

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной работе

Дата подписания: 15.11.2023 15:13:17

Уникальный идентификатор документа:

d7a26b9e8ca85e98ec3de2eb454b4659d061f249

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования**

«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»

Рабочая программа дисциплины (модуля)

Теплофизика

Закреплена за подразделением Кафедра энергоэффективных и ресурсосберегающих промышленных технологий

Направление подготовки

22.03.02 МЕТАЛЛУРГИЯ

Профиль

Квалификация

Инженер-исследователь

Форма обучения

очная

Общая трудоемкость

4 ЗЕТ

Часов по учебному плану

144

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

экзамен 4

аудиторные занятия

85

самостоятельная работа

23

часов на контроль

36

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	4 (2.2)		Итого	
	18			
Неделя	УП	РП	УП	РП
Лекции	34	34	34	34
Лабораторные	17	17	17	17
Практические	34	34	34	34
Итого ауд.	85	85	85	85
Контактная работа	85	85	85	85
Сам. работа	23	23	23	23
Часы на контроль	36	36	36	36
Итого	144	144	144	144

Программу составил(и):

к.тн, доцент, Шатохин Константин Станиславович

Рабочая программа

Теплофизика

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» по направлению подготовки 22.03.02 МЕТАЛЛУРГИЯ (приказ от 28.06.2023 г. № 292 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

22.03.02 МЕТАЛЛУРГИЯ, 22.03.02-БМТ-23_6-ПП.plx , утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 22.06.2023, протокол № 5-23

Утверждена в составе ОПОП ВО:

22.03.02 МЕТАЛЛУРГИЯ, , утвержденной Ученым советом НИТУ МИСИС 22.06.2023, протокол № 5-23

Рабочая программа одобрена на заседании

Кафедра энергоэффективных и ресурсосберегающих промышленных технологий

Протокол от 22.06.2021 г., №08-20/21

Руководитель подразделения Торохов Геннадий Валерьевич

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ

1.1	Сформировать знания о тепловых процессах при производстве и обработке металлов.
1.2	Научить методам применения основных закономерностей теплообмена для анализа и расчета конструктивных и эксплуатационных параметров металлургических агрегатов, обеспечивающих высокое качество металлопродукции и энергосбережение при выполнении нормативов по защите окружающей среды.

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Блок ОП:		Б1.О
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
2.1.1	Физика	
2.1.2	Физическая химия	
2.1.3	Инженерная и компьютерная графика	
2.1.4	Информатика	
2.1.5	Химия	
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:	
2.2.1	Коррозия и защита металлов	
2.2.2	Литейное производство	
2.2.3	Металлургия цветных металлов	
2.2.4	Металлургия черных металлов	
2.2.5	Обработка металлов давлением	
2.2.6	Порошковая металлургия	
2.2.7	Научно-исследовательская работа	
2.2.8	Научно-исследовательская работа	
2.2.9	Научно-исследовательская работа	
2.2.10	Научно-исследовательская работа	
2.2.11	Научно-исследовательская работа	
2.2.12	Научно-исследовательская работа	
2.2.13	Научно-исследовательская работа	
2.2.14	Теплотехника	
2.2.15	Цифровизация производства	
2.2.16	Технологии Big Data	
2.2.17	Анализ данных и аналитика в принятии решений	
2.2.18	Научно-исследовательская работа	
2.2.19	Научно-исследовательская работа	
2.2.20	Научно-исследовательская работа	
2.2.21	Научно-исследовательская работа	
2.2.22	Научно-исследовательская работа	
2.2.23	Научно-исследовательская работа	
2.2.24	Научно-исследовательская работа	
2.2.25	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.26	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.27	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.28	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.29	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.30	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.31	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

ОПК-1: Способен решать задачи профессиональной деятельности, применяя знания фундаментальных наук, методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общинженерные знания

Знать:

