

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
СТАРООСКОЛЬСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМ. А.А. УГАРОВА
(филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения
высшего образования
«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»
СТИ НИТУ «МИСИС»

Рабочая программа утверждена
решением Ученого совета
СТИ НИТУ «МИСИС»
от «24» июня 2025 г.
протокол № 26

Рабочая программа дисциплины

Электрометаллургия стали

Закреплена за кафедрой **Металлургии и металловедения им. С.П. Угаровой**

Направление подготовки 22.03.02 Metallurgy

Профиль Metallurgy of black metals

Квалификация **Бакалавр**

Форма обучения **Очная**

Общая трудоемкость **6 ЗЕТ**

Часов по учебному плану 216

в том числе:

аудиторные занятия 51

самостоятельная работа 129

часов на контроль 36

Формы контроля в семестрах:

экзамен 7

курсовая работа 7

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр	7		Итого	
	УП	РП	УП	РП
Вид занятий				
Лекции	17	17	17	17
Практические	17	17	17	17
Лабораторные	17	17	17	17
Контактная работа	51	51	51	51
Самостоятельная работа	129	129	129	129
Часы на контроль	36	36	36	36
Итого	216	216	216	216

Год набора 2025 г.

Программу составил(и):
доцент, кандидат технических наук, доцент
Сазонов Александр Васильевич



Рабочая программа дисциплины

Электрометаллургия стали

Разработана в соответствии с ОС ВО НИТУ «МИСИС»:
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 Metallurgy
(приказ от 02.04.2021 г. № 119 о.в.)

Составлена на основании учебного плана 2025 года набора:
22.03.02 Metallurgy,
Профиль: Metallurgy of black metals, approved by the Academic Council of STU NITU «MISIS»
24.06.2025 g., protocol № 26

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры
Металлургии и металловедения им. С.П. Угаровой

Протокол от «05» июня 2025 г. № 8

Зав. кафедрой ММ им. С.П. Угаровой



А.В. Сазонов

«05» июня 2025 г.

Руководитель ОПОП ВО

зав. кафедрой ММ им. С.П. Угаровой, кандидат
технических наук, доцент



А.В. Сазонов

«05» июня 2025 г.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ

Цель освоения дисциплины – подготовка обучающихся в области электросталеплавленного производства, формирование у обучающихся способности к приобретению навыков анализа тепловой работы электропечей с целью её совершенствования, а также к приобретению навыков физико-химических, теплотехнических расчётов в области электросталеплавленного производства

Задачи дисциплины:

- научить обучающихся технологическим особенностям процесса получения стали с использованием преобразования электрической энергии в тепловую, на основе изучения основных конструктивных особенностей электропечей при протекании физико-химических процессов, происходящих в рабочем пространстве агрегатов

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Цикл (раздел) ОП:	Б1.В
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:
2.1.1	Математика
2.1.2	Информатика
2.1.3	Физика
2.1.4	Физическая химия
2.1.5	Металлургические технологии
2.1.6	Термодинамика и кинетика металлургических процессов
2.1.7	Металлургия железа
2.1.8	Металлургия стали
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:
2.2.1	Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты
2.2.2	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы

3. ИНДИКАТОРЫ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ, СОВМЕЩЕННЫЕ С РЕЗУЛЬТАТАМИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

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 Основные критерии выбора метода исследования, планирования и проведения необходимых экспериментов при анализе и изучении технологии электроплавки стали
Уметь:
УК-1-У1 Интерпретировать результаты и делать соответствующие выводы, выбирать и применять соответствующие методы синтеза новых технологических решений в области электросталеплавленного производства
Владеть:
УК-1-В1 Навыками использования основных понятий и законов физической химии и теплообмена для анализа технологий электроплавки и синтеза улучшающих мероприятий с целью повышения эффективности электроплавки стали
УК-6: Способен управлять своим временем, осознавать необходимость, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни
Знать:
УК-6-31 Основные подходы и принципы самостоятельного изучения технической литературы и сбора технической информации, связанной с теоретическими и практическими основами электроплавки стали, с целью анализа и обобщения
Уметь:
УК-6-У1 Формулировать цели и задачи процесса получения дополнительных знаний в области электросталеплавленного производства на основе интеграции разрозненных понятий в единую целевую функцию повышения уровня квалификации и мастерства по выбранной профессии в течение профессиональной деятельности
Владеть:
УК-6-В1 Демонстрацией личных способностей к организации системной работы по изучению дополнительной информации и ее систематизацией в рамках поставленной цели самообразования
ОПК-1: Способен решать задачи профессиональной деятельности, применяя знания фундаментальных наук, методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общинженерные знания
Знать:
ОПК-1-31 Основные технологические схемы производства электростали различными методами с целью оценки и анализа уровня интеграции технологических процессов по получению электростали в единую технологическую схему металлургического производства
Уметь:
ОПК-1-У1 Логически и обоснованно интерпретировать на основе данных системного анализа уровень технологии и состав оборудования, применяемого при производстве электростали, с целью улучшения и повышения технико-экономических показателей
Владеть:
ОПК-1-В1 Навыками и способностями на основе полученных знаний с целью анализа технологических процессов при производстве электростали

ПК-1: Осуществление и корректировка технологических процессов в металлургии
Знать:
ПК-1-31 Основные подходы, применяемые для первичного анализа и последующей улучшающей корректировки реализуемых технологических процессов и регламентов в процессах производства электростали
Уметь:
ПК-1-У1 Осуществлять и корректировать технологические процессы в электросталеплавильном производстве
Владеть:
ПК-1-В1 Навыками практической реализации вносимых корректировок в технологические процессы, связанные с получением электростали

