

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ЛУГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ ВЛАДИМИРА ДАЛЯ»

Институт технологий и инженерной механики
Кафедра материаловедения
(наименование кафедры)

УТВЕРЖДАЮ

Директор института технологий
и инженерной механики



Могильная Е.П. Могильная Е.П.

«18» 02 2025 г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
по учебной дисциплине

Теория и тепло- и массопереноса в материалах

22.03.01 Материаловедение и технологии материалов

Материаловедение в машиностроении
Композиционные и порошковые материалы, покрытия

Разработчик:

доцент Черников Н. Г.

ФОС рассмотрен и одобрен на заседании кафедры материаловедения

от «18» 02 2025 г., протокол № 6

Заведующий кафедрой материаловедения Рябичева Л.А.

Луганск 20 25 г.

**Комплект оценочных материалов по дисциплине
«Теория тепло- и массопереноса в материалах»**

Задания закрытого типа

Задания закрытого типа на выбор правильного ответа

Выберите один правильный ответ

1. Какая физическая величина является характеристикой температурного поля?

- А) тепловой поток
- Б) плотность теплового потока
- В) градиент температуры
- Г) коэффициент температуропроводности
- Д) коэффициент теплопроводности

Правильный ответ: В

Компетенции (индикаторы): ОПК-2

2. Дать определение основного параметра уравнения теплопроводности

А) градиент температуры – это вектор, направленный по нормали к изотермической поверхности в сторону увеличения температуры и численно равный частной производной от температуры по этому направлению.

Б) тепловой поток – это количество теплоты, проходящее в единицу времени через произвольную поверхность,

В) плотность теплового потока – это тепловой поток, отнесенный к единице поверхности

Г) коэффициент теплопроводности – это физический параметр, характеризующий интенсивность процесса теплопроводности в веществе и численно равный плотности теплового потока вследствие теплопроводности при градиенте температуры, равном единице

Д) температуропроводность – физическая величина характеризующая скорость выравнивания температуры вещества в неравновесных тепловых процессах

Правильный ответ: Г

Компетенции (индикаторы): ОПК-2

3. Массообмен и условия его осуществления.

А) перенос вещества вследствие молекулярной диффузии при равномерном распределении концентраций в рассматриваемом объеме

Б) массообмен – самопроизвольный процесс переноса какого-либо вещества в форме молекул, атомов, ионов в пространстве с неоднородной концентрацией этого вещества; массообмен имеет место и при неоднородных полях температур и давлений в рассматриваемом объеме.

В) перенос вещества вследствие теплового колебания решетки при постоянном градиенте температур и градиенте давлений.

Г) массообмен – это самопроизвольный процесс переноса вещества в форме молекул, атомов, ионов в пространстве вследствие теплового колебания решетки в рассматриваемом объеме.

Д) массообмен – это самопроизвольный процесс переноса вещества вследствие молекулярной диффузии вследствие теплового колебания решетки в рассматриваемом объеме.

Правильный ответ: Б

Компетенции (индикаторы): ОПК-4

Задания закрытого типа на установление соответствия

Каждому элементу левого столбца соответствует только один элемент правого столбца.

1. Установите соответствие, характерное для переноса теплоты

- | | |
|--|---|
| 1) теплообмен излучением | А) совокупность значений температуры в данный момент времени для всех точек пространства называется температурным полем. При этом если температура зависит от времени, то поле называется нестационарным. Если же температура во времени не меняется, то поле называется стационарным. Температура – исключительно важная величина, так как является параметром состояния системы и позволяет характеризовать процесс теплообмена при наличии градиента температуры |
| 2) теплообмен теплопроводностью | Б) теплообмен вследствие распространения энергии от излучающего тела посредством электромагнитных волн. Эти волны в однородной изотропной среде или вакууме распространяются прямолинейно со скоростью света и подчиняются оптическим законам преломления, поглощения и отражения |
| 3) теплообмен вследствие процесса конвекции | В) способность материальных тел проводить тепловую энергию от более нагретых частей тела к менее нагретым частям тела путём хаотического движения частиц тела (атомов, молекул, электронов и т.п.) |
| 4) теплообмен вследствие наличия градиента температуры | Г) перенос тепла вследствие движения вещества, обусловленного разностью плотностей вещества и вызванного его контактом с поверхностью, имеющую другую температуру |

Правильный ответ: 1-Б, 2-В, 3-Г, 4-А

Компетенции (индикаторы): ОПК-2

2. Установите соответствие между определениями граничных условий основ теории теплопроводности

- | | |
|-------------------------------|---|
| 1) граничные условия I рода | А) краевое условие состоит в задании зависимости плотности теплового потока вследствие теплопроводности со стороны тела от температур поверхности тела $t_{\text{пов}}$ и окружающей среды $t_{\text{ср}}$ |
| 2) граничные условия II рода | Б) краевое условие состоит в задании распределения температуры на поверхности тела как функции координат и времени |
| 3) граничные условия III рода | В) краевые условия соответствуют теплообмену соприкасающихся твердых тел, когда температура соприкасающихся поверхностей одинакова, или теплообмен поверхности тела с окружающей средой. Задаются они как условия равенства температуры и плотности теплового потока на поверхности соприкосновения двух тел (или сред) |
| 4) граничные условия VI рода | Г) краевое условие задается распределение плотности теплового потока на поверхности тела как функция координат и времени |