ОПК-1-31	знать основные закономерности процессов тепло- и массопереноса, механики жидкостей газов применительно к технологическим процессам в тепловых агрегатах черной и цветной металлургии
УК-1:	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, умение анализировать процессы и системы с использованием соответствующих аналитических, вычислительных и экспериментальных методов, применять системный подход для решения поставленных задач
Знать:	
УК-1-31	знать базовые понятия и закономерности раздела физики, объясняющего теплообменные процессы
ОПК-1:	Способен решать задачи профессиональной деятельности, применяя знания фундаментальных наук, методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общинженерные знания
Уметь:	
ОПК-1-У1	уметь рассчитывать и анализировать процессы внешнего и внутреннего теплообмена в печах различного технологического назначения и элементах их конструкций
УК-1:	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, умение анализировать процессы и системы с использованием соответствующих аналитических, вычислительных и экспериментальных методов, применять системный подход для решения поставленных задач
Уметь:	
УК-1-У1	уметь рассчитывать приход тепловой энергии, составлять тепловой баланс
ОПК-1:	Способен решать задачи профессиональной деятельности, применяя знания фундаментальных наук, методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общинженерные знания
Владеть:	
ОПК-1-В1	владеть методами анализа и численными методами, вычислительной техникой при решении прикладных задач в области гидрогазодинамики и теплообмена
УК-1:	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, умение анализировать процессы и системы с использованием соответствующих аналитических, вычислительных и экспериментальных методов, применять системный подход для решения поставленных задач
Владеть:	
УК-1-В1	владеть аналитическими и численными методами решения систем теплофизических уравнений

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Формируемые индикаторы компетенций	Литература и эл. ресурсы	Примечание	КМ	Выполняемые работы
	Раздел 1. Гидрогазодинамика							
1.1	Основные понятия механики жидкостей и газов: сплошная среда, плотность, вектор скорости, идеальная и реальная жидкость. Формула Ньютона для касательного напряжения трения. Уравнение неразрывности. /Лек/	4	2	ОПК-1-31	Л1.1Л2.1 Л2.2 Э1			
1.2	Уравнение Эйлера и Навье-Стокса. Режимы течения реальной жидкости. Критерий Рейнольдса. Постановка задачи для расчета движения жидкости. Статика жидкостей и газов. /Лек/	4	2	УК-1-31 ОПК-1-31	Л1.1Л2.1 Л2.2 Э1			
1.3	Элементы теории гидродинамического пограничного слоя. Уравнения Прандтля. Уравнение потока импульса для пограничного слоя (Уравнение Кармана). /Лек/	4	2	УК-1-31 ОПК-1-31	Л1.1Л2.1 Л2.2 Э1			

1.4	Расчет ламинарного пограничного слоя на основе интегрального метода. Уравнение Бернулли для струйки тока идеальной жидкости и для потока реальной жидкости. Расчет потерь давления на трение и на местные сопротивления. /Лек/	4	2		Л1.1Л2.1 Л2.2 Э1			
1.5	Особенности струйного течения. Изменение основных характеристик осесимметричной турбулентной струи (давления, потоков импульса и кинетической энергии, осевой скорости, объемного расхода) по ее длине. /Лек/	4	2		Л1.1Л2.1 Л2.2 Э1			
1.6	Течение реальной жидкости по трубам и каналам. Потери на трение и местные сопротивления. /Пр/	4	4		Л1.1Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1			
1.7	Течение жидкости в ламинарном пограничном слое. /Пр/	4	4		Л1.1Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1			
1.8	Течение жидкости в турбулентном пограничном слое. /Пр/	4	4		Л1.1Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1			
1.9	Расчет процесса истечения газа из сопел /Пр/	4	2		Л1.1Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1			
1.10	Исследование уравнения Бернулли /Лаб/	4	2		Л1.1Л2.1 Л2.2Л3.2 Э2			
1.11	Определение коэффициентов трения и местного сопротивления при движении воздуха в трубе /Лаб/	4	2		Л1.1Л2.1 Л2.2Л3.2 Э2			
1.12	Определение коэффициентов истечения из отверстий и насадков различной среды /Лаб/	4	2		Л1.1Л2.1 Л2.2Л3.2 Э2			
1.13	Исследование свободной затопленной и полуограниченной газовых струй /Лаб/	4	2		Л1.1Л2.1 Л2.2Л3.2 Э2			
1.14	Выполнение тестов в LMS Canvas /Ср/	4	8		Л1.1Л2.1 Л2.2 Э2		КМ1	
	Раздел 2. Конвекция							
2.1	Основные положения переноса теплоты. Три вида теплообмена. Основные понятия конвективного теплопереноса, дифференциальное уравнение конвективной теплоотдачи. /Лек/	4	2		Л1.1Л2.1 Л2.2 Э1			

