

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

Механико-математический факультет

УТВЕРЖДЕНО:

Декан

Л. В. Гензе

Оценочные материалы по дисциплине

Основы тепломассопереноса

по направлению подготовки / специальности

01.03.03 Механика и математическое моделирование

Направленность (профиль) подготовки/ специализация:
Теоретическая, вычислительная и экспериментальная механика

Форма обучения

Очная

Квалификация

Механик. Преподаватель физико-математических дисциплин

Год приема

2024, 2025

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОП

Л.В. Гензе

Председатель УМК

Е.А. Тарасов

Томск – 2024

1. Компетенции и индикаторы их достижения, проверяемые данными оценочными материалами

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ОПК-1 Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических наук и механики в профессиональной деятельности.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

РООПК-1.1 Знает типовые постановки задач математики и механики, классические методы решения, теоретические основы методов и границы их применимости

РООПК-1.2 Способен адаптировать известные математические методы для решения поставленной задачи в области математики и механики

РООПК-1.3 Способен провести решение поставленной задачи в области математики и механики с использованием полученных фундаментальных знаний и получить результат

2. Оценочные материалы текущего контроля и критерии оценивания

Элементы текущего контроля:

- тест;
- контрольная работа;

Тест (ОПК-1, РООПК-1.1, РООПК-1.2, РООПК-1.3)

1. Законы сохранения:

- Массы, импульса, энергии
- Плотности, импульса, энергии
- Плотности, объема, энергии
- Массы, объема, энергии

2. Основные режимы теплопереноса:

- Теплопроводность, температуропроводность, конвекция
- Температуропроводность, диффузия, конвекция
- Теплопроводность, конвекция, излучение
- Температуропроводность, диффузия, излучение

3. Определение конвекции:

- процесс передачи тепла связанный с движением среды
- процесс передачи тепла связанный с разностью температуры в среде
- процесс передачи тепла связанный со способностью среды аккумулировать тепловую энергию
- процесс передачи тепла связанный с термодиффузией

4. Типы конвекции:

- Естественная, тепловая, смешанная
- Вынужденная, тепловая, обратная
- Естественная, вынужденная, смешанная
- Вынужденная, обратная, смешанная

5. Примеры естественной конвекции:

- Тепловые потоки в закрытой комнате с радиатором
- Тепловые потоки в открытой комнате со сквозняком
- Тепловые потоки в закрытой комнате с тепловентилятором
- Тепловые потоки в открытой комнате со сквозняком с радиатором

6. Примеры вынужденной конвекции:

- Тепловые потоки в закрытой комнате с радиатором
- Тепловые потоки в проветриваемой комнате

- Тепловые потоки в закрытой комнате с тепловентилятором
 - Тепловые потоки в открытой комнате с радиатором
7. Примеры смешанной конвекции:
- Тепловые потоки в закрытой комнате с радиатором
 - Тепловые потоки в проветриваемой комнате
 - Тепловые потоки в закрытой комнате с тепловентилятором
 - Тепловые потоки в открытой комнате с радиатором
8. Понятие пограничного слоя:
- Тонкий слой в пристеночной области обтекаемого тела
 - Слой на поверхности тела в покоящейся среде
 - Тонкий слой на поверхности всех тел
 - Магнитное поле вблизи движущихся тел
9. Вязкость жидкости/газа:
- Свойство текучего тела, характеризующее сопротивление перемещению текучей среды и тел внутри нее
 - Свойство твердого тела, движущегося в жидкой среде
 - Соотношение свойств обтекаемого тела и текучей среды
 - Способность жидкости/газа переносить твердые тела
10. Понятие турбулентной конвекции
- конвективное течение в трубах с высокой скоростью
 - конвективное течение со значительным перемешиванием соседних слоев имеющее нерегулярный характер
 - конвективное течение жидкости или газа с высокими значениями вязкости
 - конвективное течение жидкости или газа с низкими значениями вязкости
11. Что из нижеперечисленного не является примером турбулентной конвекции:
- Обтекание больших строений и зданий
 - Течение в микроканалах
 - Движение воздуха за крылом летящего самолета
 - Дым
12. В каком случае возникает тепловой факел:
- При горении свечи в поле сил земного притяжения
 - При нагревании области сверху
 - При движении изотермической жидкости вверх
 - При движении изотермической жидкости вниз
13. Какой из пунктов не является граничным условием для температуры:
- Задание постоянной температуры на границе
 - Задание теплового потока и начальной температуры на границе
 - Задание теплопроводностей материалов на границе
 - Задание зависимости температуры на границе от времени
14. Одномерное уравнение теплопроводности:
- $q = \lambda \Delta T$
 - $q = -\lambda \Delta T$
 - $q = \lambda^2 \Delta T$
 - $q = -\lambda^2 \Delta T$
15. Как влияет расположение нагревающего элемента на теплоперенос в замкнутой области (горизонтальные стенки – адиабатические, вертикальные – охлаждающие изотермические):
- расположение нагревателя не влияет на теплоперенос