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ						
Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр	Часов	Компетенции	Литература и эл. ресурсы	Примечание
	Раздел 1. Классификация, устройство и область применения электрических печей					
1.1	Цель и задачи курса. История развития сталеплавильного производства и конструкций электрических плавильных печей. Тенденции развития дуговых сталеплавильных печей. Объем выплавки электростали. Значение электрических печей в металлургии. Классификация промышленных электрических плавильных печей. Конструкция и назначение. Печи сопротивления. Дуговые печи. Дуговые печи сопротивления. Дуговые печи косвенного действия. Дуговые печи прямого действия. Индукционные печи. /Лек/	7	2	УК-1-31 УК-6-31 ОПК-1-31 ПК-1-31	Л 1.1 Л 1.2 Л 1.3 Л 1.4 Л 1.5 Л 1.6 Л 2.6 Л 2.9 Л 2.10	
1.2	Вводное занятие. Общая информация. Изучение технологических особенностей выплавки стали с использованием металлизированных окатышей и конструкции ДСП – 150 /Пр/	7	2	УК-1-У1 УК-1-В1 УК-6-У1 УК-6-В1 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л 1.3 Л 1.4 Л 1.6 Л 2.6 Л 2.9	
1.3	Исследование зависимости длины электрической дуги от силы тока и напряжения, а также условий ее горения в ДСП /Лр/	7	3	УК-1-У1 УК-1-В1 УК-6-У1 УК-6-В1 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л 3.1	
1.4	Усвоение текущего учебного материала /Ср/	7	5	УК-1-31 УК-6-31 ОПК-1-31 ПК-1-31	Л 1.1 Л 1.2 Л 1.3 Л 1.4 Л 1.5 Л 1.6 Л 2.6 Л 2.9 Л 2.10	
1.5	Подготовка к практическим и лабораторным занятиям /Ср/	7	2	УК-1-У1 УК-1-В1 УК-6-У1 УК-6-В1 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л 1.4 Л 2.2 Л 2.5 Л 2.9 Л 3.1	
1.6	Подготовка к защите лабораторных работ /Ср/	7	3	УК-1-У1 УК-1-В1 УК-6-У1 УК-6-В1 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л 3.1	
1.7	Поиск необходимой информации на основе изучения	7	4	УК-1-31	Л 1.1	

	литературных и электронных источников для написания 1 раздела КР: «Изучение научно-технической литературы по выплавке электростали по классической технологии» /Ср/			УК-1-У1 УК-1-В1 УК-6-31 УК-6-У1 УК-6-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л 1.2 Л 1.4 Л 1.6 Л 1.8 Л 1.9 Л 2.1 Л 2.2 Л 2.3 Л 2.5 Л 2.7 Л 2.8	
	Раздел 2. Конструкция и параметры дуговых сталеплавильных печей (ДСП). Основные механизмы ДСП					
2.1	Конструкция и параметры ДСП. Основные механизмы ДСП. Кожух и сводовое кольцо ДСП. Опорная конструкция для установки кожуха ДСП. Механизм наклона ДСП. Электрододержатели ДСП. Механизм зажима электродов ДСП. Механизм передвижения электродов ДСП. Механизмы подъема и отворота свода ДСП. Механизм выката портала со сводом или корпуса печи. Механизм отворота свода ДСП. Устройство для электромагнитного перемешивания жидкого металла в ДСП. Механизм вращения кожуха ДСП. Общие сведения об электрооборудовании ДСП. Соотношение между емкостью ДСП и мощностью трансформатора. Электроды дуговых печей. Общие сведения об электрической дуге./Лек/	7	2	УК-1-31 УК-6-31 ОПК-1-31 ПК-1-31	Л 1.1 Л 1.2 Л 1.3 Л 1.4 Л 1.5 Л 1.6 Л 2.6 Л 2.9 Л 2.10	
2.2	Обработка типичного паспорта плавки при выплавке электростали в ДСП-150 с использованием металлизированных окатышей /Пр/	7	2	УК-1-У1 УК-1-В1 УК-6-У1 УК-6-В1 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л 1.3 Л 1.4 Л 1.6 Л 2.6 Л 2.9	
2.3	Исследование зависимости электрических параметров ДСП от силы тока электрической дуги /Лр/	7	3	УК-1-У1 УК-1-В1 УК-6-У1 УК-6-В1 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л 3.1	
2.4	Усвоение текущего учебного материала /Ср/	7	5	УК-1-31 УК-6-31 ОПК-1-31 ПК-1-31	Л 1.1 Л 1.2 Л 1.3 Л 1.4 Л 1.5 Л 1.6 Л 2.6 Л 2.9 Л 2.10	
2.5	Подготовка к контрольному мероприятию в рамках текущего контроля успеваемости – Раздел 1 и 2 (контрольная работа) /Ср/	7	10	УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-6-31 УК-6-У1 УК-6-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л 1.1 Л 1.2 Л 1.4 Л 1.6 Л 2.6 Л 2.10	
2.6	Подготовка к практическим и лабораторным занятиям /Ср/	7	2	УК-1-У1 УК-1-В1 УК-6-У1 УК-6-В1 ОПК-1-У1	Л 1.4 Л 2.2 Л 2.5 Л 2.9 Л 3.1	

				ОПК-1-В1 ПК-1-У1 ПК-1-В1		
2.7	Подготовка к защите лабораторных работ /Ср/	7	3	УК-1-З1 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-6-З1 УК-6-У1 УК-6-В1 ОПК-1-З1 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-З1 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л 3.1	
2.8	Написание 1 раздела КР: «Изучение научно-технической литературы по выплавке электростали по классической технологии» /Ср/	7	4	УК-1-З1 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-6-З1 УК-6-У1 УК-6-В1 ОПК-1-З1 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-З1 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л 1.1 Л 1.2 Л 1.3 Л 1.4 Л 1.5 Л 1.6 Л 2.6 Л 2.9 Л 2.10	
	Раздел 3. Шихтовые материалы для электроплавки стали. Варианты технологий выплавки стали в открытых дуговых печах. Методы плавки стали в дуговых печах					
3.1	Металлическая часть шихты электроплавки стали. Шлакообразующие материалы и окислители, применяемые в ДСП. Раскислители, легирующие и науглероживатели, применяемые в ДСП. Подготовка ДСП к плавке. Загрузка шихты. Период плавления в ДСП. Способы интенсификации периода расплавления шихты – предварительный подогрев шихты, использование топливно-кислородных горелок. Окислительный период в ДСП. Способы интенсификации окислительного периода. Применение кислорода для интенсификации окислительного периода. Задачи восстановительного периода плавки в ДСП. Технология восстановительного периода плавки в дуговой сталеплавильной печи. Окончательное раскисление стали. Корректировка химического состава стали. Тепловой и электрический режимы восстановительного периода плавки в ДСП. Пути сокращения восстановительного периода плавки в ДСП. Выплавка стали методом переплава легированных отходов без окисления. Выплавка стали методом переплава легированных отходов с частичным окислением. Особенности выплавки нержавеющей стали в ДСП. Технология плавки переплавом. Выплавка нержавеющей стали методом переплава легированных отходов с применением кислорода. Технология плавки на углеродистой шихте. Комбинированные способы выплавки нержавеющей стали./Лек/	7	5	УК-1-З1 УК-6-З1 ОПК-1-З1 ПК-1-З1	Л 1.1 Л 1.2 Л 1.3 Л 1.4 Л 1.5 Л 1.6 Л 2.6 Л 2.9 Л 2.10	
3.2	Расчет материального баланса для выплавки стали с использованием металлизированных окатышей в ДСП-150 /Пр/	7	3	УК-1-У1 УК-1-В1 УК-6-У1 УК-6-В1 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л 1.3 Л 1.4 Л 1.6 Л 2.6 Л 2.9	
3.3	Определение зависимости скорости нагрева металла от толщины слоя шлака в ДСП-100 /Лр/	7	2	УК-1-У1 УК-1-В1 УК-6-У1	Л 3.1	

