



Федеральное агентство по рыболовству
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Калининградский государственный технический университет»
(ФГБОУ ВО «КГТУ»)

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по НР
Н.А. Кострикова
02.09.2024 г.

Фонд оценочных средств для аттестации по дисциплине
для подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре
(приложение к рабочей программе дисциплины)

**МЕТОДЫ РАСЧЕТА ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ И ФАЗОВЫХ РАВНОВЕСИЙ
ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ И ИХ СМЕСЕЙ**

Группа научных специальностей.

1.3. Физические науки

Научная специальность 1.3.14.

«ТЕПЛОФИЗИКА И ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ТЕПЛОТЕХНИКА».

Отрасль науки: технические науки.

Институт морских технологий, энергетики и строительства.

РАЗРАБОТЧИК: Кафедра строительства.
ВЕРСИЯ 1.
ДАТА ВЫПУСКА 01.08.2022.

1. РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.

Целью освоения дисциплины «Методы расчета теплофизических свойств и фазовых равновесий индивидуальных веществ и их смесей» является формирование у обучающегося системы теоретических и практических знаний и навыков, необходимых в преподавательской деятельности аспиранта по основным образовательным программам высшего образования, посредством изучения фундаментальных физических основ расчета теплофизических свойств и фазовых равновесий на основе современных достижений в области теплофизики и термодинамики и вычислительной техники.

В результате изучения дисциплины аспирант должен:

знать:

- основные методы экспериментального исследования теплофизических свойств веществ и показателей процесса теплообмена;
- методы компьютерного моделирования теплофизических свойств веществ;
- теоретическую базу и основные методы разработки уравнений состояния вещества как термодинамических, так и кинетических;
- основные дифференциальные уравнения, описывающие процесс тепло-массообмена и методы их решения;
- теорию подобия;

уметь:

- производить расчеты теплофизических свойств веществ на основе современных достижений в данной области, включая методы статистической физики и компьютерного моделирования;
- производить теплотехнические расчеты технологических процессов и оборудования в реальных условиях;
- разрабатывать уравнения состояния вещества на основе современных достижений фундаментальной физики, цифровых и информационных технологий;

владеть:

- методами разработки уравнений состояния, методами расчета теплофизических свойств веществ и фазовых равновесий, методами теплотехнического расчета процессов и оборудования с применением современных достижений цифровой техники и информационных технологий;
- современными методами термодинамического анализа;
- современными методами расчета теплофизических свойств и фазовых равновесий;

- современными методами теплотехнического расчета и решения задач тепло- и массообмена с применением компьютерных технологий.

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ.

2.1 Для оценки результатов освоения дисциплины используются:

- оценочные средства текущего контроля;
- оценочные средства для промежуточной аттестации по дисциплине.

2.2 К оценочным средствам текущего контроля относятся:

- типовые задания к практическим занятиям и контрольные вопросы.

2.3 К оценочным средствам для промежуточной аттестации по дисциплине относятся:

- вопросы к зачету.

К зачету допускаются аспиранты, получившие положительную оценку по результатам защиты практических работ и получившие допуск (зачет);

3 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

3.1 В приложении № 1. Типовые задания к практическим занятиям и контрольные вопросы.

4 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

4.1 Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета. К зачету допускаются аспиранты:

- положительно аттестованные по результатам освоения дисциплины (получившие при этой аттестации оценку «зачтено»).

4.2 В приложении № 2 приведены вопросы к зачету по дисциплине.

4.3 Оценка «зачтено» является экспертной и зависит от уровня освоения аспирантом тем дисциплины (наличия и сущности ошибок, допущенных аспирантом при ответе на вопрос).

4.4 Оценка «не зачтено» ставится в случае неполноты ответа на поставленный вопрос, если тема вопроса раскрыта недостаточно, а так же если ответ содержит информацию несоответствующую поставленному вопросу.

5 СВЕДЕНИЯ О ФОНДЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ И ЕГО СОГЛАСОВАНИИ

Фонд оценочных средств для аттестации по дисциплине **«Методы расчета теплофизических свойств и фазовых равновесий индивидуальных веществ и их смесей»** представляет собой образовательный компонент программы высшего образования – программы подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре ФГБОУ ВО «КГТУ» по научной специальности **1.3.14. Теплофизика и теоретическая теплотехника.**

Авторы – И.С. Александров, д.т.н., доцент, профессор кафедры строительства.

Фонд оценочных средств по дисциплине Иностранный язык рассмотрен и одобрен на заседании кафедры строительства (протокол № 1 от 31.08.2022 г.).

Заведующий кафедрой строительства

_____ : , к. т. н. доцент, В. А. Пименов

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и одобрена на заседании методической комиссии института морских технологий, энергетики и строительства (протокол № 6 от 06.09.2022г.)

