями та практичними навичками, необхідними для створення нових конструкцій компонентів та систем ДВЗ. Засвоєння дисципліни націлено на здобуття знань та навичок, необхідних для формування фахівця-магістра професійного спрямування з енергетичного машинобудування.

Формат занять

Лекції, практичні заняття, самостійна робота, КР, консультації. Підсумковий контроль – екзамен.

Компетентності

СК 02. Здатність критично осмислювати проблем і перспектив розвитку у сфері енергетичного машинобудування та дотичних міждисциплінарних проблем.

СК 03. Здатність аналізувати та комплексно інтегрувати сучасні знання з природничих, інженерних, суспільно-економічних та інших наук для розв'язання складних задач і проблем, пов'язаних з проектуванням та експлуатацією енергетичного і теплотехнологічного обладнання.

СК 04. Здатність аналізувати, оцінювати та застосовувати науково-технічну інформацію в галузі енергетичного машинобудування.

СК 05. Здатність розробляти та впроваджувати інноваційні проекти і програми, забезпечувати конкурентоздатність продукції, здійснювати техніко-економічне обґрунтування проєктів у галузі енергетичного машинобудування.

СК 09. Здатність застосовувати математичні моделі, розрахункові методи, методології та спеціалізоване програмне забезпечення, для розв'язання інженерних задач в галузі енергетичного машинобудування.

Результати навчання

РН1. Застосовувати спеціалізовані концептуальні знання, що включають сучасні наукові здобутки, а також критичне осмислення сучасних проблем у галузі енергетичного машинобудування для розв'язування складних задач професійної діяльності.

РН2. Здійснювати пошук необхідної інформації у науково-технічній і патентній літературі, базах даних, інших джерелах з технологій і процесів у галузі енергетичного машинобудування, на їх основі, систематизувати, аналізувати та оцінювати відповідну інформацію.

РН3. Формулювати і розв'язувати складні інженерні, виробничі та/або дослідницькі задачі під час проектування, виготовлення і експлуатації енергетичного обладнання та створення конкурентоспроможних розробок, втілення результатів у інноваційних проєктах.

РН4. Розробляти і реалізовувати проекти у галузі енергетичного машинобудування та пов'язані з нею міждисциплінарні проекти з урахуванням технічних, економічних, правових, соціальних та екологічних аспектів.

РН 5. Створювати новітні технології та процеси і обґрунтовувати вибір обладнання та інструментів, з урахуванням обмежень в енергетичному машинобудуванні на основі сучасних знань в енергетичній та суміжних галузях.

РН7. Приймати ефективні рішення з інженерних та управлінських питань у галузі енергетичного машинобудування в складних і непередбачуваних умовах, у тому числі із застосуванням сучасних методів та засобів оптимізації, прогнозування та прийняття рішень.

РН 8. Розробляти, обирати та застосовувати ефективні розрахункові методи розв'язання складних задач енергетичного машинобудування.

РН9. Формулювати та вирішувати інноваційні задачі галузі енергетичного машинобудування з урахуванням вимог до результатів, технічних стандартів, а також нетехнічних (суспільство, здоров'я і безпека, інтелектуальна власність, навколишнє середовище, економіка і виробництво) аспектів.

РН10. Вільно спілкуватися державною та іноземною мовами усно і письмово для обговорення професійних проблем і результатів досліджень та інновацій.

РН 11. Презентувати результати досліджень та інновацій, зрозуміло і недвозначно доносити власні знання, висновки та аргументацію до фахівців і нефаківців.

РН13. Управляти складними робочими процесами у галузі енергетичного машинобудування, у тому числі такими, що є непередбачуваними та потребують нових стратегічних підходів.

РН14. Виявляти наукову сутність проблем у професійній сфері, обирати оптимальні методи їх розв'язання.

РН 15. Використовувати та аналізувати методи оптимізації для розв'язання складних інженерних задач в галузі енергетичного машинобудування.

Обсяг дисципліни

Загальний обсяг дисципліни 150 год. (5 кредитів ECTS): лекції – 48 год., практичні заняття – 16 год., самостійна робота – 86 год.

