

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.О.28 ТЕПЛОМАССОБМЕН

Направление подготовки (специальность) 03.05.02 Фундаментальная и прикладная физика

Профиль подготовки (специализация)

Форма обучения очная

Год набора 2024

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Программу составили
Доцент, к.ф.-м.н. Лобасова Марина Спартаковна

1 Цели и задачи изучения дисциплины

1.1 Цель преподавания дисциплины:

Ознакомление студентов с современными расчетно-теоретическими методами исследования процессов тепло- и массообмена в элементах аппаратов и устройств.

1.2 Задачи изучения дисциплины:

- Сформировать у студентов представление о физической природе процессов тепло- и массообмена.
- Развить умение использовать при изучении процессов тепло- и массообмена современные теоретические и расчетные методы.
- Способствовать овладению приемами решения конкретных задач из разных областей теплообмена, позволяющими студентам в дальнейшем решать практические задачи профессиональной деятельности.

1.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы высшего образования:

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине	
ОПК-4	Способен применять основные концепции современного естествознания в междисциплинарных исследованиях;	
ОПК-4.2	Использует базовые знания естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности	Знает основные понятия конвективного теплообмена, теплообмена излучением и массообмена
ПК-3	Способен разрабатывать и применять новые материалы, исследовать их структуру и свойства	
ПК-3.1	Планирует процессы получения материалов и исследования их свойств	Знает основные понятия стационарной и нестационарной теплопроводности

Дисциплина реализуется без применения ЭО и ДОТ

2 Объем дисциплины (модуля)

Вид учебной работы	Всего, зачетных единиц (акад.час)	Семестр
		10
Общая трудоемкость дисциплины	4 (144)	4 (144)
Контактная работа с преподавателем:	2 (72)	2 (72)
занятия лекционного типа	1 (36)	1 (36)
практические занятия	1 (36)	1 (36)
Самостоятельная работа обучающихся	1 (36)	1 (36)
Вид промежуточной аттестации (Экзамен)	36	Экзамен

3 Содержание дисциплины (модуля)

№ п/п	Вид работ	Темы занятия	Объем часов	Семестр /курс	Часы в эл. формате
Раздел 1. Стационарная теплопроводность					
1.	Лек	Дифференциальное уравнение теплопроводности	2	10	
2.	Лек	Теплопроводность и теплопередача в плоской стенке	2	10	
3.	Лек	Теплопроводность и теплопередача в цилиндрической стенке	2	10	
4.	Лек	Стационарная теплопроводность при наличии внутренних источников теплоты	2	10	
5.	Пр	Определение теплофизических свойств веществ	2	10	
6.	Пр	Тепловой поток и поле температур в плоской стенке	2	10	
7.	Пр	Тепловой поток и поле температур в цилиндрической стенке	2	10	
8.	Пр	Тепловой поток и поле температур в телах с внутренними источниками теплоты	2	10	
Раздел 2. Нестационарная теплопроводность					
1.	Лек	Нестационарная теплопроводность пластины	2	10	
2.	Лек	Нестационарная теплопроводность цилиндра	2	10	
3.	Лек	Регулярный режим охлаждения тел	2	10	
4.	Пр	Нестационарное поле температур в плоской стенке	2	10	
5.	Пр	Нестационарное поле температур в цилиндрической стенке	2	10	
6.	Пр	Применение регулярного режима для определения теплофизических свойств веществ	2	10	
Раздел 3. Конвективный теплообмен в однофазной среде					
1.	Лек	Основы теории подобия	2	10	
2.	Лек	Свободная конвекция	2	10	
3.	Лек	Вынужденная конвекция при внешнем обтекании тел	2	10	
4.	Лек	Вынужденная конвекция при течении в трубах	2	10	
5.	Пр	Критерии подобия и критериальные уравнения	2	10	
6.	Пр	Теплоотдача при свободной конвекции	2	10	
7.	Пр	Теплоотдача при внешнем обтекании тел	2	10	
8.	Пр	Теплоотдача при течении в трубах	2	10	
Раздел 4. Теплообмен при фазовых превращениях					
1.	Лек	Конденсация чистых паров	2	10	
2.	Лек	Кипение однокомпонентных жидкостей	2	10	
3.	Пр	Теплоотдача при конденсации	2	10	
4.	Пр	Теплоотдача при кипении	2	10	

