



СИЛАБУС
з дисципліни
Теплотехнологічні процеси та установки

Семестр та рік навчання 2 семестр 2021-2022 навчального року
Освітній рівень (перший або другий) перший
Галузь знань 14 Електрична інженерія
Категорія дисципліни – обов'язкова
Шифр та назва спеціальності 144 Теплоенергетика

Лекції та практичні заняття відповідно до розкладу <http://rasp.kart.edu.ua>

Команда викладачів:

Лектор:

Бабіченко Юлія Анатоліївна (доцент, к.т.н.),

Контакти: +38 (057) 730-10-78, e-mail: juliette-ua@ukr.net,

babichenko@kart.edu.ua

Асистенти лектора:

Онищенко Андрій Володимирович (асистент) Контакти:

+ 38 (057) 730-10-78, e-mail: andyboss15@gmail.com,

onyshchenko@kart.edu.ua

Години прийому та консультації: середа та п'ятниця з 14.00-15.00

Розміщення кафедри: Місто Харків, майдан Фейербаха, 7, 2 корпус, 4 поверх, ЛТТ44 аудиторія.

Веб сторінка курсу: <http://do.kart.edu.ua/>

Додаткові інформаційні матеріали: <http://metod.kart.edu.ua>

Енергетичне та енерготехнологічне господарство сучасного промислового або транспортного підприємства є важливим комплексом, який складається з технічного устаткування для вироблення, перетворення, переміщення та споживання різноманітних видів енергії (найчастіше – теплової та електричної). Раціональне використання паливно-енергетичних та сировинних ресурсів на сучасних підприємствах повинно забезпечуватися застосуванням енергозберігаючих, мало- та безвідходних технологій і принципів енерготехнологічного комбінування.

Курс має на меті сформувати та розвинути наступні компетентності студентів:

1. Інтегральні компетентності (Здатність розв'язувати складні загальні, спеціалізовані задачі та практичні проблеми у сфері теплоенергетики або у процесі навчання, що передбачає застосування теорій та методів електричної інженерії і характеризується комплексністю та невизначеністю умов);

2. Загальні компетентності

ЗК 03. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

ЗК 06. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

ЗК 08. Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово.

3. Фахові компетентності

ФК 05. Здатність визначати, досліджувати та розв'язувати проблеми у сфері теплоенергетики, а також ідентифікувати обмеження, включаючи ті, що пов'язані з інженерними аспектами і проблемами охорони природи, сталого розвитку, здоров'я і безпеки та оцінками ризиків в теплоенергетичній галузі.

ФК 08. Здатність використовувати наукову і технічну літературу та інші джерела інформації у професійній діяльності в теплоенергетичній галузі.

4. Результатами навчання

РН4. Аналізувати і використовувати сучасні інженерні технології, процеси, системи і обладнання у сфері теплоенергетики.

РН9. Вміти знаходити необхідну інформацію в технічній літературі, наукових базах даних та інших джерелах інформації, критично оцінювати і аналізувати її.

Чому ви маєте обрати цей курс?

На залізничному транспорті є велика кількість дуже специфічних виробничо-технологічних споживачів теплової енергії, серед яких пристрої для підготовки рухомого складу до перевезень (зовнішнє й внутрішнє очищення локомотивів і вагонів, дезінфекція вагонів, сушіння піску, приготування охолоджувальної води для тепловозних дизелів і дистилату для акумуляторних батарей локомотивів і пасажирських вагонів), обігрівання в холодну пору року тепловозів, що перебувають у гарячому резерві депо, і вагонів пасажирських поїздів під час їх відстою на станціях відправлення й прибуття та ін.

Суттєвою особливістю комунально-побутового споживання теплоти на залізничному транспорті є необхідність створення для великої кількості людей комфортних умов під час перевезення у вагонах поїздів і перебування на залізничних вокзалах.

Без вирішення багатьох теплотехнічних питань не може бути й мови про підвищення ефективності й економічності тепло- та паливоспоживних установок залізничного транспорту шляхом їх модернізації й використання вторинних енергоресурсів, своєчасного оснащення депо й локомотиво- та вагоноремонтних заводів більш сучасним теплотехнічним обладнанням, що забезпечує охорону навколишнього середовища.