Председатель учебно-методической комиссии института

_____ к.б.н. Н.Р. Ахмедова

Согласовано:

Начальник УПК ВНК

Н.Ю. Ключко

ТИПОВЫЕ ЗАДАНИЯ К ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ

Занятие №1. Критический анализ и классификация методов расчета теплофизических свойств.

Задания. 1. Классифицируйте предложенные методы расчета ТДС, например: расчет изобарной теплоемкости C_p по фундаментальному уравнению состояния (ФУС), расчет C_p по обобщенному уравнению Ли и Кеслера, расчет C_p по локальным обобщенным уравнениям, расчет C_p методом групповых составляющих, расчет C_p на основе взаимосвязи с другими ТФС.

2. Базируясь на общих принципах, дайте предварительную сравнительную характеристику предложенным методам расчета.

Контрольные вопросы.

1. Назовите известные Вам теплофизические свойства веществ?
2. На чем базируются различные прогнозные методы расчета?
3. Постарайтесь наиболее полно охарактеризовать выбор прогнозного метода расчета того или иного теплофизического свойства.
4. Какие в общем случае необходимо иметь данные для проведения прогнозных расчетов теплофизических свойств?

Занятие №2. Анализ взаимосвязи между некоторыми характеристическими константами чистых компонентов и методика их определения.

Задание 1. Назовите известные Вам критерии термодинамического подобия.

2. Опишите известные Вам соотношения между критериями подобия.
3. Определите фактор ацентричности Питцера и критерий Риделя для вещества.

Контрольные вопросы.

1. Какие Вы знаете критерии термодинамического подобия?
2. Какой принцип формулировки критерия подобия и выбора критерия для проведения прогнозных расчетов?
3. Как можно установить взаимосвязь между критериями подобия?
4. Какие необходимо иметь данные для определения критерия подобия.

Занятие №3. Расчет термодинамических свойств по уравнениям состояния, включая расчеты в критической области.

Задания. 1. Определить изобарную теплоемкость вещества в идеально-газовом состоянии.

2. Определить плотность и изобарную теплоемкость вещества при заданных значениях температуры T и давления p по уравнениям состояния и сравнить результаты:

- любому кубическому уравнению состояния (КУС);
- по индивидуальному многоконстантному фундаментальному уравнению состояния, используя известные программные продукты;

3. Выберите известное Вам уравнение или методику расчета ТДС вещества при значениях приведенной температуры $T/T_c = 1,025$ и плотности $\rho/\rho_c = 0,15$.

Контрольные вопросы.

1. Какие Вы знаете уравнения состояния и дайте им сравнительную характеристику.
2. На каком математическом аппарате базируется расчет ТДС по уравнениям состояния?
3. Что Вы понимаете под «критической областью»?

Занятие №4. Прогнозный расчет термодинамических свойств на основе теории термодинамического подобия.

Задания. 1. Выполнить расчет заданных ТДС при заданных значениях температуры и давления по уравнениям и сравнить результаты:

- обобщенному КУС;
- уравнению Ли и Кеслера;
- другому более современному известному Вам уравнению состояния;

2. Определите значение давления насыщенных паров, плотности жидкой и газовой фазы на линии насыщения по различным известным Вам эмпирическим методикам расчета и сравните результаты.

Контрольные вопросы.

1. Какие Вам известны методы расчета идеально-газовой теплоемкости, есть ли среди них методы, построенные на теории термодинамического подобия.
2. Сформулируйте принцип соответственных состояний и расширенный принцип соответственных состояний.
3. В чем заключается физическая сущность принципа соответственных состояний.
4. Какие вещества относятся к термодинамически подобным?

Занятие №5. Расчет фазового равновесия в многокомпонентных системах

Задания. 1. Определите плотность и давление индивидуального вещества в точке на линии насыщения.

2. Сформулируйте и запишите условия фазового равновесия для многокомпонентной смеси.

3. Определите плотность, давление и изобарную теплоемкость бинарной смеси по любому КУС.

Контрольные вопросы.

1. Какие Вы знаете методы и алгоритмы расчета ТДС на линии равновесия «жидкость – газ» индивидуального вещества?
2. Сформулируйте и запишите условия фазового равновесия на линии начала кипения и конденсации.
3. Какие Вы знаете правила комбинирования и с какой целью их применяют?
4. Что Вы знаете о псевдокритических свойствах и методах их определения?

Занятие №6. Уравнения вязкости и методы прогнозного расчета коэффициента динамической вязкости.

Задания. 1. Определить коэффициент динамической вязкости чистого вещества при заданной температуре в состоянии разрежения.

2. Определить значения коэффициента динамической вязкости при заданных значениях температуры на линии насыщения жидкости и газа.

