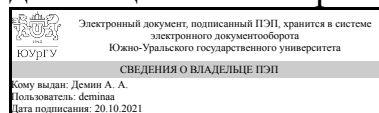


# ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:  
Директор института  
Институт открытого и  
дистанционного образования



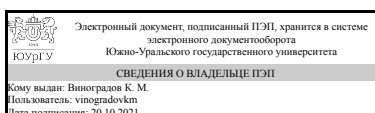
А. А. Демин

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины В.1.14 Внепечная обработка металлов  
для направления 22.03.02 Metallurgy  
уровень бакалавр тип программы Академический бакалавриат  
профиль подготовки Электрометаллургия стали  
форма обучения заочная  
кафедра-разработчик Техника, технологии и строительство

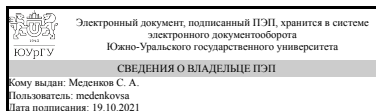
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 22.03.02 Metallurgy, утверждённым приказом Минобрнауки от 04.12.2015 № 1427

Зав.кафедрой разработчика,  
к.техн.н., доц.



К. М. Виноградов

Разработчик программы,  
к.техн.н., доц., доцент (кн)



С. А. Меденков

## 1. Цели и задачи дисциплины

Целью освоения дисциплины является сформировать мировоззрение, подготовить бакалавра по направлению 151400, знающего современные тенденции развития электросталеплавильного производства во взаимосвязи с другими специальными дисциплинами цикла. Задачами изучения дисциплины являются научить студента: – формулировать основные требования к технологическим процессам производства; – выбирать необходимое оборудование с учетом решения задач энерго- и ресурсосбережения; – выбирать и обосновывать эффективные методы организации производства; – выполнять исследования металлургических процессов и оборудования; – составлять обзоры научно-технической литературы в области своей профессиональной деятельности.

## Краткое содержание дисциплины

1. Введение. Строение и свойства жидких стали и шлака. Железо и его сплавы. Жидкое железо как растворитель. Формы существования и растворимость C, Si, P, O, S, H, N и др. в жидком железе. Влияние температуры и состава стали на растворимость и активность примесей. Методика расчета активной концентрации компонентов стали. Функции и образование шлаков электроплавки стали. Типы и разновидности шлаков электроплавки стали (основные, нейтральные, кислые, окислительные и восстановительные). Их характеристика, химический и минералогический состав. Диаграммы состояния важнейших окисных систем. Структура расплавленных шлаков. Характер взаимодействия с металлом. Современные представления о строении расплавленных шлаков и методики расчета активных концентраций их компонентов. Химические и физические свойства шлаков. Их влияние на протекание сталеплавильных процессов. Поверхностные явления в процессах производства стали. Свободная поверхностная энергия. Смачивание. Адгезия и когезия. Влияние поверхностной энергии на термодинамические параметры химических реакций в сталеплавильной ванне. Адсорбционные процессы. Методика расчета поверхностной концентрации компонентов. Обезуглероживание, дефосфорация, другие процессы окислительного периода и поведение газов при электроплавке стали. Общая характеристика процессов окислительного рафинирования. Массоперенос в стальной ванне. Влияние перемешивания и степени развития межфазной поверхности на кинетические условия, скорость и полноту протекания металлургических процессов. Роль кислорода воздуха в окислительных (и восстановительных) процессах электроплавки стали. Содержание оксидов железа в процессе окислительного рафинирования. Схемы питания ванны кислородом при рудном и кислородном кипении. Окисление кремния, марганца, хрома, вольфрама и ванадия при плавке в основных дуговых печах. Физико-химические основы уменьшения угара легирующих элементов. Роль обезуглероживания металлического расплава в реализации процессов его окислительного рафинирования и нагрева ванны при электроплавке стали. Термодинамика реакции окисления углерода. Механизм процесса и место протекания реакции в различных стадиях обезуглероживания. Сопротивление отдельных звеньев и скорость процесса. Вопрос о лимитирующем звене. Критические концентрации углерода в металле. Перераспределение потока кислорода по мере обезуглероживания. Расход кислорода на окисление углерода. Содержание кислорода в металле и окислительная способность шлака во время кипения.