2.2	Дифференциальное уравнение энергии Фурье-Кирхгофа и его решение. Тепловой пограничный слой, критерий Прандтля. /Лек/	4	2		Л1.1Л2.1 Л2.2 Э1			
2.3	Тепловой пограничный слой и его расчет при ламинарном режиме течения жидкости. Уравнения конвективной теплоотдачи при вынужденном движении в безразмерном (критериальном) виде и особенности их использования при практических расчетах. /Лек/	4	2		Л1.1Л2.1 Л2.2 Э1			
2.4	Конвективная теплоотдача при свободном движении. Уравнения конвективной теплоотдачи при свободном движении в безразмерном (критериальном) виде и особенности их использования при практических расчетах. /Лек/	4	2		Л1.1Л2.1 Л2.2 Э1			
2.5	Применение методов теории подобия для приведения исходных уравнений к безразмерному виду. /Пр/	4	4		Л1.1Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1			
2.6	Теплоотдача и массоотдача при вынужденном продольном обтекании плоской поверхности. /Пр/	4	4		Л1.1Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1			
2.7	Определение коэффициентов теплоотдачи при вынужденном турбулентном движении жидкости в трубе /Лаб/	4	3		Л1.1Л2.1 Л2.2Л3.2 Э2			
2.8	Выполнение тестов в LMS Canvas /Ср/	4	5		Л1.1Л2.1 Л2.2 Э2		КМ2	
	Раздел 3. Радиационный теплообмен							
3.1	Основные понятия радиационного переноса теплоты. Количественные характеристики излучения. Законы излучения абсолютно черного тела. /Лек/	4	2		Л1.1Л2.1 Л2.2 Э1			

3.2	Применение основных законов излучения абсолютно черного и серого тела к анализу и расчету радиационного теплообмена. Угловые коэффициенты излучения как показатели, учитывающие геометрию теплообменной системы. Свойства средних угловых коэффициентов излучения, их определение в простейших случаях. /Лек/	4	2		Л1.1Л2.1 Л2.2 Э1			
3.3	Зональный метод расчета радиационного теплообмена. Смешанная и фундаментальная постановки задачи. Замкнутая система из 2 серых тел, разделенных диатермической средой. Действие экранной теплоизоляции. /Лек/	4	2		Л1.1Л2.1 Л2.2 Э1			
3.4	Зональный метод расчета радиационного теплообмена: излучение через окна печи. Радиационный теплообмен в системе серых тел, заполненных поглощающе-излучающей средой. Закон Бугера. Эффективная длина луча, формула Невского. /Лек/	4	2		Л1.1Л2.1 Л2.2 Э1			
3.5	Теплообмен излучением между твердыми телами, разделенными прозрачной средой. /Пр/	4	4		Л1.1Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1			
3.6	Теплообмен излучением в поглощающей среде. /Пр/	4	4		Л1.1Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1			
3.7	Излучение твердых тел /Лаб/	4	2		Л1.1Л2.1 Л2.2Л3.3 Э2			
3.8	Выполнение тестов в LMS Canvas /Ср/	4	5		Л1.1Л2.1 Л2.2 Э2		КМ3	
	Раздел 4. Теплопроводность							
4.1	Дифференциальное уравнение нестационарной теплопроводности и условия однозначности для его решения. Передача тепла при стационарной теплопроводности через одно- и многослойную плоскую стенку при граничных условиях первого и третьего рода. /Лек/	4	2		Л1.1Л2.1 Л2.2 Э1			

4.2	Передача тепла при стационарной теплопроводности через цилиндрическую одно- и многослойную стенку при граничных условиях первого и третьего рода. Влияние наружного диаметра однородной цилиндрической стенки на ее суммарное линейное тепловое сопротивление. /Лек/	4	2		Л1.1Л2.1 Л2.2 Э1			
4.3	Нестационарная теплопроводность при граничных условиях первого и третьего рода. Общее решение уравнения нестационарной теплопроводности и его использование для случая термически массивных тел. /Лек/	4	2		Л1.1Л2.1 Л2.2 Э1			
4.4	Общее решение уравнения нестационарной теплопроводности и его использование для случая термически тонких тел. Регулярный тепловой режим и экспериментальное определение теплофизических свойств веществ, коэффициента теплоотдачи. /Лек/	4	2		Л1.1Л2.1 Л2.2 Э1			
4.5	Теплопроводность и молекулярная диффузия при стационарном режиме. /Пр/	4	4		Л1.1Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1			
4.6	Определение коэффициента теплопроводности твердых тел методом цилиндрического слоя (стационарный режим теплопроводности) /Лаб/	4	2		Л1.1Л2.1 Л2.2Л3.3 Э2			
4.7	Нагрев твердых тел /Лаб/	4	2		Л1.1Л2.1 Л2.2Л3.3 Э2			
4.8	Выполнение тестов в LMS Canvas /Ср/	4	5		Л1.1Л2.1 Л2.2 Э2		КМ4	

