

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)

Теплоэнергетика и вторичные энергоресурсы

Закреплена за подразделением Кафедра энергоэффективных и ресурсосберегающих промышленных технологий

Направление подготовки

22.03.02 МЕТАЛЛУРГИЯ

Профиль

Квалификация

Инженер-исследователь

Форма обучения

очная

Общая трудоемкость

5 ЗЕТ

Часов по учебному плану

180

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

экзамен 10

аудиторные занятия

136

самостоятельная работа

17

часов на контроль

27

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	10 (5.2)		Итого	
	УП	РП		
Неделя	17			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	68	68	68	68
Практические	68	68	68	68
Итого ауд.	136	136	136	136
Контактная работа	136	136	136	136
Сам. работа	17	17	17	17
Часы на контроль	27	27	27	27
Итого	180	180	180	180

Программу составил(и):

Рабочая программа

Теплоэнергетика и вторичные энергоресурсы

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 20.06.2023 г., №08-22/23

Руководитель подразделения Торохов Геннадий Валерьевич

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ

1.1	Анализ применяемых, разработанных и разрабатываемых технологий черной металлургии на всех стадиях производства металла с целью выработки решений и оценки возможного повышения их теплоэнергетических показателей.
-----	--

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Блок ОП:		Б1.В.ДВ.16
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
2.1.1	Защитные покрытия на металлопродукции	
2.1.2	Информационные технологии в деформационной обработке металлов	
2.1.3	Комплексное использование сырья и техногенных материалов	
2.1.4	Конструкционные порошковые материалы общемашиностроительного и специального назначения	
2.1.5	Материаловедение и термообработка металлов и сплавов	
2.1.6	Материаловедение неметаллических материалов	
2.1.7	Методы исследования технологических процессов и оборудования	
2.1.8	Методы оценки качества и исследования металлургических свойств техногенного сырья и вторичных ресурсов	
2.1.9	Моделирование процессов и объектов в металлургии	
2.1.10	Наилучшие доступные технологии в металлургии	
2.1.11	Оборудование литейных цехов	
2.1.12	Основы аддитивных технологий	
2.1.13	Основы процессов самораспространяющегося высокотемпературного синтеза	
2.1.14	Охрана труда и промышленная безопасность	
2.1.15	Проектирование новых и реконструкция действующих литейных цехов	
2.1.16	Производство благородных металлов	
2.1.17	Производство легких металлов	
2.1.18	Производство отливок из сплавов цветных металлов	
2.1.19	Производство редких металлов	
2.1.20	Производство слитков из сплавов цветных металлов	
2.1.21	Современные методы исследования металлических материалов	
2.1.22	Современные процессы в металлургии и материаловедении и методы их исследования	
2.1.23	Специальные способы литья	
2.1.24	Теория металлургических процессов	
2.1.25	Термодинамические расчеты и анализ фазовых диаграмм многокомпонентных систем	
2.1.26	Технологии защиты оборудования и металлопродукции от коррозии	
2.1.27	Технологические процессы пластической обработки металлов и сплавов	
2.1.28	Технология композиционных материалов	
2.1.29	Экология металлургического производства	
2.1.30	Закономерности и механизмы формирования материалов в аддитивных технологиях	
2.1.31	Закономерности, механизмы и диагностика процессов самораспространяющегося высокотемпературного синтеза	
2.1.32	Информационные технологии управления металлургическими печами	
2.1.33	Конструирование литейной оснастки, раздел 2	
2.1.34	Логистика вторичных ресурсов	
2.1.35	Металловедение, часть 2	
2.1.36	Металлургия благородных металлов	
2.1.37	Металлургия редкоземельных и радиоактивных металлов	
2.1.38	Метрология, стандартизация и методы контроля и анализа веществ	
2.1.39	Модельное производство	
2.1.40	Огнеупоры металлургического производства	
2.1.41	Основы промышленного дизайна и ювелирного дела	
2.1.42	Пористые порошковые материалы. Порошковые материалы для узлов трения. Порошковые алмазосодержащие материалы.	
2.1.43	Производство отливок из стали и чугуна	
2.1.44	Производство тяжелых цветных металлов	
2.1.45	Производство ферросплавов	

