

Київський національний університет
будівництва і архітектури
Кафедра теплотехніки

Шифр Спеціальності 144	Назва спеціальності, освітньої програми Теплоенергетика, ОП «Енергетичний менеджмент, енергоефективні муніципальні та промислові теплові технології»	Сторінка 1 з 5
------------------------------	--	----------------

«Затверджую»

Завідувач кафедри теплотехніки
д.т.н., професор О.В.Приймак
31.08.2022 р.

Розробник
д.т.н., професор О.В.Приймак
31.08.2022 р.



СИЛАБУС

Дисципліна обов'язкової компоненти

Тепломасообмін

1) Шифр за освітньою програмою: ОК 22				
2) Навчальний рік: 2022/2023				
3) Освітній рівень: перший (бакалаврський)				
4) Форма навчання: денна, заочна				
5) Галузь знань: 14- Електрична інженерія				
6) Спеціальність, назва освітньої програми: 144 «Теплоенергетика», «Енергетичний менеджмент, енергоефективні муніципальні та промислові технології»				
8) Статус освітньої компоненти: обов'язкова				
9) Семестр: четвертий				
11) Контактні дані викладача: професор кафедри теплотехніки, професор Приймак Олександр Вікторович, prymak.ov@knuba.edu.ua , +380503398494				
12) Мова викладання: українська				
13) Пререквізити ОК 8 - Вища математика, ОК 9 – Фізика, ОК 10 - Хімія				
14) Мета курсу: формування необхідних компетенцій щодо законів і методів тепломасообміну та вміння їх застосовувати для вирішення конкретних прикладних завдань.				
15) Результати навчання:				
№	Програмний результат навчання	Метод перевірки навчального ефекту	Форма проведення занять	Посилання на компетенції

1.	ПР-5. Обирати і застосовувати придатні типові аналітичні, розрахункові та експериментальні методи; правильно інтерпретувати результати таких досліджень.	Екзамен. Курсова робота.	Лекційні, практичні лабораторні заняття в аудиторії/ самостійна робота студента	ІК, ЗК2-4; СК2-6,9
2.	ПР-7. Розробляти і проектувати складні вироби в теплоенергетичній галузі, процеси і системи, що задовольняють встановлені вимоги, які можуть включати обізнаність про технічні й нетехнічні (суспільство, здоров'я і безпека, навколишнє середовище, економіка і промисловість) аспекти.	-//-	-//-	ІК, ЗК1-5,7, СК1-14
3.	ПР-9. Вміти знаходити необхідну інформацію в технічній літературі, наукових базах даних та інших джерелах інформації, критично оцінювати і аналізувати її.	-//-	-//-	ІК, ЗК1,3,4,6, 8; СК2,5,8- 10,14
4.	ПР-12. Розуміти ключові аспекти та концепції теплоенергетики, технології виробництва, передачі, розподілу і використання енергії.	-//-	-//-	ІК ЗК2-4,6,7; СК1-9,12

16) Структура курсу:

Денна форма навчання

Лекції, год.	Практичні заняття, год.	Лабораторні заняття, год.	Курсовий проект/ курсова робота РГР/Контрольна робота	Самостійна робота студента, год.	Форма підсумкового контролю
30	30	16	Курсова робота	89	іспит
Сума годин:			165		
Загальна кількість кредитів ECTS:			5,5		
Кількість годин (кредитів ECTS) аудиторного навантаження:			76 годин (2,53 кредитів ECTS)		

Заочна форма навчання

Лекції, год.	Практичні заняття, год.	Лабораторні заняття, год.	Курсовий проект/ курсова робота РГР/Контрольна робота	Самостійна робота студента, год.	Форма підсумкового контролю
16	18	16	Курсова робота	115	іспит
Сума годин:			165		
Загальна кількість кредитів ECTS:			5,5		
Кількість годин (кредитів ECTS) аудиторного навантаження:			50 годин (1,67 кредитів ECTS)		

17) Зміст курсу: (окремо для кожної форми занять – Л/Пр/Лаб/ КР/СРС)

Лекції

Лекція 1. Вступ. Теплопровідність. Тема 1. Основні поняття і визначення тепломасообміну та положення теплопровідності. Тема 2. Температурне поле. Температурний градієнт. Тепловий потік. Тема 3. Гіпотеза Фур'є. Коефіцієнт теплопровідності. Висновки.