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

5.1. Контрольные мероприятия (контрольная работа, тест, коллоквиум, экзамен и т.п), вопросы для самостоятельной подготовки

Код КМ	Контрольное мероприятие	Проверяемые индикаторы компетенций	Вопросы для подготовки
КМ1	тест	ОПК-1-31;УК-1-31	Тест № 1 по «Теплофизике» на тему «Гидрогазодинамика» 1. В каком случае все компоненты полной производной плотности по времени равны нулю? 1) только в случае несжимаемой жидкости 2) при стационарном поле плотности

			<p>3) при стационарном поле давления 4) при однородном поле скорости 5) при однородном поле плотности</p> <p>2. Какие силы действуют в движущейся идеальной жидкости? 1) силы трения 2) силы инерции 3) силы давления 4) внешние массовые силы 5) выталкивающие силы</p> <p>3. В каком случае при расчете распределения давления в газе по высоте можно считать его несжимаемой жидкостью? 1) при однородном температурном поле газа 2) в случае, если газ находится внутри сосуда 3) при небольшой высоте расчетной области 4) ни в каком случае нельзя 5) всегда можно</p> <p>4. Для чего нужна теория пограничного слоя? 1) без нее нельзя решить задачу на движение жидкости 2) она позволяет упростить решаемые уравнения 3) она позволяет повысить точность решения 4) она позволяет представить решение в удобном виде 5) она позволяет сократить количество зависимых величин</p> <p>5. Каким может быть режим движения в пристеночном пограничном слое? 1) всегда только ламинарным 2) всегда только турбулентным 3) ламинарным на начальном участке, затем - турбулентным 4) это зависит от скорости жидкости 5) это зависит от вязкости жидкости</p> <p>6. Как зависят потери на трение от скорости жидкости? 1) увеличиваются по линейному закону 2) уменьшаются по линейному закону 3) увеличиваются по квадратичному закону 4) уменьшаются по квадратичному закону 5) вид зависимости определяется режимом движения жидкости</p> <p>7. Можно ли сказать, что коэффициент местного сопротивления характеризует долю динамического давления, потерянную на данном местном сопротивлении? 1) Можно - по определению 2) Нельзя ни в каком случае 3) Можно, если на местном сопротивлении динамическое давление уменьшается 4) Можно, если эта величина меньше единицы 5) Можно, если эта величина меньше 0,816</p> <p>8. Как меняется толщина пристеночного пограничного слоя с увеличением продольной координаты? 1) возрастает 2) убывает 3) остается неизменной 4) это зависит от режима движения жидкости 5) немонотонно</p> <p>9. Как зависит касательное напряжение трения на стенке от продольной координаты? 1) возрастает 2) убывает 3) не изменяется 4) по-разному для разных режимов движения жидкости 5) немонотонно</p> <p>10. От какой величины толщина турбулентного пристеночного</p>
--	--	--	---