Поведение кислорода и особенности кинетики обезуглероживания расплава. Уменьшение окисления легирующих элементов в процессе обезуглероживания. Влияние фосфора на качество стали. Механизм и химизм процесса дефосфорации (с позиций о молекулярной и ионной структуре шлака). Условия его успешной реализации. Влияние состава, количества окислительного шлака и эффективность его обновления. Дефосфорация стали вдуванием порошкообразных материалов. Механизм очищения кипящей ванны от газов и оксидных включений. Условия и возможности нагрева металла при электроплавке. Нагрев ванны в окислительном периоде. Температурный режим плавки. Влияние водорода и азота на свойства стали. Их содержание в металле и узловые моменты и по-ведение при плавке. Источники поступления. Формы существования и растворимость (содержание) в сталеплавильных шлаках. Химизм растворения этих газов в шлаках и перехода в металл. Скорость процесса. Водородо- и азотопроницаемость шлака. Средства, обеспечивающие минимальную газонасыщенность стали при плавке. Внепечные способы дегазации металла. Десульфурация, раскисление и легирование стали. Вредное влияние серы на свойства стали. Прочность сульфидов, десульфурующая способность оксидов и химизм процесса. Условия успешной десульфурации металла. Связь между процессами раскисления и десульфурации. Осо-бенности протекания процесса в условиях восстановительного периода и выпуска плавки. Влияние изменений состава шлака и металла на условия и результаты десульфурации при смене

Раздел 2 Характеристика сортамента электросталей и сплавов. Область применения печей различных типов. Их роль в общем производстве электросталей. Разновидности и варианты технологии плавки в основных дуговых печах. Влияние легирующих элементов и вредных примесей на механические и физико-химические свойства сталей и сплавов. Классификация стали по качеству, содержанию углерода, степени легирования и назначению. Химический состав и назначение основных групп стали и сплавов. Стандартизация и буквенно-цифровая система обозначения открытых марок стали и сплавов. Раздел 3. индукционных электропечей. Классификация и характеристика огнеупорных материалов. Дуговые электропечи с водоохлаждающими элементами стен и сводом. Дуговые электропечи с донным выпуском жидкого металла и шлака. Раздел 4. назначение, состав, характеристика, предъявляемые требования, подготовка к плавке. Установки для подогрева шихты. Переработка пыли, стружки, отходов шлифования в ПШБ Раздел 5. материалов и машин для заправки печи. Загрузка шихты. Порядок и этапы расплавления завалки. Влияние удельной мощности, электрического режима, состава и размещения шихты, вращения ванны, использования газо-кислородных горелок, предварительного подогрева шихты и др. на длительность плавления. Практика и эффек-тивность использования кислорода в период плавления. Физико-химические превращения, происходящие при плавлении шихты. Совмещение периода плавления и окисления. Формирование шлака. Дефосфорация металла. Особенности периода плавления на сверхмощных ДСП. Раздел 6. Цели окислительного периода плавки и средства их реализации. Рудный и кислородный кип. Окончание дефосфорации, очищение от газов и неметаллических включений, десульфурация и нагрев металла. Методы интенсификации. Задачи восстановительного периода и средства их реализации. Методы и технология раскисления. Десульфурация. Порядок введения легирующих элементов и степень их усвоения. Контроль состава металла. Организация выпуска плавки. Пути сокращения длительности восстановительного периода. Окислительный и

восстановительный периоды в современной техно-логии. Раздел 8. Особенности технологии выплавки, разливки, состав, назначение, условия службы, требования к свойствам, специфические дефекты, технология выплавки различных групп конструкционных, подшипниковых, электротехнических, коррозионностойких сталей. Эффективность внепечных способов рафинирования. Одношлаковый процесс. Эффективность одностадийной схемы производства стали. Характеристика металлизированных материалов, особенности ДСП, технология и показатели электроплавки стали при низком, высоком и 100 %-ном содержании их в завалке. Особенности, достоинства, недостатки применения метода переплава легированных отходов с применением кислорода. Состав, назначение, условия службы, требования к свойствам, специфические дефекты и технология выплавки быстрорежущей и коррозионностойкой стали. Производство коррозионностойких сталей с продувкой кислородом в вакууме и методом газокислородного рафинирования. Раздел 9. Достоинства, недостатки и область применения кислого процесса электроплавки стали. Образование, физические и химические свойства и активность компонентов кислых шлаков. Поведение марганца и кремния при плавке в печах с кислой футеровкой. Особенности протекания процессов обезуглероживания. Раскислительная способность марганца и кремния в условиях кислого процесса электроплавки стали. Требования к шихтовым материалам кислого процесса. Режим плавления завалки. Шихтовый и температурный режим плавки. Особенности технологии окислительного периода плавки. Режим раскисления металла и технология проведения восстановительного периода рядовой стали и металла ответственного назначения. Переплав легированных отходов в кислых печах. Сравнительная оценка технико-экономической эффективности работы основных и кислых дуговых печей. Преимущества и недостатки плавки стали в индукционных печах. Их сортамент и область применения. Раздел 10. Себестоимость электростали. Выход годного. Мероприятия по обеспечению выпуска стали высокого качества и экономии металла. Современная технология производства электростали.

