

ПРОЕКТУВАННЯ ТЕПЛОБМІННИХ АПАРАТІВ

СИЛАБУС

Шифр і назва спеціальності	142 Енергетичне машинобудування	Інститут / факультет	ННІ ЕЕЕ
Назва програми	Енергетика	Кафедра	Технічна кріофізика
Тип програми	Освітньо-професійна	Мова навчання	українська

Викладач

Юшко Сергій Вікторович



Старший викладач,
Теоретичні основи холодильної та кріогенної техніки
Розширювальні машини та пристрої
Проектування теплообмінних апаратів
Прикладне програмне забезпечення в енергетиці

Загальна інформація про курс

Анотація	Призначення теплообмінних апаратів в низькотемпературних системах Вивчення конструкції, принципу дії теплообмінних апаратів, методів їх розрахунку та підбору для роботи в складі низькотемпературних систем.
Цілі курсу	Усвідомлення призначення теплообмінних апаратів в низькотемпературних системах, особливостей їх конструкцій та принципів дії. Придбання знань та навичок проектування або підбору теплообмінних апаратів різних конструкцій та типів для роботи у складі холодильної або кріогенної системи.
Формат	Очний/заочний
Семестр	8

Результати навчання: знання конструкції та принципу дії теплообмінних апаратів різних конструкцій, їх переваг та недоліків, вміння проводити їх інженерні розрахунки, підбирати та аналізувати роботу у складі низькотемпературних систем.

Теми що розглядаються

1. Місце та роль теплообмінних апаратів (ТА) у схемі холодильної установки. Типи ТА холодильних установок. Класифікація. Формули для розрахунку коефіцієнтів тепловіддачі при різних видах конвекції, типах руху, геометрії та розташування поверхні, що омивається, при кипінні рідин і конденсації пари. Параметри ефективності ТА.
2. Рекуперативні ТА. Типи. Схеми руху. Рівняння теплового балансу та теплопередачі. Коефіцієнт теплопередачі ТА. Коефіцієнти ефективності оребреної поверхні. Коефіцієнт корисної дії (ККД) ТА. Середній температурний тиск.
3. Розрахунок та послідовність проектування ТА. Тепловий конструктивний та компонований розрахунок. Перевірочний тепловий розрахунок.
4. Гідравлічний розрахунок ТА. Розрахунки ТА на міцність. Конструкційні матеріали для ТА. Розрахунки на міцність конструкційних елементів ТА (корпусів, днищ та кришок циліндричних ТА, зміцнення отворів в обичайках та днищах апаратів, трубних решіток та труб, фланцевих з'єднань. Теплова ізоляція ТА.
5. Конденсатори. Класифікація конденсаторів. Конденсатори із повітряним охолодженням, водяним охолодженням, водоповітряним охолодженням. Особливості термічного розрахунку. Розрахунок теплопередачі. Втрата тиску. Середня різниця температур. Проектування.
6. Випарники. Класифікація випарників. Схеми підключення. Типи випарників, особливості конструкції. Оцінка коефіцієнтів тепловіддачі та втрат тиску. Особливості теплового розрахунку випарників.
7. Типові конструкції ТА: типу "труба в трубі", зі спаяних труб, кожухотрубні ТА (прямотрубні та виті).
8. Класифікація повітроохолоджувачів. Поверхневі та контактні охолоджувачі повітря. Особливості теплового та аеродинамічного розрахунку поверхневих та контактних повітроохолоджувачів. Охолоджуючі батареї.
9. Пластинчасті теплообмінники. Конструкції та застосування. Типи гофрованих пластин. Коефіцієнти гідравлічного опору. Коефіцієнти тепловіддачі. Чинники, що визначають характеристики пластин. Розрахунок теплогідравлічних характеристик при течії між пластинами. Розміщення пластин та поправочні коефіцієнти. Відкладення. Використання для двофазних потоків.
10. Компактні ТА (пластинчасто-ребристі). Геометричні параметри ТА. Конфігурація пластинчасто-ребристих поверхонь. Теплогідравлічні характеристики. Співвідношення для розрахунку тепловіддачі та коефіцієнтів

тертя. Параметри порівняння ефективності поверхонь. Розрахунки перепаду тиску. Конденсація та випаровування у пластинчасто ребристих ТА.