		<p>пограничного слоя зависит сильнее, чем ламинарного?</p> <ol style="list-style-type: none">1) от продольной координаты2) от скорости невозмущенного потока3) от кинематического коэффициента вязкости4) от динамического коэффициента вязкости5) от плотности жидкости <p>11. Как изменится коэффициент скорости при истечении жидкости из отверстия в стенке сосуда в случае увеличения диаметра отверстия в 2 раза?</p> <ol style="list-style-type: none">1) увеличится в 2 раза2) уменьшится в 2 раза3) практически не изменится4) увеличится в 4 раза5) уменьшится в 4 раза <p>12. Как зависит требуемая высота дымовой трубы от температуры отходящих газов?</p> <ol style="list-style-type: none">1) не зависит2) увеличивается с ростом температуры газов3) уменьшается с ростом температуры газов4) возможны все варианты5) немонотонно <p>13. Как изменяется коэффициент кинематической вязкости газа с ростом температуры?</p> <ol style="list-style-type: none">1) возрастает линейно2) уменьшается обратно пропорционально3) практически не зависит4) возрастает пропорционально квадратному корню из температуры5) уменьшается обратно пропорционально квадратному корню из температуры <p>14. Каково соотношение сил инерции и молекулярного трения в ламинарном пристеночном пограничном слое?</p> <ol style="list-style-type: none">1) силы инерции больше сил трения2) силы трения больше сил инерции3) эти силы одного порядка4) на этот вопрос нельзя ответить однозначно5) это зависит от высоты выступов шероховатости <p>15. Поток какой субстанции сохраняется в процессе движения жидкости в трубе?</p> <ol style="list-style-type: none">1) массы2) импульса3) кинетической энергии4) энтальпии5) ни один из перечисленных <p>16. В каком случае локальная производная плотности по времени равна нулю?</p> <ol style="list-style-type: none">1) в случае несжимаемой жидкости2) при стационарном поле плотности3) при стационарном поле давления4) при однородном поле скорости5) при однородном поле плотности <p>17. Какие силы действуют в неподвижной жидкости?</p> <ol style="list-style-type: none">1) силы трения2) силы инерции3) силы давления4) внешние массовые силы5) никакие <p>18. Какое граничное условие для поперечного профиля продольной скорости справедливо на границе потока с твердой поверхностью?</p> <ol style="list-style-type: none">1) равенство нулю первой производной скорости по поперечной
--	--	--

			<p>координате y</p> <p>2) равенство нулю второй производной скорости по поперечной координате y</p> <p>3) равенство нулю скорости</p> <p>4) равенство скорости ее значению в невозмущенном потоке</p> <p>5) ни одно из перечисленных условий не справедливо</p> <p>19. Когда применима теория пограничного слоя?</p> <p>1) при движении жидкости вдоль плоской поверхности</p> <p>2) только при ламинарном режиме</p> <p>3) только при турбулентном режиме</p> <p>4) при достаточно больших числах Рейнольдса</p> <p>5) при достаточно малых числах Рейнольдса</p> <p>20. Каким может быть режим движения в свободном пограничном слое?</p> <p>1) всегда только ламинарным</p> <p>2) всегда только турбулентным</p> <p>3) ламинарным на начальном участке, затем - турбулентным</p> <p>4) это зависит от скорости жидкости</p> <p>5) это зависит от вязкости жидкости</p>
--	--	--	---

КМ2		ОПК-1-31;УК-1-31	<p>Тест № 2 по «Теплофизике» на тему «Конвекция»</p> <p>1. Коэффициент теплоотдачи α имеет размерность</p> <p>а) Дж/(м²*К); б) Вт/м³; в) Вт/(м*К); г) Вт/(м²*К); д) Дж/(кг*К).</p> <p>2. Какой вид конвективной теплоотдачи реализуется при охлаждении стального слитка на воздухе?</p> <p>а) Свободная. б) Вынужденная. в) Смешанная. г) Прямоточная. д) Противоточная.</p> <p>3. Как изменяется коэффициент теплоотдачи излучением при охлаждении слитка на воздухе?</p> <p>а) Увеличивается. б) Сначала увеличивается, а затем уменьшается. в) Уменьшается. г) Сначала уменьшается, а затем увеличивается. д) Не изменяется.</p> <p>4. Что такое вынужденная конвекция?</p> <p>а) Когда критерий Рейнольдса стремится к нулю. б) Когда критерий Рейнольдса стремится к бесконечности. в) Когда критерий Грасгофа равен 0. г) Когда есть внешний источник движения среды. д) Когда нет внешнего источника движения среды.</p> <p>5. Главные формы энергии:</p> <p>а) гравитационная; б) электромагнитная; в) тепловая; г) потенциальная; д) ядерная.</p> <p>6. Что такое критерий Нуссельта?</p> <p>а) Безразмерный коэффициент конвективной теплоотдачи. б) Безразмерный коэффициент конвективной теплопередачи. в) Критерий, показывающий соотношение внутреннего и внешнего теплообмена. г) Безразмерный коэффициент теплопроводности. д) Отношение внутреннего теплового сопротивления к наружному.</p> <p>7. Коэффициент теплоотдачи увеличивается при увеличении скорости набегающего на поверхность невозмущенного потока, так как при этом</p> <p>а) увеличивается толщина пограничного слоя; б) уменьшается толщина пограничного слоя; в) увеличивается интенсивность молекулярного переноса теплоты; г) уменьшается интенсивность молекулярного переноса теплоты; д) увеличивается объемная энтальпия среды.</p>
-----	--	------------------	---