Передумови вивчення дисципліни (пререквізити)

Для успішного проходження курсу необхідно мати знання та практичні навички з дисциплін «Фізика», «Вища математика», «Основи теплообміну», «Гідрогазодинаміка», «Системи автоматизованого проектування», «Конструкції енергетичних установок транспортних засобів», «Теорія двигунів внутрішнього згорання».

Особливості дисципліни, методи та технології навчання

Лекції проводяться з використанням інтерактивного підходу, із застосуванням мультимедійних технологій. Під час виконання практичних та курсової роботи передбачено використання інтеграції задач та використання CAD/CAE-систем, навчання на основі отримання досвіду. Отримані під час практичних занять вміння застосовуються при виконанні курсової роботи.

Програма навчальної дисципліни

Теми лекційних занять

Вступ

Організаційні питання. Розподіл навчального часу за окремими видами навчальних занять. Зміст лекційного курсу. Актуальність, мета вивчення дисципліни і її місце в системі знань і навичок фахівця. Основна і допоміжна література.

Тема 1. Загальні основи теплопровідності

Основні закони переносу теплоти. Загальна система рівнянь задачі теплопровідності. Початкові та граничні умови. Різноманітність задач теплопровідності в ДВЗ.

Тема 2. Постановка та розв'язання задач теплопровідності

Стаціонарні задачі теплопровідності. Одномірна задача при різних граничних умовах. Багатошарова плоска стінка. Теплопередача крізь плоску пластину. Теплопередача крізь циліндричну стінку. Вісьосиметричні задачі теплопровідності. Об'ємні задачі теплопровідності. Зворотні задачі теплопровідності.

Нестаціонарні задачі теплопровідності. Задача установа. Високочастотні та низькочастотні коливання температури деталей камери згорання двигуна.

Тема 3. Загальні основи конвективного теплообміну

Природа та види конвекції. Конвективний теплообмін.

Фізичні властивості рідини. Особливості потоку рідини. Пограничний шар.

Тема 4. Постановка та розв'язання задач конвективного теплообміну в ДВЗ

Система диференціальних рівнянь конвективного теплообміну. Теорія подібності. Критерії подібності.

Тема 5. Загальні основи теплообміну випромінюванням

Види променевих потоків. Основні закони теплового випромінювання. Випромінювання газів і парів. Випромінювання твердих тіл. Теплообмін між двома тілами, що довільно розташовані у просторі.

Тема 6. Постановка та розв'язання задач теплообміну випромінюванням в ДВЗ

Розподіл між складовими конвективного та променевого теплообміну в ДВЗ.

Тема 7. Складний теплообмін в циліндрі двигуна

Методика визначення локального миттєвого теплового потоку від робочого тіла в циліндрі двигуна. Методики визначення конвективної складової теплообміну. Методики визначення променевої складової теплообміну.

Тема 8. Теплообмін деталей камери згорання з охолоджуючим середовищем

Тепловіддача від гільзи в охолоджуюче середовище. Тепловіддача від головки циліндрів в охолоджуюче середовище.

Тема 9. Математичне моделювання теплообміну в ДВЗ

Загальний аналіз методів прогнозування граничних умов. Загальний аналіз чисельних методів розрахунку температурного стану деталей камери згорання: постановка задачі, основні рівняння, реалізація чисельних рішень.

Тема 10. Масообмінні процеси в ДВЗ та їх моделювання

Основні задачі, що потребують моделювання процесів масообміну в ДВЗ. Чисельні методи моделювання процесів масообміну в ДВЗ. Особливості моделювання течії газів в ДВЗ. Особливості

моделювання течії рідини в блоці циліндрів та головці циліндрів ДВЗ. Особливості моделювання течії оливи при охолодженні поршня ДВЗ. Інші можливі задачі моделювання процесів масообміну в ДВЗ (водомасляний теплообмінник, радіатор, демпфер крутильних коливань тощо).

Теми практичних занять

Тема 1. Постановка та розв'язання задач теплопровідності.

Багатошарова плоска стінка та інші аналітичні рішення найпростіших задач в ДВЗ та їх обмеження.