11. Контактні ТА. Градирні. Тепловий розрахунок градирні. Градирні із природною тягою. Градирні із вимушеною тягою. Гібридні градирні.

12. Регенеративні теплообмінні апарати. Принцип дії та конструкція регенераторів. Порівняння регенераторів із рекуператорами. Теплопередача у регенераторах. Гідравлічні опори у регенераторах. Тепловий розрахунок регенераторів. Температурний режим роботи регенераторів. Очищення повітря від домішок у регенераторах установок повітря. Оцінка ефективності регенератора.

13. Шляхи інтенсифікації роботи ТА. Методи інтенсифікації теплообміну в ТА різних конструкцій. Інтенсифікація теплообміну в ТА повітряного охолодження. Застосування нових компактних ТА.

14. Допоміжні теплообмінні апарати. Регенеративні теплообмінники. Опис роботи та конструкцій. Регенеративні теплообмінники. Методика теплового та гідродинамічного розрахунку. Допоміжне обладнання тепломасообмінних установок.

15. Методи аналізу ефективності теплообмінних апаратів. Оптимізація конструкцій (конструктивна) та режимів роботи (параметрична) ТА. Програмне забезпечення для підбору ТА для роботи у складі низькотемпературного обладнання.

Форма та методи навчання: навчання здійснюється у формі навчальних занять (лекції, практичні заняття, консультації), а також у формі самостійної роботи (опрацювання навчального матеріалу, виконання та захист індивідуального навчального розрахункового завдання)

Методи контролю: Поточний контроль: опитування на лекційних заняттях, перевірка підготовки до практичного заняття шляхом розв'язання задач, перевірка домашніх завдань, перевірка ІДЗ (Р).

Модульний контроль: контрольна робота (теоретичні питання та розв'язання задачі).

Розподіл балів, які отримують студенти

Таблиця 1. – Розподіл балів для оцінювання успішності студента для іспиту

Контрольні роботи	Лабораторні роботи	КР (КП)	РГЗ	Індивідуальні завдання	Тощо	Іспит	Сума
20	20			30	30	**	100

* На залік виділення балів не обов'язково. Залік може бути отримано за накопиченням балів.

** На іспит потрібно обов'язково виділити бали (кількість балів індивідуально для кожної дисципліни на розсуд викладача)

Критерії та система оцінювання знань та вмінь студентів.

Згідно основних положень ЄКТС, під **системою оцінювання** слід розуміти сукупність методів (письмові, усні і практичні тести, екзамени, проекти, тощо), що використовуються при оцінюванні досягнень особами, що навчаються, очікуваних результатів навчання.

Успішне оцінювання результатів навчання є передумовою присвоєння кредитів особі, що навчається. Тому твердження про результати вивчення компонентів програм завжди повинні супроводжуватися зрозумілими та відповідними **критеріями оцінювання** для присвоєння кредитів. Це дає можливість стверджувати, чи отримала особа, що навчається, необхідні знання, розуміння, компетенції.

Критерії оцінювання – це описи того, що як очікується, має зробити особа, яка навчається, щоб продемонструвати досягнення результату навчання.

Основними концептуальними положеннями системи оцінювання знань та вмінь студентів є:

1. Підвищення якості підготовки і конкурентоспроможності фахівців за рахунок стимулювання самостійної та систематичної роботи студентів протягом навчального семестру, встановлення постійного зворотного зв'язку викладачів з кожним студентом та своєчасного коригування його навчальної діяльності.

2. Підвищення об'єктивності оцінювання знань студентів відбувається за рахунок контролю протягом семестру із використанням 100 бальної шкали (табл. 2). Оцінки обов'язково переводять у національну шкалу (з виставленням державної семестрової оцінки „відмінно”, „добре”, „задовільно” чи „незадовільно”) та у шкалу ECTS (A, B, C, D, E, FX, F).