КМЗ	тест	<p>Тест № 3 по «Теплофизике» на тему «Радиационный теплообмен»</p> <p>1. Как зависит коэффициент теплоотдачи излучением от температуры? а) Линейно. б) Никак не зависит. в) Нелинейно. г) От температуры в третьей степени. д) От температуры в четвертой степени.</p> <p>2. Чем отличается интегральное излучение от спектрального? а) Направлением излучения. б) Шириной рассматриваемого диапазона длин волн. в) Площадью излучаемой поверхности. г) Размерностью плотности теплового потока. д) Изотропностью излучения.</p> <p>3. Что такое серое тело? а) Степень черноты которого уменьшается с ростом температуры. б) Степень черноты которого не зависит от температуры. в) Плотность потока собственного излучения которого составляет одинаковую долю от плотности потока абсолютно белого тела при одной и той же температуре. г) Плотность потока собственного излучения которого составляет одинаковую долю от плотности потока абсолютно черного тела при одной и той же температуре. д) Тело, имеющее серый цвет.</p> <p>4. Область теплового излучения лежит в пределах: а) $-\infty - +\infty$; б) 0,4–0,8 мкм; в) 0,8–25 мкм; г) 0,8 мкм – 20 м; д) 0,4–25 мкм.</p> <p>5. Эффективная длина луча – это а) радиус сферического газового объема, плотность потока излучения которого такая же, как и для объема реальной формы; б) радиус полусферического газового объема, плотность потока излучения которого такая же, как и для объема реальной формы; в) диаметр сферического газового объема, плотность потока излучения которого такая же, как и для объема реальной формы; г) диаметр полусферического газового объема, плотность потока излучения которого такая же, как и для объема реальной формы; д) радиус полусферического газового объема, плотность потока излучения которого такая же, как и для объема идеальной формы.</p> <p>6. Теплообмен излучением играет существенную роль в печах при температуре выше а) 100 оС; б) 300 оС; в) 500 оС; г) 700 оС; д) 900 оС.</p> <p>7. Что такое суммарный коэффициент теплоотдачи? а) Степень черноты во всем диапазоне длин волн. б) Величина, обратная коэффициенту теплопередачи. в) Сумма коэффициентов теплоотдачи конвекцией и излучением. г) Сумма коэффициентов теплоотдачи конвекцией, излучением и теплопроводностью. д) Сумма коэффициентов теплоотдачи излучением и теплопроводностью.</p>
-----	------	--

КМ4	тест	ОПК-1-31;УК-1-31	<p>Тест № 4 по «Теплофизике» на тему «Теплопроводность»</p> <p>1. Что такое стационарное температурное поле? а) Когда нет изменения температуры во времени в каждой точке тела. б) Когда коэффициент теплопроводности равен 0. в) Когда отсутствует конвекция. г) Когда нет изменения температуры в пространстве. д) Когда нет изменения температуры во времени и в пространстве.</p> <p>2. Изменение температуры по толщине неограниченной пластины в случае стационарной теплопроводности при граничных условиях первого рода а) линейное; б) нелинейное; в) параболическое; г) гиперболическое; д) логарифмическое.</p> <p>3. Физический смысл коэффициента температуропроводности – а) характеризует термодинамические свойства материала; б) определяет процесс конвективной теплоотдачи; в) чем он больше, тем медленнее выравнивается температура по сечению тела; г) характеризует интенсивность молекулярного переноса теплоты; д) характеризует интенсивность молекулярного переноса импульса.</p> <p>4. Закон изменения температуры по толщине цилиндрической стенки в случае стационарной теплопроводности при граничных условиях первого рода а) линейный; б) нелинейный; в) параболический; г) логарифмический; д) дифференциальный.</p> <p>5. Условия однозначности для решения задач теплопроводности: а) геометрические, тепловые, физические, граничные, начальные; б) геометрические, физические, краевые; в) геометрические, физические, начальные; конечные; г) геометрические, граничные, физические; д) геометрические, физические, начальные; граничные.</p> <p>6. Когда граничные условия 3-го рода можно привести к граничным условиям 1-го рода? а) Когда критерий Био больше 100. б) Когда нагреваемое тело можно считать термически тонким. в) Когда температура окружающей среды постоянна. г) Когда критерий Био стремится к бесконечности. д) Когда критерий Био стремится к нулю.</p>
-----	------	------------------	--