Раздел 5. Теплообмен излучением					
1.	Лек	Основные положения теплообмена излучением	2	10	
2.	Лек	Теплообмен излучением в диатермичной среде	2	10	
3.	Лек	Теплообмен излучением в поглощающей среде	2	10	
4.	Пр	Виды лучистых потоков	2	10	
5.	Пр	Результирующее излучение в прозрачной среде	2	10	
6.	Пр	Результирующее излучение в поглощающей среде	2	10	
Раздел 6. Основы массообмена					
1.	Лек	Основные законы переноса вещества	2	10	
2.	Лек	Тройная аналогия	2	10	
3.	Пр	Определение потоков массы	2	10	
4.	Пр	Применение тройной аналогии для определения массоотдачи	2	10	
Раздел 7. Текущий контроль и промежуточная аттестация по дисциплине Тепломассообмен					
1.	Ср	Проведение тематического тестирования	18	10	
2.	Ср	Выполнение тематических расчетных заданий	18	10	
3.	Экзамен	Подготовка и проведение экзамена	36	10	

4 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

4.1 Печатные и электронные издания:

1. Цветков Ф. Ф., Григорьев Б. А. Тепломассообмен: учеб. пособие для студентов вузов. - Москва: МЭИ, 2006. - 549 с..

2. Лобасова М. С., Финников К. А., Миловидова Т. А., Дектерев А. А., Серебренников Д. С., Минаков А. В., Кузоватов И. А., Васильев В. В. Тепломассообмен [Электронный ресурс]: электрон. учеб.-метод. комплекс дисциплины. - Красноярск: ИПК СФУ, 2009. - on-line – Режим доступа: http://lib3.sfu-kras.ru/ft/lib2/ELIB_DC/UMKD/i-712068.zip .

3. Луканин В. Н. Теплотехника: учебник для вузов. - М.: Высш. шк., 2008. - 671 с..

4. Цветков Ф. Ф., Керимов Р. В., Величко В. И. Задачник по тепломассообмену: учеб. пособие для студентов вузов по направлению подгот. 140100 "Теплоэнергетика". - Москва: МЭИ, 2010. - 195 с..

5. Краснощеков Е. А., Сукомел А. С. Задачник по теплопередаче: учеб. пособие для теплоэнергет. спец. вузов. - Москва: Энергия, 1980. - 287 с..

6. Исаченко В. П., Осипова В. А., Сукомел А. С. Теплопередача: учебник для вузов. - Москва: Энергоиздат, 1981. - 417 с..

7. Лобасова М. С., Лобасов А. С. Тепломассообмен. Стационарная теплопроводность [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие для самостоятельной работы [для студентов напр. подготовки бакалавров 03.03.02 «Физика», 14.03.01 «Ядерная энергетика и теплофизика», 14.03.02 «Ядерная физика и технологии», 16.03.01 «Техническая физика», 28.03.01 «Нанотехнология и микросистемная техника»]. - Красноярск: СФУ, 2015. - – Режим доступа: <http://lib3.sfu-kras.ru/ft/lib2/elib/u62/i-865368639.pdf> .

8. Лобасова М. С., Лобасов А. С. Тепломассообмен. Нестационарная теплопроводность [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие [для напр. подготовки бакалавров 03.03.02 «Физика», 14.03.01 «Ядерная энергетика и теплофизика», 14.03.02 «Ядерная физика и технологии», 16.03.01 «Техническая физика», 28.03.01 «Нанотехнология и микросистемная техника»]. - Красноярск: СФУ, 2015. - – Режим доступа: <http://lib3.sfu-kras.ru/ft/lib2/elib/u62/i-436840080.pdf> .

9. Лобасова М. С. Тепломассообмен. Стационарная теплопроводность. [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие [для студентов напр. подготовки бакалавров 03.03.02 «Физика», 14.03.01 «Ядерная энергетика и теплофизика», 14.03.02 «Ядерная физика и технологии», 16.03.01 «Техническая физика»]. - Красноярск: СФУ, 2016. - – Режим доступа: <http://Lib3.sfu-kras.ru/ft/LIB2/ELIB/b22/i-664867960.pdf> .