				УК-6-В1 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-У1 ПК-1-В1		
3.4	Усвоение текущего учебного материала /Ср/	7	5	УК-1-31 УК-6-31 ОПК-1-31 ПК-1-31	Л 1.1 Л 1.2 Л 1.3 Л 1.4 Л 1.5 Л 1.6 Л 2.6 Л 2.9 Л 2.10	
3.5	Подготовка к практическим и лабораторным занятиям /Ср/	7	2	УК-1-У1 УК-1-В1 УК-6-У1 УК-6-В1 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л 1.4 Л 2.2 Л 2.5 Л 2.9 Л 3.1	
3.6	Подготовка к защите лабораторных работ /Ср/	7	3	УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-6-31 УК-6-У1 УК-6-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л 3.1	
3.7	Расчет 2 раздела КР – «Расчет энергетического режима плавки» /Ср/	7	8	УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-6-31 УК-6-У1 УК-6-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л 3.2	
	Раздел 4. Физико-химические процессы электросталеплавильного производства					
4.1	Характеристика физико-химических процессов периода расплавления и окислительного периода электроплавки стали. Окисление кремния, марганца и углерода в ДСП. Дефосфорация металла и ее особенности во время расплавления в сверхмощных ДСП. Диффузионное раскисление электростали. Осаждающее или глубинное раскисление электростали. Раскисление марганцем, кремнием и алюминием. Комплексные раскислители. Десульфурация стали. Сера в стали. Способы снижения вредного влияния серы на свойства стали. Десульфурация металла шлаком. Ввод сульфидообразующих элементов в сталь./Лек/		2	УК-1-31 УК-6-31 ОПК-1-31 ПК-1-31	Л 1.1 Л 1.2 Л 1.3 Л 1.4 Л 1.5 Л 1.6 Л 2.6 Л 2.9 Л 2.10	
4.2	Расчет теплового баланса ДСП-150 для переплавки металлизированных окатышей /Пр/	7	3	УК-1-У1 УК-1-В1 УК-6-У1 УК-6-В1 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л 1.3 Л 1.4 Л 1.6 Л 2.6 Л 2.9	
4.3	Определение максимальной силы тока и мощности электрических дуг для заданного линейного	7	3	УК-1-У1 УК-1-В1	Л 3.1	

	напряжения печного трансформатора /Лр/			УК-6-У1 УК-6-В1 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-У1 ПК-1-В1		
4.4	Усвоение текущего учебного материала /Ср/	7	5	УК-1-31 УК-6-31 ОПК-1-31 ПК-1-31	Л 1.1 Л 1.2 Л 1.3 Л 1.4 Л 1.5 Л 1.6 Л 2.6 Л 2.9 Л 2.10	
4.5	Подготовка к контрольному мероприятию в рамках текущего контроля успеваемости – Раздел 3 и 4 (контрольная работа) /Ср/	7	10	УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-6-31 УК-6-У1 УК-6-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л 1.1 Л 1.2 Л 1.3 Л 1.4 Л 1.5 Л 1.6 Л 2.6 Л 2.9 Л 2.10	
4.6	Подготовка к практическим и лабораторным занятиям /Ср/	7	2	УК-1-У1 УК-1-В1 УК-6-У1 УК-6-В1 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л 1.4 Л 2.2 Л 2.5 Л 2.9 Л 3.1	
4.7	Подготовка к защите лабораторных работ /Ср/	7	3	УК-1-У1 УК-1-В1 УК-6-У1 УК-6-В1 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л 3.1	
4.8	Расчет 3 раздела КР – «Построение графика энергетического режима для периода плавления, а также графика изменения номинальной мощности печного трансформатора по периодам электроплавки» /Ср/	7	10	УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-6-31 УК-6-У1 УК-6-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л 3.2	
	Раздел 5. Технологические особенности выплавки электростали в современных дуговых печах. Особенности конструкции современных ДСП. Технология выплавки электростали с использованием металлизированного сырья					
5.1	Водоохлаждаемые стеновые и сводовые панели ДСП. Одношлаковая технология электроплавки. Способы достижения наивысших технико-экономических показателей. Плавка на жидкое «болото». Использование пенистых шлаков. Энергетический баланс плавки в ДСП. Тепловые потери в ДСП. Пневматическое перемешивание ванны в ДСП. Рафинирование стали в ДСП. Отсечка печного шлака в ДСП. Технологические особенности выплавки стали с использованием металлизированных окатышей. Загрузка металлолома в скрапные бадьи и	7	5	УК-1-31 УК-6-31 ОПК-1-31 ПК-1-31	Л 1.1 Л 1.2 Л 1.3 Л 1.4 Л 1.5 Л 1.6 Л 2.6 Л 2.9 Л 2.10	

