



Силабус освітнього компонента

Програма навчальної дисципліни



Методи дослідження процесів теплообміну

Шифр та назва спеціальності

142 – Енергетичне машинобудування

Інститут

ННІ Енергетики, електроніки та електромеханіки

Освітня програма

Енергетика

Кафедра

Турбінобудування (122)

Рівень освіти

Бакалавр

Тип дисципліни

Вибіркова профілізації

Семестр

7

Мова викладання

Українська

Викладачі, розробники



Михайлова Ірина Олександрівна

Iryna.Mykhailova@khnpu.edu.ua

кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри турбінобудування НТУ "ХП"

Досвід роботи – понад 19 років. Автор понад 40 наукових і навчально-методичних праць. Лектор з дисциплін: «Комп'ютерні технології в проєктуванні», «Комп'ютерне моделювання теплових схем турбоустановок (АхСУСЛЕ)», «Розрахунок на міцність елементів турбомашин», «Газоперекачувальні станції та газові мережі», тощо.

[Детальніше про викладача на сайті кафедри](#)

Загальна інформація

Анотація

В межах курсу "Методи дослідження процесів теплообміну" студенти отримують знання щодо моделювання процесів конвективного теплообміну, обробки і узагальнення результатів опитів, методи вимірів та спостережень. Розглядаються питання сучасної техніки теплофізичного експерименту та приділяється увага виробленню навичок правильного вимірювання фізичних величин і обробки експериментальних результатів.

Мета та цілі дисципліни

Розвинути у студентів практичні навички моделювання процесів конвективного теплообміну в елементах енергетичного обладнання. Розглянути теорію подібності та теорію розмірностей, які є теоретичною основою теплофізичного експерименту. Навчитися застосовувати методи проведення теплофізичного експерименту та вимірювання, методи обробки результатів експерименту. Ознайомитись і проаналізувати вже відомі дослідження з теплообміну.

Формат занять

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

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.

ЗК 15. Здатність забезпечувати якість виконуваних робіт.

ФК 1. Здатність продемонструвати систематичне розуміння ключових аспектів та концепції розвитку галузі енергетичного машинобудування.

ФК 2. Здатність застосовувати свої знання і розуміння для визначення, формулювання і вирішення інженерних завдань з використанням методів електричної інженерії

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 18. Ефективно спілкуватися з питань інформації, ідей, проблем та рішень з інженерним співтовариством і суспільством загалом.

ПР 19. Ефективно працювати в національному та міжнародному контексті, як особистість і як член команди, і ефективно співпрацювати з інженерами та неінженерами.

ПР 20. Розуміння необхідності самостійного навчання протягом життя.

ПР 21. Аналізувати розвиток науки і техніки.

ПРП 2. Застосовувати знання щодо енергетичного обладнання і принципів роботи теплових та атомних електричних станцій, практичні навички вирішення інженерних завдань проектування енергетичного обладнання з використанням сучасних цифрових технологій

Обсяг дисципліни

Загальний обсяг дисципліни 120 год. (4 кредитів ECTS): лекції – 30 год., практика – 10 год., самостійна робота – 80 год.

Передумови вивчення дисципліни (пререквізити)

Для успішного проходження даного курсу необхідні знання та навички, що були надбані у результаті вивчення дисциплін: Вища математика, Теорія та цифрові моделі парових турбін, Основи теплообміну, Тепло і масообмінні процеси, апарати та установки, Комп'ютерне моделювання теплових схем турбоустановок (AxCYCLE), Методи дослідження процесів теплообміну.

Особливості дисципліни, методи та технології навчання

Вивчення матеріалу дисципліни проходить за допомогою лекційних занять з використанням мультимедійних технологій (презентацій), та практичних занять (вирішення задач), виконання розрахункової роботи. З метою активізації навчально-пізнавальної діяльності, студенти обговорюють пройдений матеріал, відповідають на запитання викладача, обговорюють результати розрахункової роботи.

Програма навчальної дисципліни

Теми лекційних занять

Тема 1. Введення. Екскурс в історію науки про теплообмін.

Початок історії науки про теплообмін. Світові особистості, що розвивали науку про теплообмін. Наукові інститути теплообміну в Україні.

Тема 2. Подоба і моделювання процесів конвективного теплообміну.

Крайова задача конвективного теплообміну (Умови однозначності). Про рішення задачі конвективного теплообміну. Умови подоби фізичних процесів.

Тема 3. Зменшення набору змінних аналіз розмірностей загальні положення.

Теорема Букінгема. Метод послідовного виключення розмірностей. Вибір безрозмірних комбінацій та змінних. Приклади.

Тема 4. Обробка і узагальнення результатів дослідів.

Методи експериментального визначення коефіцієнтів тепловіддачі і теплового потоку. Постановка задачі знаходження коефіцієнта тепловіддачі. Визначення коефіцієнта тепловіддачі в каналах при течії рідини в каналах. Альфа-калориметричний спосіб визначення коефіцієнта тепловіддачі. Використання рідких кристалів для визначення тепловіддачі. Осереднення коефіцієнтів тепловіддачі. Осереднення температури рідини по перетину каналу. Обробка результатів дослідів методом найменших квадратів.