## 2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

| Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)                                                                        | Планируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУНы)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК-4 готовностью использовать основные понятия, законы и модели термодинамики, химической кинетики, переноса тепла и массы | Знать:- методы дифференциального и интегрального исчисления, теорию дифференциальных уравнений для построения и анализа математических моделей явлений и технологических процессов, - методы статистического анализа, строение атома, химические элементы и их соединения, общие закономерности протекания химических реакций, - природу химических реакций, используемых в металлургических производствах, - законы и понятия физической химии для анализа металлургических процессов, - природу фазовых равновесий в металлургических системах, - основные закономерности процессов переноса тепла и массы, - основные закономерности химических и физико-химических процессов, процессов |

|                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                | массопереноса применительно к технологическим процессам, агрегатам и оборудованию переработки (обогащения) минерального сырья, производства и обработки черных и цветных металлов.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|                                                                                                                                                                | Уметь:- рассчитывать и анализировать химические и физико-химические процессы, процессы массопереноса, происходящие в технологических процессах переработки (обогащения), - минерального сырья, производства и обработки черных и цветных металлов, - прогнозировать и определять свойства соединений и направления химических реакций, - выполнять термодинамические расчеты, расчеты химического равновесия, равновесия в растворах, - анализировать фазовые равновесия на основе диаграмм состояния. |
|                                                                                                                                                                | Владеть:- методами компьютерной графики, методами анализа и численными методами, вычислительной техникой при решении прикладных задач в области профессиональной деятельности, - основными физико-химическими расчетами металлургических процессов, - методами измерения тепловых эффектов химических реакций, парциальных мольных величин, равновесных характеристик, - навыками расчета процессов конвективного тепло- и массопереноса, передачи тепла излучением и молекулярной теплопроводностью.  |
| ПК-1 способностью к анализу и синтезу                                                                                                                          | Знать:- основные понятия, принципы и технологии в металлургии, - основные формулы и методики расчетов, - основные закономерности технологических процессов.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|                                                                                                                                                                | Уметь:- анализировать и выбирать оптимальную технологию производства стали, - пользоваться научно-технической и технологической документацией, - анализировать конструкции современных печей и их элементов для практического использования в металлургической промышленности.                                                                                                                                                                                                                         |
|                                                                                                                                                                | Владеть:- методами синтеза основных технологий производства стали, - способом выбора оптимальных режимов плавки и технологии материалообработки.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| ОК-8 готовностью пользоваться основными методами защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий | Знать:основные методы защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|                                                                                                                                                                | Уметь:- ориентироваться в основных методах и системах обеспечения технической безопасности, - обоснованно выбирать известные устройства, системы и методы защиты человека и природной среды от опасностей                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|                                                                                                                                                                | Владеть:культурой безопасности и риск-                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |

|                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                             | ориентированным мышлением, при котором вопросы безопасности и сохранения окружающей среды рассматриваются в качестве важнейших приоритетов в жизни и деятельности.                                                                                                                                                                                                                                                |
| ПК-10 способностью осуществлять и корректировать технологические процессы в металлургии и материалобработке | Знать:- основные понятия, принципы и технологии в металлургии, - основные формулы и методики расчетов металлургических печей и оборудования, - основные закономерности технологических процессов для повышения эффективности производства черных металлов - основы теории автоматического управления.                                                                                                             |
|                                                                                                             | Уметь:- пользоваться принципами разработки технических решений и технологий в области металлургии, - пользоваться научно-технической и технологической документацией, - анализировать конструкции современных печей и их элементов для практического использования в металлургической промышленности - применять системы автоматического управления технологическими процессами в металлургии и материалобработке |
|                                                                                                             | Владеть:- методами расчета шихты к плавке, кислородно-конвертерных, электросталеплавильных и мартеновских цехов, - способом выбора оптимальных режимов плавки и технологии материалобработки                                                                                                                                                                                                                      |
| ОПК-3 способностью осознавать социальную значимость своей будущей профессии                                 | Знать:особенности своей будущей профессии.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|                                                                                                             | Уметь:ответственно относиться к выполнению своей профессиональной деятельности.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|                                                                                                             | Владеть:профессиональными навыками.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| ОПК-7 готовностью выбирать средства измерений в соответствии с требуемой точностью и условиями эксплуатации | Знать:- основные понятия принципы и измерения; - устройство и принцип действия средств измерения, основы; - методы настройки и использования средств измерения в производственной деятельности - основы метрологии, методы и средства измерения физических величин, правовые основы и системы стандартизации и сертификации.                                                                                      |
|                                                                                                             | Уметь:- пользоваться средствами измерения в соответствии с условиями эксплуатации; - провести эксперименты по оценке точности работы средств измерения; - оценить степень влияния средств измерения на производственную деятельность.                                                                                                                                                                             |
|                                                                                                             | Владеть:- методами оценки, технологией процесса с учётом использования средств измерения, - способом выбора оптимальных средств измерения, основанных на точности измерения..                                                                                                                                                                                                                                     |
| ОПК-1 готовностью использовать фундаментальные общеинженерные знания                                        | Знать:- математические методы исчислений для построения и анализа математических моделей; - основы информационных технологий; - основные явления и законы химии, физики и физической химии; - основы расчетов на                                                                                                                                                                                                  |

