



Силабус освітнього компонента

Програма навчальної дисципліни

Питання тепломасообміну в холодильній техніці

Шифр та назва спеціальності

142 Енергетичне машинобудування

Інститут

ННІ енергетики, електроніки та електромеханіки

Освітня програма

Енергетика

Кафедра

Технічна кріофізика [134]

Рівень освіти

Бакалавр

Тип дисципліни

Вибіркова профілізації

Семестр

5

Мова викладання

Українська

Викладачі, розробники



Руденко Микола Захарович

Mykola.Rudenko@khpі.edu.ua

Кандидат технічних наук, старший викладач

Досвід роботи – 45 років. Автор понад 70 наукових та навчально-методичних праць. Провідний лектор з дисциплін: «Теплотехнічні вимірювання та прилади в холодильній техніці», «Конструкційні особливості енергетичних установок», «Сучасні досягнення спеціальних низькотемпературних технологій і систем», «Монтаж, експлуатація та сервіс холодильних установок».

[Детальніше про викладача на сайті кафедри](#)

Загальна інформація

Анотація

Засвоєння основних законів передачі теплової енергії та маси, методів розрахунку теплових та концентраційних потоків, необхідних при розрахунках і проектуванні теплоенергетичного обладнання та апаратів низькотемпературної техніки.

Мета та цілі дисципліни

Придбання знань та навичок для проведення розрахунків теплових та масообмінних процесів в теплообмінних апаратах різного призначення та типів.

Формат занять

Лекції, лабораторні роботи, самостійна робота, консультації. Підсумковий контроль – іспит.

Компетентності

ЗК 3. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК 4. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

ЗК 8. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

Результати навчання

ПР 1. Знання і розуміння математики, фізики, тепломасообміну, технічної термодинаміки, гідрогазодинаміки, трансформації (перетворення) енергії, технічної механіки, конструкційних матеріалів, систем автоматизованого проектування енергетичних машин на рівні, необхідному для досягнення результатів освітньої програми.

ПР 12. Застосовувати практичні навички вирішення завдань, що передбачають реалізацію інженерних проектів і проведення досліджень.

Обсяг дисципліни

Загальний обсяг дисципліни 180 год. (6 кредитів ECTS): лекції – 48 год., лабораторні роботи – 32 год., самостійна робота – 100 год.

Передумови вивчення дисципліни (пререквізити)

Для успішного проходження курсу необхідно мати знання та практичні навички з наступних дисциплін: "Вища математика", "Загальна фізика", "Інформаційні технології в кріогенній та холодильній техніці", "Гідрогазодинаміка", "Термодинаміка".

Особливості дисципліни, методи та технології навчання

Лекції проводяться інтерактивно з використанням мультимедійних технологій

Програма навчальної дисципліни

Теми лекційних занять

Тема 1. Задачі курсу ТМО. Особливості теплообміну при низьких температурах. Властивість кріогенних рідин.

Тема 2. Основні форми передачі тепла.

Тема 3. Диференційні рівняння конвективного теплообміну.

Тема 4. Рівняння: енергії, руху, суцільності. Умови однозначності.

Тема 5. Подібність і моделювання процесів конвективного теплообміну.

Тема 6. Приведення диференційних рівнянь конвективного теплообміну і умов однозначності до безрозмірного виду.

Тема 7. Теплообмін при примусовому омиванні продольної плоскої поверхні

Тема 8. Теплообмін при течії рідини в трубах.

Тема 9. Тепловіддача в трубах круглого перерізу, гнутих і шороховатих трубах.

Тема 10. Тепловіддача при примусовому поперечному омиванні труб і пучка труб.

Тема 11. Теплообмін при вільному русі рідини.

Тема 12. Теплообмін при конденсації чистих парів.

Тема 13. Теплообмін при кипінні однокомпонентних рідин. Режими кипіння.

Тема 14. Крива кипіння. Кризи.

Тема 15. Режими кипіння в горизонтальних і вертикальних трубах.

Тема 16. Тепло-масообмін в двокомпонентних середовищах. Диференційні рівняння тепло-масообміну.

Тема 17. Трійна аналогія. Стефанів потік.

Тема 18. Тепломасообмін при вимерзанні домішок із газової суміші.

Тема 19. Теплообмінні апарати. Класифікація. Конструктивні форми.

Тема 20. Тепловий розрахунок теплообмінних апаратів.

