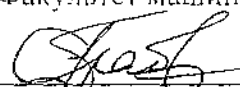


Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

ских технологий

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета
Факультет машиностроительных и химиче-


Саблин П.А.
«16» 06 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Тепломассообмен в металлургических процессах»

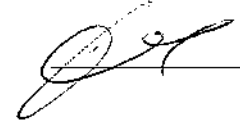
Направление подготовки	22.03.01 Материаловедение и технологии материалов	
Направленность (профиль) образовательной программы	Материаловедение в металлургии	
Квалификация выпускника	Бакалавр	
Год начала подготовки (по учебному плану)	2020	
Форма обучения	Очная форма	
Технология обучения	Традиционная	
Курс	Семестр	Трудоемкость, з.с.
2	3	4
Вид промежуточной аттестации	Обеспечивающее подразделение	
Экзамен	Кафедра «Технология сварочного и металлургического производства»	

Комсомольск-на-Амуре

2021

Разработчик рабочей программы:

Профессор, кандидат технических наук, профессор

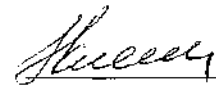


Соболев Б.М.

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий кафедрой

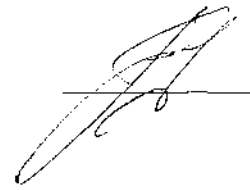
Кафедра «Технология сварочного и металлургического производства»



Клешнина О.Н.

Заведующий выпускающей кафедрой

Кафедра «Материаловедение и технология новых материалов»



Башков О.В.

1 Введение

Рабочая программа и фонд оценочных средств дисциплины «Тепломассообмен в металлургических процессах» составлены в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта, утвержденного приказом Минобрнауки Российской Федерации, и основной профессиональной образовательной программы подготовки «Материаловедение в металлургии» по направлению подготовки «22.03.01 Материаловедение и технологии материалов».

Задачи дисциплины	Задачи изучения дисциплины состоят в удовлетворении требований к подготовке студентов в конкретной области знания. Студент должен знать: основные законы процессов тепло и массопереноса энергии и вещества; представлять сущность и методы анализа процессов переноса тепла и массы; должен уметь: выполнять анализ процессов и конструкций оборудования с учетом законов передачи тепла и массы; применять на практике знания по расчету тепловых потоков тепла и массы в технологических процессах и при проектировании оборудования.
Основные разделы / темы дисциплины	<ol style="list-style-type: none"> 1. Основные понятия и определения теории тепло и массообмена. 2. Основы теории стационарной и нестационарной теплопроводности. 3. Методы подобия и размерности. Критериальные уравнения. 4. Основы теории конвективного теплообмена при свободном и вынужденном движении. 5. Основы теории теплообмена излучением. 6. Сложный теплообмен, особенности расчета сложного теплообмена в нагревательных печах. 7. Теплообменные аппараты и методы их расчета. 8. Механизм переноса вещества и законы диффузии.

2 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Процесс изучения дисциплины «Тепломассообмен в металлургических процессах» направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой (таблица 1):

Таблица 1 – Компетенции и индикаторы их достижения

Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения по практике		
	Перечень знаний	Перечень умений	Перечень навыков
Профессиональные			
« ПК-11» способностью применять знания об	Знать ПК-11.1 Знает сущность,	Уметь ПК-11.2 Умеет объяснять	Владеть ПК-11.3 Владеет методами

основных типах современных неорганических и органических материалов, принципах выбора материалов для заданных условий эксплуатации с учетом требований технологичности, экономичности, надежности и долговечности, экологических последствий их применения при проектировании высокотехнологичных процессов.	технологии и особенности современных методов обработки конструкционных материалов для изготовления деталей заданной формы и качества;	причины отказов деталей и инструментов в процессе эксплуатации;	проведения комплексного технико-экономического анализа для обоснованного принятия решений, изыскания возможности сокращения цикла работ, содействия подготовке процесса их реализации с обеспечением необходимых технических данных ПС 40.136 ТФ 3.1.1 НУ-6 Выбирать технологическое оборудование для реализации типовых режимов термической и химико-термической обработки
--	---	---	--

3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Тепломассообмен в металлургических процессах» изучается на 2 курсе, 3 семестре.

Дисциплина входит в состав блока 1 «Дисциплины (модули)» и относится к базовой части (Б1.В.03).

Знания, умения и навыки, сформированные при изучении дисциплины «Тепломассообмен в металлургических процессах», будут востребованы при изучении последующих дисциплин: «Методы исследования материалов и процессов», «Материаловедение черных металлов», «Материаловедение цветных металлов», «Прогрессивные материалы и технологии», «Физико-химия металлургических процессов», «Моделирование и оптимизация свойств материалов и технологических процессов», «Физика металлов», «Б1.В.ДВ.02.01 Ультразвуковые технологии», «Б1.В.ДВ.02.02 Акустические методы в материаловедении», «Б1.В.ДВ.05.01 Композиционные материалы», «Б1.В.ДВ.05.02 Конструкционные материалы», «Б1.В.ДВ.06.01 Наноматериалы и нанотехнологии», «Б1.В.ДВ.06.02 Физико-химия наноматериалов», «Учебная практика (практика по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности)», «Производственная практика (практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности)».