Тема 5. Природа експериментальних помилок і невизначень.

Види помилок. Природа випадкових помилок та невизначеностей. Показники випадкової помилки. Визначення випадкової помилки вимірювальної системи. «Найкращий» результат вибірки. Помилка та невизначеність експерименту в цілому.

Тема 6. Основні методи вимірювань і спостережень.

Вимірювання температури. Вимірювання тиску та швидкості в потоці рідини.

Тема 7. Приклади теплофізичних експериментів.

Дослідження тепловіддачі на турбінних лопатках (Капінос В.М., Слітенко О.Ф.)

Тема 8. Вплив конденсації пари на тепловий стан моделі зовнішнього корпусу турбіни (Г.І. Павловський, В.В. Соловей, А.І. Тарасов)

Тема 9. Експериментальне дослідження теплообміну при перебігу середовища в радіальному конфузори, що обертається (В.М. Капінос, В.М. Пустовалов, О.П. Рудько)

Тема 10. Аналіз процесу тепловіддачі при охолодженні поверхні дисперсним газорідним потоком (Н. Б. Чиркін)

Тема 11. Експериментальне дослідження температурних напруг у моделі корпусу турбіни (Г.І.Павловський, В.А.Палей, Ю.В. Пегельгузов, Л.В.Поволоцький, В.В.Соловей, А.І.Тарасов)Принципові теплові схеми електростанції на органічному паливі. Принципові теплові схеми АЕС.

Тема 12. Рахунково-імпульсний метод дослідження розподілу крапель за розмірами в дисперсних потоках (Е. Р. Братута, А. Р., Пересілков).

Теми практичних занять

Тема 1. Вирішення задач за темою " Подоба і моделювання процесів конвективного теплообміну". Чисельний розрахунок одномірного температурного поля на рівномірній сітці.

Тема 2. Вирішення задач за темою " Зменшення набору змінних аналіз розмірностей" Вирішення розмірних систем Релеєвський метод. π -теорема

Тема 3. Вирішення задач за темою " Зменшення набору змінних аналіз розмірностей." Метод послідовного виключення розмірностей.

Тема 4. Вирішення задач за темою " Обробка і узагальнення результатів дослідів." Визначення коефіцієнта тепловіддачі в каналах при течії рідини в каналах. Альфа-калориметричний спосіб визначення коефіцієнта тепловіддачі.

Тема 5. Вирішення задач за темою " Обробка і узагальнення результатів дослідів." Обробка результатів експерименту. Метод найменших квадратів.

Теми лабораторних робіт

Лабораторні заняття в межах даного курсу не передбачені.

Самостійна робота

1. Опрацювання лекційного матеріалу.
2. Підготовка до практичних занять.
3. Підготовка до контрольних робіт.
4. Самостійне вивчення тем та питань, які не викладаються на лекційних заняттях:
5. Виконання індивідуального завдання (Розрахункова робота)
6. Інші види самостійної роботи

Література та навчальні матеріали

1. Конспект лекцій з курсу " Методи дослідження процесів теплообміну" / Уклад. Тарасов О.І., Литвиненко О.О., Михайлова І.О. - Харків, НТУ "ХПІ" - 2023 р. - 120 с. - (Електронна версія)
2. Методичні вказівки до розрахункової роботи «Чисельний розрахунок одномірного температурного поля на рівномірній сітці», для студентів спеціальності 142 «Енергетичне машинобудування» / Уклад. Пустовалов В. М., Михайлова І. О., Воронович Л. Г. - Харків, НТУ "ХПІ" - 2022 р. - 12 с. - (Електронна версія)
3. Тарасов О. І. Теплофізичний експеримент в системі освіти магістрів теплотехнічних спеціальностей / О. І. Тарасов, О. О. Литвиненко, І. А. Михайлова, С. П. Науменко // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Енергетичні та теплотехнічні процеси й устаткування. – 2020. – № 1(3). – С. 15–23. – Бібліогр.: 4 назв. – ISSN 2078-774X (print), ISSN 2707-7543 (on-line). – doi: 10.20998/2078-774X.2020.01.03.

Додаткова:

4. Han J.C., Dutta S., Ekkad S. Gas turbine heat transfer and cooling technology, Taylor & Francis, NY-London, 2000, 646 pp.
5. Lucia S., Terzis A., Ott P., Cochet M. Heat transfer characteristics of high crossflow impingement channels: effect of number holes- Proceeding of the institute of mechanical engineers, part A: Journal of Power and Energy, 2015 <https://doi.org/10.1177/0957650915594074>

Система оцінювання

Критерії оцінювання успішності студента та розподіл балів

Опис структури підсумкової оцінки, обов'язкових завдань та процедури нарахування балів, особливо звертаючи увагу на самостійну роботу та індивідуальні завдання.

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

20.08.2023 р.



Завідувач кафедри
Олександр УСАТИЙ

20.08.2023 р.



Гарант ОП
Оксана ЛИТВИНЕНКО