Тема 21. Гідродинамічний розрахунок теплообмінних апаратів.

Тема 22. Методика розрахунку теплообмінних апаратів.

Теми практичних занять

Теми лабораторних робіт

1. Визначення коефіцієнта теплопроводності методом динамічного калориметра.
2. Визначення критеріїв подібності Re , Nu для різних форм каналів при різних температурах.
3. Визначення коефіцієнтів теплообміну для плоскої поверхні.
4. Дослідження впливу штучної шороховатості на процес теплообміну у кільцевому каналі.
5. Визначення коефіцієнтів теплообміну для вільно-конвективного русі повітря біля вертикальної пластини

Самостійна робота

Опрацювання лекційного матеріалу. Самостійне вивчення тем та питань, які не викладаються на лекційних заняттях. Виконання індивідуального завдання: Р.

Теми завдань :

1. Визначити коефіцієнт теплообміну мідного ребра товщиною 1 мм і висотою 50 мм з температурою – 25 С та повітрям з температурою – 10 С.
2. Визначити коефіцієнт теплопередачі через бічну стінку термокузова розміром 2 х 6 м, яка складається із: зовнішнього сталюого (12Х18Н10Т) листа товщиною 0,8 мм, внутрішнього алюмінієвого (АМГ) листа товщиною 1 мм та пінополіуретанової ізоляції товщиною 80 мм. Температура повітря в середині кузова – 10 С а зовнішня + 35 С, швидкість авто 100 км/год.
3. Визначити коефіцієнт теплообміну в середині труби розміром $\Phi 22 \times 1$ мм по якій тече потік повітря з температурою 200 К та тиском 0,1 МПа.
4. Визначити мінімальну швидкість руху повітря, яку необхідно забезпечити в трубі розміром $\Phi 42 \times 1$ мм, для організації турбулентного режиму руху при температурі повітря 250 К та тиску 1 МПа.
5. Визначити режим руху повітря в середині труби діаметром 20 мм при витраті 10 кг/ год, температурі 130 К та тиску 5 МПа.
6. Визначити значення критерія Рейнольдса для прямокутного каналу розміром 20 х 50 см по якому протікає газоподібний азот з витратою 600 кг/год при атмосферному тиску та температурі 150 К.
7. Визначити коефіцієнт тепловіддачі від повітря з температурою -10 С та стельовою трубою $\Phi 40 \times 2$ мм, в якій кипить аміак з температурою -25 С.
8. Визначити зовнішнє теплове навантаження на холодильну камеру (для фруктів) розміром 2 х 6 х 2 м з пінополіуретанових панелей товщиною 100 мм при температурі повітря 25 С.
9. Визначити кількість рідкого азоту який випарується за 1 день із сферичного кріостату $\Phi 400$ мм виготовленого з полірованої сталі та обладнаним горловиною з сталюї труби 12Х18Н10Т розміром $\Phi 40 \times 0,5$ мм і довжиною 200 мм.
10. Визначити режим руху повітря з температурою 320 К який обтікає плоску поверхню довжиною 2 м із з витратою 360 кг/год.

Література та навчальні матеріали

Базова література

1	Ісаченко В.П. Теплопередача.- К.:Колос, 1999.- 416 с.
2	Тепломасообмін. - Під ред. Є.І.Гуйко. К.:Острів,1999.- 320 с.
3	Міхеєв М.А. Основи теплопередачі.- К.:Колос,2004.- 342 с.
4	Крохін Ю.И. Тепломасообмінні апарати кріогенної техніки.- К.:Техносфера,2006.- 312 с.
5	Ісаченко В.П. Теплообмін при конденсації. – К.: Наукова думка,1997.- 240с.

Допоміжна література

6	Беляєв Н.М.. Основи теплопередачі.- К.: Вища шк., 1999.- 343 с.
7	Крейт Ф., Блэк У. Основи теплопередачі.: Пер. с англ.- К.: Наукова думка,1998.- 512 с.
8	Эккерт Э.Р., Дрейк Р.М. Теорія тепломасообміну: Пер. с англ.- К.: Техносфера,2006.- 321 с.

Система оцінювання

Критерії оцінювання успішності студента та розподіл балів

Опис структури підсумкової оцінки, обов'язкових завдань та процедури нарахування балів, особливо звертаючи увагу на самостійну роботу та індивідуальні завдання.

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