10. Лобасова М. С. Тепломассообмен. Нестационарная теплопроводность. [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие [для студентов напр. подготовки бакалавров 03.03.02 «Физика», 14.03.01 «Ядерная энергетика и теплофизика», 14.03.02 «Ядерная физика и технологии», 16.03.01 «Техническая физика»]. - Красноярск: СФУ, 2016. - – Режим доступа: <http://Lib3.sfu-kras.ru/ft/LIB2/ELIB/b22/i-487608610.pdf> .

11. Лобасова М. С. Тепломассообмен. Основы теории подобия. Курс лекций [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие [для студентов напр. подготовки бакалавров 03.03.02 «Физика», 14.03.01 «Ядерная энергетика и теплофизика», 14.03.02 «Ядерная физика и технологии», 16.03.01 «Техническая физика». Рекомендуется для магистрантов укрупненных групп 03.00.00 «Физика и астрономия», 14.00.00 «Ядерная энергетика и технологии», 16.00.00 «Физико-технические науки и технологии», а также для аспирантов напр. 03.06.01 «Физика и астрономия» по специальности 01.04.14 «Теплофизика и теоретическая теплотехника»]. - Красноярск: СФУ, 2016. - – Режим доступа: <http://Lib3.sfu-kras.ru/ft/LIB2/ELIB/u621/i-777625386.pdf> .

12. Лобасова М. С. Тепломассообмен. Основы теории подобия [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие [для студентов напр. подготовки бакалавров 03.03.02 «Физика», 14.03.01 «Ядерная энергетика и теплофизика», 14.03.02 «Ядерная физика и технологии», 16.03.01 «Техническая физика». Рекомендуется для магистрантов укрупненных групп 03.00.00 «Физика и астрономия», 14.00.00 «Ядерная энергетика и технологии», 16.00.00 «Физико-технические науки и технологии», а также для аспирантов напр. 03.06.01 «Физика и астрономия» по специальности 01.04.14 «Теплофизика и теоретическая теплотехника»]. - Красноярск: СФУ, 2016. - – Режим доступа: <http://Lib3.sfu-kras.ru/ft/LIB2/ELIB/u621/i-812954096.pdf>.

13. Лобасова М. С. Тепломассообмен. Конвективный теплообмен в однофазной среде. Курс лекций [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие. - Красноярск: СФУ, 2018. - – Режим доступа: <http://Lib3.sfu-kras.ru/ft/LIB2/ELIB/u621/i-251370802.pdf>.

14. Лобасова М. С. Тепломассообмен. Конвективный теплообмен в однофазной среде [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие. - Красноярск: СФУ, 2018. - – Режим доступа: <http://Lib3.sfu-kras.ru/ft/LIB2/ELIB/u621/i-019361112.pdf>.

15. Лобасова М. С. Тепломассообмен. Теплообмен при фазовых превращениях. Курс лекций [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие. - Красноярск: СФУ, 2018. - – Режим доступа: <http://Lib3.sfu-kras.ru/ft/LIB2/ELIB/u621/i-450551319.pdf>.

16. Лобасова М. С. Тепломассообмен. Теплообмен при фазовых превращениях [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие. - Красноярск: СФУ, 2018. - – Режим доступа: <http://Lib3.sfu-kras.ru/ft/LIB2/ELIB/u621/i-863157010.pdf>.

17. Лобасова М. С. Тепломассообмен. Теплообмен излучением. Курс лекций [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие. - Красноярск: СФУ, 2018. - – Режим доступа: <http://Lib3.sfu-kras.ru/ft/LIB2/ELIB/u621/i-206004836.pdf>.

18. Лобасова М. С. Тепломассообмен. Теплообмен излучением [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие. - Красноярск: СФУ, 2018. - – Режим доступа: <http://Lib3.sfu-kras.ru/ft/LIB2/ELIB/u621/i-978207198.pdf>.

19. Лобасова М. С. Тепломассообмен. Массообмен. Курс лекций [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие. - Красноярск: СФУ, 2018. - – Режим доступа: <http://Lib3.sfu-kras.ru/ft/LIB2/ELIB/u66/i-142764797.pdf>.

20. Лобасова М. С. Тепломассообмен. Массообмен [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие. - Красноярск: СФУ, 2018. - – Режим доступа: <http://Lib3.sfu-kras.ru/ft/LIB2/ELIB/u66/i-605133821.pdf>.