Дисциплина «Тепломассообмен в металлургических процессах» в рамках воспитательной работы направлена на формирование у обучающихся активной гражданской позиции, уважения к правам и свободам человека, знания правовых основ и законов, воспи-

тание чувства ответственности или умения аргументировать, самостоятельно мыслить, развивает творчество, профессиональные умения или творчески развитой личности, системы осознанных знаний, ответственности за выполнение учебно-производственных заданий и т.д.

4 Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 4 з.е., 144 акад. час.

Распределение объема дисциплины (модуля) по видам учебных занятий представлено в таблице 2.

Таблица 2 – Объем дисциплины (модуля) по видам учебных занятий

Объем дисциплины	Всего академических часов
Общая трудоемкость дисциплины	144
Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий), всего	48
В том числе:	
занятия лекционного типа (лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации педагогическими работниками)	16
занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия)	32
Самостоятельная работа обучающихся и контактная работа , включающая групповые консультации, индивидуальную работу обучающихся с преподавателями (в том числе индивидуальные консультации); взаимодействие в электронной информационно-образовательной среде вуза	60
Промежуточная аттестация обучающихся – Экзамен	36

5 Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебной работы

Таблица 3 – Структура и содержание дисциплины (модуля)

Наименование разделов, тем и содержание материала	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)
---	--

	Контактная работа преподавателя с обучающимися			СРС
	Лекции*	Семинарские (практические занятия)	Лабораторные занятия**	
Тема 1: Основные понятия и определения теории тепло и массообмена.	2	2	2	4
Тема 2: Основы теории стационарной и нестационарной теплопроводности	2	2	2	4
Тема 3: Методы подобия и размерности. Критериальные уравнения.	2	2	2	4
Тема 4: Основы теории конвективного теплообмена при свободном и вынужденном движении.	2	2	2	4
Тема 5: Основы теории теплообмена излучением	2	2	2	4
Тема 6: Сложный теплообмен, особенности расчета сложного теплообмена в нагревательных печах.	2	2	2	4
Тема 7: Теплообменные аппараты и методы их расчета.	2	2	2	4
Тема 8: Механизм переноса вещества и законы диффузии.	2	2	2	4
ИТОГО по дисциплине	«16»	«16»	«16»	«32»

6 Внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся по дисциплине (модулю)

При планировании самостоятельной работы студенту рекомендуется руководствоваться следующим распределением часов на самостоятельную работу (таблица 4):

Таблица 4 – Рекомендуемое распределение часов на самостоятельную работу

Компоненты самостоятельной работы	Количество часов
Изучение теоретических разделов дисциплины	32
Подготовка к занятиям семинарского типа	32
Подготовка и оформление «РГР»	32
	«96»

7 Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации представлен в Приложении 1.

Полный комплект контрольных заданий или иных материалов, необходимых для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю), практике хранится на кафедре-разработчике в бумажном и электронном виде.

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

8.1 Основная литература

1. Соболев Б.М. Основы теории тепло и массообменных процессов в нагревательных и плавильных печах: учеб. пособие/ Б.М. Соболев. - ФГБОУВПО Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУВПО «КНАГТУ», 2013.- 179 с.
2. Ф.Ф Цветков. Тепломассообмен: учебное пособие для вузов. - 2-е изд., испр. и доп. / Цветков Ф.Ф., Григорьев Б.А. -М.: Издательство МЭИ, 2005. - 550 с.
3. В.П.Исаченко Теплопередача /Исаченко В.П., Осипова В.А., Сукомел А.С.-М.: Энергоиздат, 1981.- 416 с.
4. Юдаев Б.Н. Теплопередача /Юдаев Б.Н.- М.: Высшая школа,1978.- 358 с.
5. Металлургическая теплотехника. В 2-х т. Т1. Теоретические основы. Топливо и огнеупоры./В.А. Арутюнов, В.И. Миткалиннин, С.Б. Старк/ Под ред. М.А. Глинкова.- М.: Металлургия, 1974.- 671 с.
6. <http://www.knastu.ru/forstudtns/library/digital-resources.html> , сайт внутреннего доступа <http://192.168.24.259/>

