



Силабус освітнього компонента

Програма навчальної дисципліни

ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ХОЛОДИЛЬНОЇ ТА КРІОГЕННОЇ ТЕХНІКИ

Шифр та назва спеціальності

142 - Енергетичне машинобудування

Інститут

Навчально-науковий інститут енергетики,
електроніки та електромеханіки

Освітня програма

Енергетика

Кафедра

Технічна кріофізика

Рівень освіти

Бакалавр

Тип дисципліни

Спеціальна (фахова) підготовка

Семестр

5,7

Мова викладання

Українська

Викладачі, розробники



Горбунов Костянтин Олександрович

Kostiantyn.Horbunov@khpі.edu.ua

Кандидат технічних наук, доцент, завідувач кафедри інтегрованих технологій, процесів та апаратів

Автор понад 100 наукових і навчально-методичних публікацій, серед яких 3 підручника з грифом МОНУ. Провідний лектор з курсів: «Процеси та апарати хімічних виробництв» та «Проектування та розрахунок теплообмінного обладнання» для студентів хімічних та нехімічних спеціальностей.

[Детальніше про викладача на сайті кафедри](#)

Загальна інформація

Анотація

Методи розрахунку термодинамічних та теплофізичних властивостей робочих тіл кріогенної та холодильної техніки, циклів кріогенних установок, холодильних машин, ректифікаційних колон..

Мета та цілі дисципліни

Знання устрою та принципу дії машин та апаратів холодильної та кріогенної техніки. Уміння розраховувати та аналізувати кріогенні та холодильні цикли, визначати диференціальні та інтегральні показники процесів, характеристики циклів.

Формат занять

Лекції, практичні заняття, самостійні заняття, консультації. Підсумковий контроль - іспит.

Компетентності

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

ФК 4. Здатність застосовувати стандартні методи розрахунку при проектуванні деталей і вузлів енергетичного і технологічного обладнання.

Результати навчання

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 4. Застосовувати інженерні технології, процеси, системи і обладнання відповідно до спеціальності 142 Енергетичне машинобудування; обирати і застосовувати придатні типові аналітичні, розрахункові та експериментальні методи; правильно інтерпретувати результати таких досліджень.

Обсяг дисципліни

[Загальний обсяг дисципліни 120 год. (4 кредитів ECTS): лекції – 32 год., практичні заняття – 16 год., самостійна робота – 72 год.]

Передумови вивчення дисципліни (пререквізити)

[Передумовою вивчення дисципліни є знання і компетентності, набуті студентами на попередніх курсах при вивченні «Фізика», «Прикладне програмне забезпечення в енергетиці», «Основи технічної термодинаміки», «Гідрогазодинаміка», «Компресорні машини».]

Особливості дисципліни, методи та технології навчання

[Увесь курс подано з використанням системного підходу задля формування системних знань, цілісних уявлень про дисципліну, порівняння і узагальнення інформації.

Лекції

Передбачають розкриття у словесній формі сутності явищ, наукових понять, процесів, які знаходяться між собою у логічному зв'язку і об'єднані загальною темою з наголосом на їх важливості і використання у майбутній спеціальності. Супроводжуються використанням мультимедійного обладнання для надання наочності ілюстративним матеріалам, демонстрацією фізичних явищ з метою формування пізнавальних інтересів студентів, а також активних методів навчання, таких як складання проблемних ситуацій.

Практичні заняття

Дають можливість студентам розв'язувати задачі визначення основних параметрів робочого процесу, опираючись на теоретичні уявлення, що надаються на лекційних заняттях.

Самостійна робота з інформацією

Передбачає самостійне вивчення окремих тем курсу з наступним їх аналізом з метою навчання самостійно мислити, практично аналізувати та використовувати опанований матеріал.

Ця робота спрямована на досягнення завершального етапу процесу пізнання. Вони сприяють формуванню умінь і навичок, логічному завершенню ланки пізнавального процесу стосовно конкретного розділу, теми.]

Програма навчальної дисципліни

Теми лекційних занять

[Тема 1. Параметри стану, рівняння стану ідеального та реального газів. Властивості чистих робочих речовин. Рівноважні стани і фазові переходи чистих речовин. Контрольна система.

Матеріальний та енергетичний баланси.

Тема 2. Основні термодинамічні таблиці і діаграми. Застосування для термодинамічних розрахунків.

Тема 3. Гомогенні бінарні суміші. Гетерогенні ідеальні бінарні суміші. Гетерогенні неідеальні бінарні суміші. Побудова T-x і i-x діаграм, використання їх в термодинамічних розрахунках

Тема 4. Холодоутворюючі процеси в циклах.

Тема 5. Процес вихлопу. Відкачка пару киплячої рідини. Процеси охолодження з використанням середовища в твердому стані.