2.1.46	Разливка стали и спецэлектрометаллургия
2.1.47	Технологические линии и комплексы ОМД
2.1.48	Физико-механические свойства металлов
2.1.49	Химия окружающей среды
2.1.50	Цифровое моделирование процессов и инструмента ОМД
2.1.51	Современные инструментальные методы и средства контроля параметров работы металлургических агрегатов
2.1.52	Компьютерное проектирование процессов и технологий ОМД
2.1.53	Конструирование литейной оснастки, раздел 1
2.1.54	Металловедение, часть 1
2.1.55	Металлургия тугоплавких и рассеянных редких металлов
2.1.56	Металлургия тяжелых цветных металлов
2.1.57	Методы анализа структуры металлов и сплавов
2.1.58	Метрология и измерительная техника
2.1.59	Производство отливок из сплавов цветных металлов
2.1.60	Современные методы производства сплошных и полых изделий
2.1.61	Теория и технология производства стали в электропечах
2.1.62	Теплотехника и экодизайн металлургических печей
2.1.63	Технологии и оборудование для модификации поверхности
2.1.64	Технология композиционных материалов
2.1.65	Инжиниринг машин и агрегатов производства металлоизделий
2.1.66	Логистика и экодизайн технологий чёрной металлургии
2.1.67	Металлургия алюминия и магния
2.1.68	Многокомпонентные диаграммы состояния
2.1.69	Научные основы нанесения покрытий
2.1.70	Обогащение руд
2.1.71	Оборудование для процессов порошковой металлургии
2.1.72	Оборудование и технологии сталеплавильных цехов
2.1.73	Основы бизнеса в металлургии
2.1.74	Основы минералогии и петрографии
2.1.75	Основы электрометаллургического производства
2.1.76	Прикладная кристаллография
2.1.77	Проектирование технологии изготовления отливок
2.1.78	Производство стали в конвертерах
2.1.79	Процессы формования и спекания металлических порошков
2.1.80	Ресурсосбережение и экология современных процессов обработки металлов давлением
2.1.81	Рециклинг металлов
2.1.82	Теория промышленных процессов деформационной обработки металлов и сплавов
2.1.83	Теория термической обработки металлов и основы эксперимента
2.1.84	Технология литейного производства
2.1.85	Физико-химические процессы в литейном производстве
2.1.86	Дефекты кристаллической решетки и механические свойства сплавов
2.1.87	Инженерные расчеты в металлургии
2.1.88	Методы исследования свойств металлов и сплавов
2.1.89	Организация и математическое планирование эксперимента
2.1.90	Органическая химия в металлургии
2.1.91	Основы пиро- и гидрометаллургического производства
2.1.92	Основы теории литейных процессов
2.1.93	Потребительские свойства металлургической продукции
2.1.94	Процессы получения металлических порошков
2.1.95	Сырьевая и энергетическая безопасность предприятий
2.1.96	Теория обработки металлов давлением и физические основы пластической деформации
2.1.97	Термодинамика и кинетика металлургических процессов
2.1.98	Технологические измерения и приборы

