



Фундаментальні питання двофазних термосифонних систем

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Третій (освітньо-науковий)
Галузь знань	14 Електрична інженерія
Спеціальність	144 Теплоенергетика
Освітня програма	Освітня програма Теплоенергетика третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти
Статус дисципліни	Вибіркова
Форма навчання	очна(денна)/заочна/дистанційна/
Рік підготовки, семестр	1-ий курс, осінній семестр
Обсяг дисципліни	6,5 кредитів; 195 годин
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Екзамен
Розклад занять	Лекції: Пт., 12:20; пр.. заняття: Чт. 2-ий тиждень, 10:25
Мова викладання	Українська/Англійська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: д.т.н., проф. Безродний Михайло Костянтинович, тел. 0504185108 Практичні заняття: д.т.н., проф. Безродний Михайло Костянтинович, тел. 0504185108
Розміщення курсу	CAMPUS

Програма навчальної дисципліни

1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Тенденції розвитку різних областей техніки вимагають розробки нових технологій і зразків технологічного і енерговикористовуючого устаткування з інтенсивним протіканням виробничих процесів. Успішне вирішення цих задач в багатьох випадках визначається рішенням проблеми теплового захисту високо-теплонавантаженого обладнання, можливістю забезпечення необхідного температурного рівня роботи машин, приладів і пристроїв, застосуванням ефективних способів передачі і трансформації теплової енергії. Зазначені проблеми в значній мірі вирішуються або можуть бути вирішені застосуванням замкнутих двофазних термосифонів.

Метою дисципліни є ознайомлення аспірантів з одним із найбільш ефективних способів передачі теплоти, їх можливостями, методами дослідження і роз-

рахунку, сферами застосування і прикладами вирішення практичних проблемних задач.

При викладанні дисципліни будуть вивчатися: методи підвищення ефективності теплопередаючих пристроїв, однофазні і двофазні термосифони, проміжні теплоносії, термосифони з неорганізованою і організованою циркуляцією проміжного теплоносія, гідродинаміка замкнутих двофазових систем, особливості термодинаміки замкнутих двофазових систем, кризи процесів переносу, теплообмін при фазових перетвореннях в умовах обмеженого простору.

В результаті вивчення курсу аспірант **отримає наступні знання:**

- видів і конструкцій двофазових термосифонних систем;
- особливостей процесів теплопереносу в замкнутих термосифонних системах;
- кризових явищ, що обмежують область ефективного використання двофазових термосифонів;
- приклади вирішення практичних задач теплопереносу і термостабілізації в різних галузях техніки.

В результаті вивчення курсу аспірант **зможє:**

- вирішувати задачі інтенсифікації процесів теплопереносу;
- проектувати двофазові термосифонні системи передачі теплоти;
- розробляти ефективні системи охолодження, нагріву, трансформації теплоти для забезпечення робочих характеристик обладнання.

2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

Освоєння матеріалу дисципліни базується на попередньому вивченні таких дисциплін, як «Технічна термодинаміка», «Тепломасообмін», «Гідродинаміка», «Організація і планування наукового експерименту» і буде корисним при проведенні власних наукових досліджень в рамках запланованої дисертації, а також в подальшій професійній діяльності при виконанні проектів розробки ефективних систем передачі теплоти в різних галузях техніки.

3. Зміст навчальної дисципліни

1. Загальна характеристика двофазних термосифонних систем.
Двофазні термосифони в теплотехнологічних процесах і установках. Основні практичні задачі, що вирішуються за допомогою двофазних термосифонів.
2. Характеристика проміжних теплоносіїв і основні принципи вибору їх для конкретних умов роботи двофазних термосифонів.
3. Умови ефективної роботи двофазних термосифонів.
Термодинамічні умови ефективного використання робочих теплоносіїв.
Гідродинамічні умови ефективних режимів роботи термосифонів.