8.2 Дополнительная литература

1. Теплотехника металлургического производства. Т. 1 Теоретические основы: Учебное пособие для вузов /Кривандин В.А., Арутюнов В.А., Белоусов В.В и др. –М.: МИСИС 2002. –608 с.
2. Кафаров В.В. Основы массопередачи / Кафаров В.В.- М.: Высшая школа, 1979.- 439 с.
3. Михеев В.А. Основы теплопередачи./ В.А. Михеев, И.М. Михеева.-М.: Высшая школа, 1977.- 235 с.
4. Кутателадзе С.С. Основы теории теплообмена /Кутателадзе С.С.- М.: Атомиздат, 1979.- 300 с.
5. Баскаков А.П Теплотехника /Баскаков А.П.- М.: Энергоиздат, 1982.- 263 с.
7. Методические указания к выполнению индивидуальных заданий по курсу «Теоретические основы теплотехники» / сост. Б. М Соболев. - Комсомольск-на-Амуре : ГОУВПО «КНАГТУ». 2007. - 39 с.
8. Соболев, Б. М. Кузнечные нагревательные печи : учебник / Б. М. Соболев ; под общ. ред. проф. Б. М. Соболева.–Москва ; Вологда: Инфра-Инженерия, 2022.– 268 с. : ил., табл.
9. «Известия вузов. Машиностроение»; «Вестник машиностроения»;

9 Организационно-педагогические условия

Организация образовательного процесса регламентируется учебным планом и расписанием учебных занятий. Язык обучения (преподавания) - русский. Для всех видов аудиторных занятий академический час устанавливается продолжительностью 45 минут.

При формировании своей индивидуальной образовательной траектории обучающийся имеет право на перезачет соответствующих дисциплин и профессиональных модулей, освоенных в процессе предшествующего обучения, который освобождает обучающегося от необходимости их повторного освоения.

9.1 Образовательные технологии

Учебный процесс при преподавании курса основывается на использовании традиционных, инновационных и информационных образовательных технологий. Традиционные образовательные технологии представлены лекциями и семинарскими (практическими) занятиями. Инновационные образовательные технологии используются в виде широкого применения активных и интерактивных форм проведения занятий. Информационные образовательные технологии реализуются путем активизации самостоятельной работы студентов в информационной образовательной среде.

9.2 Занятия лекционного типа

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов учебного плана.

На первой лекции лектор обязан предупредить студентов, применительно к какому базовому учебнику (учебникам, учебным пособиям) будет прочитан курс.

Лекционный курс должен давать наибольший объем информации и обеспечивать более глубокое понимание учебных вопросов при значительно меньшей затрате времени, чем это требуется большинству студентов на самостоятельное изучение материала.

9.3 Занятия семинарского типа

Семинарские занятия представляют собой детализацию лекционного теоретического материала, проводятся в целях закрепления курса и охватывают все основные разделы.

Основной формой проведения семинаров является обсуждение наиболее проблемных и сложных вопросов по отдельным темам, а также разбор примеров и ситуаций в аудиторных условиях. В обязанности преподавателя входят: оказание методической помощи и консультирование студентов по соответствующим темам курса.

Активность на семинарских занятиях оценивается по следующим критериям:

- ответы на вопросы, предлагаемые преподавателем;
- участие в дискуссиях;
- выполнение проектных и иных заданий;
- ассистирование преподавателю в проведении занятий.

Ответ должен быть аргументированным, развернутым, не односложным, содержать ссылки на источники.

Доклады и оппонирование докладов проверяют степень владения теоретическим материалом, а также корректность и строгость рассуждений.

Оценивание заданий, выполненных на семинарском занятии, входит в накопленную оценку.

9.4 Самостоятельная работа обучающихся по дисциплине (модулю)

Самостоятельная работа студентов – это процесс активного, целенаправленного приобретения студентом новых знаний, умений без непосредственного участия преподавателя, характеризующийся предметной направленностью, эффективным контролем и оценкой результатов деятельности обучающегося.

Цели самостоятельной работы:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов;

- углубление и расширение теоретических знаний;
- формирование умений использовать нормативную и справочную документацию, специальную литературу;
- развитие познавательных способностей, активности студентов, ответственности и организованности;
- формирование самостоятельности мышления, творческой инициативы, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- развитие исследовательских умений и академических навыков.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов в зависимости от цели, объема, уровня сложности, конкретной тематики.

Технология организации самостоятельной работы студентов включает использование информационных и материально-технических ресурсов университета.

Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов может проходить в письменной, устной или смешанной форме.

Студенты должны подходить к самостоятельной работе как к наиважнейшему средству закрепления и развития теоретических знаний, выработке единства взглядов на отдельные вопросы курса, приобретения определенных навыков и использования профессиональной литературы.

9.5 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

При самостоятельной проработке курса обучающиеся должны:

- просматривать основные определения и факты;
- повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной по данной теме литературы;
- изучить рекомендованную литературу, составлять тезисы, аннотации и конспекты наиболее важных моментов;
- самостоятельно выполнять задания, аналогичные предлагаемым на занятиях;
- использовать для самопроверки материалы фонда оценочных средств.