2.1.99	Технологические процессы пластической обработки металлов и сплавов
2.1.100	ARTCAD
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:
2.2.1	Автоматизация процессов экстракции
2.2.2	Анализ данных и аналитика в принятии решений
2.2.3	Аффинаж благородных металлов
2.2.4	Дефекты в отливках, способы выявления и устранения
2.2.5	Защита интеллектуальной собственности и патентование
2.2.6	Инженерия биоповерхностей
2.2.7	Инновационное производство высоколегированной стали и сплавов
2.2.8	Конструирование и моделирование металлических материалов
2.2.9	Материалы на основе углерода
2.2.10	Металловедение, часть 3
2.2.11	Металлургические методы переработки промышленных и бытовых отходов
2.2.12	Методы и инструменты бережливого производства
2.2.13	Моделирование литейных процессов
2.2.14	Оборудование и технологии специальной электрометаллургии
2.2.15	Обращение со шлаками и шламами
2.2.16	Планирование эксперимента
2.2.17	Разработка и реализация предпринимательских проектов
2.2.18	Ресурсо- и энергосберегающие технологии производства алюминия и магния
2.2.19	Ресурсо- и энергосберегающие технологии производства свинца, цинка и сопутствующих элементов
2.2.20	Современные методы металлургии и машиностроения
2.2.21	Современные технологические решения в деформационной обработке металлов и сплавов
2.2.22	Технология производства твердых сплавов
2.2.23	Экологическая экспертиза
2.2.24	Научно-исследовательская работа
2.2.25	Научно-исследовательская работа
2.2.26	Научно-исследовательская работа
2.2.27	Научно-исследовательская работа
2.2.28	Научно-исследовательская работа
2.2.29	Научно-исследовательская работа
2.2.30	Научно-исследовательская работа
2.2.31	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.32	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.33	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.34	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.35	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.36	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.37	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

ПК-2: Способен к анализу и синтезу в технологии материалов

Знать:

ПК-2-31 методы теплоэнергетического анализа и использования вторичных энергоресурсов (ВЭР)

ПК-4: Способен осуществлять и корректировать технологические процессы в металлургии и материалообработке

Уметь:

ПК-4-У1 пользоваться методами теплоэнергетического анализа и сопоставления технологических процессов с целью их энергосбережения и энергоэффективности

ПК-2: Способен к анализу и синтезу в технологии материалов

Владеть:

ПК-2-В1 владеть структурированной методикой полного сквозного теплоэнергетического анализа металлургических процессов

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. Лекционные занятия							
1.1	Виды энергии. Классификация промышленного оборудования с энергетической точки зрения. Механизмы переноса теплоты и их общие характеристики. Основные понятия конвективного теплопереноса, дифференциальное уравнение конвективной теплоотдачи /Лек/	10	12	ПК-2-31	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Э1			
1.2	Дифференциальное уравнение энергии Фурье-Кирхгофа и его решение. Элементы теории гидродинамического пристеночного пограничного слоя. Тепловой пограничный слой, критерий Прандтля. Тепловой пограничный слой и его расчет при ламинарном режиме течения жидкости. Конвективная теплоотдача при свободном движении /Лек/	10	12	ПК-2-31	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Э1			
1.3	Уравнения конвективной теплоотдачи в безразмерном (критериальном) виде и особенности их использования при практических расчётах. Основные понятия радиационного переноса теплоты. Количественные характеристики излучения. Законы излучения абсолютно чёрного тела /Лек/	10	8	ПК-2-31	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Э1			

1.4	. Применение основных законов излучения абсолютно чёрного и серого тела к анализу и расчёту радиационного теплообмена. Угловые коэффициенты излучения как показатели, учитывающие оптико-геометрические характеристики теплообменной системы. Свойства угловых коэффициентов. Зональный метод расчёта радиационного теплообмена /Лек/	10	8	ПК-2-31	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Э1			
1.5	Радиационный теплообмен в реальных системах тепловых агрегатов с лучепрозрачной средой. Расчёт радиационного теплообмена в системе, образованной двумя поверхностями. Радиационный теплообмен при наличии экранов. Расчёт радиационного теплообмена в агрегатах с излучающей и поглощающей средой. Расчёт радиационного теплообмена в системе газ – оболочка. Расчёт радиационного теплообмена в системе газ – кладка – металл /Лек/	10	4	ПК-2-31	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Э1			
1.6	Дифференциальное уравнение нестационарной теплопроводности и условия однозначности для его решения. Передача тепла при стационарной теплопроводности через одно- и многослойную стенку при граничных условиях первого и третьего рода. Способы интенсификации теплопередачи /Лек/	10	2	ПК-2-31	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Э1			