4.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства (программное обеспечение, на которое университет имеет лицензию, а также свободно распространяемое программное обеспечение):

1. Microsoft Office Professional Plus 2010 Russian. Офисный пакет Microsoft Office.

2. Microsoft Office Professional Plus 2007 Russian Academic. Офисный пакет Microsoft Office.

4.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

1. УМО "Тепломассообмен", 24/7, <https://e.sfu-kras.ru/course/view.php?id=17641>
<https://e.sfu-kras.ru/course/view.php?id=17641>

5 Фонд оценочных средств

Фонд оценочных средств является приложением к рабочей программе дисциплины (модуля), хранится на кафедре, обеспечивающей преподавание данной дисциплины (модуля).

6 Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Методика проведения занятий допускает как использование технических средств (проекторы, интерактивные доски), так и классические аудиторские занятия, обеспечиваемые стандартными материально-техническими средствами:

1. Лекционные аудитории должны быть оборудованы современным оборудованием для презентаций, средствами звуковоспроизведения и иметь выход в локальную сеть университета и в Интернет.
2. Помещения для проведения семинарских занятий должны иметь мультимедийное оборудование, выход в локальную сеть университета и в Интернет, возможность работы с текстовыми документами и электронными таблицами, учебную мебель.
3. Библиотека должна иметь рабочие места для студентов, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных, локальную сеть университета и Интернет.
4. Наглядные пособия: электронные презентации. Тепломассообмен.

Презентационные материалы. [Электронный ресурс] : наглядное пособие./ М. С. Лобасова, К. А. Финников Т. А. Миловидова [и др.]. – Электрон. дан (6 Мб). – Красноярск : ИПК СФУ, 2009. – (Тепломассообмен : УМКД № 1536-2008 / рук. творч. коллектива М.С. Лобасова) – 1 электрон. опт. диск (DVD). – Систем. требования : Intel Pentium (или аналогичный процессор других производителей) 1 ГГц; 512 Мб оперативной памяти ; 06 Мб свободного дискового пространства ; привод DVD ; операционная система Microsoft Windows 2000 SP 4/ XP SP 2/ Vista (32 бит) ; Adobe Reader 7.0 (или аналогичный продукт для чтения файлов формата pdf) ; Microsoft Power Point 2003 или выше. – (Номер гос. Регистрации в ФГУП НТЦ «Информрегистр» 0320902509).

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

По дисциплине (модулю)/ практике Б1.О.28 Тепломассообмен

Направление подготовки/специальность

03.05.02 Фундаментальная и прикладная физика

Образовательная программа

03.05.02.30 Фундаментальная и прикладная физика

Красноярск 2025

1. Перечень компетенций с указанием индикаторов их достижения, соотнесенных с результатами обучения по дисциплине (модулю), практики и оценочными средствами

Семестр ¹	Код и содержание индикатора компетенции	Результаты обучения ²	Оценочные средства ³
ОПК-4: Способен применять основные концепции современного естествознания в междисциплинарных исследованиях			
10	ОПК-4.2: Использует базовые знания естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности	Знает основные понятия конвективного теплообмена, теплообмена излучением и массообмена	Тесты Расчётные задания Вопросы к экзамену
ПК-3: Способен разрабатывать и применять новые материалы, исследовать их структуру и свойства			
10	ПК-3.1: Планирует процессы получения материалов и исследования их свойств	Знает основные понятия стационарной и нестационарной теплопроводности	Тесты Расчётные задания Вопросы для подготовки к экзамену

2. Типовые оценочные средства или иные материалы, с описанием шкал оценивания и методическими материалами, определяющими процедуру проведения и оценивания достижения результатов обучения

2.1. Тесты

Пример итогового теста

01. ПРОЦЕСС ПЕРЕНОСА ТЕПЛОТЫ, ПРОИСХОДЯЩИЙ ЗА СЧЕТ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ БОЛЬШИХ МАСС ВОЗДУХА ПОД ДЕЙСТВИЕМ СИЛЫ ТЯЖЕСТИ, – ЭТО ...

- а) теплопроводность
- б) вынужденная конвекция
- в) радиационный теплообмен
- г) свободная конвекция
- д) теплопередача

(Эталон: г)

¹ Семестры указываются по порядку, для каждого индикатора

² Указываются результаты обучения по дисциплине (модулю), практике, соотнесенные с индикатором достижения компетенции.

³ Указываются оценочные средства для каждого индикатора.