Лекція 2. Теплопровідність. Тема 1. Диференціальне рівняння теплопровідності. Умови однозначності для процесів теплопровідності. Теплопровідність при стаціонарному режимі. Передача теплоти через плоску стінку. Тема 2. Передача теплоти через циліндричну стінку. Критичний діаметр теплової ізоляції циліндричної стінки. Тема 3. Передача теплоти через кульову стінку. Теплопровідність в стрижні (ребрі) постійного поперечного перерізу. Висновки

Лекція 3 Теплопередача. Тема 1. Основні поняття та визначення. Теплопередача через багат шарову плоску стінку. Теплопередача через ребристу плоску стінку. Шляхи інтенсифікації теплопередачі. Тема 2. Теплопровідність при нестационарному режимі. Основні поняття та

визначення. Необмежена пластина. *Тема 3.* Циліндр нескінченної довжини. Куля. Регулярний режим теплопровідності. Теплопровідність в тілах складної форми. Висновки.

Лекція 4 Теплообмін конвекцією. *Тема 1.* Основні поняття та визначення. Фізичні властивості рідини. *Тема 2.* Диференціальні рівняння конвективного теплообміну. Гідродинамічний і тепловий приграничний шари. *Тема 3.* Основи теорії подібності і моделювання. Подібність процесів конвективного теплообміну. Висновки

Лекція 5. Теплообмін конвекцією. *Тема 1.* Приведення математичного формулювання крайової задачі до запису в безрозмірних змінних. *Тема 2.* Критерії подібності і рівняння подібності. *Тема 3.* Умови подібності фізичних процесів. Наслідки з умов подібності. Висновки

Лекція 6. Теплообмін конвекцією. *Тема 1.* Конвективний теплообмін в потоці рідини. Середня температура. Визначальна температура і характерний лінійний розмір. *Тема 2.* Теплообмін при ламінарному плині рідини в трубах. Теплообмін при турбулентному плині рідини в трубах. *Тема 3.* Теплообмін при перехідному режимі. Теплообмін при вимушеному русі рідини уздовж пластини. Висновки.

Лекція 7 Теплообмін конвекцією. *Тема 1.* Теплообмін при поперечному омиванні одиночної труби. Теплообмін при поперечному омиванні пучків труб. *Тема 2.* Теплообмін при вільному русі рідини. Теплообмін при зміні агрегатного стану речовини. *Тема 3.* Теплообмін при кипінні. Теплообмін при конденсації. Висновки.

Лекція 8 Теплообмін випромінюванням. *Тема 1.* Основні поняття та визначення. Положення теплообміну випромінюванням. *Тема 2.* Загальні відомості про теплове випромінювання. Основний закон поглинання. *Тема 3.* Основні закони теплового випромінювання. Висновки.

Лекція 9 Теплообмін випромінюванням. *Тема 1.* Теплообмін випромінюванням між твердими тілами. Екрани. *Тема 2.* Випромінювання газів. Складний променисто-конвективний теплообмін. *Тема 3.* Прикладні задачі теплообміну випромінюванням. Висновки.

Лекція 10. Масообмін. *Тема 1.* Основні поняття та визначення. Аналогія між тепло- і масообмінними процесами. *Тема 2.* Спільні процеси тепло- і масообміну. Характеристики перенесення маси і енергії в бінарній системі. *Тема 3.* Дифузія, закон Фіка. Висновки.

Лекція 11. Масообмін. *Тема 1.* Система диференціальних рівнянь для тепло- і масообміну. *Тема 2.* Аналогія процесів тепло- і масообміну при низької інтенсивності масообміну. Потрібна аналогія. *Тема 3.* Особливості тепло- і масообміну при значному поперечному потоці маси. Висновки.