1.7	Нестационарная теплопроводность при граничных условиях первого и третьего рода. Термически тонкие и массивные тела. Общее решение уравнения нестационарной теплопроводности и его использование для случая тел различной тепловой массивности. Регулярный тепловой режим и экспериментальное определение теплофизических свойств, коэффициента теплоотдачи /Лек/	10	4	ПК-2-31	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Э1			
1.8	Создание научных основ теплотехники и промышленного печестроения. Классификация печей с энергетической точки зрения. Типовые режимы работы печей-теплообменников и печей-теплогенераторов. Основные показатели тепловой работы печей. Тепловой баланс печей и его использование для оценки эффективности работы печей. Классификация, физические и эксплуатационные свойства огнеупоров. Принципы выбора материала огнеупорной кладки. Огнеупорные растворы, массы, бетоны. Теплоизоляционные материалы /Лек/	10	4		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Э1			
1.9	Строительные элементы печей. Шахтные печи. Особенности теплообмена в слое. Конструкция и основные показатели работы доменных печей и шахтных печей цветной металлургии. Движение газов и шихты. Теплообмен в шахте, водяные эквиваленты кусковых материалов и газов. Типичное изменение температуры по высоте шахтной печи. Тепловые процессы в зоне фурм. Газогенераторный и топочный режимы работы шахтных печей цветной металлургии. Способы интенсификации тепловой работы шахтных печей /Лек/	10	2		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Э1			

1.10	<p>Конструкция мартеновских сталеплавильных печей. Теплогенерация и теплообменные процессы в рабочем пространстве. Способы интенсификации тепловой работы подовых сталеплавильных агрегатов. Отражательные печи для плавки на штейн. Конструкция, тепловой и температурный режимы. Внешняя и внутренняя задачи теплообмена в отражательной печи. Теплотехнические основы рациональной технологии нагрева металла перед обработкой давлением. Тепловая работа и конструкции методических печей толкательного типа и с шагающими балками (подом). Реализация скоростного конвективного нагрева металла /Лек/</p>	10	4		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Э1			
1.11	<p>Характеристика основных печей для нагрева металла под термообработку. Конструкция печей для обжига сульфидных концентратов в кипящем слое. Основы аэродинамического расчета кипящего слоя. Тепловой и температурный режимы процесса обжига. Принципы работы и конструкции трубчатых вращающихся печей. Схема теплообмена в печи. Тепловой и температурный режимы нагрева сыпучих материалов /Лек/</p>	10	2		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Э1			
1.12	<p>Виды и характеристики вторичных энергоресурсов (ВЭР). Возможное использование ВЭР. Источники ВЭР и их представление по степени концентрации энергии. Теплоэнергетические основы и сравнительная оценка различных методов утилизации тепла отходящих дымовых газов /Лек/</p>	10	2		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Э1			

1.13	Утилизационные установки и устройства, регенеративные и рекуперативные теплообменники, теплосиловые устройства : котельные агрегаты, котлы-утилизаторы, турбинные установки, тепловые насосы. Использование низкопотенциальных ВЭР для производства холода. Основные направления повышения эффективности использования топлива, энергетических и вторичных ресурсов в народном хозяйстве /Лек/	10	4		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Э1			
	Раздел 2. Практические занятия							
2.1	Расчёт процессов конвективного теплообмена движущихся газов в теплоэнергетических установках (ТЭУ /Пр/	10	4		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3. 1 Л3.2 Э1			
2.2	Тепловой расчёт ограждений печей и ТЭУ при стационарном и нестационарном режимах работы /Пр/	10	14	ПК-4-У1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3. 1 Л3.2 Э1			
2.3	Расчёт параметров радиационного теплообмена (РТО) в рабочем пространстве печей и теплоэнергетических установках (ТЭУ) /Пр/	10	4	ПК-4-У1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3. 1 Л3.2 Э1			
2.4	Расчёт горения жидкого и газообразного топлива в печах и теплоэнергетических агрегатах /Пр/	10	6	ПК-4-У1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3. 1 Л3.2 Э1			
2.5	Расчёт процесса нагрева металла в методических печах /Пр/	10	14	ПК-4-У1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3. 1 Л3.2 Э1			
2.6	Расчёт теплового баланса печей и ТЭУ и использование тепла уходящих газов как ВЭР /Пр/	10	14		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3. 1 Л3.2 Э1			
2.7	Применение ВЭР в виде уходящих газов в ТЭУ для нагрева воздуха в металлическом прямотрубном рекуперативном теплообменнике и его тепловой расчёт /Пр/	10	12		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3. 1 Л3.2 Э1			
	Раздел 3. Самостоятельная работа							
3.1	Реферат /Ср/	10	8		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Э1			P1
3.2	Выполнение тестов в LMS Canvas /Ср/	10	9		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Э1			