02. ЕДИНИЦЫ ИЗМЕРЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРНОГО НАПОРА:

- а) Кельвин
- б) градус Цельсия
- в) градус Кельвина
- г) Цельсий
- д) Фаренгейт

(Эталон: а; б)

03. СООТВЕТСТВИЕ ОБОЗНАЧЕНИЙ ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН И ЕДИНИЦ ИЗМЕРЕНИЯ:

- | | |
|-------------|---------------------------|
| 1) q_1 | а) Вт |
| 2) k_1 | б) Вт/(м ² ·К) |
| 3) α | в) Вт/м |
| | г) Вт/м ² |
| | д) Вт/(м·К) |

(Эталон: 1-в; 2-д; 3-б)

04. ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ РЕБРИСТЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ОДИНАКОВЫХ РАЗМЕРОВ И ФОРМЫ В ПОРЯДКЕ УБЫВАНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ КОНЦА РЕБРА:

- а) сталь
- б) алюминий
- в) латунь

(Эталон: б; в; а)

05. СРЕДНЯЯ БЕЗРАЗМЕРНАЯ ИЗБЫТОЧНАЯ ТЕМПЕРАТУРА _____ КОНЕЧНЫХ РАЗМЕРОВ РАССЧИТЫВАЕТСЯ КАК ПРОИЗВЕДЕНИЕ БЕЗРАЗМЕРНЫХ ИЗБЫТОЧНЫХ ТЕМПЕРАТУР БЕСКОНЕЧНЫХ ЦИЛИНДРА И ПЛОСКОСТИ.

(Эталон: цилиндра)

06. СТАДИЯ ПРОЦЕССА ОХЛАЖДЕНИЯ (НАГРЕВАНИЯ), В ТЕЧЕНИЕ КОТОРОЙ БЕЗРАЗМЕРНАЯ ИЗБЫТОЧНАЯ ТЕМПЕРАТУРА ТЕЛА ОПРЕДЕЛЯЕТСЯ КАК СУММА БЕСКОНЕЧНОГО РЯДА, – ЭТО ... РЕЖИМ.

- а) регулярный
- б) неупорядоченный
- в) равновесный

(Эталон: б)

2) $\frac{w_0 d}{\nu}$

3) $\alpha \Delta t \pi R \frac{4}{r \rho \nu}$

б) вынужденное движение жидкости в трубе

в) пленочная конденсация неподвижного пара на горизонтальной трубе

г) продольное обтекание пластины

д) капельная конденсация пара

(Эталон: 1-а; 2-б; 3-в)

12. ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ПРОЦЕССОВ В ПОРЯДКЕ ВОЗРАСТАНИЯ ЗНАЧЕНИЙ КОЭФФИЦИЕНТА ТЕПЛООТДАЧИ ВОДЫ:

а) пузырьковое кипение движущейся жидкости

б) вынужденная конвекция

в) пузырьковое кипение неподвижной жидкости

(Эталон: б; в; а)

13. ОБЪЕМНОЕ КИПЕНИЕ МОЖЕТ ПРОИСХОДИТЬ ЛИШЬ ПРИ ЗНАЧИТЕЛЬНОМ _____ ЖИДКОСТИ ОТНОСИТЕЛЬНО ТЕМПЕРАТУРЫ НАСЫЩЕНИЯ ПРИ ДАННОМ ДАВЛЕНИИ.

(Эталон: перегреве)

14. ДИАПАЗОН ДЛИН ВОЛН, СООТВЕТСТВУЮЩИЙ ИНФРАКРАСНОМУ ИЗЛУЧЕНИЮ, – ЭТО ...

а) $10^{-12} - 2 \cdot 10^{-8}$

б) $2 \cdot 10^{-8} - 4 \cdot 10^{-7}$

в) $4 \cdot 10^{-7} - 8 \cdot 10^{-7}$

г) $8 \cdot 10^{-7} - 8 \cdot 10^{-4}$

д) $2 \cdot 10^{-4} - 10^4$

(Эталон: б)

15. ВЫРАЖЕНИЯ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РЕЗУЛЬТИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ:

а) $E_{\text{эфф1}} - E_{\text{эфф2}}$

б) $E - E_{\text{погл}}$

в) $E - A E_{\text{пад}}$

г) $A E_{\text{пад}}$

д) $E - E_{\text{эфф2}}$

(Эталон: а; б; в)