- расположение нагревателя в центре нижней стенки полости соответствует ее максимальному прогреву
 - расположение нагревателя вблизи левой охлаждающей стенки соответствует ее максимальному нагреву
 - расположение нагревателя вблизи правой охлаждающей стенки соответствует ее максимальному нагреву
 - расположение нагревателя вблизи правой/левой охлаждающей стенки соответствует ее минимальному нагреву
16. Какой вид теплопереноса преобладает в комнате, обогреваемой от батареи/ИК-обогревателя:
- Конвекция
 - Теплопроводность
 - Диффузия
 - Излучение
17. Вследствие чего возникает естественная конвекция:
- Вследствие электро-магнитных сил
 - Вследствие разности плотностей
 - Вследствие приложенных внешних сил
 - Вследствие излучения
18. Что из нижеперечисленного является безразмерным критерием подобия физических процессов и характеризует интенсивность конвективного теплообмена:
- Число Прандтля
 - Коэффициент температуропроводности
 - Число Фурье
 - Число Рэлея

Контрольная работа (ОПК-1, РООПК-1.1, РООПК-1.2, РООПК-1.3)

Контрольная работа состоит из 2 теоретических вопросов.

Перечень теоретических вопросов:

1. Режимы теплопереноса (конвекция, теплопроводность, излучение).
2. Режимы конвективного теплопереноса (естественная, вынужденная и смешанная конвекции).
3. Определение естественной конвекции. Примеры, особенности.
4. Определение вынужденной конвекции. Примеры, особенности
5. Определение смешанной конвекции. Примеры, особенности
6. Теплоотдача от вертикальной поверхности (физика процесса, локальное и среднее числа Нуссельта).
7. Основные отличия естественной конвекции от вынужденной (профили скорости и температуры).
8. Записать систему дифференциальных уравнений, описывающую конвективный теплоперенос в поле действия массовых сил (ламинарное течение несжимаемой среды, внутренних источников нет, диссипацией энергии и работой сил давления пренебрегаем).
9. Преобразование слагаемого вида $\rho \mathbf{g}$ в уравнении движения в случае естественной конвекции.
10. Сформулировать приближение Буссинеска.
11. Основные уравнения естественной конвекции в приближении Буссинеска для жидкости с постоянными физическими свойствами при наличии внутренних источников тепла и с учетом работы сил давления и диссипации энергии.

12. Сформулировать приближение пограничного слоя в случае естественной конвекции.

Критерии оценивания:

Результаты контрольной работы определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Оценка «отлично» выставляется, если студент четко и логично изложил свой ответ на поставленный в билете вопрос.

Оценка «хорошо» выставляется, если дан правильный ответ на вопрос, но не все изложено развернуто и логически структурировано.

Оценка «удовлетворительно» выставляется, если дан правильный ответ на вопрос, но он изложен поверхностно и с нарушением логики изложения.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется, если ответ представлен очень поверхностно и с нарушением логики изложения, допущены существенные терминологические и фактические ошибки.