	завалка в печь. Подача металлизированных окатышей, шлакообразующих и легирующих материалов в печь. Обезуглероживание расплава. Температурный режим. Управление комбинированными горелками. Автоматизация электроплавки. Окончание и выпуск плавки./Лек/					
5.2	Изучение технологических особенностей обработки стали на АКОС с применением дугового подогрева в условиях АО «ОЭМК»/Пр/	7	2	УК-1-У1 УК-1-В1 УК-6-У1 УК-6-В1 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л 1.3 Л 1.4 Л 1.6 Л 2.6 Л 2.9	
5.3	Обработка типичного паспорта плавки внепечной обработки стали на АКОС с дуговым подогревом /Пр/	7	2	УК-1-У1 УК-1-В1 УК-6-У1 УК-6-В1 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л 1.3 Л 1.4 Л 1.6 Л 2.6 Л 2.9	
5.4	Исследование электрических параметров ДСП при использовании трансформаторов различной номинальной мощности /Лр/	7	3	УК-1-У1 УК-1-В1 УК-6-У1 УК-6-В1 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л 3.1	
5.5	Усвоение текущего учебного материала /Ср/	7	5	УК-1-31 УК-6-31 ОПК-1-31 ПК-1-31	Л 1.1 Л 1.2 Л 1.3 Л 1.4 Л 1.5 Л 1.6 Л 2.6 Л 2.9 Л 2.10	
5.6	Подготовка к практическим и лабораторным занятиям /Ср/	7	3	УК-1-У1 УК-1-В1 УК-6-У1 УК-6-В1 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л 1.4 Л 2.2 Л 2.5 Л 2.9 Л 3.1	
5.7	Подготовка к защите лабораторных работ /Ср/	7	3	УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-6-31 УК-6-У1 УК-6-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л 3.1	
5.8	Оформление курсовой работы /Ср/	7	4	УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-6-31 УК-6-У1 УК-6-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л 3.2	

	Раздел 6. Выплавка электростали в ДСП с кислой футеровкой					
6.1	Применение дуговых печей с кислой футеровкой. Основные параметры ДСП с кислой футеровкой. Требования, предъявляемые к шихтовым материалам при выплавке стали в ДСП с кислой футеровкой. Период плавления при выплавке стали в ДСП с кислой футеровкой. Окислительный период при выплавке стали в ДСП с кислой футеровкой. Восстановительный период при выплавке стали в ДСП с кислой футеровкой. Окисление углерода, марганца и кремния в ДСП с кислой футеровкой. Применение извести в ДСП с кислой футеровкой. Конечное раскисление при плавке в ДСП с кислой футеровкой. Применение кислорода при плавке в ДСП с кислой футеровкой /Лек/	7	1	УК-1-31 УК-6-31 ОПК-1-31 ПК-1-31	Л 1.1 Л 1.2 Л 1.3 Л 1.4 Л 1.5 Л 1.6 Л 2.1 Л 2.6 Л 2.9 Л 2.10	
6.2	Составление теплового баланса при обработке стали на АКЭС /Пр/	7	3	УК-1-У1 УК-1-В1 УК-6-У1 УК-6-В1 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л 1.3 Л 1.4 Л 1.6 Л 2.6 Л 2.9	
6.3	Изучение особенностей передачи тепла от электрических дуг ванне расплавленного металла /Лр/	7	3	УК-1-У1 УК-1-В1 УК-6-У1 УК-6-В1 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л 3.1	
6.4	Усвоение текущего учебного материала /Ср/	7	8	УК-1-31 УК-6-31 ОПК-1-31 ПК-1-31	Л 1.1 Л 1.2 Л 1.3 Л 1.4 Л 1.5 Л 1.6 Л 2.6 Л 2.9 Л 2.10	
6.5	Подготовка к контрольному мероприятию в рамках текущего контроля успеваемости – Раздел 5 и 6 (контрольная работа) /Ср/	7	10	УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-6-31 УК-6-У1 УК-6-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л 1.2 Л 1.4 Л 1.6 Л 2.1 Л 2.6 Л 2.9 Л 2.10	
6.6	Подготовка к практическим и лабораторным занятиям /Ср/	7	2	УК-1-У1 УК-1-В1 УК-6-У1 УК-6-В1 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л 1.4 Л 2.2 Л 2.5 Л 2.9 Л 3.1	
6.7	Подготовка к защите лабораторных работ /Ср/	7	4	УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-6-31 УК-6-У1 УК-6-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-31	Л 3.1	

				ПК-1-У1 ПК-1-В1		
6.8	Подготовка к защите курсовой работы /Ср/	7	4	УК-1-З1 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-6-З1 УК-6-У1 УК-6-В1 ОПК-1-З1 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-З1 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л 1.1 Л 1.3 Л 1.5 Л 1.6 Л 1.7 Л 1.8 Л 2.1 Л 2.2 Л 2.3 Л 2.5 Л 2.6 Л 2.9 Л 2.10	
7	Часы на контроль /Контроль/	7	36	УК-1-З1 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-6-З1 УК-6-У1 УК-6-В1 ОПК-1-З1 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-З1 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л 1.1 Л 1.2 Л 1.3 Л 1.4 Л 1.5 Л 1.6 Л 1.7 Л 1.8 Л 1.9 Л 2.1 Л 2.2 Л 2.3 Л 2.4 Л 2.5 Л 2.6 Л 2.7 Л 2.8 Л 2.9 Л 2.10 Л 2.11 Л 3.1 Л 3.2 Э.1 Э.2 Э.3 Э.4 Э.5 Э.6	

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ	
5.1. Вопросы для самостоятельной подготовки к экзамену (зачету с оценкой)	
<p>Раздел 1. Классификация, устройство и область применения электрических печей</p> <p>1 Состояние и перспективы развития электросталеплавильного производства в России и за рубежом (УК-1-З1 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-6-З1 УК-6-У1 УК-6-В1 ОПК-1-З1 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-З1 ПК-1-У1 ПК-1-В1)</p> <p>2 Общие сведения об электрической дуге. Дуга постоянного и переменного тока. Строение, основные отличия (УК-1-З1 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-6-З1 УК-6-У1 УК-6-В1 ОПК-1-З1 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-З1 ПК-1-У1 ПК-1-В1)</p> <p>3 Значение электрических печей в металлургии. Причины быстрого развития (УК-1-З1 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-6-З1 УК-6-У1 УК-6-В1 ОПК-1-З1 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-З1 ПК-1-У1 ПК-1-В1)</p> <p>4 Основные преимущества электронагрева. Группы металла, производимый в электропечах (УК-1-З1 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-6-З1 УК-6-У1 УК-6-В1 ОПК-1-З1 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-З1 ПК-1-У1 ПК-1-В1)</p> <p>5 Классификация промышленных электрических плавильных печей (УК-1-З1 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-6-З1 УК-6-У1 УК-6-В1 ОПК-1-З1 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-З1 ПК-1-У1 ПК-1-В1)</p> <p>6 Печи сопротивления, принцип работы (УК-1-З1 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-6-З1 УК-6-У1 УК-6-В1 ОПК-1-З1 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-З1 ПК-1-У1 ПК-1-В1)</p> <p>7 Дуговые печи косвенного действия. Основные особенности использования (УК-1-З1 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-6-З1 УК-6-У1 УК-6-В1 ОПК-1-З1 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-З1 ПК-1-У1 ПК-1-В1)</p> <p>8 Дуговые печи прямого действия. Принцип работы, основные особенности (УК-1-З1 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-6-З1 УК-6-У1 УК-6-В1 ОПК-1-З1 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-З1 ПК-1-У1 ПК-1-В1)</p> <p>9 Индукционные печи, принцип работы, основные особенности. Преимущества и недостатки (УК-1-З1 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-6-З1 УК-6-У1 УК-6-В1 ОПК-1-З1 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-З1 ПК-1-У1 ПК-1-В1)</p> <p>Раздел 2. Конструкция и параметры дуговых сталеплавильных печей (ДСП). Основные механизмы ДСП</p> <p>1 Электроды дуговых печей. Основные требования, технология производства. Меры по снижению потерь (УК-1-З1 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-6-З1 УК-6-У1 УК-6-В1 ОПК-1-З1 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-З1 ПК-1-У1 ПК-1-В1)</p> <p>2 Электрооборудовании ДСП. Электрические параметры ДСП. Методика расчета, взаимосвязь электрических параметров (УК-1-З1 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-6-З1 УК-6-У1 УК-6-В1 ОПК-1-З1 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-З1 ПК-1-У1 ПК-1-В1).</p> <p>3 Особенности управления дуговыми сталеплавильными печами (УК-1-З1 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-6-З1 УК-6-У1 УК-6-В1)</p>	

ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1)

4 Автоматический контроль параметров ДСП (УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-6-31 УК-6-У1 УК-6-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1)

5 Основные характеристики ДСП-150. Энерготехнологических режим плавки металлизированных окатышей на ДСП-150 (УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-6-31 УК-6-У1 УК-6-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1)

6 Требования к графитированным электродам, используемых на ДСП – 150 (УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-6-31 УК-6-У1 УК-6-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1)

7 Печной трансформатор ДСП (УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-6-31 УК-6-У1 УК-6-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1)

8 Основные механизмы ДСП. Назначение и принцип работы (УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-6-31 УК-6-У1 УК-6-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1)

9 Конструкция и параметры ДСП. Основные механизмы ДСП (УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-6-31 УК-6-У1 УК-6-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1)

10 Кожух и сводовое кольцо ДСП. Опорная конструкция для установки кожуха ДСП (УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-6-31 УК-6-У1 УК-6-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1)

11 Механизм наклона ДСП (УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-6-31 УК-6-У1 УК-6-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1)

11 Электрододержатели и механизм зажима и передвижения электродов ДСП (УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-6-31 УК-6-У1 УК-6-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1)

13 Механизмы подъема и отворота свода ДСП. (УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-6-31 УК-6-У1 УК-6-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1)

14 Механизм выката портала со сводом или корпуса печи (УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-6-31 УК-6-У1 УК-6-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1)

15 Механизм отворота свода ДСП (УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-6-31 УК-6-У1 УК-6-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1)

16 Устройство для электромагнитного перемешивания жидкого металла в ДСП (УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-6-31 УК-6-У1 УК-6-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1)

17 Общие сведения об электрооборудовании ДСП (УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-6-31 УК-6-У1 УК-6-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1)

18 Соотношение между емкостью ДСП и мощностью трансформатора (УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-6-31 УК-6-У1 УК-6-В2 ОПК-1-32 ОПК-1-У2 ОПК-1-В2 ПК-1-32 ПК-1-У2 ПК-1-В2)

Раздел 3. Шихтовые материалы для электроплавки стали. Варианты технологий выплавки стали в открытых дуговых печах. Методы плавки стали в дуговых печах

1 Металлическая часть шихты электроплавки стали – преимущества и недостатки (УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-6-31 УК-6-У1 УК-6-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1)

2 Шлакообразующие материалы и окислители, применяемые в ДСП. (УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-6-31 УК-6-У1 УК-6-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1)

3 Раскислители, легирующие и науглероживатели, применяемые в ДСП –предъявляемые требования (УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-6-31 УК-6-У1 УК-6-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1)

4 Подготовка ДСП к плавке и загрузка шихты в рабочее пространство (УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-6-31 УК-6-У1 УК-6-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1)

5 Период плавления в ДСП – основное назначение (УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-6-31 УК-6-У1 УК-6-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1)

6 Способы интенсификации периода расплавления шихты - предварительный подогрев шихты, использование топливо-кислородных горелок. (УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-6-31 УК-6-У1 УК-6-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1)

7 Окислительный период в ДСП (УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-6-31 УК-6-У1 УК-6-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1)

8 Способы интенсификации окислительного периода. Применение кислорода для интенсификации окислительного периода (УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-6-31 УК-6-У1 УК-6-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1)

9 Задачи восстановительного периода плавки в ДСП (УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-6-31 УК-6-У1 УК-6-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1)

10 Технология восстановительного периода плавки в ДСП. Окончательное раскисление стали. Корректировка химического состава стали (УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-6-31 УК-6-У1 УК-6-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1)

11 Тепловой и электрический режимы восстанови-тельного периода плавки в ДСП. (УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-6-31 УК-6-У1 УК-6-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1)

12 Пути сокращения вос-становительного периода плавки в ДСП. (УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-6-31 УК-6-У1 УК-6-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1)

13 Особенности технологии выплавки ста-ли методом переплава легированных отходов без окисления. (УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-6-31 УК-6-У1 УК-6-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1)

14 Особенности технологии выплавки стали методом переплава легирован-ных отходов с частичным окислением. (УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-6-31 УК-6-У1 УК-6-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1)

15 Особенности технологии выплавки нержавеющей стали в ДСП. Технология плавки переплавом (УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-6-31 УК-6-У1 УК-6-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1).

