



Силабус освітнього компонента

Програма навчальної дисципліни

Криогенні системи та установки

Шифр та назва спеціальності

144 – Теплоенергетика

Інститут

ННІ Енергетики, електроніки та електромеханіки

Освітня програма

Промислова та комунальна теплоенергетика.
Енергетичний менеджмент та енергоефективність

Кафедра

Теплотехніки та енергоефективних технологій (123)

Рівень освіти

Бакалавр

Тип дисципліни

Вибіркова, профільна підготовка

Семестр

7

Мова викладання

Українська

Викладачі, розробники



Прізвище Ім'я По батькові

Olha.Kruhliakova@khpі.edu.ua

Кандидат технічних наук, доцент кафедри теплотехніки та енергоефективних технологій НТУ «ХПІ».

Автор понад 80 наукових і навчально-методичних праць. Провідний лектор з дисциплін: «Основи енергоефективності та енергозбереження», «Кондиціонування повітря», «Холодильні установки» та інші.

[Детальніше про викладача на сайті кафедри](#)

Загальна інформація

Анотація

Курс присвячено вивченню основ криогеніки, принципів роботи криогенних установок та їх застосування у різних сферах науки та техніки. В результаті курсу студенти мають розуміти основні засади роботи криогенних систем; вміти аналізувати та проектувати найпростіші криогенні установки; знати застосування криогенних технологій у різних галузях.

Мета та цілі дисципліни

Формування знань про принципи роботи криогенних систем та установок, їх конструкції та принципи функціонування; вивчення фізичних основ криогеніки, включаючи властивості криогенних рідин та методи їх одержання; аналіз сучасних тенденцій та перспектив розвитку криогенних технологій; підготовка здобувачів освіти до вирішення завдань, пов'язаних із застосуванням криогенних технологій у різних галузях промисловості.

Формат занять

Лекції, практичні заняття, самостійна робота, консультації. Підсумковий контроль – залік.

Компетентності

ЗК-3. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

ЗК-4. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК-6. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

ЗК-9. Здатність приймати обґрунтовані рішення.

ФК-4. Здатність виявляти, класифікувати і оцінювати ефективність систем і компонентів на основі використання аналітичних методів і методів моделювання в теплоенергетичній галузі.

ФК-5. 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-8. Здатність використовувати наукову і технічну літературу та інші джерела інформації у професійній діяльності в теплоенергетичній галузі.

Результати навчання

ПРН-4. Аналізувати і використовувати сучасні інженерні технології, процеси, системи і обладнання у сфері теплоенергетики.

ПРН-5. Обирати і застосовувати придатні типові аналітичні, розрахункові та експериментальні методи; правильно інтерпретувати результати таких досліджень.

ПРН-6. Виявляти, формулювати і вирішувати інженерні завдання у теплоенергетиці; розуміти важливість нетехнічних (суспільство, здоров'я і безпека, навколишнє середовище, економіка і промисловість) обмежень.

ПРН-9. Вміти знаходити необхідну інформацію в технічній літературі, наукових базах даних та інших джерелах інформації, критично оцінювати і аналізувати її.

ПРН-10. Знати і розуміти технічні стандарти і правила техніки безпеки у сфері теплоенергетики.

ПРН-12. Розуміти ключові аспекти та концепції теплоенергетики, технології виробництва, передачі, розподілу і використання енергії.

ПРН-15. Розуміти основні властивості та обмеження застосовуваних матеріалів, обладнання та інструментів, інженерних технологій і процесів.

Обсяг дисципліни

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

Передумови вивчення дисципліни (пререквізити)

Для успішного проходження курсу необхідно мати знання та практичні навички з наступних дисциплін "Технічна термодинаміка", "Тепломасообмін", "Гідрогазодинаміка", "Теплотехнічні процеси та установки промисловості та комунального господарства".

Особливості дисципліни, методи та технології навчання

Лекції проводяться інтерактивно з використанням мультимедійних технологій. Навчальні матеріали доступні студентам через OneDrive Microsoft Office 365.

Програма навчальної дисципліни

Теми лекційних занять

Тема 1. Загальні відомості про криогенну техніку.

Історичний огляд розвитку криогенної техніки та перспективи її подальшого розвитку.

Основні поняття криогеніки. Області застосування криотехніки і перспективи її розвитку.

Властивості та застосування криоагентів. Способи отримання криогенних температур.

Тема 2. Основи аналізу циклів криогенних установок

Класифікація криогенних установок. Ідеальні цикли криогенних систем. Методи термодинамічного аналізу реальних циклів.

