

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
ИНСТИТУТ ПРОБЛЕМ БЕЗОПАСНОГО РАЗВИТИЯ АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК (ИБРАЭ РАН)



УТВЕРЖДАЮ

Директор ИБРАЭ РАН

Л.В. Матвеев
Матвеев Л.В.

«*11*» *августа* 2022 г.

ПРОГРАММА

вступительного экзамена в аспирантуру

ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ 1.3.14

«ТЕПЛОФИЗИКА И ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ТЕПЛОТЕХНИКА»

Форма обучения: очная

Срок обучения: 4 года

Москва 2022

Вопросы к экзамену

1. Теплопроводность. Дифференциальное уравнение теплопроводности (диффузии). Законы Фурье, Фика, коэффициенты теплопроводности, температуропроводности, диффузии.
2. Формулировка краевых задач теплопроводности при граничных условиях I, II и III рода, методы их решения. Основные методы измерения теплофизических характеристик и тепловых потоков. Понятие об обратных задачах теплопроводности.
3. Дифференциальные уравнения конвективного теплопереноса и массопереноса. Закон Ньютона для теплообмена. Коэффициенты теплообмена, теплопередачи. Теплообмен при вынужденном ламинарном течении жидкости. Температурный и диффузионный пограничные слои. Аналогия Рейнольдса.
4. Теплообмен в свободном конвективном пограничном слое у вертикальной пластины (задача Польгаузена). Переход свободного конвективного течения из ламинарного в турбулентное, критическое число Релея.
5. Теплообмен при вынужденном турбулентном течении жидкости. Переход ламинарного течения в турбулентное течение. Критические значения критерия Рейнольдса для трубы и пограничного слоя на пластине.
6. Полуэмпирические теории турбулентности. Турбулентная вязкость, путь перемешивания Праудтля. Логарифмический профиль скоростей. Турбулентный перенос теплоты.
7. Расчет теплообмена при турбулентном течении жидкости в трубе. Теплопередача в турбулентном пограничном слое.
8. Критериальные уравнения для теплообмена при турбулентных течениях. Аналогия Рейнольдса для ламинарного и турбулентного течений.
9. Теплообмен при конденсации пара. Пленочная и капельная конденсация. Теплообмен при пленочной конденсации неподвижного пара на вертикальной стенке. Теплообмен при пленочной конденсации движущегося пара внутри трубы, на горизонтальных трубах и пучках труб. Теплообмен при капельной конденсации.
10. Теплообмен при кипении однокомпонентных жидкостей. Режимы кипения жидкости. Механизмы теплопереноса при пузырьковом кипении. Зависимость теплового потока от температурного напора. Отрывной диаметр пузыря, скорость роста и частота отрыва пузырей. Структура двухфазного потока и теплообмен при кипении жидкости внутри труб.
11. Кризисы кипения. Механизм теплообмена при пленочном кипении жидкости. Теплообмен при ламинарном движении паровой пленки. Теплообмен при турбулентном движении паровой пленки. Теплообмен излучением.
12. Основные законы теплового излучения. Закон Планка, закон Стефана-Больцмана. Закон Кирхгофа, закон Ламберта. Поглощение, испускание и рассеяние излучения.
13. Интегро-дифференциальное уравнение переноса излучения, двухпотокное приближение. Оптическая толщина среды, приближения оптически тонкого и оптически толстого слоя. Коэффициент лучистой теплопроводности.
14. Совместный перенос теплоты теплопроводностью и излучением. Гидрогазодинамика
15. Уравнения движения идеальной жидкости: уравнения неразрывности, Эйлера, энергии. Уравнение Бернулли. Потенциальное движение.
16. Дозвуковое и сверхзвуковое течения газа. Число Маха. Предельная скорость стационарного истечения газа в пустоту.

17. Поверхности разрыва. Тангенциальные разрывы и ударные волны. Изменение термодинамических параметров газа при прохождении его через ударную волну. Ударная адиабата.
18. Гидродинамика горения: медленное горение и детонация. Стационарное течение газа в канале переменного сечения. Расчетные и нерасчетные режимы течения. Сопло Лавала.
19. Нестационарное одномерное течение идеального газа. Распространение возмущений конечной интенсивности (возникновение в трубе ударных волн). Волны разрежения. Элементарная теория ударной трубы.
20. Динамика вязкой жидкости. Связь между тензором напряжений и тензором скоростей деформаций. Основные реологические законы неньютоновских вязких жидкостей.
21. Взаимодействие расплава с корпусом реактора. Задача конвекции для расплава. Распределение тепловых потоков.
22. Уравнения Навье-Стокса. Ламинарное течение жидкости в трубе. Закон Гагена-Пуазейля. Движения вязкой жидкости при больших значениях критерия Рейнольдса.

ЛИТЕРАТУРА

1. ЦВЕТКОВ Ф.Ф., ГРИГОРЬЕВ Б.А. «Тепломассообмен: Учебное пособие для вузов» — М.: Издательство МЭИ, 2008
2. Р.Н. НИГМАТУЛИН «Динамика многофазных сред»—М.: Наука, 1987г.
3. М.Е. ДЕЙЧ, ФИЛИППОВ Г.А. «Газодинамика двухфазных сред» —М.: Энергоиздат, 1981.
4. ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ТУРБУЛЕНТНЫХ И ДВУХФАЗНЫХ ТЕЧЕНИЙ. В 2 т. (под ред. Акад. РАН А.А. Саркисова, Г.А. Филиппова). Москва, Наука, 2010.
5. ШПИЛЬРАЙН Э.Э., КЕССЕЛЬМАН П.М. «Основы теории теплофизических свойств веществ». — М.: Энергия, 1977.
6. СЕМЁНОВ А.М. «Процессы переноса в газах». — М.: МЭИ, 1980.
7. ЛАНДАУ Л.Д. «Теоретическая физика. Гидродинамик» /Л.Д. ЛАНДАУ, Е.М. ЛИФШИЦ// Т. VI. —М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы. 1988.

СОСТАВИТЕЛИ:

Кондратенко П.С. – доктор физ.-мат. наук

Аветисян А.Р. – кандидат физ.-мат. наук

Семенов В.Н.- доктор физ.-мат. наук