10 Описание материально-технического обеспечения, необходимого для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

10.1 Учебно-лабораторное оборудование

Аудитория	Наименование аудитории (лаборатории)	Используемое оборудование
207-2	Лаборатория материаловедения	Металлографический микроскоп с цифровой камерой Микро200 , микроскоп Nikon MA200
218-2	ВЦ кафедры ТСМП	10 персональных ЭВМ , Intel Core 2 Duo CPU 2.40GHz, 2419МГц, 2 ядра; 1 ГБ RAM; 500ГБ HDD
223-2а с выходом в интернет	Лаборатория металлургических процессов	3 персональный ЭВМ; 1 экран с проектором 1 электронная доска, стенды для выполнения лабораторных работ

10.2 Технические и электронные средства обучения

Лекционные занятия*(при наличии)*.

Аудитории для лекционных занятий укомплектованы мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории (наборы демонстрационного оборудования (проектор, экран, компьютер/ноутбук), учебно-наглядные пособия, тематические иллюстрации).

Для реализации дисциплины подготовлены следующие презентации:

1. Дифференциальное уравнение теплопроводности
2. Теплопроводность и теплопередача при стационарном режиме
3. Конвективный теплообмен при вынужденном движении теплоносителя

...

4. Всего 17 презентаций по 30 слайдов в каждой по темам лекций

Практические занятия.

Аудитории для практических занятий укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения (проектор, экран, компьютер/ноутбук).

Лабораторные занятия.

Для лабораторных занятий используется аудитория № 223а-2, оснащенная необходимым оборудованием.

Самостоятельная работа.

Помещения для самостоятельной работы оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и доступом к электронной информационно-образовательной среде КнАГУ:

- читальный зал НТБ КнАГУ;
- компьютерные классы (ауд. 218 корпус № 2).

11 Иные сведения

Методические рекомендации по обучению лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Освоение дисциплины обучающимися с ограниченными возможностями здоровья может быть организовано как совместно с другими обучающимися, так и в отдельных группах. Предполагаются специальные условия для получения образования обучающимися с ограниченными возможностями здоровья.

Профессорско-педагогический состав знакомится с психолого-физиологическими особенностями обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, индивидуальными программами реабилитации инвалидов (при наличии). При необходимости осуществляется дополнительная поддержка преподавания тьюторами, психологами, социальными работниками, прошедшими подготовку ассистентами.

В соответствии с методическими рекомендациями Минобрнауки РФ (утв. 8 апреля 2014 г. N АК-44/05вн) в курсе предполагается использовать социально-активные и рефлексивные методы обучения, технологии социокультурной реабилитации с целью оказания помощи в установлении полноценных межличностных отношений с другими студентами, создании комфортного психологического климата в студенческой группе. Подбор и разработка учебных материалов производятся с учетом предоставления материала в различных формах: аудиальной, визуальной, с использованием специальных технических средств и информационных систем.

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения (персонального и коллективного использования). Материально-техническое обеспечение предусматривает приспособление аудиторий к нуждам лиц с ОВЗ.

Форма проведения аттестации для студентов-инвалидов устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей. Для студентов с ОВЗ предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной или электронной форме (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- в печатной форме или электронной форме с увеличенным шрифтом и контрастностью (для лиц с нарушениями слуха, речи, зрения);
- методом чтения ассистентом задания вслух (для лиц с нарушениями зрения).

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге или набором ответов на компьютере (для лиц с нарушениями слуха, речи);
- выбором ответа из возможных вариантов с использованием услуг ассистента (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- устно (для лиц с нарушениями зрения, опорно-двигательного аппарата).

При необходимости для обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**по дисциплине****«Тепломассообмен в металлургических процессах»**

Направление подготовки	22.03.01 Материаловедение и технологии материалов
Направленность (профиль) образовательной программы	Материаловедение в металлургии
Квалификация выпускника	Бакалавр
Год начала подготовки (по учебному плану)	2020
Форма обучения	Очная форма
Технология обучения	Традиционная

Курс	Семестр	Трудоемкость, з.е.
2	3	4

Вид промежуточной аттестации	Обеспечивающее подразделение
Экзамен	Кафедра «Технология сварочного и металлургического производства»

1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Таблица 1 – Компетенции и индикаторы их достижения

Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения по практике		
	Перечень знаний	Перечень умений	Перечень навыков
Профессиональные			
« ПК-11» способностью применять знания об основных типах современных неорганических и органических материалов, принципах выбора материалов для заданных условий эксплуатации с учетом требований технологичности, экономичности, надежности и долговечности, экологических последствий их применения при проектировании высокотехнологичных процессов. ПС 40.136 ТФ 3.1.1 НУ-6 Выбирать технологическое оборудование для реализации типовых режимов термической и химико-термической обработки	Знать ПК-11.1 Знает сущность, технологию и особенности современных методов обработки конструкционных материалов для изготовления деталей заданной формы и качества;	Уметь ПК-11.2 Умеет объяснять причины отказов деталей и инструментов в процессе эксплуатации;	Владеть ПК-11.3 Владеет методами проведения комплексного технико-экономического анализа для обоснованного принятия решений, изыскания возможности сокращения цикла работ, содействия подготовке процесса их реализации с обеспечением необходимых технических данных