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

5.1. Вопросы для самостоятельной подготовки к экзамену (зачёту с оценкой)

1. Виды энергии. Классификация промышленного оборудования с точки зрения энергетики (ПК-1.5)
2. Механизмы переноса теплоты и их общие характеристики. Основные понятия конвективного теплопереноса, дифференциальное уравнение конвективной теплоотдачи. (ПК-1.5)
3. Дифференциальное уравнение энергии Фурье-Кирхгофа и его решение. (ПК-1.5)
4. Элементы теории гидродинамического пристеночного пограничного слоя. Тепловой пограничный слой, критерий Прандтля. (ПК-1.5)
5. Тепловой пограничный слой и его расчет при ламинарном режиме течения жидкости. Конвективная теплоотдача при свободном движении. (ПК-1.5)
6. Уравнения конвективной теплоотдачи в безразмерном (критериальном) виде и особенности их использования при практических расчетах. (ПК-1.5)
7. Основные понятия радиационного переноса теплоты. Количественные характеристики излучения. Законы излучения абсолютно черного тела. (ПК-1.5)
8. Применение основных законов излучения абсолютно черного и серого тела к анализу и расчету радиационного теплообмена. (ПК-1.5)
9. Угловые коэффициенты излучения как показатели, учитывающие оптико-геометрические характеристики теплообменной системы. Свойства угловых коэффициентов. (ПК-1.5)
10. Зональный метод расчета радиационного теплообмена. Радиационный теплообмен в реальных системах тепловых агрегатов с лучепрозрачной средой. (ПК-1.5)
11. Расчет радиационного теплообмена в агрегатах с излучающей и поглощающей средой. (ПК-1.5)
12. Дифференциальное уравнение нестационарной теплопроводности и условия однозначности для его решения. (ПК-1.5)
13. Передача тепла при стационарной теплопроводности через одно- и многослойную стенку при граничных условиях первого и третьего рода. Способы интенсификации теплопередачи. (ПК-1.5)
14. Нестационарная теплопроводность при граничных условиях первого и третьего рода. Термически тонкие и массивные тела. (ПК-1.5)
15. Общее решение уравнения нестационарной теплопроводности и его использование для случая тел различной тепловой массивности. (ПК-1.5)
16. Регулярный тепловой режим и экспериментальное определение теплофизических свойств, коэффициента теплоотдачи. (ПК-1.5)
17. Создание научных основ теплотехники и промышленного печестроения. Классификация печей с энергетической точки зрения. Тепловые режимы работы печей-теплообменников и печей-теплогенераторов (ПК-1.5, ПК-3.2)
18. Основные показатели тепловой работы печей. Тепловой баланс печей и его использование для оценки эффективности работы печей. (ПК-1.5, ПК-3.2)
19. Классификация, физические и эксплуатационные свойства огнеупоров. Принципы выбора материала огнеупорной кладки. Огнеупорные растворы, массы, бетоны. Теплоизоляционные материалы (ПК-1.5, ПК-3.2)
20. Строительные элементы печей. Шахтные печи. Особенности теплообмена в слое. Конструкция и основные показатели работы доменных печей и шахтных печей цветной металлургии. (ПК-1.5, ПК-3.2)
21. Движение газов и шихты. Теплообмен в шахте, водяные эквиваленты кусковых материалов и газов. Типичное изменение температуры по высоте шахтной печи. (ПК-1.5, ПК-3.2)
22. Тепловые процессы в зоне фурм. Газогенераторной и топочный режимы работы шахтных печей цветной металлургии. Способы интенсификации тепловой работы шахтных печей. (ПК-1.5, ПК-3.2)
23. Конструкция мартеновских сталеплавильных печей. Теплогенерация и теплообменные процессы в рабочем пространстве. Способы интенсификации тепловой работы подовых сталеплавильных агрегатов. (ПК-1.5, ПК-3.2)
24. Отражательные печи для плавки на штейн. Конструкция, тепловой и температурный режимы. Внешняя и внутренняя задачи теплообмена в отражательной печи. (ПК-1.5, ПК-3.2)
25. Теплотехнические основы рациональной технологии нагрева металла перед обработкой давлением. (ПК-1.5, ПК-3.2)
26. Тепловая работа и конструкции методических печей толкательного типа и с шагающими балками (подом). Реализация скоростного конвективного нагрева металла. (ПК-1.5, ПК-3.2)
27. Характеристика основных печей для нагрева металла под термообработку. Конструкция печей для обжига сульфидных концентратов в кипящем слое. (ПК-1.5, ПК-3.2)
28. Основы аэродинамического расчета кипящего слоя. Тепловой и температурный режимы процесса обжига. (ПК-1.5, ПК-3.2)
29. Принципы работы и конструкции трубчатых вращающихся печей. Схема теплообмена в печи. Тепловой и температурный режимы нагрева сыпучих материалов. (ПК-1.5, ПК-3.2)
30. Виды и характеристики вторичных энергоресурсов (ВЭР). Возможное использование ВЭР. Источники ВЭР и их представление по степени концентрации энергии. (ПК-1.5)
31. Теплоэнергетические основы и сравнительная оценка различных методов утилизации тепла отходящих дымовых газов (ПК-1.5)
32. Утилизационные установки и устройства: регенеративные и рекуперативные теплообменники, их схемы и основы теплового расчёта. (ПК-1.5, ПК-3.2)
33. Теплосиловые устройства: котельные агрегаты, котлы-утилизаторы, их схемы и основы теплового расчёта (ПК-1.5),
34. Теплосиловые агрегаты: турбинные установки, тепловые насосы, их схемы и основы теплового расчёта (ПК-1.5, ПК-3.2)
35. Использование низкопотенциальных ВЭР для производства холода, схемы установки и основы теплового расчёта (ПК-1.5, ПК-3.2)