Лекція 12 Теплообмінні апарати. *Тема 1.* Основні поняття та визначення. Класифікація. Принципи роботи та конструктивні особливості. *Тема 2.* Принципи і різновиди розрахунків. Проектний конструкторський та перевірочний. *Тема 3.* Тепловий розрахунок теплообмінних апаратів. Загальні положення. Середня різниця температур і методи її розрахунку. Висновки.

Лекція 13 Теплообмінні апарати. *Тема 1.* Теплова ефективність. *Тема 2.* Тепловий розрахунок рекуперативних теплообмінних апаратів. *Тема 3.* Методика інженерного розрахунку. Висновки.

Лекція 14 Теплообмінні апарати. *Тема 1.* Тепловий розрахунок регенеративних, ємкісних та змішувальних теплообмінників. *Тема 2.* Методика інженерного розрахунку. Висновки.

Лекція 15 Теплообмінні апарати. *Тема 1.* Гідромеханічний розрахунок теплообмінних апаратів. *Тема 2.* Методика інженерного розрахунку. *Тема 3.* Методи підвищення ефективності. Висновки.

Практичні заняття:

Заняття 1. Основні теплотехнічні вимірювальні величини. Основні поняття і визначення. Стаціонарні задачі теплопровідності.

Заняття 2. Нестационарне перенесення теплоти теплопровідністю. Багатовимірні задачі теплопровідності.

Заняття 3. Фізико-математичне моделювання задач теплопередачі.

Заняття 4. Тепловіддача конвекцією під час вільного руху середовищ у великому об'ємі. Тепловіддача під час вимушеного руху середовищ.

Заняття 5. Тепловіддача конвекцією під час зміни агрегатного стану рухомих середовищ.

Заняття 6. Основні поняття та визначення. Основні закони теплового випромінювання. Складний (променисто-конвективний) теплообмін.

Заняття 7. Основні поняття та визначення. Тепловий розрахунок теплообмінних апаратів. Перевірочний розрахунок теплотехнічних характеристик теплообмінного апарата. Висновки.

Заняття 8. Фізико-хімічні властивості середовищ у тепломасообміні. Механічний, аеродинамічний та гідрравлічний розрахунки теплообмінників.

Заняття 9. Розрахунок теплової потужності кожухотрубного теплообмінного апарату типу пара-вода.

Заняття 10. Конструкторський розрахунок кожухотрубного теплообмінного апарату типу пара-вода.

Заняття 12. Тепловий розрахунок кожухотрубного теплообмінного апарату типу пара-вода.

Заняття 13. Перевірочний розрахунок геометричних розмірів теплообмінного апарату типу пара-вода.

Заняття 14. Механічний розрахунок теплообмінного апарату типу пара-вода
Заняття 15. Гідравлічний розрахунок теплообмінного апарату типу пара-вода

Лабораторні заняття;

Заняття 1. Вимірювання основних теплотехнічних величини.
Заняття 2. Визначення коефіцієнта теплопровідності сипучих матеріалів методом кулі.
Заняття 3. Визначення коефіцієнта теплопровідності матеріалів методом пластини.
Заняття 4. Визначення коефіцієнти тепловіддачі конвекцією від горизонтальної сталеві труби до вільно омиваючого повітря.
Заняття 5. Визначення коефіцієнти тепловіддачі конвекцією від вертикальної сталеві труби до вільно омиваючого повітря.
Заняття 6. Визначення коефіцієнти тепловіддачі конвекцією від внутрішньої поверхні горизонтальної сталеві труби до вимушеного руху повітря всередині неї.
Заняття 7. Дослідження теплообміну випромінюванням між двома паралельними дисками.
Заняття 8. Дослідження процесів теплопередачі від водяної пари до води у рекуперативному кожухотрубному теплообміннику.

Курсова робота (тематика, зміст): Тема курсової роботи – конструювання теплообмінного апарата.