Команда викладачів і ваші колеги будуть готові надати будь-яку допомогу з деякими з найбільш складних аспектів курсу по електронній пошті, на форумі і особисто - у робочий час.

Огляд курсу

Цей курс вивчається з вересня по грудень.. Курс складається з одного семестра. В семестрі одна лекція на тиждень і одне практичне заняття раз на тиждень. Курс

супроводжується текстовим матеріалом, презентаціями та груповими завданнями. Студенти матимуть можливість застосовувати отримані знання та вирішувати практичні завдання протягом обговорень в аудиторії. В рамках курсу на практичних заняттях студенти використовують методи розрахунків, основи проектування теплотехнологічних установок промисловості та залізничного транспорту; методи підвищення їх ефективності і особливості експлуатації захисту навколишнього середовища при роботі теплоенергетичного устаткування для вирішення практичних завдань, передбачених програмою дисципліни.

Курс складається з вивчення теплотехнологічних установок, які використовуються у промисловості та залізничному транспорті, їх принципів дії, схем, конструктивних особливостей, процесів, що проходять у них, методів їх розрахунку й проектування, способів підвищення їх ефективності, умов їх експлуатації..

Теми курсу

Модуль 1.

Змістовий модуль 1. Основні види промислових тепломасообмінних процесів, апаратів та установок.

Тема 1. Основні види теплообмінних апаратів та установок.

Основні поняття та визначення. Основні тенденції у розвитку тепломасообмінних установок.

Теплообмінні апарати, їх класифікація, тенденції розвитку, теплоносії, їх властивості. Рекуперативні теплообмінники, їх конструкція, тепловий розрахунок (прямий конструктивний та перевірочний), гідравлічний, компонований, техніко-економічний розрахунки.

Мета розрахунків та початкові дані. Теплообмін при русі, кипіння та конденсації рідини. Рекуперативні теплообмінники періодичного діяння, їх теплові баланси, методи інтенсифікації теплообміну. Теплові труби та термосифони, їх класифікація, конструкція, розрахунок, область застосування.

Ребристі теплообмінники, їх конструкція. Регенеративні теплообмінники, їх класифікація, область застосування. Апарати з нерухомою та рухомою насадкою. Регенератор Юнгстрема. Особливості теплообміну, температурні режими та поле. Тепловий розрахунок регенеративних апаратів.

Апарати з киплячим шаром, їх конструкція, розрахунок.

Змішувальні теплообмінники. Вологе повітря, $H-d$ - діаграма та зображення процесів на ній. Класифікація змішувальних апаратів, особливості теплообміну в них. Насадкові та безнасадкові змішувальні апарати, їх конструкція, розрахунок.

Змістовий модуль 2. Випарювальні установки

Тема 2. Випарювальні установки

Фізичні основи процесу випарювання. Властивості розчинів, концентрація та фізико-хімічна температурна депресія. Гідростатична та гідродинамічна депресії. Класифікація випарювальних установок, конструкція. Установки з паровим обігріванням, терморадіаційні з зануреними горілками. Схеми установок. Богатоступенчасті установки. Принцип багатоступінчастого випарювання, витрати пара. Схеми багатоступінчастих установок.

Розрахунок випарювальних установок; матеріальний баланс, кількість випареної вологості, розподіл можливого температурного напору по ступеням багатоступеневі установки, тепловий баланс однієї ступені та всій установки, тепловий розрахунок, визначення коефіцієнту теплопередачі. Технологічні викиди.

Модуль 2.

Змістовий модуль 3. Дистиляційні, ректифікаційні та сушильні установки.

Тема 3. Дистиляційні та ректифікаційні установки.

Призначення установок. Фізико-хімічні властивості бінарних сумішей. Класифікація сумішей. Азеотропні суміші. Діаграма стану t-x-y та діаграма рівноваги y-x бінарних сумішей.

Дистиляційні установки. Одноступінчасті та багатоступінчасті дистиляційні установки. Зображення процесів на t-x-y діаграмах.

Ректифікаційні установки. Процеси ректифікації та дефлегмації. Схеми ректифікаційних установок. Зображення процесу ректифікації на t-x-y діаграмі. Ректифікаційні установки безперервної дії. Схеми ректифікаційних установок.