Тема 3. Дросельні цикли кріогенних установок

Цикл високого тиску з одноразовим дроселюванням. Цикл високого тиску з одноразовим дроселюванням і зовнішнім попереднім охолодженням. Цикл з подвійним дроселюванням і циркуляцією частини потоку. Цикл з дроселюванням і рідинно-паровим ежектором. Цикл з використанням багатокомпонентних сумішей.

Тема 4. Детандерні та комбіновані цикли

Одноступеневий газовий детандерний цикл термостатування. Детандерний цикл для установки зріджування та реконденсації природного газу. Комбіновані цикли високого, середнього та низького тисків.

Тема 5. Газорозподільні цикли

Цикл з одноразовим дроселюванням для розділення повітря. Цикл з одноразовим дроселюванням для одержання газоподібного та рідкого кисню.

Тема 6. Основи низькотемпературного розділення газових сумішей

Термодинамічний опис сумішей, що розділяються. Процеси розділення компонентів бінарної суміші під час фазових переходів. Схемні рішення і режимні параметри ректифікаційних колон.

Тема 7. Цикли газових кріогенних машин

Прямий та обернений цикли Стірлінга. Кріогенні газові машини Мак-Магона-Джиффорда, Вюлем'є-Таконіса.

Тема 8. Властивості технічних матеріалів за низьких температур

Механічні, теплофізичні, електромагнітні властивості. Надпровідність

Тема 9. Компоненти систем зрідження

Теплообмінники. Компресори. Детандери.

Тема 10. Зберігання та транспортування кріорідин

Посудини для зберігання кріорідин. Теплоізоляція кріорезервуарів. Транспортування кріорідин. Кріорефриджератори.

Теми практичних занять

Тема 1. Розрахунок ідеального циклу кріогенних установок

Тема 2. Термодинамічний аналіз циклів кріогенних систем

Тема 3. Розрахунок реального циклу кріогенних установок

Тема 4. Енергетичний баланс циклів кріогенних систем

Тема 5. Розрахунок циклу з попереднім охолодженням і дроселюванням

Тема 6. Розрахунок основних характеристик рефрижераторних детандерних циклів

Тема 7. Розрахунок циклу газової холодильної машини Стірлінга

Теми лабораторних робіт

Лабораторні роботи в рамках дисципліни не передбачені.

Самостійна робота

Курс передбачає виконання індивідуального розрахункового завдання з розрахунку установки для зрідження кріогенних речовин. Результат розрахунків оформлюється у письмовий звіт.

Студентам також рекомендуються додаткові матеріали для самостійного вивчення та аналізу.

Література та навчальні матеріали

Основна література

1 Арсеньєв В. М., Козін В. М. Кріогенна техніка: основи теорії і розрахунку циклів кріогенних установок : навч. посіб. - Суми : Сумський державний університет, 2021 . – 272 с.

2 Масліков М.М. Кріогенна техніка і технологія: Навч. посіб. - К.: НУХТ, 2010. - 194 с.

Додаткова література

1 Кравченко М.Б. Кріогенні технології. Посібник до самостійної роботи та виконання контрольних робіт. - Одеська державна академія холоду. 2010. – 11 с.

- 2 Weisend J.G. The Handbook Of Cryogenic Engineering. Taylor & Francis, 1998. — 514 p.
 3 Barron R.F. Cryogenics Systems. - Oxford University Press, 1985. - 526 p.
 4 Овчаренко Ю. С. Історія кріофізики в Україні : монографія / НААН, ННСГБ; наук. ред. В. А. Вергунов. - Харків : ФОРМ ПАНОВ А. М., 2019. 168 с. Режим доступу:
<https://repository.kpi.kharkov.ua/server/api/core/bitstreams/5ccfd5e9-6655-457e-959e-ac43b255b7ff/content>.
 5 Різак В. М., Різак І. М., Рудавський Е. Я., Кріогенна фізика і техніка.– Київ: «Наукова думка», 2006– 512 с.

Система оцінювання

Критерії оцінювання успішності студента та розподіл балів

100% підсумкової оцінки складаються з результатів оцінювання у вигляді заліку (40%), поточного оцінювання (40%) та захисту результатів індивідуального розрахункового завдання (20%).

Залік: письмове завдання (2 запитання з теорії + розв'язання задачі) та усна доповідь.

Поточне оцінювання: онлайн тест та варіантні розрахункові завдання (по 20 %).

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

15.06.2023



Завідувач кафедри
Микола КУНДЕНКО

15.06.2023



Гарант ОП
Ольга КРУГЛЯКОВА