16 Выплавка нержавеющей стали методом пе-реплава легированных отходов с применением кислорода. Технология плавки на углеродистой шихте. (УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-6-31 УК-6-У1 УК-6-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1)

17 Комбинированные способы выплавки нержавеющей стали. (УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-6-31 УК-6-У1 УК-6-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1)

Раздел 4. Физико-химические процессы электросталеплавильного производства

- 1 Характеристика физико-химических процессов периода расплавления и окислительного периода электроплавки стали. (УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-6-31 УК-6-У1 УК-6-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1)
- 2 Окисление кремния, марганца и углерода в ДСП (УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-6-31 УК-6-У1 УК-6-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1)
- 3 Дефосфорация металла и ее особенности во время расплавления в сверхмощных ДСП. (УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-6-31 УК-6-У1 УК-6-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1)
- 4 Диффузионное раскисление электростали. (УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-6-31 УК-6-У1 УК-6-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1)
- 5 Осаждающее (глубинное) раскисление электростали. (УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-6-31 УК-6-У1 УК-6-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1)
- 6 Раскисление марганцем, кремнием и алюминием. (УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-6-31 УК-6-У1 УК-6-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1)
- 7 Комплексные раскислители. (УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-6-31 УК-6-У1 УК-6-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1)
- 8 Десульфурация стали. (УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-6-31 УК-6-У1 УК-6-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1)
- 9 Сера в стали. Способы снижения вредного влияния серы на свойства стали. (УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-6-31 УК-6-У1 УК-6-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1)
- 10 Десульфурация металла шлаком. Ввод сульфидообразующих элементов в сталь. (УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-6-31 УК-6-У1 УК-6-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1)

Раздел 5. Технологические особенности выплавки электро-стали в современных дуговых печах. Особенности конструкции современных ДСП. Технология вы-плавки электростали с использованием металлizedованного сырья

- 1 Водоохлаждаемые стеновые и сводовые панели ДСП. (УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-6-31 УК-6-У1 УК-6-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1)
- 2 Одношлаковая технология электроплавки – основные особенности. (УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-6-31 УК-6-У1 УК-6-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1)
- 3 Способы достижения наивысших технико-экономических показателей (УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-6-31 УК-6-У1 УК-6-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1)
- 4 Плавка на жидкое «болото». (УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-6-31 УК-6-У1 УК-6-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1)
- 5 Использование пенных шлаков. (УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-6-31 УК-6-У1 УК-6-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1)
- 6 Энергетический баланс плавки в ДСП. (УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-6-31 УК-6-У1 УК-6-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1)
- 7 Тепловые потери в ДСП. (УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-6-31 УК-6-У1 УК-6-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1)
- 8 Пневматическое перемешивание ванны в ДСП. (УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-6-31 УК-6-У1 УК-6-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1)
- 9 Рафинирование стали в ДСП. (УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-6-31 УК-6-У1 УК-6-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1)
- 10 Отсечка печного шлака в ДСП. (УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-6-31 УК-6-У1 УК-6-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1)
- 11 Технологические особенности выплавки стали с использованием металлizedованных окатышей (УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-6-31 УК-6-У1 УК-6-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1)
- 12 Особенности подачи металлizedованных окатышей, шлакообразующих в печь. (УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-6-31 УК-6-У1 УК-6-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1)
- 13 Обезуглероживание расплава при переплавке металлizedованных окатышей. (УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-6-31 УК-6-У1 УК-6-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1)
- 14 Температурный режим при переплавке металлizedованных окатышей. (УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-6-31 УК-6-У1 УК-6-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1)
- 15 Управление комбинированными горелками при переплавке металлizedованных окатышей. (УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-6-31 УК-6-У1 УК-6-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1)
- 16 Автоматизация электроплавки при переплавке металлizedованных окатышей. (УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-6-31 УК-6-У1 УК-6-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1)
- 17 Окончание и выпуск плавки при использовании металлizedованного сырья. (УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-6-31 УК-6-У1 УК-6-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1)

Раздел 6. Выплавка электростали в ДСП с кислой футеровкой

- 1 Применение ДСП с кислой футеровкой. Основные параметры ДСП с кислой футеровкой. (УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-6-31 УК-6-У1 УК-6-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1)
- 2 Требования, предъявляемые к шихтовым материалам при вы-плавке стали в ДСП с кислой футеровкой. (УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-6-31 УК-6-У1 УК-6-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1)
- 3 Период плавления при выплавке стали в ДСП с кислой футеровкой. (УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-6-31 УК-6-У1 УК-6-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1)
- 4 Окислительный период при выплавке стали в ДСП с кислой футеровкой (УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-6-31 УК-6-У1 УК-6-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1)
- 5 Восстановительный период при выплавке стали в ДСП с кислой футеровкой. (УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-6-31 УК-6-У1 УК-6-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1)

6 Окисление углерода, марганца и кремния в ДСП с кислой футеровкой. (УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-6-31 УК-6-У1 УК-6-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1)

7 Применение извести в ДСП с кислой футеровкой. (УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-6-31 УК-6-У1 УК-6-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1)

8 Конечное раскисление при плавке в ДСП с кислой футеровкой. (УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-6-31 УК-6-У1 УК-6-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1)

9 Применение кислорода при плавке в ДСП с кислой футеровкой (УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-6-31 УК-6-У1 УК-6-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1)

5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине

В семестре 7 по курсу предусмотрен экзамен и курсовая работа.

В семестре 7 предусмотрены:

1 Контрольная работа № 1 по разделам 1-2 (УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-6-31 УК-6-У1 УК-6-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1).

2 Контрольная работа № 2 по разделу 3-4 (УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-6-31 УК-6-У1 УК-6-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1).

3 Контрольная работа № 3 по разделам 5-6 (УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-6-31 УК-6-У1 УК-6-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1)

Возможна простановка экзамена на основе результатов текущей аттестации в течение семестра 7. С целью получения более высокой оценки по дисциплине студент имеет право сдавать экзамен при написании трех контрольных работ.

Вопросы по контрольным работам представлены в ФОМ

Домашнее задание не предусмотрено.

Тема курсовой работы: «Расчет энергетического режима выплавки различных марок сталей по классической технологии в дуговых печах различной емкости» (УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-6-31 УК-6-У1 УК-6-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1).

Краткое содержание КР:

1 раздел КР: «Изучение научно-технической литературы по выплавке стали по классической технологии».

2 раздел КР – «Расчет энергетического режима плавки»

3 раздел КР – «Построение графика энергетического режима для периода плавления, а также графика изменения номинальной мощности печного трансформатора по периодам электроплавки»

Индивидуальные варианты по выполнению курсовой работы утверждаются на заседании кафедры и выдаются преподавателем каждому студенту лично.

Расчетная часть КР выполняется в соответствии с Л.3.2.

Для выполнения вычислений по курсовой работе, анализу полученных данных возможно использование пакета прикладных программ Microsoft Excel. Оформление отчета по курсовой работе в соответствии с требованиями ГОСТ 2.105, ГОСТ 7.32

Перечень лабораторных работ по дисциплине (УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-6-31 УК-6-У1 УК-6-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1).