Мета роботи – формування в студентів творчих якостей інженерів на основі залучення їх до самостійного вирішення конкретних, близьких до виробничих завдань. Виховання в дусі відповідальності за кінцеві результати виконуваної інженерно-технічної роботи, привити інтерес і навички технічної творчості.

Тематика роботи формується з врахуванням сучасного стану технологій та їх розвитку.

Типовий зміст пояснювальної записки.

1. Теоретичні основи теплового розрахунку теплообмінника.
2. Розрахунок середнього температурного напору.
3. Тепловий конструкторський розрахунок теплообмінника з різними принципами дій і конструктивними особливостями.
4. Гідроаеродинамічний розрахунок.
5. Механічний розрахунок.
6. Висновки. Аналіз підвищення теплової, економічної та енергетичної ефективності.

Типовий зміст графічної частини.

1. Ескізне креслення теплообмінника у двох проекціях з необхідними виривами і розрізами (ф. А3).
Студент самостійно опрацьовує лекційний матеріал при підготовці до практичних занять, до лабораторних занять та їх захисту, самостійно виконує розділи курсової роботи.

Основна література:

1. Константинов С.М. Теплообмін: Підручник.- К.: ВПІ ВПК "Політехніка": Інрес, 2005.- 304 с.:іл.
2. Константинов С.М., Луцик Р.В. Збірник задач з технічної термодинаміки та теплообміну. Навч.посіб.-К.: Видавництво "Освіта України", 2009.-544 с.: іл.
3. Малкін Е.С. Спеціальні питання тепломасообміну /Е.С. Малкін, І.Е. Фуртат, Н.Є. Журавська// Підручник.- Київ: КНУБА, 2017-288 с.
4. Holman, J.P., "Heat transfer", McGraw-Hill, 2010.
5. Çengel, Y.A, "Heat and mass transfer. A practical approach", McGraw-Hill, 2007.

19) Додаткові джерела:

- 1.Приймак О.В. Тепломасообмін. Конспект лекцій для студентів спеціальностей 192 будівництво та цивільна інженерія, 144 теплоенергетика. Усіх форм навчання.: К. 2020 р. –75 с., /О. Приймак/ Методичні роботи:
- 2.Приймак О.В. Методичні вказівки до виконання практичних занять для студентів спеціальностей 192 будівництво та цивільна інженерія, 144 теплоенергетика. Усіх форм навчання.: К. 2018 р. –45С., /О. Приймак/
- 3.Приймак О.В. Методичні вказівки до виконання лабораторних занять для студентів спеціальностей 192 будівництво та цивільна інженерія, 144 теплоенергетика. Усіх форм навчання.: К. 2017 р. –120С., /О. Приймак/
- 4.Приймак О.В. Методичні вказівки до виконання курсової роботи для студентів спеціальностей 192 будівництво та цивільна інженерія, 144 теплоенергетика. Усіх форм навчання.: К. 2016 р. –45С., /О. Приймак, К. Габа/

Інформаційні ресурси:

- 1.<https://www.youtube.com/watch?v=GDyQXSEAJNA>
- 2.<https://www.google.com/search?q=heat+exchanger&sxsrf=AJOqlzX5ON->
- 3.<http://www.thermex.co.uk/news/blog/160-what-is-a-heat-exchanger>.

20) Система оцінювання навчальних досягнень (розподіл балів):

Поточне оцінювання			Підсумковий контроль	Сума
ПР01-03	ПР04-05	КР		
15	15	30	40	100

21) Умови допуску до підсумкового контролю: виконання та захист лабораторних робіт. Виконання та захист курсової роботи.

22) Політика щодо академічної доброчесності: тексти індивідуальних завдань носять оригінальний характер, можуть проходити перевірку на антиплагіат та бути основою розділу атестаційної бакалаврської роботи.

23) Посилання на сторінку електронного навчально-методичного комплексу дисципліни:
<http://org2.knuba.edu.ua>.