Правильный ответ: 1-Б, 2-Г, 3-А, 4-В

Компетенции (индикаторы): ПК-3

3. Установите соответствие особенностей теплового излучения газов

- | | |
|--|---|
| 1) первая особенность состоит в том, что | А) при излучении смеси газов. обычно газовая среда в пламенных печах содержит CO_2 , H_2O , N_2 , O_2 . В печах малоокислительного нагрева появляется еще CO , а в печах цветной металлургии при обработке содержащего серу сырья – SO_2 . Каждый из этих газов, кроме O_2 и N_2 , способен излучать и поглощать тепловую энергию. |
| 2) вторая особенность состоит в том, что | Б) излучать и поглощать лучистую энергию в небольших количествах могут двухатомные газы с несимметричной |

молекулой (CO , HCl и др.) и в более значительных – трехатомные газы (CO_2 , H_2O , SO_2 и др.), а также с большим числом молекул (SO_3 , CH_4 , C_nH_m и др.). Для условий работы тепловых агрегатов в металлургии наиболее существенны излучения CO_2 , H_2O , SO_2 и CO .

- 3) третья особенность В) состоит в том, что тепловое излучение газа не подчиняется закону Стефана-Больцмана, и в целях универсализации расчетов тепловое излучение газов рассчитывают, используя как закон Стефана-Больцмана, так и учитывают все особенности излучения газов при определении степени черноты газов – ε_r .
- 4) четвертая особенность Г) состоит в том, что излучение молекул газа сугубо индивидуально, так как между кратковременными столкновениями молекулы не встречаются. Таким образом, поглощение излучения должно быть функцией числа молекул, находящихся на пути луча (гипотеза Бугера-Бера). Поскольку число молекул зависит от парциального давления, то поглощение должно зависеть от произведения этого давления на длину пути луча

Правильный ответ: 1-Б, 2-Г, 3-В, 4-А

Компетенции (индикаторы): ПК-4

Задания закрытого типа на установление правильной последовательности

Установите правильную последовательность.

Запишите правильную последовательность букв слева направо

1. Установите правильную последовательность этапов переноса массы вещества через поверхность раздела двух фаз.

А) массообмен заканчивается после выравнивания концентраций вещества

Б) перенос вещества из второй фазы в первую тождественно переносу из первой во вторую

В) перенос осуществляется в результате отсутствия наличия подвижного равновесия

Г) перенос вещества из первой фазы во вторую тождественно переносу из второй в первую

Правильный ответ: В, Г, Б, А

Компетенции (индикаторы): ОПК- 2

2. Установите правильную последовательность этапов конвективного теплообмена по мере продвижения потока при омывании им стенки трубы

А) в пределах участка стабилизации пограничный слой формируется независимо один от другого

Б) образуется область полностью развитого течения, где динамические слои от противоположных стенок смыкаются на оси трубы (канала) и более не изменяются

В) определяют гидродинамический пограничный слой, который лимитируется размером трубы (канала)

Г) по длине трубы (канала) выделяют гидродинамический участок или участок стабилизации

Правильный ответ: В, Г, А, Б

Компетенции (индикаторы): ПК-4

3. Расположите этапы анализа фундаментальной задачи расчета теплового излучения (в порядке от порядка целесообразности)

А) учитывается степень черноты

Б) определяется плотность потока излучения для выделенных геометрических зон

В) учитывается геометрическая форма зоны излучения

Г) зоны определяются по заданным (измеренным) температурам

Правильный ответ: Б, Г, В, А

Компетенции (индикаторы): ОПК-4

Задания открытого типа

Задания открытого типа на дополнение

Напишите пропущенное слово (словосочетание).

1. Поток энергии, падающий на поверхность твердого тела, соответственно частично _____ от этой поверхности

Правильный ответ: поглощается и отражается

Компетенции (индикаторы): ОПК-2

2. В металлах передача теплоты осуществляется главным образом за счет _____, поток которых можно уподобить одноатомному идеальному газу

Правильный ответ: свободных электронов

Компетенции (индикаторы): ПК-4

3. Для получения численного или приближенного решения дифференциальных уравнений теплопроводности используется возможность заменить (аппроксимировать) неизвестную функцию, являющуюся искомым решением, набором (системой) относительно простых _____, включающих конечное число постоянных неопределенных коэффициентов

Правильный ответ: зависимостей

Компетенции (индикаторы): ОПК-2

Задания открытого типа с кратким свободным ответом

Дайте ответ на вопрос

1. По какому закону изменяется поток излучения?

Правильный ответ: поток излучения изменяется по закону Бугера-Брега

Компетенции (индикаторы): ПК-4

2. По какому закону реализуется перенос массы вещества из фазы в фазу?