Лабораторная работа №1 Исследование зависимости длины электрической дуги от силы тока и напряжения, а также условий ее горения в ДСП

Лабораторная работа №2 Исследование зависимости электрических параметров ДСП от силы тока электрической дуги

Лабораторная работа №3 Определение зависимости скорости нагрева металла от толщины слоя шлака в ДСП-100

Лабораторная работа №4 Определение максимальной силы тока и мощности электрических дуг для заданного линейного напряжения печного трансформатора.

Лабораторная работа № 5 Исследование электрических параметров ДСП при использовании трансформаторов различной номинальной мощности

Лабораторная работа № 6 Изучение особенностей передачи тепла от электрических дуг ванне расплавленного металла.

Вопросы для защиты лабораторных работ представлены в Л 3.1.

Индивидуальные варианты для выполнения лабораторных работ выдаются преподавателем каждому студенту лично.

Для выполнения вычислений при выполнении лабораторных работ, анализу полученных данных необходимо использовать пакет прикладных программ Microsoft Excel. Оформление отчетов по лабораторным работам в соответствии с требованиями ГОСТ 2.105, ГОСТ 7.32

Перечень практических работ представлен в таблице 4 (УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-6-31 УК-6-У1 УК-6-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1).

Индивидуальные варианты выполнения практических работ выдаются преподавателем индивидуально (пример типичный промышленный паспорт плавки в ДСП-150 и внепечной обработки на АКОС представлен в ФОМ)

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

Экзаменационный билет включает в себя 3 теоретических вопроса из установленного перечня по темам, изложенным в подразделе 5.1 данной РПД.

Билеты хранятся на кафедре и утверждены заведующим кафедрой.

5.4. Методика оценки освоения дисциплины

Система оценивания результатов обучения по дисциплине для текущего контроля успеваемости:

Форма контроля	Критерий	Оценка
Контрольная работа	При выполнении контрольной работы студент показывает достаточный уровень знаний в объеме пройденной темы, объем правильных ответов составляет 60% и выше	зачтено
	При выполнении контрольной работы студент показывает недостаточный уровень знаний в объеме пройденной темы, объем правильных ответов составляет менее 60%	не зачтено
Лабораторная	Студент показывает достаточные знания теоретической и практической	

работа	части лабораторной работы, умеет совмещать теорию и практику для решения поставленной задачи, владеет терминологией, аргументировано отвечает на вопросы, формулирует выводы по работе, ориентируется в основной и дополнительной литературе по курсу	зачтено
	Студент не ориентируется в теоретической и расчетной части лабораторной работы, не понимает сущности поставленного вопроса, допускает грубые ошибки при ответе и в расчетах	не зачтено
Экзамен	студент показывает глубокие, исчерпывающие знания в объеме пройденной программы, уверенно действует по применению полученных знаний на практике, грамотно и логически стройно излагает материал при ответе, умеет формулировать выводы из изложенного теоретического материала, дает ответы на дополнительные вопросы, знает дополнительно рекомендованную литературу	отлично
	студент 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	хорошо
	студент 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	удовлетворительно
	студент допускает грубые ошибки в ответе, не понимает сущности излагаемого вопроса, не умеет применять знания на практике, дает неправильные или неполные ответы на дополнительные и наводящие вопросы	неудовлетворительно
	студент на экзамен не явился	не явка
Курсовая работа	студент показывает глубокое знание материала, а также основного содержания и новаций лекционного курса по сравнению с учебной литературой: основной и дополнительной	отлично
	студент достаточно хорошо ориентируется в пройденном материале, допускает незначительные ошибки при освещении заданных вопросов, правильно действует по применению знаний на практике, четко излагает материал;	хорошо
	студент 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;	удовлетворительно
	студент не понимает сущности излагаемого вопроса, допускает грубые ошибки при выполнении домашнего задания, дает неполные ответы на дополнительные и наводящие вопросы.	неудовлетворительно
	обучающийся не явился	не явка

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1 Основная литература

Обозначение	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л 1.1	А.Н. Морозов	Современное производство стали в дуговых печах	НТБ СТИ НИТУ «МИСИС»	М. : Альянс, 2017
Л 1.2	В.Г. Воскобойников, В.А. Кудрин, А. М. Якушев	Общая металлургия	НТБ СТИ НИТУ «МИСИС»	М. : Альянс, 2017
Л 1.3	Д.А.Дюдкин, В.В.Кисиленко	Современная технология производства стали	НТБ СТИ НИТУ «МИСИС»	М. : Теплотехник, 2007.
Л 1.4	А.В. Рябов, И.В. Чуманов, М.В. Шишимиров	Современные способы выплавки стали в дуговых печах	НТБ СТИ НИТУ «МИСИС»	М. : Теплотехник, 2007
Л 1.5	Ю. А. Гудим, И. Ю. Зинуров, А. Д. Киселев	Производство стали в дуговых печах. Конструкции, технология, материалы	НТБ СТИ НИТУ «МИСИС»	Новосибирск : НГТУ, 2010
Л 1.6	Ю. Н. Тулуевский, И. Ю. Зинуров	Инновации для дуговых сталеплавильных печей. Научные основы выбора	НТБ СТИ НИТУ «МИСИС»	Новосибирск : Издательство НГТУ, 2010
Л 1.7	А.И. Строганов, М.А. Рысс	Производство стали и ферросплавов	НТБ СТИ НИТУ «МИСИС»	М. : Альянс, 2017
Л 1.8	Г.В.Самохвалов,	Металлургические	НТБ СТИ НИТУ «МИСИС»	М. :

	М.В.Темлянцев, Н.В.Темлянцев	электропечи		Теплотехник, 2009
Л 1.9	П.В. Домаров, А.А. Мелешко	Установки специального электронагрева	Университетская библиотека ONLINE URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=228753	Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2012