Таблица 2 – Паспорт фонда оценочных средств

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Формируемая компетенция	Наименование оценочного средства	Показатели оценки
Лекции Тема: 1...8	ПК11.1	Тесты по основным темам дисциплины	60-70% правильных ответов – зачтено (20баллов)
Лаб_работы Тема: 1...6	ПК11.2	Тесты по темам л/р	60-70% правильных ответов – зачтено

			(10баллов)
Практика Тема: 1...7	ПК11.3	Тесты по основным темам практик	60-70% правильных ответов – зачтено (10баллов)
«РГР»	ПК11.3	Отчет	Оценка (20баллов)

2 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие процесс формирования компетенций

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, представлены в виде технологической карты дисциплины (таблица 3).

Таблица 3 – Технологическая карта

Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
3 семестр Промежуточная аттестация в форме «Экзамен»			
Текущий контроль:	в семестре	60 баллов	зачтено
Экзамен:	в сессию	30_ баллов	Оценка
ИТОГО:		90 баллов	Оценка
<p>Критерии оценки результатов обучения по дисциплине: 0 – 64 % от максимально возможной суммы баллов – «неудовлетворительно» (недостаточный уровень для промежуточной аттестации по дисциплине); 65 – 74 % от максимально возможной суммы баллов – «удовлетворительно» (пороговый (минимальный) уровень); 75 – 84 % от максимально возможной суммы баллов – «хорошо» (средний уровень); 85 – 100 % от максимально возможной суммы баллов – «отлично» (высокий (максимальный) уровень)</p>			

3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие процесс формирования компетенций в ходе освоения образовательной программы

3.1 Задания для текущего контроля успеваемости

Задания лабораторных работ

Лабораторная работа № 1. Исследование зависимости теплопроводности газовой смеси от температуры

Лабораторная работа № 2 Определение коэффициента теплопроводности твёрдых тел методом цилиндрического слоя

Лабораторная работа № 3 Определение коэффициента теплоотдачи при свободной конвекции на цилиндрической поверхности

Лабораторная работа № 4 Исследование теплообмена излучением

Лабораторная работа № 5. Исследования процесса нагрева термически массивных и тонких тел

Лабораторная работа № 6. Исследование тепло- и массопереноса в процессе сушки

Методические указания к лабораторным работам приведены в личном кабинете.

Задания практических работ

Практическая работа № 1. Расчет теплопередачи через многослойную плоскую стенку

Практическая работа № 2. Расчет теплопередачи через многослойную цилиндрическую стенку

Практическая работа № 3 Расчет нагрева металла при граничных условиях 1-го рода

Практическая работа № 4 Расчет нагрева металла при граничных условиях 3-го рода

Практическая работа № 5 Расчет нагрева металла при смешанном теплообмене

Практическая работа № 6 Расчет плотности результирующего теплового потока на поверхности металла при нагреве в электрической муфельной печи

(Методические указания к практическим работам приведены в личном кабинете).

Пример некоторых тестов по дисциплине

Вопрос № 1: Коэффициент теплопередачи характеризует интенсивность передачи теплоты...

Варианты ответов:

1. за счет конвекции;
2. от поверхности твердого тела к омывающей ее жидкости;
3. за счет теплопроводности;
4. от одного теплоносителя к другому через разделяющую их стенку

Вопрос № 2: В процессе теплопередачи теплота передается от капельной жидкости к газообразной через металлическую стенку. При этом для интенсификации процесса теплопередачи в первую очередь нужно уменьшить ...

Варианты ответов:

1. термическое сопротивление процесса теплоотдачи от поверхности стенки к газу
2. нужно уменьшать все частные термические сопротивления в равной степени
3. термическое сопротивление стенки
4. термическое сопротивление процесса теплоотдачи от капельной жидкости к поверхности стенки

Вопрос № 3: Основным законом процесса диффузии является закон ...

Варианты ответов:

1. Фурье;
2. Планка;
3. Ньютона-Рихмана;
4. Фика

Вопрос № 4: Тепловое излучение – это процесс переноса теплоты за счет...

Варианты ответов:

1. перемещения объемов жидкости или газа;
2. колебаний кристаллической решетки излучающего тела;
3. соударения молекул газа;
4. превращения внутренней энергии тел в энергию электромагнитных волн

Вопрос № 5: Дифференциальное уравнение энергии для идеальной несжимаемой жидкости (уравнение Фурье-Кирхгофа) имеет вид ...

Варианты ответов:

$\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} = 0$	$\alpha = -\frac{\lambda}{\Delta T} \cdot \frac{\partial T}{\partial n}$	$q = -\lambda \cdot \frac{\partial T}{\partial n}$	$\frac{dT}{d\tau} = a \cdot \nabla^2 \cdot T$
1.	2.	3.	4.

