

Київський національний університет
будівництва і архітектури
Кафедра теплотехніки

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

«Затверджую»

Завідувач кафедри теплотехніки
к.т.н., доцент М.А. Кириченко

Розробник
к.т.н., доцент Ю.М.Кольчик



СИЛАБУС

Технічна термодинаміка

(назва освітньої компоненти (дисципліни))

1) Статус освітньої компоненти: обов'язкова	
2) Контактні дані викладача: Кольчик Юлія Миколаївна, к.т.н., доц., e-mail: kolcyk.iur@knuba.edu.ua ; +380442497256.	
3) Пререквізити: «Вища математика», «Фізика», «Хімія»	
4) Коротка анотація дисципліни: Технічна термодинаміка – наука про закони взаємних перетворень теплоти та роботи в різних процесах, а також про властивості робочих тіл, за допомогою яких проходить це перетворення. Технічна термодинаміка є базовою наукою що надають знання інженерам енергетичних спеціальностей по основам перебігу процесів в енергетичному обладнанні. Завданням вивчення є отримання навичок по загальним закономірностям теплових процесів, основним закономірностям перетворень різних видів енергії, основам здійснення термодинамічних циклів теплових та холодильних машин та принципам їх розрахунків та оцінки ефективності.	
5) Структура курсу:	
Загальна кількість кредитів ECTS:	5,5
Сума годин:	165
Вид індивідуального завдання	Курсова робота
Форма контролю	Іспит
6) Зміст курсу:	
Лекції	
Змістовий модуль 1. Розрахунок процесів з ідеальними газами	
Тема 1. Вступ. Зміст дисципліни. Стан та перспективи розвитку технічної термодинаміки в Україні та за кордоном Основні поняття та визначення технічної термодинаміки. Робоче тіло. Термодинамічний стан. Термодинамічний процес, рівноважний та нерівноважний процеси. Термічні і калоричні параметри стану. Рівняння стану ідеальних газів.	
Тема 2.. Енергетичні характеристики термодинамічного процесу. Теплота і робота у термодинамічному процесі.	
Тема 3. Перший закон термодинаміки. Аналітичні вирази першого закону термодинаміки. Основна термодинамічна тотожність.	
Тема 4. Теплоємність. Массовою, мольною та об'ємна теплоємність. Закон Майєра.	
Тема 5. Ідеальних газ. Закони ідеальних газів Суміш ідеальних газів. Масові, об'ємні, мольні частки та зв'язок між ними. Умовна молярна маса і газова стала суміші. Основні закони газових сумішей. Теплоємність газової суміші.	
Тема 6. Термодинамічні процеси ідеальних газів. Загальні аналітичні залежності аналізу термодинамічних процесів з ідеальним газом. Аналіз ізохорного, ізобарного, ізотермічного, адіабатного процесів ідеального газу. Політропний процес та його узагальнюючий зміст.	

Змістовий модуль 2. Реальні гази та пара.

Тема 7. Відмінність властивостей реальних газів від ідеальних. Фазові діаграми. Термодинамічні потенціали. Рівняння стану реальних газів. Диференціальні рівняння термодинаміки.

Тема 8. Термодинамічні властивості водяної пари. Три стадії отримання перегрітої пари. $h-s$ – діаграма водяної пари. Аналіз основних термодинамічних процесів водяної пари з використанням $p-v$, $T-s$ та $h-s$ діаграм.

Тема 9. Вологе повітря. Основні поняття. Термодинамічні властивості вологого повітря. $h-d$ – діаграма та аналіз процесів нагрівання, охолодження, змішування вологого повітря. Розрахунок сушильного устаткування.

Змістовий модуль 3. Термодинаміка потоків.

Тема 10. Витікання газів. Рівняння нерозривності для потоку речовини. Перший закон термодинаміки для потоку речовини. Сопло, дифузор, сопло Лавала. Розрахунок швидкості витікання та геометрії сопла при витіканні ідеальних газів та водяної пари. Розрахунок процесів витікання водяної пари з використанням $h-s$ діаграми

Тема 11. Дроселювання газів та пари.

Тема 12. Термодинамічні основи роботи компресора. Індикаторна діаграма. Визначення роботи на привід компресора при різних процесах стиснення. Багатоступінчасті компресори.