6.1.2 Дополнительная литература

Обозначение	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л 2.1	В.М. Соيفер	Выплавка стали в кислых электропечах	НТБ СТИ НИТУ «МИСИС»	М. : Машиностроение, 2009
Л 2.2	В.А. Григорян	Электрометаллургия стали и ферросплавов. Раздел: Расчеты по технологии электроплавки	НТБ СТИ НИТУ «МИСИС»	М. : МИСИС, 2001
Л 2.3	А.И. Алиферов, Р.А. Бикеев, Л.П. Горева и др.	Дуговые электропечи	НТБ СТИ НИТУ «МИСИС»	Новосибирск : Издательство НГТУ, 2016
Л 2.4	Э.Э. Меркер, А.И. Кочетов, Д.А. Харламов	Энергосбережение при выплавке стали в дуговых печах	НТБ СТИ НИТУ «МИСИС»	Старый Оскол : ТНТ, 2009
Л 2.5	А.Н. Макаров	Теплообмен в электродуговых и факельных металлургических печах и энергетических установках	НТБ СТИ НИТУ «МИСИС»	- СПб. : "Лань", 2014
Л 2.6	А.Г. Шалимов, А.Е. Семин, А.Г. Галкин, К.Л. Косырев	Инновационное развитие электросталеплавления производства	НТБ СТИ НИТУ «МИСИС»	М. : Металлургиздат, 2014
Л 2.7	Б.Н. Парсункин, С.М. Андреев, О.С. Логунова	Автоматизация и оптимизация управления выплавкой стали в электродуговых печах	НТБ СТИ НИТУ «МИСИС»	Магнитогорск : Магнитогорск. гос. тех. ун-та, 2012
Л 2.8	А.В. Протасов, Н.В. Пасечник, Б.А. Сивак	Электрометаллургические мини-заводы	НТБ СТИ НИТУ «МИСИС»	М. : Металлургиздат, 2013
Л 2.9	Э.Э. Меркер, Е.А. Черменев	Электроплавка металлизированных окатышей в дуговой печи	НТБ СТИ НИТУ «МИСИС»	Старый Оскол : "ТНТ", 2014
Л 2.10	А.И. Гарост	Железоуглеродистые сплавы: структурообразование и свойства	Университетская библиотека ONLINE http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=142435	Минск: Белорусская наука, 2010.
Л 2.11	Н.А. Стрельников	Энергосбережение	Университетская библиотека ONLINE http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=436283	Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2012

6.1.3 Методические разработки

Обозначение	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л 3.1	А.В. Сазонов	учебное пособие для вып. лаб. работ для студентов всех форм обуч., напр. подготовки 22.03.02 (150400) - "Металлургия"	НТБ СТИ НИТУ «МИСИС»	2015
Л 3.2	А.В. Сазонов, П.В. Тимофеев	учебное пособие для вып. курсовой раб. для	НТБ СТИ НИТУ «МИСИС»	2015

		студентов всех форм обуч., напр. подг.22.03.02 (150400.62) "Ме- таллургия"	
6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»			
Э.1	Устройство дуговой электросталеплавильной печи https://www.youtube.com/watch?v=vHN6x6LSC70		
Э.2	Завалка лома в дуговую сталеплавильную печь https://www.youtube.com/watch?v=ujSEeh-BzTw		
Э.3	Работа дуговой печи постоянного тока https://www.youtube.com/watch?v=38uXE4wklkg		
Э.4	Сталевар электропечи https://www.youtube.com/watch?v=fp4OJP9fNh0		
Э.5	Дуговая сталеплавильная печь https://www.youtube.com/watch?v=OyKgNECDI-U		
Э.6	Процесс выплавки стали в ДСП https://www.youtube.com/watch?v=fqylapJcdqU		
6.3. Перечень программного обеспечения			
П 1	MS Windows		
П 2	MS Office		
П 3	Kaspersky Endpoint Security		
6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных			
	Полнотекстовые российские научные журналы и статьи:		
И 1	— Научная электронная библиотека eLIBRARY https://elibrary.ru/		
	Иностранные базы данных (доступ с IP адресов МИСИС):		
И 2	— аналитическая база (индексы цитирования) Web of Science https://apps.webofknowledge.com		
И 3	— аналитическая база (индексы цитирования) Scopus https://www.scopus.com/		
И 4	— наукометрическая система InCites https://apps.webofknowledge.com		
И 5	— научные журналы издательства Elsevier https://www.sciencedirect.com/		

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ	
7.1	Аудитория № 301 Лаборатория промышленной безопасности и экологии Перечень основного оборудования, учебно-наглядных пособий: комплект учебной мебели на 25 посадочных мест, моноблок MSI AE2210 HR, проектор для презентаций Epson EB-485W.
7.2	Аудитория № 306 Лаборатория моделирования металлургических процессов и информационных технологий (лабораторные работы по дисциплине) Перечень основного оборудования, учебно-наглядных пособий: комплект учебной мебели на 25 посадочных мест, рабочая станция Core i3-4130, рабочая станция HP Z420, проектор для презентаций Acer X1111 DLP Projector QSV 1032.
7.3	Помещение для самостоятельной работы обучающихся Аудитория № 306 Лаборатория моделирования металлургических процессов и информационных технологий Перечень основного оборудования, учебно-наглядных пособий: комплект учебной мебели на 25 посадочных мест, рабочая станция Core i3-4130, рабочая станция HP Z420, проектор для презентаций Acer X1111 DLP Projector QSV 1032. В помещении для самостоятельной работы обучающихся имеется подключение к сети «Интернет» и доступ в электронную информационно-образовательную среду организации.

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ
<p>Для успешного освоения дисциплины «Электрометаллургия стали» обучающемуся необходимо:</p> <ul style="list-style-type: none"> — Посещать все виды занятий. — Своевременно регистрироваться на рекомендованные электронные ресурсы. — При возникновении любых вопросов по содержанию курса и организации работы своевременно обращаться к преподавателю (в часы очных консультаций, через MS Teams или LMS Canvas). — Отчеты по практическим, лабораторным работам, выполнение курсовой работы рекомендуется выполнять с использованием MS Office (допускается выполнять в рукописном виде только практических работ). — Активно работать с научными базами в сети Интернет. <p>Качественное освоение дисциплины возможно только при систематической самостоятельной работе, что поддерживается системой текущей аттестации.</p> <p>При изучении дисциплины «Электрометаллургия стали» необходимо использовать следующие методические указания, разработанные на кафедре металлургии и металловедения им. С.П. Угаровой и рекомендованные к использованию в учебном процессе:</p>

Электromеталлургия стали Учебное пособие для вып. лаб. работ для студентов всех форм обуч., напр. подготовки 22.03.02 - Metallургия Автор: A.B. Сазонов

Электromеталлургия стали Учебное пособие для вып. курсовой раб. для студентов всех форм обуч., напр. подг.22.03.02 - Metallургия Автор: A.B. Сазонов

Электromеталлургия стали Учебное пособие для вып. практических работ для студентов всех форм обуч., напр. подготовки 22.03.02 - Metallургия Автор: A.B. Сазонов