4. Гідродинамічні характеристики двофазної системи термосифонів з неорганізованою циркуляцією теплоносія.
Опис двофазної системи термосифонів за допомогою безрозмірних параметрів. Врахування стисливості двофазного середовища.
5. Кризи протитокового руху пари і рідини в класичних термосифонах.
Основні результати експериментальних досліджень.
6. Кризи тепло- масопереносу в класичних термосифонах.
Режими роботи термосифонів. Граничні теплові потоки. Можливі кризи тепло переносу.
7. Кризи теплопереносу в режимі протитокового руху плівки рідини і потоку пари.
Узагальнюючі залежності.
8. Гідродинамічні характеристики двофазної системи термосифонів з організованою циркуляцією теплоносія.
Режими течії двофазного потоку. Експериментальні дослідження.
9. Закономірності теплопереносу в термосифонах з організованою циркуляцією теплоносія.
Граничні теплові потоки. Аналіз можливих криз тепло переносу. Узагальнення для криз теплопереносу.
10. Розрахункова модель циркуляції теплоносія в замкнутому контурі термосифону.
Оптимальні геометричні характеристики термосифонів з внутрішніми вставками. Оптимальний ступінь заповнення термосифона проміжним теплоносієм.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базовими матеріалами для вивчення дисципліни є монографії :

1. Безродный М.К., Волков С.С., Мокляк В.Ф. Двухфазные термосифоны в промышленной теплотехнике. **Монографія.** - Киев: Вища школа, 1991. - 75с.
2. Безродный М.К., Пиоро И.Л., Костюк Т.О. Процессы переноса в двухфазных термосифонных системах. **Монографія.** – Киев: «Факт», 2003.- 480с.
3. Безродный М.К., Пиоро И.Л., Костюк Т.О. Процессы переноса в двухфазных термосифонных системах. Теория и практика. **Монографія.** – Киев: «Факт», 2005.- 704с.
4. Безродний М.К., Хавін С.А. Розрахунок термосифонних утилізаторів теплоти. **Методичні вказівки** до виконання курсового та дипломного проектування. – Київ: “Політехніка”, 2004.
5. Bezrodny M.K. Fundamental Questions of Closed Two-Phase Thermosyphons. – **Колективна монографія:** Heat Pipes and Solid Sorption Transformations: Fun-

damentals and Practical Applications, Chapter 9. Taylor & Francis Group, 2013, pp.319-355.

Допоміжні джерела:

6. Безродный М.К., Хавин С.А., Подгорецкий В.М. **Методические указания** к курсовому и дипломному проектированию теплоиспользующих установок «Расчет термосифонных утилизаторов теплоты», Киев: КПИ, 1992.
7. Безродный М.К., Волков С.С. **Методические указания** к дипломному проектированию для студентов специальности 0308. «Расчет термосифонных систем охлаждения высокотемпературных установок», Киев: КПИ, 1987.
8. Безродный М.К., Волков С.С., Подгорецкий В.М. **Методические указания** к курсовому проекту «Оптимизация термосифонных утилизаторов теплоты на основе автоматического проектирования», Киев: КПИ, 1988.
9. Безродный М.К., Хавин С.А. Програма автоматичного розрахунку параметрів термосифонних утилізаторів теплоти. – Електронний ресурс.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Опанування навчальної дисципліни базується на попередньому опрацюванні матеріалу кожної лекції, що надсилається викладачем заздалегідь, з подальшим опитуванням і детальним розглядом окремих питань під час проведення лекції або зустрічі при дистанційному режимі навчання. Крім того, в рамках проведення практичних занять, аспірантам видаються індивідуальні завдання для попереднього їх вирішення і обговорення в рамках часу, передбаченого розкладом практичних занять.

6. Самостійна робота аспіранта

Самостійна робота аспіранта передбачена при попередньому опрацюванні матеріалу лекцій, що надсилається викладачем, а також при самостійному вирішенні індивідуальних завдань, що видаються в рамках програми практичних занять.

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Система вимог до аспірантів:

- обов'язкова присутність на лекціях і практичних заняттях за розкладом;
- попереднє опрацювання матеріалу лекцій;

- самостійне вирішення індивідуальних завдань;
- доопрацювання завдань з урахуванням результатів перевірки і зроблених зауважень;
- відключення телефонів на контактних заняттях.

8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

Види контролю:

Поточний контроль: експрес-опитування, опитування за темою заняття

Семестровий контроль: екзамен

Умови допуску до семестрового контролю: здача і захист індивідуальних завдань

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

<i>Кількість балів</i>	<i>Оцінка</i>
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Перелік питань, які виносяться на семестровий контроль

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено професор кафедри, д.т.н., проф. Безродний Михайло Костянтинович

Ухвалено кафедрою _____ (протокол № ____ від _____)

Погоджено Методичною комісією факультету (протокол № __ від _____)