Таблиця 2 – Шкала оцінювання знань та умінь: національна та ECTS

Рейтингова оцінка, бали	Оцінка ECTS та її визначення	Національна оцінка	Критерії оцінювання	
			позитивні	негативні
1	2	3	4	5
90-100	A	Відмінно	<ul style="list-style-type: none"> - Глибоке знання навчального матеріалу модуля, що містяться в основних і додаткових літературних джерелах; - вміння аналізувати явища, які вивчаються, в їхньому взаємозв'язку і розвитку; - вміння проводити теоретичні розрахунки; - відповіді на запитання чіткі, лаконічні, логічно послідовні; - вміння вирішувати складні практичні задачі. 	Відповіді на запитання можуть містити незначні неточності
82-89	B	Добре	<ul style="list-style-type: none"> - Глибокий рівень знань в обсязі обов'язкового матеріалу, що передбачений модулем; - вміння давати аргументовані відповіді на запитання і проводити теоретичні розрахунки; - вміння вирішувати складні практичні задачі. 	Відповіді на запитання містять певні неточності;
75-81	C	Добре	<ul style="list-style-type: none"> - Міцні знання матеріалу, що вивчається, та його практичного застосування; - вміння давати аргументовані відповіді на запитання і проводити теоретичні розрахунки; - вміння вирішувати практичні задачі. 	- невміння використовувати теоретичні знання для вирішення складних практичних задач.
64-74	D	Задовільно	<ul style="list-style-type: none"> - Знання основних фундаментальних положень матеріалу, що вивчається, та їх практичного застосування; - вміння вирішувати 	Невміння давати аргументовані відповіді на запитання; - невміння аналізувати викладений матеріал і

			прості практичні задачі.	виконувати розрахунки; - невміння вирішувати складні практичні задачі.
60-63	Е	Задовільно	- Знання основних фундаментальних положень матеріалу модуля, - вміння вирішувати найпростіші практичні задачі .	Незнання окремих (непринципових) питань з матеріалу модуля; - невміння послідовно і аргументовано висловлювати думку; - невміння застосовувати теоретичні положення при розв'язанні практичних задач
35-59	FX (потрібне додаткове вивчення)	Незадовільно	Додаткове вивчення матеріалу модуля може бути виконане в терміни, що передбачені навчальним планом.	Незнання основних фундаментальних положень навчального матеріалу модуля; - істотні помилки у відповідях на запитання; - невміння розв'язувати прості практичні задачі.
1-34	Ф (потрібне повторне вивчення)	Незадовільно		- Повна відсутність знань значної частини навчального матеріалу модуля; - істотні помилки у відповідях на запитання; - незнання основних фундаментальних положень; - невміння орієнтуватися під час розв'язання простих практичних задач

Основна література: (перелік літератури, яка забезпечує цю дисципліну)

1. Данілова Г.Н., Богданов С.Н., Іванов О.П., Крамської Е.І. Теплообмінні апарати холодильних установок.– К.: Машинобудування, 1986. – 303 с.
2. Григор'єв В.А., Крохін Ю.И. Тепло- і масообмінні апарати криогенної техніки. – К.: Вища шк., 1992. 312 с.
3. Бакластов А.М. Промислові тепломасообмінні апарати і установки. – К.: Техніка, 1996.– 325с.
4. Фраас А., Оцисик М. Розрахунок і конструювання теплообмінників.- К.: Наукова думка, 1971.- 358с.
5. Архаров А.М., Беляков В.П. і др. Криогенні системи. Т. 2. Основи проектування апаратів, установок і систем. – К.: Машинобудування, 1999. – 719 с.
6. Архаров А.М., Марфеніна І.В., Микулін Е.І. Криогенні системи. Основи теорії і розрахунку. К: Машинобудування. 1998. 464 с.
7. Мамченко В.О., Малишев А.А. Пластинчаті теплообмінники в низькотемпературній техніці і біотехнологічних процесах: Навчальний посібник. - К: Техніка, 2014. – 116 с.
8. Барановський Н.В., Коваленко Л.М., Ястребенецький А.Р. Пластинчаті і спіральні теплообмінники. - К.: Машинобудування, 1993.

Структурно-логічна схема вивчення навчальної дисципліни

Таблиця 3. – Перелік дисциплін

Вивчення цієї дисципліни безпосередньо спирається на:	На результати вивчення цієї дисципліни безпосередньо спираються:
Вища математика	Криогенні системи скраплення та розділення газових сумішей
Основи технічної термодинаміки	Пристрої та автоматизація холодильних та криогенних систем
Прикладне програмне забезпечення в енергетиці	
Тепломасообмін	
Спеціальні питання тепломасообміну	
Гідрогазодинаміка	

Провідний лектор: ст.викл. Юшко С.В.

(посада, звання, ПІБ)

_____ (підпис)