Вопрос № - 6: Гидродинамический пограничный слой – это ...

1. слой жидкости, на границе двух сред;
2. участок потока, где меняется режим течения жидкости;
3. слой жидкости вблизи поверхности стенки, в котором скорость частиц меняется от нуля на стенке до скорости основного потока;
4. слой жидкости вблизи поверхности тела, в котором меняется температура жидкости от температуры поверхности до температуры жидкости вдали от поверхности тела.

Вопрос № -7: Критерии подобия – это ...

1. безразмерные комплексы величин;
2. количество величин, имеющих ту или иную размерность;
3. комплекс теплофизических величин среды;
4. величины, определяющие геометрическое подобие процессов

Вопрос № -8: Конвекция - это процесс переноса теплоты за счет ...

1. соударения молекул газа;
2. колебаний кристаллической решетки жидкости;
3. диффузии свободных электронов в чистых металлах;
4. перемещения и перемешивания неравномерно нагретых объемов жидкости (газа)

Вопрос № -9: Полным тепловым потоком называется количество теплоты, проходящей через

1. поверхность в единицу времени;
2. произвольную поверхность за некоторый промежуток времени;
3. единичную площадь поверхности в единицу времени; 4. единичную площадь поверхности за некоторый промежуток времени

Вопрос № 10: Дифференциальное уравнение теплопроводности при отсутствии внутренних источников теплоты имеет вид ...

$\alpha = -\frac{\lambda}{\Delta T} \cdot \frac{\partial T}{\partial n}$	$q = \frac{\lambda}{\delta} \cdot (T_{cm_1} - T_{cm_2})$	$\frac{\partial T}{\partial \tau} = a \cdot \nabla^2 \cdot T$	$div \vec{w} = 0$
1.	2.	3.	4.

Вопрос № -11: Уравнение плотности теплового потока, передаваемого теплопроводностью, через однородную однослойную плоскую стенку ...

$q = \lambda \cdot grad T$	$q = \frac{\lambda}{\delta} \cdot (t_{ct1} - t_{ct2})$	$q = \alpha \cdot (t_{ct} - t_{ж})$	$q = \frac{\delta}{\lambda} \cdot (t_{ct1} - t_{ct2})$
1.	2.	3.	4.

Вопрос № 12: Теплопроводность – это ...

1. перемещение и перемешивание неравномерно нагретых жидкости или газа;

2. поглощение энергии излучения другим телом;
3. процесс преобразования внутренней энергии тела в энергию электромагнитных волн;
4. молекулярный способ передачи теплоты

Вопрос № 13: Математическое выражение закона Дальтона имеет вид...

$q = -\lambda \cdot \text{grad } T$	$v_{\text{см}} = \sum_{i=1}^n v_i$	$T_{\text{см}} = \sum_{i=1}^n T_i$	$P_{\text{см}} = \sum_{i=1}^n P_i$
1.	2.	3.	4.

Перечень некоторых тестов для контроля лабораторных работ и практических заданий

Тема: «Теплопроводность твердых тел»

Вопрос № - 1 Теплопроводность в металлах объясняется:

1. Движением и взаимодействием электронов зоны проводимости
2. Решеточной проводимостью
3. Электронной проводимостью
4. Не знаю

Вопрос № - 2 Какие факторы влияют на величину коэффициента теплопроводности материалов?

1. Структура, пористость,
2. Химический состав, температура
3. Давление, влажность
4. Плотность, фазовое состояние
5. Только температура и пористость

Вопрос № - 3 Укажите правильную формулировку закона теплопроводности Фурье:

1. Удельная плотность теплового потока (q) пропорциональна градиенту температуры
2. $Q = -\lambda F \text{grad } T$;
3. Тепловой поток (Q) пропорционален коэффициенту теплопроводности со знаком минус, площади теплообмена (F) и градиенту температур)
4. не знаю

Вопрос № - 4 Укажите единицы измерения коэффициента теплопроводности материалов

1. Вт/(м * К)
2. Вт/(м² * К)
3. Дж/(с* м * К)
4. Дж/(с* м² * К)

Вопрос № - 5 Какова зависимость теплопроводности металлов и сплавов от температуры

1. При низких температурах увеличивается, при температурах выше дебаевкой увеличение незначительно
2. Увеличивается с увеличением температуры
3. Не знаю

Вопрос № - 6 Каков характер изменения теплопроводности кристаллических минералов от температуры

1. Теплопроводность кристаллических минералов не изменяется

2. Теплопроводность кристаллических минералов уменьшается с повышением температуры
3. Теплопроводность кристаллических минералов увеличивается с повышением температуры

Вопрос № 7 Каков характер изменения теплопроводности аморфных и стекловидных минералов