16. СООТВЕТСТВИЕ УРАВНЕНИЙ И НАЗВАНИЙ ЗАКОНОВ ИЗЛУЧЕНИЯ:

- | | |
|---|----------------------|
| 1) $E_0 = \sigma T^4$ | а) Планка |
| 2) $J_l = J_{l=0} \exp(-L)$. | б) Релея-Джинса |
| 3) $J_\lambda = \frac{c_1}{\lambda^5} \left(\exp\left(\frac{c_2}{\lambda T}\right) - 1 \right)^{-1}$ | в) Стефана-Больцмана |
| | г) Вина |
| | д) Бугера |

(Эталон: 1-в; 2-д; 3-а)

17. МАССА ВЕЩЕСТВА, ПРОХОДЯЩАЯ В ЕДИНИЦУ ВРЕМЕНИ ЧЕРЕЗ ДАННУЮ ПОВЕРХНОСТЬ В НАПРАВЛЕНИИ НОРМАЛИ К НЕЙ, – ЭТО _____ МАССЫ.

(Эталон: поток)

18. ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ВИДОВ ПОГРАНИЧНЫХ СЛОЕВ В ПОРЯДКЕ УБЫВАНИЯ ИХ ТОЛЩИН, ЕСЛИ $a < v < D$:

- а) гидродинамический
- б) температурный
- в) диффузионный

(Эталон: в; а; б)

19. ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА, РАВНАЯ ОТНОШЕНИЮ ПАРЦИАЛЬНОГО ДАВЛЕНИЯ ПАРОВ ВОДЫ В ВОЗДУХЕ К ДАВЛЕНИЮ НАСЫЩЕННЫХ ПАРОВ ПРИ ДАННОЙ ТЕМПЕРАТУРЕ, – ЭТО ...

- а) относительная влажность
- б) абсолютная влажность
- в) удельное влагосодержание
- г) молярное влагосодержание
- д) точка росы

(Эталон а)

20. ФАКТОРЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ СКОРОСТЬ ХИМИЧЕСКОЙ РЕАКЦИИ:

- а) концентрация реагирующих веществ
- б) температура
- в) плотность реагирующих веществ
- г) энтальпия

д) теплопроводность

(Эталон: а; б)

Методические рекомендации по проведению тестирования:

Тесты представляют собой стандартизированные задания, позволяющие автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося по теоретической части курса. Каждый тест, соответствующий одной лекции, состоит из 10-20 тестовых заданий и используется для еженедельного текущего контроля усвоения теоретического материала. Отдельное задание может быть открытого типа или закрытого типа: с выбором одного правильного ответа, с выбором нескольких правильных ответов, на соответствие или последовательность.

Критерии оценки тестирования:

Для оценки результатов теста предлагается следующая шкала:

Процент правильно выполненных заданий	Оценка	
	более 90	отлично
от 80 до 90	хорошо	зачтено
от 70 до 79,9	удовлетворительно	зачтено
менее 70	неудовлетворительно	не зачтено

2.2. Расчётные задания

Пример расчётного задания

Стальные заготовки прямоугольного сечения толщиной δ мм помещены в нагревательную печь, состоящую из методической, двух сварочных и томильной зон. Определить продолжительность нагрева заготовки по зонам печи и полное время нагрева.

Температура заготовок на входе в печь $t_0, ^\circ\text{C}$, температура уходящих дымовых газов $t_{\Gamma}, ^\circ\text{C}$. Температура поверхности заготовки на выходе из методической зоны $t_{\text{П,М}}, ^\circ\text{C}$, из I сварочной зоны $t_{\text{П,СВ1}} = 1000^\circ\text{C}$, из II сварочной зоны $t_{\text{П,СВ2}} = 1250^\circ\text{C}$. Температура центра заготовки на выходе из томильной зоны $t_{\text{Ц,Т}} = 1200^\circ\text{C}$. Температура газов в I сварочной зоне $t_{\Gamma,\text{СВ1}} = 1350^\circ\text{C}$, во II сварочной зоне $t_{\Gamma,\text{СВ2}} = 1450^\circ\text{C}$, в томильной зоне $t_{\Gamma,\text{Т}} = 1250^\circ\text{C}$.