3. Оценочные материалы итогового контроля (промежуточной аттестации) и критерии оценивания

Экзаменационный билет состоит из двух теоретических вопросов.

Первый вопрос, проверяющий ОПК-1, относится к знанию основных определений теории массопереноса, умению определять режимы тепломассопереноса и их основные особенности.

Вторая часть билета проверяет РООПК-1.1, РООПК-1.2 и РООПК-1.3. Второй вопрос проверяет умение ставить четкую математическую задачу на основе физической постановки и проводить аналитическое решение простейших задач естественной конвекции.

Перечень теоретических вопросов:

1. Режимы теплопереноса (конвекция, теплопроводность, излучение).
2. Режимы конвективного теплопереноса (естественная, вынужденная и смешанная конвекции).
3. Определение естественной конвекции. Примеры, особенности.
4. Определение вынужденной конвекции. Примеры, особенности.
5. Определение смешанной конвекции. Примеры, особенности.
6. Теплоотдача от вертикальной поверхности (физика процесса, локальное и среднее числа Нуссельта).
7. Основные отличия естественной конвекции от вынужденной (профили скорости и температуры).
8. Записать систему дифференциальных уравнений, описывающую конвективный теплоперенос в поле действия массовых сил (ламинарное течение несжимаемой среды, внутренних источников нет, диссипацией энергии и работой сил давления пренебрегаем).
9. Сформулировать приближение Буссинеска.
10. Основные уравнения естественной конвекции в приближении Буссинеска для жидкости с постоянными физическими свойствами при наличии внутренних источников тепла и с учетом работы сил давления и диссипации энергии.
11. Толщина теплового пограничного слоя. Вывод из уравнений тепломассопереноса.
12. Толщина динамического пограничного слоя. Вывод из уравнений тепломассопереноса.
13. Записать уравнения пограничного слоя в случае естественной конвекции у вертикальной пластины (стационарное течение несжимаемой

жидкости с постоянными физическими свойствами, внутренних источников нет, диссипацией энергии и работой сил давления пренебрегаем).

14. Граничные условия для скорости и температуры.
15. Параметры подобия при естественной конвекции.

Критерии оценивания:

Результаты контрольной работы определяются оценками «зачет» и «незачет».

Оценка «зачет» выставляется, если студент четко и логично изложил свой ответ на поставленный в билете вопрос. Даны правильные и развернутые ответы на вопросы. Студент четко и логично изложил свой ответ на поставленный в тесте вопросы. Студент выполнил все практические задания на СРС.

Оценка «незачет» выставляется, если:

Дан правильный ответ на вопрос, но не все изложено развернуто и логически структурировано.

Ответ представлен очень поверхностно и с нарушением логики изложения. Студент очень плохо владеет основными моделями и концепциями.

Допущены существенные терминологические и фактические ошибки.
4. Оценочные материалы для проверки остаточных знаний (сформированности компетенций)

Тест (ОПК-1, РООПК-1.1, РООПК-1.2, РООПК-1.3)

1. Законы сохранения:

- Массы, импульса, энергии
- Плотности, импульса, энергии
- Плотности, объема, энергии
- Массы, объема, энергии

2. Основные режимы теплопереноса:

- Теплопроводность, температуропроводность, конвекция
- Температуропроводность, диффузия, конвекция
- Теплопроводность, конвекция, излучение
- Температуропроводность, диффузия, излучение

3. Определение конвекции:

- процесс передачи тепла связанный с движением среды
- процесс передачи тепла связанный с разностью температуры в среде
- процесс передачи тепла связанный со способностью среды аккумулировать тепловую энергию
- процесс передачи тепла связанный с термодиффузией

4. Типы конвекции:

- Естественная, тепловая, смешанная
- Вынужденная, тепловая, обратная
- Естественная, вынужденная, смешанная
- Вынужденная, обратная, смешанная

5. Примеры естественной конвекции:

- Тепловые потоки в закрытой комнате с радиатором
- Тепловые потоки в открытой комнате со сквозняком
- Тепловые потоки в закрытой комнате с тепловентилятором
- Тепловые потоки в открытой комнате со сквозняком с радиатором

6. Примеры вынужденной конвекции:

- Тепловые потоки в закрытой комнате с радиатором
- Тепловые потоки в проветриваемой комнате
- Тепловые потоки в закрытой комнате с тепловентилятором

- Тепловые потоки в открытой комнате с радиатором
7. Примеры смешанной конвекции:
- Тепловые потоки в закрытой комнате с радиатором
 - Тепловые потоки в проветриваемой комнате
 - Тепловые потоки в закрытой комнате с тепловентилятором
 - Тепловые потоки в открытой комнате с радиатором
8. Понятие пограничного слоя:
- Тонкий слой в пристеночной области обтекаемого тела
 - Слой на поверхности тела в покоящейся среде
 - Тонкий слой на поверхности всех тел
 - Магнитное поле вблизи движущихся тел
9. Вязкость жидкости/газа:
- Свойство текучего тела, характеризующее сопротивление перемещению текучей среды и тел внутри нее
 - Свойство твердого тела, движущегося в жидкой среде
 - Соотношение свойств обтекаемого тела и текучей среды
 - Способность жидкости/газа переносить твердые тела
10. Понятие турбулентной конвекции
- конвективное течение в трубах с высокой скоростью
 - конвективное течение со значительным перемешиванием соседних слоев имеющее нерегулярный характер
 - конвективное течение жидкости или газа с высокими значениями вязкости
 - конвективное течение жидкости или газа с низкими значениями вязкости
11. Что из нижеперечисленного не является примером турбулентной конвекции:
- Обтекание больших строений и зданий
 - Течение в микроканалах
 - Движение воздуха за крылом летящего самолета
 - Дым
12. В каком случае возникает тепловой факел:
- При горении свечи в поле сил земного притяжения
 - При нагревании области сверху
 - При движении изотермической жидкости вверх
 - При движении изотермической жидкости вниз
13. Какой из пунктов не является граничным условием для температуры:
- Задание постоянной температуры на границе
 - Задание теплового потока и начальной температуры на границе
 - Задание теплопроводностей материалов на границе
 - Задание зависимости температуры на границе от времени
14. Одномерное уравнение теплопроводности:
- $q = \lambda \Delta T$
 - $q = -\lambda \Delta T$
 - $q = \lambda^2 \Delta T$
 - $q = -\lambda^2 \Delta T$
15. Как влияет расположение нагревающего элемента на теплоперенос в замкнутой области (горизонтальные стенки – адиабатические, вертикальные – охлаждающие изотермические):
- расположение нагревателя не влияет на теплоперенос

- расположение нагревателя в центре нижней стенки полости соответствует ее максимальному прогреву
 - расположение нагревателя вблизи левой охлаждающей стенки соответствует ее максимальному нагреву
 - расположение нагревателя вблизи правой охлаждающей стенки соответствует ее максимальному нагреву
 - расположение нагревателя вблизи правой/левой охлаждающей стенки соответствует ее минимальному нагреву
16. Какой вид теплопереноса преобладает в комнате, обогреваемой от батареи/ ИК-обогревателя:
- Конвекция
 - Теплопроводность
 - Диффузия
 - Излучение
17. Вследствие чего возникает естественная конвекция:
- Вследствие электро-магнитных сил
 - Вследствие разности плотностей
 - Вследствие приложенных внешних сил
 - Вследствие излучения
18. Что из нижеперечисленного является безразмерным критерием подобия физических процессов и характеризует интенсивность конвективного теплообмена:
- Число Прандтля
 - Коэффициент температуропроводности
 - Число Фурье
 - Число Рэлея

Информация о разработчиках

Бондарева Надежда Сергеевна, к.ф.-м.н., кафедра теоретической механики ММФ, доцент.