1. Теплопроводность увеличивается с повышением температуры
2. Теплопроводность уменьшается с повышением температуры
3. Теплопроводность не изменяется с повышением температуры
4. Не знаю

Вопрос № 8 Как направлен вектор удельной плотности теплового потока (q) по отношению к градиенту температур

1. Параллелен $\text{grad } T$
2. Направлен в противоположную сторону
3. Параллелен и направлен в противоположную сторону
4. Не знаю

Вопрос № 9 Коэффициент теплопроводности теплоизоляционных материалов составляет $\text{Вт}/(\text{м К})$

1. 0,0326...0,163
2. 0,21...48,0
3. 22,0...366,0
2. 11,41...652,0

Вопрос № 10 Коэффициент теплопроводности огнеупорных материалов составляет, $\text{Вт}/(\text{м К})$:

1. 0,21...48,0
2. 0,0326...0,163,
3. 22,0...366,0
4. 11,41...652,0

Вопрос № 11 Коэффициент теплопроводности технических сплавов составляет, $\text{Вт}/(\text{м К})$:

1. 22,0...366,0
2. 0,0326...0,163
3. 0,21...48,0
4. 11,41...652,0

Вопрос № 12 Коэффициент теплопроводности чистых металлов составляет, $\text{Вт}/(\text{м К})$:

1. 11,41...652,0
2. 0,0326...0,163
3. 0,21...48,00
4. 22,00...366,0

"Лаб_раб_Конвективный теплообмен"

Вопрос № 1 Конвекция это перенос теплоты обусловленный:

1. Наличием градиента температур

2. Перемещением макроскопических элементов среды в пространстве, сопровождаемый теплопроводностью
3. Перемещением свободных электронов и колебаниями атомов кристаллической решетки
4. Переносом теплоты от одной текучей среды к другой

Вопрос № 2 В каких единицах измеряется плотность теплового потока

1. Вт/м²
2. Дж/с
3. Вт * м * К
4. Вт

Вопрос № 3 Укажите единицы измерения коэффициента теплоотдачи конвекцией

1. Вт/(м² * К)
2. Вт * м² * К
3. Дж/(с * м² * К)
4. Дж /с

Вопрос № 4 От каких основных факторов зависит коэффициент теплоотдачи конвекцией

1. Формы тела, физических свойств жидкости, градиента температур
2. Градиента скорости в жидкости, шероховатости поверхности
3. Давления и объема жидкости
4. От теплопроводности стенки

Вопрос № 5 Что характеризует критерий Грасгофа

1. Физические свойства жидкости
2. $Gr = \beta g d \Delta t / \nu^2$
3. Особенности теплообмена
4. Подъемную силу, возникающую жидкости из-за разности площадей

Вопрос № 6 Что характеризует критерий Прандтля

1. Подъемную силу
2. Физические свойства жидкости
3. $P_r = \mu c / \lambda$
4. Особенности теплообмена

Вопрос № 7 Теплоотдачей называют процесс переноса теплоты:

1. От одной текучей среды к другой
2. От твердой (текучей) среды текучей (твердой) среде конвекцией
3. Сопровождаемый теплопроводностью
4. Теплопроводностью, обусловленный массообменом

Вопрос № 8 Теплопередачей называют процесс переноса теплоты

1. От одной текучей среды другой через разделяющую стенку
2. От твердой (текучей) среды текучей (твердой) среде конвекцией

3. Теплопроводностью, обусловленный массообменом

Темы РГР

Анализ способов теплообмена теплопроводностью, конвекцией, излучением. Решение одной – двух задач по вариантам. См МУ к индивидуальным заданиям 3, 4 в личном кабинете.

3.2 Задания для промежуточной аттестации**Контрольные вопросы к экзамену**

1. Теплообмен, виды теплообмена. Общие понятия и определения
2. Теплопроводность, механизм передачи тепла в твердых телах, жидких и газовых средах
3. Температурное поле, градиент температуры, тепловой поток, постулат Фурье
4. Вывод дифференциального уравнения теплопроводности
5. Краевые и граничные условия для решения дифференциального уравнения теплопроводности
6. Теплопередача через плоскую однослойную стенку при стационарном режиме и граничных условиях первого рода. Вывод закона распределения температуры, уравнения теплового потока
7. Теплопередача через цилиндрическую однослойную стенку при стационарном режиме и граничных условиях первого рода. Вывод закона распределения температуры, уравнения теплового потока
8. Теплопередача через плоскую многослойную стенку при стационарном режиме и граничных условиях первого рода. Вывод закона распределения температуры, уравнения теплового потока
9. Теплопередача через плоскую многослойную стенку при стационарном режиме и граничных условиях второго рода. Закона распределения температуры, уравнение теплового потока
10. Теплопередача через плоскую многослойную стенку при стационарном режиме и граничных условиях третьего рода. Вывод закона распределения температуры, уравнения теплового потока
11. Теплопередача через плоскую многослойную стенку при стационарном режиме и граничных условиях третьего рода. Тепловое сопротивление и коэффициент теплопередачи
12. Теплопередача через плоскую многослойную стенку при стационарном режиме и граничных условиях третьего рода. Вывод закона распределения температуры, уравнения теплового потока
13. Теплопередача через ребренную стенку при стационарном режиме и граничных условиях третьего рода. Коэффициент эффективности ребер
14. Нестационарная теплопроводность. Общее решение дифференциального уравнения. Тепловой поток при нестационарном режиме
15. Регулярный тепловой режим. Распределение температуры. Темп нагрева (охлаждения).
16. Температурное поле при плавлении полуограниченного твердого тела при граничных условиях первого рода.
17. Основные положения метода конечных разностей при решении задач теплопровод-