5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (модулю, практике, НИР) - эссе, рефераты, практические и расчетно-графические работы, курсовые работы, проекты и др.

Выполнение тестов в LMS Canvas (УК-6.1-31, ОПК-1.1-31)

ОПК-1.1-31, ОПК-1.1-У1

Практическая работа 1: Течение реальной жидкости по трубам и каналам. Потери на трение и местные сопротивления

Практическая работа 2: Течение жидкости в ламинарном пограничном слое

Практическая работа 3: Течение жидкости в турбулентном пограничном слое

Практическая работа 4: Расчет процесса истечения газа из сопел

Практическая работа 5: Исследование уравнения Бернулли

Практическая работа 6: Применение методов теории подобия для приведения исходных уравнений к безразмерному виду

Практическая работа 7: Теплоотдача и массоотдача при вынужденном продольном обтекании плоской поверхности

Практическая работа 8: Теплообмен излучением между твердыми телами, разделенными прозрачной средой

Практическая работа 9: Теплообмен излучением в поглощающей среде

Практическая работа 10: Теплопроводность и молекулярная диффузия при стационарном режиме

УК-6.1-В1, ОПК-1.1-В1

Лабораторная работа 1: Исследование уравнения Бернулли

Лабораторная работа 2: Определение коэффициентов трения и местного сопротивления при движении воздуха в трубе

Лабораторная работа 3: Определение коэффициентов истечения из отверстий и насадков различной среды

Лабораторная работа 4: Исследование свободной затопленной и полуограниченной газовых струй

Лабораторная работа 5: Определение коэффициентов теплоотдачи при вынужденном турбулентном движении жидкости в трубе

Лабораторная работа 6: Излучение твердых тел

Лабораторная работа 7: Определение коэффициента теплопроводности твердых тел методом цилиндрического слоя

(стационарный режим теплопроводности)

Лабораторная работа 8: Нагрев твердых тел

5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (описание билетов, тестов и т.п.)

Экзаменационный билет содержит 3 теоретических вопроса: 1 вопрос по гидрогазодинамике и 2 вопроса по теплообмену (2 вопроса по 2 различным видам теплообмена из 3 его видов: конвекция, кондуктивный и радиационный теплоперенос). Примеры экзаменационных билетов приведены в приложении

5.4. Методика оценки освоения дисциплины (модуля, практики. НИР)

Промежуточная аттестация по дисциплине предусмотрена в форме экзамена.

Для получения допуска к экзамену необходимо выполнение тестов на LMS Canvas (балльная система оценивания, необходимо получить не менее 3 баллов).

Шкала оценивания знаний обучающихся на экзамене:

Оценка «отлично» - обучающийся показывает глубокие знания в объеме пройденной программы, грамотно и логически стройно излагает материал при ответе, умеет формулировать выводы из изложенного теоретического материала, в полном объеме отвечает на вопросы.

Оценка «хорошо» - обучающийся показывает твердые и достаточно полные знания в объеме пройденной программы, допускает незначительные ошибки при освещении заданных вопросов, правильно действует по применению знаний на практике, четко излагает материал.

Оценка «удовлетворительно» - обучающийся показывает знания в объеме пройденной программы, ответы излагает хотя и с ошибками, но уверенно исправляемыми после дополнительных и наводящих вопросов, правильно действует по применению знаний на практике.

Оценка «неудовлетворительно» - обучающийся допускает грубые ошибки в ответе, не понимает сущности вопроса, не умеет применять знания на практике, даёт неполные ответы на дополнительные и наводящие вопросы.