Змістовий модуль 4. Другий закон термодинаміки.

Тема 13. Сутність та формулювання другого закону термодинаміки.

Тема 14. Класифікація теплових машин. Цикл Карно та його науково-практичне значення. Цикл Карно прямий та зворотній. Еквівалентний цикл Карно. Теореми Карно. Термодинамічна шкала температур.

Тема 15. Математичний вираз другого закону термодинаміки. Інтеграл Клаузіуса. Принцип існування ентропії та її фізичний зміст. Ексергія. Основи ексергетичного аналізу. Статистичний характер другого закону термодинаміки.

Змістовий модуль 5. Цикли теплових двигунів та устаткування.

Тема 16. Цикли двигунів внутрішнього згорання. Цикли Отто, Дизеля, Трінклера. Визначення ефективності цих циклів та їх порівняння.

Тема 17. Цикли газотурбінних установок. Визначення їх ефективності та шляхи її підвищення.

Тема 18. Цикли паросилових установок. Конденсаційний цикл Ренкіна. Цикл паросилової установки з регенеративним підігрівом води. Цикл паросилової установки з проміжним перегрівом пари. Теплофікаційний цикл. Шляхи підвищення теплової ефективності паросилових установок. Комбіновані (бінарні) цикли. Цикли атомних електростанцій.

Тема 19. Загальна характеристика холодильних установок. Цикл повітряної компресорної холодильної установки. Цикл парової компресорної холодильної установки. Абсорбційна холодильна установка. Методи визначення ефективності термодинамічних циклів холодильних установок. Принцип роботи теплового насосу. Методи скраплення газів. Цикл глибокого холоду.

Практичні заняття.

Практичне заняття 1. Розрахунок процесів з ідеальними газами. Визначення термічних параметрів в процесах з ідеальними газами. Газова стала. Рівняння стану.

Практичне заняття 2. Теплоємність. Зв'язок між масовою, мольною та об'ємною теплоємністю

Практичне заняття 3. Визначення калорічних параметрів в процесах з ідеальними газами.

Практичне заняття 4. Визначення кількості теплоти та роботи в процесах з ідеальними газами

Практичне заняття 5. Термодинамічний розрахунок газових сумішей. Масові, об'ємні, мольні частки та зв'язок між ними. Визначення умовної молярної маси і газової сталої суміші. Теплоємність газової суміші.

Практичне заняття 6. Адіабатний та політропний процеси з ідеальними газами. Повний розрахунок процесів, їх графічне зображення та аналіз.

Практичне заняття 7. Розрахунок процесів з водяною парою. Рівняння Ван-Дер-Ваальса. Визначення характеристик та параметрів водяної пари за допомогою таблиць та $h-s$ – діаграми.

Практичне заняття 8. Розрахунок процесів з водяною парою. Аналіз трьох стадій отримання перегрітої пари.

Практичне заняття 9. Розрахунок процесів з вологим повітрям. Визначення характеристик вологого повітря за допомогою $h-d$ – діаграми. Використання $h-d$ – діаграми для розрахунку процесів нагрівання, охолодження

Практичне заняття 10. Розрахунок процесів з вологим повітрям. Використання $h-d$ – діаграми для розрахунку процесів змішування. Розрахунок сушильного устаткування з використанням вологого повітря.

Практичне заняття 11. Витікання ідеальних газів та пари. Використання рівняння нерозривності та першого закону термодинаміки для потоку речовини при виборі форми і розмірів сопла та термодинамічному розрахунку.

Практичне заняття 12. Витікання реальних газів та пари. Дроселювання. Використання $h-s$ – діаграми при розрахунку процесів витікання водяної пари та дроселювання.

Практичне заняття 13. Розрахунок термодинамічних процесів, що відбуваються в паросилових установках.

Практичне заняття 14. Визначення ефективності паросилових установок та шляхи підвищення її ефективності.

Практичне заняття 15. Розрахунок термодинамічних процесів та визначення холодильного коефіцієнту для парової холодильної установки. Особливості розрахунку теплових насосів.

Лабораторні заняття

Лабораторна робота 1. Визначення ізобарної теплоємності повітря.

Лабораторна робота 2. Дослідження процесу кипіння води в замкненому об'ємі. Визначення залежності температури насичення водяної пари від тиску.