Коэффициент неравномерности прогрева в методической зоне $s_{\text{М}}$, в I сварочной зоне $s_{\text{СВ1}} = s_{\text{М}} + 0,05$, во II сварочной зоне $s_{\text{СВ2}} = s_{\text{М}} - 0,05$, в томильной зоне - единица. Коэффициенты теплоотдачи α , Вт/(м²°C), теплопроводности λ , Вт/(м°С) и температуропроводности a , мм²/с по зонам печи и типу стали приведены в таб. 1. Коэффициент температуропроводности для томильной зоны принять равным как для II

сварочной зоны.

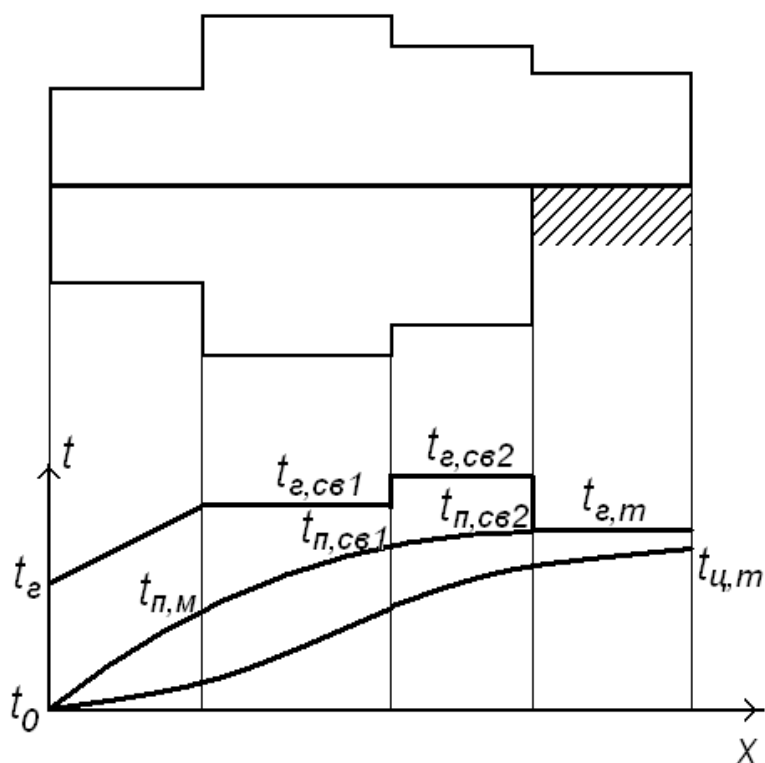


Таблица 1

Теплофизические свойства сталей

	Малоуглеродистая			Среднеуглеродистая			Высокоуглеродистая		
	α	λ	a	α	λ	a	α	λ	a
М	100	50,0	12,1	125	46,0	11,1	150	42,0	10,1
IC	225	32,0	4,5	250	29,0	5,0	275	26,0	5,6
ПС	375	28,5	5,8	400	28,1	5,6	425	27,9	5,8

Варианты задания

Предпоследняя цифра

	t_0	t_{Γ}	$t_{п,м}$
0	0	825	460
1	5	850	470
2	10	875	480
3	15	900	490
4	20	925	500
5	25	950	510
6	30	975	520
7	35	1000	530
8	40	1025	540
9	45	1050	550

Последняя цифра

	δ	s_m	Тип
0	200	0,46	М-уг
1	210	0,47	Ср-уг
2	220	0,48	В-уг
3	230	0,49	М-уг
4	240	0,50	Ср-уг
5	250	0,51	В-уг
6	260	0,52	М-уг
7	270	0,53	Ср-уг
8	280	0,54	В-уг
9	290	0,55	М-уг

Контрольные вопросы к расчетному заданию:
Теплопроводность при нестационарном тепловом режиме