Правильный ответ: определяется по первому закону Фика

Компетенции (индикаторы): ПК-4

3. Какова физическая картина свободной конвекции у пограничного слоя для вертикальной плоскости (пластины)?

Правильный ответ: физическая картина свободной конвекции хорошо удовлетворяет основным предпосылкам теории пограничного слоя

Компетенции (индикаторы): ПК-4

Задания открытого типа с развернутым ответом

Дайте ответ на вопрос

1. Закон Фурье. Какой физический смысл коэффициента теплопроводности?

Время выполнения – 20 мин.

Критерии оценивания: полное содержательное соответствие приведённому ниже пояснению:

Теплопроводность – единственный вид теплопередачи в непрозрачной твердой среде. Если в такой среде существует градиент температуры, то теплота переносится из высокотемпературной области в низкотемпературную.

Закон Фурье утверждает пропорциональность вектора плотности теплового потока \vec{q} и градиента температуры $grad\ t$

$$\vec{q} = -\lambda grad\ t = -\lambda \nabla t$$

где коэффициент пропорциональности λ называют коэффициентом теплопроводности. Он является физической характеристикой среды и подобно другим характеристикам этого рода (удельным значениям теплоемкости,

электрического сопротивления, модулю упругости и т.п.) зависит от локального (местного) состояния среды и прежде всего от температуры.

Из этого уравнения вытекает физическое содержание коэффициента теплопроводности: λ численно равен количеству теплоты, проходящему через единицу поверхности в единицу времени вследствие теплопроводности при градиенте температуры, равном единице.

Компетенции (индикаторы): ОПК-2

2. Какой основной закон массопереноса?

Время выполнения – 25 мин.

Критерии оценивания: полное содержательное соответствие приведенному ниже пояснению:

Многие технологические процессы в металлургии реализуются несколькими одновременно протекающими гетерогенными процессами массопереноса. Причем, направление переноса веществ из фазы в фазу определяется его концентрациями в фазах и условиями равновесия. Плотность потока массы, $\text{кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$, вещества m , переносимого молекулярной диффузией в бинарных (двухкомпонентных) смесях, можно определить по первому закону Фика:

$$m_i = -D_i \frac{dc}{dn}$$

где D_i – коэффициент диффузии i -того компонента, $\text{м}^2/\text{с}$; dc/dn – градиент концентраций, $\text{кг}/\text{м}^4$.

Смысл коэффициента диффузии, $\text{кг} \cdot \text{м}/[(\text{кг}/\text{м}^3) \cdot \text{с}]$, можно понять из вышеуказанной формулы

$$D = m \, dn / dc$$

Следовательно, он определяет количество вещества, диффундирующего в единицу времени через единицу поверхности при градиенте концентраций, равном единице. Это физическая константа, не зависящая от гидродинамических условий массопереноса. Ее значение зависит от вида переносимого вещества

Компетенции (индикаторы): ПК-4

3. На основании какого закона можно определить тепловой поток для конвективного теплообмена?

Время выполнения – 20 мин.

Критерии оценивания: полное содержательное соответствие приведенному ниже пояснению:

Вынужденная конвекция происходит в условиях, когда под действием внешней движущей силы газ (жидкость) обтекает поверхность с более высокой или более низкой температурой, чем у газа. Поскольку скорость газа при вынужденной конвекции больше, чем при свободной, то в этом случае может быть передано больше теплоты при заданном перепаде температур. Это возрастание теплового потока компенсируется работой, затрачиваемой для

приведения газа в движение. Но независимо от того, является ли конвекция свободной или вынужденной, тепловой поток Q_c можно выразить с помощью закона Ньютона при охлаждении:

$$Q_c = \bar{\alpha}(t_c - t_{жс})F$$

где $\bar{\alpha}$ – удельная тепловая производительность для конвекции или средний коэффициент конвективной теплоотдачи на поверхности раздела газа (жидкости) и твердого тела. Данное соотношение служит только для определения $\bar{\alpha}$. Численное значение $\bar{\alpha}$ измеряется в метрах (м)

Компетенции (индикаторы): ПК-4

Экспертное заключение

Представленный фонд оценочных средств (далее – ФОС) по дисциплине «Теория и тепло- и массопереноса в материалах» соответствует требованиям ФГОС ВО.

Предлагаемые формы и средства текущего и промежуточного контроля адекватны целям и задачам реализации основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов.

Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины представлены в полном объеме.

Виды оценочных средств, включенные в представленный фонд, отвечают основным принципам формирования ФОС.

Разработанный и представленный для экспертизы фонд оценочных средств рекомендуется к использованию в процессе подготовки обучающихся по указанному направлению.

Председатель учебно-методической комиссии
института технологий и инженерной механики



Ясуник С.Н.

Лист изменений и дополнений

№ п/п	Виды дополнений и изменений	Дата и номер протокола заседания кафедры (кафедр), на котором были рассмотрены и одобрены изменения и дополнения	Подпись (с расшифровкой) заведующего кафедрой (заведующих кафедрами)