Конструкція тарілчастих, сітчастих та насадкових колон. Розрахунок кількості тарілок, флегмове число. Тепловий баланс ректифікаційної установки.

Тема 4. Сушильні установки

Призначення сушильних установок, область застосування. Загальні відомості про процеси сушіння.

Вигляд зв'язку вологи з матеріалом. Кінетика сушіння, швидкість сушіння. Динаміка сушіння. Рутинна сила видалення вологи з матеріалів.

Конвективні сушарки. Матеріальний та тепловий баланси. Теоретична сушарка та реальна. Розрахунок конвективної сушарки за допомогою H-d діаграми. Конструкції конвективних сушарок. Сушарки на димових газах, їх розрахунок за допомогою H-d діаграми. Конструкції сушарних установок .

Змістовий модуль 4. Допоміжне обладнання теплотехнологічних установок

Тема 5. Допоміжне обладнання теплотехнологічних установок

Обладнання для переміщення та розділення неоднорідної рідини, пилеочишувальне обладнання, бризковідділювачі, конденсатовідводувачі

Тематично-календарний план

			Тема лекції	Тема лабораторних занять
1 М О Д У Л Ь	1	2	Завдання курсу. Основні поняття й визначення. Класифікація теплотехнологічних процесів і установок. Основні тенденції в розвитку технологічних установок.	Випробування кожухотрубчастого теплообмінного апарата
	2	2	Теплообмінні апарати, їх класифікація й властивості. Теплообмінні й тепломасообмінні установки, їх короткі характеристики.	
	3	2	Рекуперативні теплообмінники, їх конструкція. Тепловий розрахунок, прямий і перевірений	Випробування кожухотрубчастого теплообмінного апарата

	4	2	Особливості теплового розрахунку рекуперативних теплообмінників. Методи інтенсифікації теплообміну.		
			Тема лекції		Тема лабораторних занять
1 М О Д У Л Ь	5	2	Ребристі теплообмінні апарати, їх тепловий розрахунок. Гідравлічний розрахунок теплообмінників.		Дослідження впливу основних параметрів на роботу кожухотрубчастого теплообмінного апарата
	6	2	Теплові труби й термосифони. Класифікація, тепловий розрахунок.		
	7	2	Регенеративні теплообмінники. Апарати з нерухливою й рухливою насадкою. Особливості теплообміну. Розрахунок апаратів з нерухливою насадкою.		Дослідження впливу основних параметрів на роботу кожухотрубчастого теплообмінного апарата
	8	2	Розрахунок апаратів з рухливою насадкою. Теплообмінні апарати з киплячим шаром.		
2 М О Д У Л Ь	9	2	Випарні установки. Фізичні основи процесу випарювання. Властивості розчинів. Класифікація випарних установок. Схеми випарних установок з апаратами поверхневого типу. Конструкції випарних установок.		Випробування ребристого трубчасто-пластинчастого теплообмінного апарата
	10	2	Випарні установки адіабатні й із заглибними пальниками. Багатоступінчасті установки. Схеми. Матеріальний баланс випарної установки. Тепловий розрахунок.		
	11	2	Перегінні й ректифікаційні установки. Фізико-хімічні властивості бінарних сумішей. Азеотропні суміші. Т-Х і х-ξ діаграми бінарних сумішей. Дистиляція. Дистиляційні установки, їх класифікація, процеси на Т-Х діаграмі.		Випробування ребристого трубчасто-пластинчастого теплообмінного апарата
			Тема лекції		Тема лабораторних занять

2 М О Д У Л Б	12	2	Ректифікація. Схеми ректифікаційних установок. Тарілчасті, ситчасті й насадкові колони. Розрахунок числа тарілок. Тепловий баланс ректифікаційної установки. Сорбційні процеси й установки.	
	13	2	Технологічні процеси з тепломасообміном. I-d діаграма й процеси на ній. Змішувальні тепломасообмінні апарати й установки, їх класифікація.	Дослідження процесу дистиляції
	14	2	Розрахунок насадкових і безнасадкових апаратів. Призначення й види зневоднювання. Загальні відомості про процес сушіння. Кінетика сушіння.	
	15	2	Конвективні сушарки. Розрахунок конвективних сушарок за допомогою I-d діаграми. Розрахунок різних типів сушарок. Конструкції сушарок.	Дослідження процесу дистиляції