36. Основные направления повышения эффективности использования топлива, энергетических и вторичных ресурсов в народном хозяйстве (ПК-1.5, ПК-3.2)			
5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (Курсовая работа, Курсовой проект, РГР, Реферат, ЛР, ПР и т.п.)			
Код работы	Название работы	Проверяемые индикаторы компетенций	Содержание работы
P1	Реферат	ПК-2-В1	<p>Темы рефератов:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Виды энергии. Классификация промышленного оборудования с энергетической точки зрения применительно к металлургическим комбинатам и машиностроительным предприятиям. Показать 2. Механизмы переноса теплоты и их общие характеристики. Примеры их применения и расчёты в энергетическом оборудовании 3. Расчёт теплового пограничного слоя при скоростном обтекании продуктами сгорания слябов в печах 4. Расчёт коэффициентов теплоотдачи при скоростном конвективном нагреве металла (сляба) в печи 5. Определение радиационного коэффициента теплообмена и интенсивности теплового потока при нагреве металла в нагревательной печи 6. Расчёт и построение температурных полей в центре, середине слоя и на поверхности бесконечного цилиндра и количество поступающего в тело тепла Q на длине в 1 м во времени 7. Классификация печей с энергетической точки зрения. Тепловые режимы работы печей-теплообменников и печей-теплогенераторов, их схемы и основы теплового расчёта. Показать. 8. Основные показатели тепловой работы печей. Тепловой баланс печей и его использование для оценки эффективности работы печей. Показать. 9. Классификация, физические и эксплуатационные свойства огнеупоров. Принципы выбора материала огнеупорной кладки и теплоизоляционных материалов. Показать на примере нагревательной печи 10. Особенности теплообмена в слое шахтных печей. Конструкция и основные показатели работы доменных печей. Водяные эквиваленты кусковых материалов и газов, интенсификация теплообмена. Показать 11. Конструкция мартеновских сталеплавильных печей. Теплогенерация и теплообменные процессы в рабочем пространстве. Способы интенсификации тепловой работы подовых сталеплавильных агрегатов 12. Конструкция, тепловой и температурный режимы, внешняя и внутренняя задачи теплообмена в отражательной печи. Показать 13. Теплотехнические основы рациональной технологии нагрева металла перед обработкой давлением, схемы и основы теплового расчёта 14. Тепловая работа и конструкции методических печей толкательного типа и с шагающими балками (подом). Реализация скоростного конвективного нагрева металла, схема процесса и основы теплового расчёта 15. Характеристика основных печей для нагрева металла под термообработку. Конструкция печей, схемы процесса и основы теплового расчёта. Показать 16. Принципы работы и конструкции трубчатых вращающихся печей. Схема теплообмена в печи. Тепловой и температурный режимы нагрева сыпучих материалов. 17. Виды и характеристики вторичных энергоресурсов (ВЭР). Возможное использование ВЭР на металлургических комбинатах. Источники ВЭР и их представление по степени концентрации энергии. 18. Теплоэнергетические основы и сравнительная оценка различных методов утилизации тепла отходящих дымовых газов применительно к металлургическим комбинатам 19. Утилизационные установки и устройства:

			регенеративные и рекуперативные теплообменники, их схемы и основы теплового расчёта. Показать 20. Теплосиловые устройства: котельные агрегаты, их схемы и основы теплового расчёта. Показать 21. Теплосиловые устройства: котлы-утилизаторы, их схемы и основы теплового расчёта. Показать 22. Теплосиловые агрегаты: турбинные установки, их схемы и основы теплового расчёта. Показать 23. Теплосиловые агрегаты: тепловые насосы, их схемы и основы теплового расчёта. Показать 24. Использование низкопотенциальных ВЭР для производства холода, схемы установки и основы теплового расчёта 25. Основные направления повышения эффективности использования топлива, энергетических и вторичных ресурсов в народном хозяйстве
--	--	--	--

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

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

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

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

Оценка «удовлетворительно» - обучающийся показывает знания в объёме 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	Гусовский В. Л., Лифшиц А. Е.	Методики расчета нагревательных и термических печей: учебно-справочное изд.	Библиотека МИСиС	М.: Теплотехник, 2004
Л1.2	Кривандин В. А., Арутюнов В. А., Белоусов В. В., др.	Т.1: Теоретические основы	Электронная библиотека	, 2002
Л1.3	Кривандин В. А., Белоусов В. В., Сборщиков Г. С., др.	Т.2: Конструкция и работа печей	Электронная библиотека	, 2002

6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Шульц Леонид Александрович	Теплоэнергетическое оборудование и энергосбережение: учебное пособие для студ. вузов спец. - Металлургия	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 2007

6.1.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
--	---------------------	----------	------------	-------------------

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
ЛЗ.1	Сборщиков Глеб Семенович, Крупенников Сергей Алексеевич	Теплотехника: расчет и конструирование элементов промышленных печей: Учебно-метод. пособие	Электронная библиотека	М.: Учеба, 2004
ЛЗ.2	Янюшкин Юрий Минеевич	Теплофизические и рабочие свойства огнеупорных и теплоизоляционных материалов: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. 150400 - Metallургия	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 2014

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э1	Электронные ресурсы МИСиС	http://lib.misis.ru/links.html
----	---------------------------	---

6.3 Перечень программного обеспечения

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

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
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.

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
-------	-------------------	---

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Данная дисциплина носит смешанный теоретический и практико-ориентированный характер.

Качественное освоение дисциплины возможно только при систематической самостоятельной работе.

Для успешного освоения дисциплины обучающемуся необходимо:

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