1. Достаточно ли знать дифференциальное уравнение теплопроводности, чтобы определить температурное поле в твердом теле (в любой точке и в любой момент времени)?
2. Одинаковы ли единицы коэффициентов теплопроводности и температуропроводности?
3. Возможно ли осуществление граничных условий I рода на поверхности шара?
4. Верно ли, что безразмерная координата X становится равной нулю в центре пластины толщиной 2δ ?
5. Входит ли в число Био коэффициент теплопроводности жидкой среды (окружающей жидкости)?
6. Верно ли, что в состав числа Фурье для пластины и для цилиндра входят одинаковые (по смыслу) линейные размеры?
7. Может ли безразмерная избыточная температура увеличиваться в режиме нагревания или в режиме охлаждения?
8. Можно ли по типовым диаграммам (номограммам) для цилиндра определить безразмерную избыточную температуру в любой точке неограниченного цилиндра?
9. Достаточно ли одной из номограмм для пластины, чтобы определить разность безразмерных избыточных температур между серединой и поверхностью неограниченной пластины?
10. Если пластина или цилиндр вступили в нестационарный теплообмен с жидкой средой, имеющей постоянную температуру, то является ли равенство нулю безразмерной температуры по оси симметрии тела условием, достаточным для утверждения об окончании теплообмена?

Методические рекомендации по выполнению расчетных заданий:

Расчётные задания – вид самостоятельной работы студентов, РЗ состоят из индивидуальных задач (вариант исходных данных для задачи зависит от номера студенческого билета) и вопросов для защиты, которые содержатся в учебно-методических указаниях по модулям или основным темам дисциплины. Выполняются в 6 семестре.

Критерии оценки расчетных заданий:

Каждый элемент задания (задача или вопросы для защиты) должны быть выполнены не менее чем на 60%.

Все баллы по каждому из элементов задания (тематические контрольные вопросы, индивидуальные задачи) суммируются, и итоговая оценка определяется исходя из следующей шкалы:

Процент набранных баллов от максимально возможного значения	Оценка	
	более 90	отлично
от 76 до 90	хорошо	зачтено
от 60 до 75,9	удовлетворительно	зачтено

менее 60	неудовлетворительно	не зачтено
----------	---------------------	------------

2.3. Вопросы для подготовки к экзамену

1. Дифференциальное уравнение теплопроводности
2. Теплопроводность и теплопередача в плоской стенке
3. Теплопроводность и теплопередача в цилиндрической стенке
4. Стационарная теплопроводность при наличии внутренних источников теплоты
5. Нестационарная теплопроводность пластины
6. Нестационарная теплопроводность цилиндра
7. Регулярный режим
8. Основные положения конвективного теплообмена
9. Свободная конвекция
10. Вынужденная конвекция при внешнем обтекании тел
11. Вынужденная конвекция при течении в трубах
12. Конденсация чистых паров
13. Кипение однокомпонентных жидкостей
14. Основные положения теплообмена излучением
15. Теплообмен излучением в диатермичной среде
16. Теплообмен излучением в поглощающей среде
17. Основные законы переноса вещества
18. Тройная аналогия

Пример экзаменационного билета

1. Нестационарная теплопроводность пластины.
2. Тройная аналогия.
3. На горизонтально расположенной трубе с наружным диаметром 32 мм и длиной 2,4 м конденсируется водяной пар ($p=0,101$ МПа). Найдите коэффициент теплоотдачи, если температура поверхности трубы 75°C .

Методические рекомендации по проведению экзамена:

В экзаменационные билеты входят два вопроса из указанного выше списка и одна задача, соответствующая содержанию расчётного задания.

Критерии оценки экзамена:

Оценки «отлично» заслуживает студент, обнаруживший всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоивший основную литературу и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной программой. Как правило, оценка «отлично» выставляется студентам, усвоившим взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии, проявившим творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного

материала. Выполнено от 90 до 100 % задания, задача решена без ошибок и замечаний.

Оценки «хорошо» заслуживает студент, обнаруживший полное знание учебно-программного материала, успешно выполняющий предусмотренные в программе задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную в программе. Как правило, оценка «хорошо» выставляется студентам, показавшим систематический характер знаний по дисциплине и способным к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности. Выполнено от 75 до 89 % задания. В решении задачи имеются незначительные неточности, ответ правильный.

Оценки «удовлетворительно» заслуживает студент, обнаруживший знания основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по специальности, справляющийся с выполнением заданий, предусмотренных программой, знакомый с основной литературой, рекомендованной программой. Как правило, оценка «удовлетворительно» выставляется студентам, допустившим погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладающим необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя. Выполнено от 60 до 74 % задания. В решении задачи имеются существенные неточности.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, обнаружившему пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустившему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение или приступить к профессиональной деятельности по окончании вуза без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине. Выполнено менее 60 % задания. Задача решена неправильно или решение отсутствует.

Разработчик



М.С.Лобасова