Б. План виконання самостійних робіт

Назва роботи	Термін виконання завдання, годин	Примітка
Вивчення лекційного матеріалу	30	
Підготовка до практичних робіт	30	
Підготовка до лабораторних робіт	30	
Самостійна робота студента	90	

Інформаційні матеріали

Основна

1. Методические указания. Испытание кожухотрубчатого теплообменного аппарата. – Х.: ХИИТ, 1987. – 10 с.
2. Методические указания. Испытание ребристого трубчато-пластинчатого теплообменного аппарата. – Х.: ХИИТ, 1987. – 14 с.
3. Методические указания к лабораторным работам по разделу «Холодильные установки». – Х.: ХИИТ, 1989. – 18 с.
4. Методические указания «Испытание трубчато-пластинчатого теплообменного водовоздушного аппарата». – Х.: ХИИТ, 1991. – 15 с.
5. Методические указания к лабораторным работам по разделу «Сушильные установки». – Х.: ХарГАЖТ, 1996. – 15 с.
6. Єрощенко С.А., Крушедольський О.Г., Шаройко Н.А. Журнал для контролю роботи. – Х.: УкпДАЗТ, 2007. – 20 с.
7. Єрощенко С.А., Пелепейченко В.І., Крушедольський О.Г., Шаройко Н.А. Методичні вказівки до виконання курсової роботи «Розрахунок повітряно-водного теплообмінного

апарату, ребри якого оребрені дровою спіраллю». – Х.: УкпДАЗТ, 2000. – 28 с.

8. Методичні вказівки до виконання контрольної роботи з дисципліни «Теплотехнологічні процеси та установки» для заочної форми навчання. Єроценков С.А., Шаройко Н.А. – Х.: УкпДАЗТ, 2005. – 42 с.

9. Методичні вказівки до виконання контрольної роботи № 2 з дисципліни «Теплотехнологічні процеси та установки». Єроценков С.А., Шаройко Н.А. – Х.: УкпДАЗТ, 2006. – 15 с.

Допоміжна

1. Промышленные теплообменные установки и процессы /Под ред. А.М.Бакластова. – М.: Энергоатомиздат, 1986. – 327 с.

2. Бакластов А.М. Проектирование, монтаж и эксплуатация теплообменных установок. – М.: Энергия, 1981. – 329 с.

3. Григорьев В.А. Тепло-и массообменные аппараты криогенной техники. / В.А. Григорьев, Ю.К. Крохин – М.: Энергия, 1982. – 312 с.

4. Лебедев П.Д. Теплообменные, сушильные и холодильные установки. – М.: Энергия, 1972. – 320 с.

Інформаційні ресурси в інтернеті

1. <http://metod.kart.edu.ua/>
2. [https://ru.wikipedia.org/wiki/Сушка_\(процесс\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/Сушка_(процесс))
3. http://ence-gmbh.ru/tech_evaporation/
4. http://intech-gmbh.ru/shell_and_tube_heat_exchangers/
5. http://intech-gmbh.ru/plate_heat_exchangers/

Правила оцінювання

Методи контролю: Усне опитування, поточний контроль, модульний контроль (тести), підсумкове тестування, іспит. При оцінюванні результатів навчання керуватися Положенням про контроль та оцінювання якості знань студентів в УкрДУЗТ (<http://kart.edu.ua/images/stories/akademiya/documentu-vnz/polojennya-12-2015.pdf>).

Згідно з Положенням про впровадження кредитно-модульної системи організації навчального процесу використовується 100-бальна шкала оцінювання.