3. Определить значения коэффициента динамической вязкости при заданных значениях температуры и давления известными Вам методами прогнозного расчета и дайте им сравнительную характеристику.

Контрольные вопросы.

1. Какие Вы знаете методы прогнозного расчета коэффициента динамической вязкости в состоянии разрежения?
2. Классифицируйте известные Вам методы расчета коэффициента динамической вязкости.
3. Охарактеризуйте поведение коэффициента динамической вязкости в критической области и известные Вам методы расчета.

Занятие №7. Уравнения теплопроводности и методы прогнозного расчета коэффициента теплопроводности.

Задания. 1. Определить коэффициент теплопроводности чистого вещества при заданной температуре в состоянии разрежения.

2. Определить значения коэффициента теплопроводности при заданных значениях

температуры на линии насыщения жидкости и газа.

3. Определить значения коэффициента теплопроводности при заданных значениях температуры и давления известными Вам методами прогнозного расчета и дайте им сравнительную характеристику.

Контрольные вопросы.

4. Какие Вы знаете методы прогнозного расчета коэффициента теплопроводности в состоянии разрежения?

5. Классифицируйте известные Вам методы расчета коэффициента теплопроводности.

6. Охарактеризуйте поведение коэффициента теплопроводности в критической области и известные Вам методы расчета.

Занятие №8. Анализ коэффициентов диффузии и методы их расчета

Задания. 1. Выполнить расчет коэффициента взаимной диффузии для заданной системы при известных значениях температуры и давления известными Вам методами.

2. Выполнить термодиффузионных постоянных для смеси заданного состава известными вам методами.

Контрольные вопросы.

1. Какие Вы знаете методы расчета коэффициента взаимной диффузии?

2. Какие Вы знаете методы расчета термодиффузионных постоянных?

3. Дайте сравнительную характеристику методам расчета коэффициентов диффузии.

Занятие №9. Принципы и методы расчета коэффициента поверхностного натяжения.

1. Произвести расчет коэффициента поверхностного натяжения вещества при заданном значении температуры известными Вам методами.

Контрольные вопросы.

1. Какие Вы знаете методы расчета коэффициента поверхностного натяжения вещества дайте им сравнительную характеристику.

2. Можно ли рассчитать коэффициент поверхностного натяжения по ФУС?

3. Как изменяется поверхностное натяжение в критической области и какие известны Вам методы прогнозного расчета в данном диапазоне?

ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

1. Классификация методов расчета ТФС
2. Выбор метода расчета ТФС
3. Применение теории термодинамического подобия для расчета ТФС
4. Тройная точка и нормальная точка плавления, методы расчета.
5. Методы расчета нормальной точки кипения
6. Методы расчета критических свойств
7. Дипольный момент и фактор полярности
8. Межмолекулярные потенциалы взаимодействия и методы их определения
9. Критерии термодинамического подобия
10. Вириальное уравнение состояния, связь с потенциалом межмолекулярного взаимодействия
11. Уравнение Ван-дер-Ваальса, кубические уравнения состояния
12. Многоконстантные фундаментальные уравнения состояния и методы их разработки
13. Уравнения состояния, полученные в рамках статистической теории ассоциированных флюидов
14. Обобщенные кубические и многоконстантные уравнения состояния
15. Уравнения состояния в критической области
16. Термодинамические потенциалы
17. Дифференциальные уравнения термодинамики
18. Расчет избыточных термодинамических свойств (ТДС)
19. Расчет идеально-газовых функций
20. Расчет ТДС на линиях фазового равновесия «жидкость – газ»
21. Расчет калорических свойств
22. Диаграммы состояния чистых веществ
23. Правила комбинирования для смесей
24. Расчет ТДС смесей на основе фундаментальных уравнений состояния
25. Термодинамическое равновесие многокомпонентных систем
26. Понятие фугитивности и коэффициента фугитивности
27. Константа фазового равновесия и методы её определения
28. Расчет фазового равновесия на основе уравнений состояния
29. Понятие коэффициента активности
30. Растворимость газов в жидкостях
31. Равновесие «жидкость – жидкость»
32. Расчет фазовых равновесий многокомпонентных систем в критической области
33. Расчет критической точки, точки максимального давления (крикондебар) и точки максимальной температуры (крикондетерм)
34. Теории вязкости газов и жидкостей
35. Методы расчета вязкости газов и жидкостей
36. Методы расчета вязкости смесей

37. Вязкость в критической области
38. Теории теплопроводности газов и жидкостей
39. Методы расчета теплопроводности газов и жидкостей
40. Методы расчета теплопроводности смесей
41. Теплопроводность в критической области
42. Коэффициенты диффузии
43. Теория диффузии газов
44. Методы расчета коэффициентов диффузии в газах и жидкостях
45. Методы расчета поверхностного натяжения индивидуальных веществ и смесей