Лабораторна робота 3. Дослідження процесів у вологому повітрі. . Розрахунок сушильного устаткування з використанням вологого повітря. Визначення втрат теплоти в процесі сушки.
Лабораторні роботи проводяться впродовж кількох занять та потребують захисту

Курсова робота. Термодинамічний аналіз використання газів та пари в термодинамічних циклах і тепловому устаткуванні та розрахунок процесів з ними.

Розділ 1. Використання газової суміші в циклах двигунів внутрішнього згоряння та газотурбінних установок. Розрахунок процесів з ними.

Розділ 2. Аналітичний та графічний порівняльний аналіз процесів в поршньових компресорах

Розділ 3. Аналіз витрат тепла на отримання перегрітої пари в паровому котлі при її використанні в паросилових установках та теплообмінних приладах.

Розділ 4. Розрахунок сушильного устаткування в якому сушильним агентом є вологе повітря.

Розділ 5. Розрахунок витікання газів та визначення типу та геометрії сопла.

Розділ 6. Аналітичний та графічний аналіз ефективності процесів, що здійснюються в паросиловій установці.

Самостійна робота студентів
Студент самостійно опрацьовує лекційний матеріал при підготовці до практичних занять, до лабораторних занять та їх захисту, самостійно виконує розділи курсової роботи.

7) Методичне забезпечення дисципліни

Підручники:

1. Алабовский А.Н. и др. Техническая термодинамика и теплопередача. – Киев, «Выща школа», 1990.
2. Чеботарьев В.Ж. Техническая термодинамика. - Київ, Наукова думка, 1988.
3. Константінов С. М., Луцик Р.В. Збірник задач з технічної термодинаміки К.: «Політехніка», НТУУ«КПІ», 2002. – 380 с.
4. Константінов С. М. Техническая термодинамика К.: «Політехніка», НТУУ«КПІ», 2001. – 368 с.

Навчальні посібники:

1. Дубровська, В.В. Шкляр В.І. Термодинаміка та теплообмін: навч. посіб., К.: НТУУ«КПІ», Вид-во “Політехніка», 2016. – 152 с.

Конспекти лекцій:

1. Кольчик Ю.М. Конспект лекцій з дисципліни «Технічна термодинаміка» Київ <http://org2.knuba.edu.ua>. 2020.-159 с.

Методичні роботи:

1. Методичні вказівки до виконання лабораторної роботи з технічної термодинаміки “Дослідження процесів у вологому повітрі”. Уклад.: С.В.Барановська, Ю.М.Кольчик - К.:КНУБА, 1999.- 8 с.
2. Техническая термодинамика . Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт. ”. Уклад.: С.В.Барановська, Ю.М.Кольчик, Мельник В.О. - К.:КНУБА, 2000.- 19 с.
3. Кольчик Ю.М., Чепурна Н.В. Техническая термодинамика. Методичні вказівки до практичних занять - К.: КНУБА, 2021.- 24с.
4. Термодинаміка: Методичні вказівки до практичних занять. Частина II.
Уклад.: Ю.М.Кольчик, Н.В.Чепурна. – К.: КНУБА, 2012. – 16 с.

5. Техническая термодинамика Методичні вказівки до виконання курсової роботи «Термодинамічний аналіз використання газів та пари в термодинамічних циклах і тепловому устаткуванні та розрахунок процесів з ними» для студентів за напрямком підготовки 0921 «Будівництво» спеціальності 6.060101 “Теплогазопостачання і вентиляція” Уклад.: Ю.М.Кольчик, Н.В.Чепурна. – К.: КНУБА, 2016. – 25 с.

Інформаційні ресурси:

- 1 Освітній сайт Київського національного університету будівництва і архітектури: <http://org2.knuba.edu.ua>.
- 2 Бібліотека КНУБА. URL : <http://library.knuba.edu.ua/>.
3. Сайт будівельних нормативних документів - <http://www.budinfo.org.ua>

8) Система оцінювання навчальних досягнень (розподіл балів):

Поточне оцінювання			Підсумковий контроль	Сума
Змістовий модуль1	Змістовий модуль2,3	Змістовий модуль4,5		
10	22	18	50	100
Виконання курсової роботи			Підсумковий контроль	Сума
Розрахункова частина		Графічна частина		
40		20	40	100

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

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

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