Принцип формування оцінки за модуль у складі залікових кредитів за 100-бальною шкалою наведено далі. Максимальна кількість балів, яку може набрати студент за різними видами навчального навантаження:

Відвідування лекцій:

Бали за цю складову нараховуються взагалі, якщо студент не відвідував більш 50% лекційних занять у модулі без поважних причин. За відвідування кожної лекції нараховується бали. **Максимальна сума становить 40 балів.**

Практичні заняття:

Оцінюються за відвідуваннями (до 5 балів), ступенем залученості (до 5 балів) та виконання практичних задач (до 10 балів). Ступінь залученості визначається участю у роботі в аудиторії. **Максимальна сума становить 20 балів.**

Модульне тестування:

Оцінюються за вірними відповідями на тестові модульні питання (15 питань в тесті, кожна вірна відповідь оцінюється в 2,67 бали). **Максимальна кількість становить 40 балів за модуль.**

Іспит:

- Студент отримує оцінку за іспит за результатами модульного 1-го та 2-го контролю шляхом накопичення балів. Максимальна кількість балів, яку може отримати студент

становить 100 (до 60 балів поточного контролю та до 40 балів тестування). Середнє арифметичне суми модульних оцінок складає заліковий бал. Якщо студент не погоджується із запропонованими балами він може підвищити їх на іспиті, відповівши на питання білету.

При заповненні заліково-екзаменаційної відомості та залікової книжки (індивідуального навчального плану) студента, оцінка, виставлена за 100-бальною шкалою, повинна бути переведена до державної шкали (5, 4, 3,) та шкали ECTS (A, B, C, D, E)

Визначення назви за державною шкалою(оцінка)	Визначення назви за шкалою ECTS	За 100 бальною шкалою	ECTS оцінка
ВІДМІННО – 5	Відмінно – відмінне виконання лише з незначною кількістю помилок	90-100	A
ДОБРЕ – 4	Дуже добре – вище середнього рівня з кількома помилками	82-89	B
	Добре – в загальному правильна робота з певною кількістю грубих помилок	75-81	C
ЗАДОВІЛЬНО - 3	Задовільно - непогано, але зі значною кількістю недоліків	69-74	D
	Достатньо – виконання задовольняє мінімальні критерії	60-68	E
НЕЗАДОВІЛЬНО - 2	Незадовільно – потрібно попрацювати перед тим як отримати залік або екзамен (без повторного вивчення модуля)	35-59	FX
	Незадовільно - необхідна серйозна подальша робота (повторне вивчення модуля)	<35	F

Вразі, якщо студент пропустив заняття з будь яких причин, у нього є можливість для отримання додаткових балів. Це можна зробити за рахунок виконати презентації на тему, яку було пропущено.

Очікувані результати навчання

Після вивчення дисципліни «Теплотехнологічні процеси та установки» студент повинен знати принцип дії, конструкції, схеми, методи розрахунків, основи проектування теплотехнологічних установок промисловості та залізничного транспорту; методи підвищення їх ефективності і особливості експлуатації.

Самостійно обґрунтовано пропонувати, вибирати, розраховувати та проектувати теплотехнологічну установку для конкретної технологічної схеми, обґрунтувати і вибрати найбільш ефективні умови експлуатації.

Кодекс академічної доброчесності

Порушення Кодексу академічної доброчесності Українського державного університету залізничного транспорту є серйозним порушенням, навіть якщо воно є ненавмисним. Кодекс доступний за посиланням:

<http://kart.edu.ua/documentu-zvo-ua>

Зокрема, дотримання Кодексу академічної доброчесності УкрДУЗТ означає, що вся робота на іспитах та заліках має виконуватися індивідуально. Під час виконання самостійної роботи студенти можуть консультуватися з викладачами та з іншими студентами, але повинні самостійно розв'язувати завдання, керуючись власними знаннями, уміннями та навичками. Посилання на всі ресурси та джерела (наприклад, у звітах, самостійних роботах чи презентаціях) повинні бути чітко визначені та оформлені належним чином. У разі спільної роботи з іншими студентами над виконанням індивідуальних завдань, ви повинні зазначити ступінь їх залученості до роботи.

Інтеграція студентів із обмеженими можливостями

Вища освіта є провідним чинником підвищення соціального статусу, досягнення духовної, матеріальної незалежності і соціалізації молоді з обмеженими функціональними можливостями й відображає стан розвитку демократичних процесів і гуманізації суспільства.

Для інтеграції студентів із обмеженими можливостями в освітній процес Українського державного університету залізничного транспорту створена система дистанційного навчання на основі сучасних педагогічних, інформаційних, телекомунікаційних технологій.

Доступ до матеріалів дистанційного навчання з цього курсу можна знайти за посиланням: <http://do.kart.edu.ua/>