ности на ЭВМ.

18. Общие понятия и определения конвективного теплообмена. Механизм передачи тепла. Свободная и вынужденная конвекция.
19. Дифференциальные уравнения конвективного теплообмена. Физический смысл уравнений
20. Методы подобия. Подобие процессов нестационарной теплопроводности. Физическое подобие. Константы подобия
21. Критерии подобия. Основные критерии подобия теплопроводности. Вывод на основе дифференциального уравнения.
22. Основные теоремы подобия. Определяющие и определяемые критерии, связь между ними, необходимые и достаточные условия подобия
23. Теория размерностей. Вывод основных критериев подобия теплоотдачи на основе теории размерностей
24. Критериальные уравнения теплообмена при свободной и вынужденной конвекции.
25. Теория пограничного слоя, ее применение к процессам теплообмена
26. Теплообмен при естественной конвекции. Аналитические и эмпирические уравнения для плоской и цилиндрической стенки.
27. Теплообмен при течении жидкости в трубах. Термически начальный участок и участок стабилизированного теплообмена
28. Теплообмен при течении жидкости в трубах. Локальный коэффициент теплоотдачи, его зависимость от скорости потока
29. Поперечное обтекание одиночной трубы. Изменение статического давления и местного числа Нуссельта по поверхности цилиндра
30. Поперечное обтекание пучка труб. Определение общего коэффициента теплоотдачи в пучке труб
31. Теплообмен при пузырьковом и пленочном кипении. Механизм процесса теплообмена при фазовых переходах .
32. Зависимость плотности теплового потока от температурного напора. Критическая плотность теплового потока
33. Лучистый теплообмен. Механизм, основные понятия и определения
34. Законы излучения абсолютно-черного тела
35. Лучистый теплообмен между серыми телами, разделенными диатермичной (прозрачной) средой.
36. Теплообмен между абсолютно-черными телами произвольно ориентированными в пространстве
37. Коэффициент облученности и методы его определения для произвольных тел.
38. Лучистый теплообмен в поглощающих и излучающих средах
39. Влияние состава и свойств газов на плотность потока результирующего излучения между стенкой и оболочкой
40. Основные схемы рекуперационных систем и схемы движения теплоносителей в них. Температурный напор
41. Основные уравнения для расчета рекуператоров.
42. Общая характеристика процессов переноса массы и энергии
43. Аналогия процессов тепло- и массообмена. Расчет интенсивности переноса энергии
44. Сублимация поверхности тела, обтекаемого высокотемпературным газовым потоком. Коэффициент аккомодации.

...

Типовые экзаменационные задачи

1. Определить время, необходимое для одностороннего нагрева листа толщиной δ , мм, трансформаторной стали с начальной температурой T_n , °С, до конечной T_k , °С, если температура в печи равна $T_{ж}$, °С, а средний за период нагрева коэффициент теплоотдачи равен α , Вт/(м²·К) (таблица 3.1).

Таблица 3.1

Исходные данные	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
δ	5	10	15	20	25	30	40	30	50	25
T_n	100	100	200	200	100	20	20	20	100	20
T_k	800	900	1000	1100	1200	1000	1050	900	600	700
$T_{ж}$	1000	1100	1300	1300	1400	1400	1350	1350	1100	1300
α	76	98	120	140	170	120	110	115	75	65

2. В поперечном потоке воздуха, движущегося со скоростью w , м/с и имеющего температуру $T_{ж}$, °С, расположена одиночная труба диаметром d , мм. Определить средний по периметру трубы коэффициент теплоотдачи, если угол атаки равен φ градусов, температура стенки трубы равна T_n , °С. (таблица 3.2).

Таблица 3.2

Исходные данные	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
w	2	3	4	5	7	8	6	5	4	3
$T_{ж}$	20	50	70	100	150	200	120	70	100	140
d	20	40	60	50	80	30	70	20	60	15
φ	45	30	60	30	45	60	30	45	60	50
T_n	150	200	100	20	30	40	20	30	20	20

Лист регистрации изменений к РПД

№ п/п	Основание внесения изменения	Количество страниц изменения	Подпись разработчика РПД
1			
2			