Оценка «не явка» – обучающийся на экзамен не явился.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Арутюнов Владимир Александрович, Крупенников Сергей Алексеевич, Сборщиков Глеб Семенович	Теплофизика и теплотехника. Теплофизика: курс лекций: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. 150100 - Металлургия	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 2010

6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Кривандин В. А., Арутюнов В. А., Белоусов В. В., др.	Т.1: Теоретические основы	Электронная библиотека	, 2002
Л2.2	Прибытков И. А., Левицкий И. А., Прибытков И. А.	Теоретические основы теплотехники: Учебник для студ. сред. проф. учреждений	Библиотека МИСиС	М.: Академия, 2004

6.1.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л3.1	Сборщиков Глеб Семенович, Чибизова Светлана Игоревна	Теплофизика и теплотехника. Теплофизика: практикум: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. - Metallurgy	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 2012
Л3.2	Арутюнов Владимир Александрович, Капитанов Виктор Анатольевич, Левицкий Игорь Анисимович, Шибалов Сергей Николаевич	Теплофизика, теплотехника, теплообмен. Механика жидкостей и газов: лаб. практикум	Электронная библиотека	М.: Учеба, 2007
Л3.3	Арутюнов Владимир Александрович, Капитанов Виктор Анатольевич, Левицкий Игорь Анисимович, Шибалов Сергей Николаевич	Теплофизика, теплотехника, теплообмен: Тепломассоперенос. Топливо и огнеупоры. Тепловая работа печей: лаб. практикум	Электронная библиотека	М.: Учеба, 2007

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э1	Электронный курс в системе LMS Canvas "Теплофизика"	https://lms.misis.ru/enroll/TXXJ7W
Э2	Электронные ресурсы МИСиС	http://lib.misis.ru/links.html

6.3 Перечень программного обеспечения

П.1	Microsoft Office
П.2	LMS Canvas
П.3	MS Teams

6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

И.1	Электронные ресурсы МИСиС http://lib.misis.ru/links.html
-----	---

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ауд.	Назначение	Оснащение
------	------------	-----------

А-416	Учебная аудитория	лабораторная установка для определения стационарного теплового режима в цилиндрической стенке, лабораторная установка для определения коэффициента теплоотдачи при естественной конвекции на обогреваемом цилиндре, лабораторная установка для определения регулярного теплового режима, лабораторная установка для определения плотности и газопроницаемости огнеупорных материалов, лабораторная установка для изучения течения жидкости в трубе, лабораторная установка для исследования уравнения Бернулли, лабораторная установка для определения гидравлического коэффициента трения при движении воздуха в трубе, лабораторная установка для определения коэффициентов местных сопротивлений, лабораторная установка для исследования работы модели инжекционной горелки
Любой корпус Мультимедийная	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и/или для проведения практических занятий:	комплект учебной мебели до 36 мест для обучающихся, мультимедийное оборудование, магнитно-маркерная доска, рабочее место преподавателя, ПК с доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus
Любой корпус Мультимедийная	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и/или для проведения практических занятий:	комплект учебной мебели до 36 мест для обучающихся, мультимедийное оборудование, магнитно-маркерная доска, рабочее место преподавателя, ПК с доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus
Читальный зал №3 (Б)		комплект учебной мебели на 44 места для обучающихся, МФУ Xerox VersaLink B7025 с функцией масштабирования текстов и изображений, 8 ПК с доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus.
Читальный зал №4 (Б)		комплект учебной мебели на 20 рабочих мест, компьютеры с подключением к сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду университета
Читальный зал электронных ресурсов		комплект учебной мебели на 55 мест для обучающихся, 50 ПК с доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus.

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

"Теплофизика" относится к базовому циклу дисциплин. Это теоретическая дисциплина, создающая основу для последующего изучения "Теплотехники". Важность данной дисциплины обусловлена наличием энергообмена на всех стадиях металлургического передела.

Для успешного освоения дисциплины обучающемуся необходимо:

1. Посещать все виды занятий.
2. Своевременно зарегистрироваться на рекомендованные электронные ресурсы - LMS Canvas и MS Teams.
3. При возникновении любых вопросов по содержанию курса и организации работы своевременно обращаться к преподавателю (в часы очных консультаций, через MS Teams или LMS Canvas).
4. Иметь доступ к компьютеру, подключенному к сети Интернет.

Качественное освоение дисциплины возможно только при систематической самостоятельной работе, что поддерживается системой текущей аттестации на LMS Canvas.