Тема 2. Постановка та розв'язання задач конвективного теплообміну в ДВЗ

Методи розв'язання задач конвективного теплообміну в ДВЗ і їх аналіз.

Тема 3. Постановка та розв'язання задач теплообміну випромінюванням в ДВЗ

Методика визначення теплового випромінювання в циліндрі ДВЗ.

Тема 4. Складний теплообмін в циліндрі двигуна

Методики визначення середньоциклового теплового потоку від робочого тіла в циліндрі двигуна.

Тема 5. Теплообмін деталей камери згоряння з охолоджуючим середовищем

Урахування масляного охолодження поршня.

Тема 6. Математичне моделювання теплообміну в ДВЗ

Особливості розв'язання стаціонарних та нестаціонарних задач теплопровідності деталей ДВЗ.

Теми лабораторних робіт

Навчальним планом непередбачено.

Самостійна робота

Курс передбачає виконання індивідуального розрахункового завдання у вигляді курсової роботи «Дослідження теплонапруженого стану поршня». Результат роботи оформлюється у письмовий звіт.

Студентам рекомендуються додаткові матеріали до самостійного розширеного опрацювання та аналізу тем та питань, які викладаються на лекційних заняттях, підготовки до практичних занять, виконання курсової 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 Пильов В.О. Автоматизоване проектування поршнів швидкохідних дизелів. – Харків: НТУ „ХПІ”, 2001. – 321 с.
- 3 Дяченко. Двигуни внутрішнього згоряння. Теорія. – Харків: НТУ«ХПІ», 2008. –488 с.
- 4 Павловський В. Г. Термодинаміка фізико-енергетичних процесів. Навч. посібник / В. Г. Павловський, Г. І. Павловський. – Харків : НТУ «ХПІ», 2006. – 332 с.
- 5 Теплотехніка : підручник / О. Ф. Буляндра, Б. Х. Драганов, В. Г. Федорів та ін. ; за ред. Б.Х. Драганова, О.Ф. Буляндри. – Київ : Вища шк., 1998.– 334 с.
- 6 Тепломасообмін (основи теорії і розрахунку) : навч. посіб. / А. І. Погорелов. – 4-те вид., випр. – Львів : Новий Світ-2000, 2006. – 144 с.
- 7 Методичні вказівки до розрахункової роботи "Дослідження теплонапруженого стану поршня" з дисципліни "Теплообмін у ДВЗ" [Електронний ресурс] : для студентів спец. 142 "Енергетичне машинобудування" / уклад.: В. О. Пильов, О. Ю. Ліньков, О. В. Триньов. – Електрон. текст. дані. – Харків, 2020. – 28 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.
- 2 Акмен Р. Г.Тепло- та масообмін. Текст лекцій. – Харків : НТУ «ХПІ», 2009. – 148 с.

- 3 Буляндра, О. Ф. Технічна термодинаміка : підруч. для студентів енерг. спец. вищ. навч. закладів / О. Ф. Буляндра. – Київ : Техніка, 2001. – 320 с.: іл. – Бібліогр.: с. 315.
- 4 Moran M. J. Fundamentals of engineering thermodynamics / M. J. Moran, H. N. Shapiro, D. D. Boettner, M. B. Bailey. – Danvers : John Wiley & Sons, Inc., 2011. – 1026 pp.
- 5 Atkins P. W. The Second Law / P. W. Atkins. – New York : Scientific American Library, 1984. – 230 pp.
- 6 Lienhard J.H. A Heat Transfer Textbook / J.H. Lienhard, J.H. Lienhard. – Cambridge, 2018. – 784 pp.

Система оцінювання

Критерії оцінювання успішності студента та розподіл балів

100% підсумкової оцінки складаються з результатів оцінювання КР (25%) та поточного оцінювання (75%).
 Поточне оцінювання: 3 онлайн контрольні роботи (по 25%).
 За відсутності виконання та оцінювання курсової роботи 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



Завідувач кафедри
Сергій КРАВЧЕНКО

4.07.2023



Гарант ОП
Олена АВДЄЄВА