

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «МЭИ»

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по научной работе

Драгунов В.К.

«16» июня 2015 г.



Программа аспирантуры

Направление 03.06.01 Физика и астрономия

Направленность (специальность) 01.04.14 Теплофизика и теоретическая
теплотехника

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины по выбору

«Теплогидравлические процессы в современных и перспективных
энергетических установках и методы их интенсификации»

Индекс дисциплины по учебному плану: Б1.В.ДВ.1.1

Всего: 108 часов

Семестр 1, в том числе

6 часов – контактная работа,
84 часа – самостоятельная работа,
18 часов – контроль

Программа составлена на основе федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 03.06.01 Физика и астрономия, утвержденного приказом Минобрнауки России от 30.07 2014 г. № 867 и паспорта специальности 01.04.14 Теплофизика и теоретическая теплотехника, номенклатуры специальностей научных работников, утвержденной приказом Минобрнауки России от 25 февраля 2009 г. № 59.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью изучения дисциплины является изучение особенностей теплогидравлических процессов и методов интенсификации процессов тепло- и массообмена в современных и перспективных энергетических установках.

Задачами дисциплины являются:

- освоение методов интенсификации процессов тепломассообмена и способов внедрения этих методов в современных и перспективных энергетических установках;
- обучение навыкам обоснованного принятия решения при выборе методов интенсификации тепломассообмена.

В процессе освоения дисциплины **формируются следующие компетенции:**

- способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях (УК-1);
- способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий (ОПК-1);
- готовность к обоснованному выбору предмета самостоятельных научных исследований в области теплофизики и теоретической теплотехники (ПК-1);

– готовность к проведению экспериментов и анализу результатов измерений в области теплофизики и теоретической теплотехники (ПК-3).

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБРАЗОВАНИЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать **следующие результаты образования:**

знать:

– основные методы интенсификации и расчета тепломассообмена в современных и перспективных энергетических установках (ПК-1);

уметь:

– самостоятельно анализировать и оценивать методы интенсификации тепломассообмена, опираясь на анализ современных достижений в этой области (УК-1);

– применять современные методы расчета процессов тепломассообмена и обоснованно принимать решения при выборе тех или иных методов их интенсификации, опираясь на анализ современных достижений в этой области (ОПК-1);

владеть:

– навыками теплофизического анализа и расчета теплогидравлических процессов в современных и перспективных энергетических установках (ПК-3).

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Теплообмен в элементах ядерной и термоядерной техники.

Теплообмен в элементах термоядерных реакторов в условиях высокоинтенсивных тепловых потоков. Теплообмен и гидродинамика в тепловыделяющих сборках ядерных реакторов нового поколения. Влияние закрутки потока на теплообмен и гидродинамику в каналах. Влияние пористого покрытия на теплоотдачу при кипении. Повышение критического теплового потока при охлаждении корпуса ядерного реактора с помощью наножидкостей, микро- и нанорельефа в условиях тяжелой аварии. Интенсификация теплообмена при конденсации пара на горизонтальных и вертикальных трубах.

2. Интенсификация теплообмена в элементах электронной техники.

Характеристики теплообмена при кипении наножидкостей. Методы модификации поверхности теплообмена. Кипение на поверхности с рельефом.

3. Интенсификация теплообмена в рекуперативных теплообменниках.

Методы интенсификации теплообмена в высокоэффективных компактных теплообменных аппаратах. Влияние витых труб, лунок и накатки на теплоотдачу, гидравлическое сопротивление и отложения в теплообменниках. Сравнение характеристик кожухотрубных и пластинчатых теплообменников. Повышению эффективности теплообменников за счет роста теплопередачи и уменьшении отложений на поверхностях. Интенсификация теплообмена при обтекании поверхности высокотемпературным потоком газа.

4. Интенсификация теплообмена в испарителях кипящего типа.

Методы интенсификации теплообмена в испарителях. Влияние пористого покрытия на теплоотдачу при кипении в условиях пониженных давлений и массовых скоростей. Ресурсные испытания парогенерирующих поверхностей с микропористыми покрытиями. Интенсификация теплообмена в спиральных трубах. Особенности теплосъема при кризисе теплообмена по сравнению с прямыми трубами. Интенсификация теплообмена при пленочной и капельной конденсации.

5. Теплообмен при охлаждении элементов, нагретых до высокой температуры.

Теплообмен и гидродинамика при до- и сверхзвуковом обтекании поверхности с лунками. Охлаждение нагретых тел в наножидкостях. Влияние микропористых покрытий на характеристики охлаждения нагретых тел. Особенности теплообмена при охлаждении нагретого до высокой температуры металлического тела в жидкости, недогретой до температуры насыщения.

ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБРАЗОВАНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины: 1 семестр
– дифференцированный зачет.