Тема 6. Ідеальні цикли і процеси. Термостатування. Охолодження Конденсація і кристалізація. Зрідження. Поділ газової суміш.

Тема 7. Класифікація холодильних і криогенних циклів. Втрати та характеристики ефективності реальних циклів. Ступені, температурні рівні, рівні робочих тисків. Енергетичний баланс окремих ступенів охолодження.

Тема 8. Цикли скраплення. Рефрижераторні цикли. Ступень з зовнішнім охолодженням. Ступень з розширенням в детандері. Ступень з розширенням потоку в дросельному пристрої.

Тема 9. Структура циклів. Раціональне число ступенів охолодження. Температурні рівні. Методика складання рівнянь енергетичного балансу для ступенів та циклів скраплення. Методика складання рівнянь енергетичного балансу для рефрижераторних ступенів та циклів. Тиск потоків. Допустимі втрати та коефіцієнти. |

Теми практичних занять

Тема 1. Цикли парових компресійних холодильних машин Цикл ХМ з розширенням холодоагенту в детандері. Цикл ХМ з дроселюванням холодоагенту Цикл ХМ з переохолодженням холодоагенту Цикл ХМ з відсмоктуванням перегрітого пара. Особливості циклу ХМ на CO₂. Професійні програми для розрахунку циклів ХМ.

Тема 2 Причини переходу до багатоступінчатого стиснення. Вплив багатоступінчатого стиснення і дроселювання на незворотні втрати в циклі. Вибір проміжного тиску. Схеми та цикли двоступеневих холодильних машин.

Тема 3. Цикл каскадної холодильної машини. Цикли газових холодильних машин. Регенеративний цикл. Дійсні цикли та характеристики газових холодильних машин

Тема 4. Схеми та принцип дії абсорбційної холодильної машини. Тепловий розрахунок теоретичних процесів АХМ. Побудова процесів циклу найпростішої АХМ в i-x діаграмі. Графічний розрахунок АХМ.

Тема 5. Абсорбційна машина з теплообмінником АХМ з теплообмінником розчинів і ректифікацією пара після генератора. Зворотна подача розчину в генераторі і абсорбері. Принцип дії і теоретичний процес роботи пароежекторної холодильної машини. Дійсний процес ПЕХМ. Характеристики ПЕХМ. Робочі схеми і конструкції ПЕХМ.

Тема 6. Ректифікація. Безперервна конденсація. Безперервне випаровування. Ректифікації бінарної суміші. Аналіз процесу ректифікації в i-x діаграмі. Апарати однократної і двократної ректифікації. Конструкції ректифікаційних колон.

Тема 7. Термодинамічний розрахунок ректифікаційної колони бінарної суміші. Метод Понсона, метод Мак-Кеба і Тіле визначення числа теоретичних тарілок ректифікаційної колони. Визначення числа реальних тарілок. |

Самостійна робота

[Самостійна робота за дисципліною включає опрацювання лекційного матеріалу, підготовку до практичних та лабораторних занять, самостійне вивчення тем та питань, які не викладаються на лекційних заняттях. |

Література та навчальні матеріали

[Базова література

1. Архаров А.М., Марфеніна І.В., Микулін Е.І. Криогенні системи. Основи теорії і розрахунку. К: Машинобудування. 1998. 464 с.

2. Баррон Р.Ф. Криогенні системи: Пер.с англ. К.: Техніка, 1999. - 408 с.
3. Техніка низьких температур. /Під ред. Е.І. Мікуліна та ін.- К.: Вищашкола, 1995. 512 с.
4. Григорьев В.А., Крохін Ю.И. Тепло- і масообмінні апарати криогенноїтехніки. – К.: Вища школа, 1992. 312 с.
5. Холодильні машини. /Під ред. І.А. Сакуна. – К.: Машинобудування,1995.-510 с.
6. Теплові і конструктивні розрахунки холодильних машин. /Під ред.Н.Н. Кошкіна. – К.: Машинобудування, 1996.- 462 с.
7. Теплові і конструктивні розрахунки холодильних машин. /Під ред. І.А. Сакуна. – К.: Машинобудування, 1987.- 423 с.

Допоміжна література

1. Галимова Л.В. Абсорбційні холодильні машини і теплові насоси: Навч.посібник. К.: Машинобудування, 1997. 226 с.

Система оцінювання

Критерії оцінювання успішності студента та розподіл балів

100% підсумкової оцінки складаються з результатів оцінювання у вигляді іспиту (10%), поточного оцінювання (30%) та індивідуального завдання (60%).

Екзамен: письмове завдання (2 запитання з теорії + 3 завдання з розв'язком).

Поточне оцінювання: вирішення контрольних практичних завдань.

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

Дата погодження, підпис
30.08.2023

Завідувач кафедри
Вадим СТАРІКОВ

Дата погодження, підпис
30.08.2023

Гарант ОП
Оксана ЛІТВИНЕНКО