Вопросы для самоконтроля и для проведения зачета

1. Теплообмен, гидравлическое сопротивление и отложения в трубе с искусственной шероховатостью.
2. Интенсификация теплосъема в пластинчатых и кожухотрубных теплообменниках систем теплоснабжения.
3. Комбинированные методы интенсификации теплосъёма.
4. Интенсификация теплообмена при обтекании облученной поверхности.
5. Интенсификация теплообмена с помощью пористых вставок и струйного натекания теплоносителя.
6. Интенсификация теплообмена в однофазных средах.
7. Выбор метода интенсификации теплоотдачи.
8. Теплообмен и гидравлическое сопротивление в трубе с кольцевой и спиральной накаткой.
9. Влияние пористых покрытий на теплоотдачу при кипении.
10. Теплоотдача и сопротивление в витых трубах.
11. Гидравлическое сопротивление и отложения при обтекании поверхностей с микро- и нанорельефом.
12. Теплоотдача и сопротивление в закрученных потоках.
13. Влияние пористых покрытий на характеристики кризиса теплообмена.
14. Интенсификация теплообмена при плёночном кипении.
15. Интенсификация теплообмена при конденсации на горизонтальных и вертикальных поверхностях.
16. Инверсия зависимости критической тепловой нагрузки от массовой скорости и механизм влияния пористого покрытия на характеристики кризиса теплообмена.
17. Интенсификация теплообмена в элементах термоядерных установок.

18. Интенсификация теплообмена в слабонаклонном составном термостабилизаторе
19. Интенсификация теплосъёма в испарителях кипящего типа.
20. Методы интенсификации теплообмена при конденсации
21. Влияние интенсификаторов теплосъёма на термическую неравновесность потока в закризисной области парогенерирующих каналов
22. Теплообмен и гидродинамика в микроканалах .
23. Критические тепловые нагрузки при кипении наножидкостей.
24. Интенсификация теплосъёма при охлаждении нагретых тел.
25. Повышение безопасности АЭС в аварийных режимах за счет интенсификации теплообмена.
26. Теплоотдача при кипении наножидкости
27. Улучшение характеристик тепловой трубы
28. Интенсификация теплосъёма при закалке
29. Интенсификация теплообмена в термосифонах
30. Интенсификация теплосъёма в абсорбционном холодильнике
31. Интенсификация теплообмена при переходном и пленочном кипении
32. Интенсификация теплоотдачи в парогенераторах АЭС
33. Уменьшение сопротивления в каналах охлаждения сверхпроводящих кабелей.

Критерии оценки за освоение дисциплины определены в Инструктивном письме И-23 от 14 мая 2012 г.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Основная литература:

1. С.Седлов, Ю.А.Кузма-Кичта // Гидродинамика и теплообмен при кипении водных растворов. Издательский дом МЭИ, 2007. 164 с. ISBN: 978-5-383-00111-0.

2. Дзюбенко Б.В., Кузма-Кичта Ю.А., Леонтьев А.И., Федик И.И., Холпанов Л.П. Интенсификация тепло- и массообмена на макро-, микро- и наномасштабах. М.: ФГПУ «ЦНИИАТОМИНФОРМ», 2008. 532с. ISBN 5-87911-166-0.

3. Физические основы и промышленное применение интенсификации теплообмена. Интенсификация теплообмена / И. А. Попов, Х. М. Махьянов, В. М. Гуреев, М-во образования и науки Рос. Федерации, Казан. гос. техн. ун-т им. А.Н. Туполева, Упр. компания "КЭР-Холдинг" ; Общ. ред. Ю. Ф. Гортышов . – Казань : Центр инновационных технологий, 2009 . – 560 с. - ISBN 978-5-93962-383-4 .

4. Гортышов Ю.Ф., Попов И.А., Олимпиев В.В., Щелчков А.В., Каськов С.И. Теплогидравлическая эффективность перспективных способов интенсификации теплоотдачи в каналах теплообменного оборудования. Интенсификация теплообмена: монография / под общ. ред. Ю.Ф.Гортышова. – Казань: Центр инновационных технологий, 2009. – 531 с. ISBN 978-5-939623-32-2.

Дополнительная литература:

5. Анализ риска и повышение безопасности водо-водяных энергетических реакторов / Н. А. Махутов, [и др.], Рос. акад. наук, Ин-т машиноведения им. А. А. Благонравова ; Ред. Н. А. Махутов, М. М. Гаденин . – М. : Наука, 2009 . – 499 с. – (Исследования напряжений и прочности ядерных реакторов) . - ISBN 978-5-02-036133-1 .

6. Тепловые процессы в наноструктурах : учебное пособие для вузов по курсам "Тепловые процессы в наноструктурах", "Проблемы и перспективы наноэнергетики", "Физико-химия наночастиц и наноматериалов", по направлению "Ядерная энергетика и теплофизика" / А. С. Дмитриев, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" . – М. : Изд. дом МЭИ, 2012 . – 303 с. - ISBN 978-5-383-00708-2 .

7. Методы интенсификации теплообмена на макро- микро- и наномасштабах : учебное пособие для вузов по направлению "Ядерная энергетика и

теплофизика" / Ю. А. Кузма-Кичта, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" . – М. : Изд-во МЭИ, 2013 . – 124 с. - ISBN 978-5-7046-1420-3 .

8. Конденсаторы паротурбинных установок / В. А. Федоров, О. О. Мильман . – М. : Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2013 . – 560 с. - ISBN 978-5-7038-3826-6 .

9. Теплообмен в однофазных средах и при фазовых превращениях : учебное пособие для вузов по направлению "Ядерная энергетика и теплофизика" / В. В. Ягов . – М. : Изд. дом МЭИ, 2014 . – 542 с. - ISBN 978-5-383-00854-6.

ЭЛЕКТРОННЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ

1. Реферативные базы данных научного цитирования SCOPUS (<http://www.scopus.com>), WEB OF SCIENCE (<http://webofknowledge.com>), РИНЦ (<http://elibrary.ru>).