|                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                       | <p>прочность и жесткость деталей конструкций, принципы выбора типовых деталей; - элементы начертательной геометрии и компьютерной графики, программные средства компьютерной графики, - основы расчетов на прочность и жесткость деталей конструкций, принципы выбора типовых деталей, - основы теории электрических и магнитных цепей и электромагнитного поля, - основные закономерности процессов генерации и переноса теплоты, движения жидкости и газов применительно к технологическим агрегатам черной и цветной металлургии, - основные закономерности химических и физико-химических процессов, процессов массопереноса применительно к технологическим процессам, агрегатам и оборудованию переработки (обогащения) минерального сырья, производства и обработки черных и цветных металлов, - основные группы и классы современных материалов, их свойства и области применения, принципы выбора.</p> <p>Уметь:- рассчитывать и анализировать химические и физико-химические процессы, происходящие при переработке минерального сырья, производства черных металлов, - определять физико-механические свойства материалов при различных видах испытаний; - применять методы анализа и обработки экспериментальных данных, систематизировать научно-техническую информацию; - применять программное обеспечение для решения типовых задач производства - выполнять чертежи деталей и элементов конструкций, - выполнять расчеты на прочность и жесткость, расчеты деталей машин и механизмов, - выбирать электрооборудование и рассчитать режимы его работы, - рассчитывать и анализировать процессы горения топлива и тепловыделения, внешнего и внутреннего теплообмена в печах различного технологического назначения, выбирать рациональные температурные и тепловые режимы работы металлургических печей, - анализировать фазовые превращения при нагревании и охлаждении сплавов, - определять физические и механические свойства материалов при различных видах испытаний, - применять программное обеспечение для решения типовых задач производства и обработки металлов и сплавов..</p> <p>Владеть:- методами компьютерной графики; - навыками работы с современными программными устройствами; - методами анализа технологических процессов.</p> |
| ОК-5 способностью к самоорганизации и самообразованию | Знать:- научные основы организации своего труда, - способы и формы повышения своей                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |

|  |                                                                                                                   |
|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | квалификации и мастерства.                                                                                        |
|  | Уметь:самостоятельно приобретать новые знания, используя современные образовательные и информационные технологии. |
|  | Владеть:навыками применения современных информационных технологий для работы с научно-технической литературой.    |

### 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

| Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана | Перечень последующих дисциплин, видов работ |
|---------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| В.1.09.01 Metallургия черных металлов                         | ДВ.1.08.01 Спецэлектрометаллургия           |

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

| Дисциплина                            | Требования                                                                             |
|---------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| В.1.09.01 Metallургия черных металлов | Сущность основных металлургических процессов, протекающих в металлургических агрегатах |

### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 з.е., 72 ч.

| Вид учебной работы                                                                                                                                                                                | Всего часов | Распределение по семестрам в часах |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                   |             | Номер семестра                     |
|                                                                                                                                                                                                   |             | 7                                  |
| Общая трудоёмкость дисциплины                                                                                                                                                                     | 72          | 72                                 |
| <i>Аудиторные занятия:</i>                                                                                                                                                                        | 8           | 8                                  |
| Лекции (Л)                                                                                                                                                                                        | 4           | 4                                  |
| Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)                                                                                                                        | 4           | 4                                  |
| Лабораторные работы (ЛР)                                                                                                                                                                          | 0           | 0                                  |
| <i>Самостоятельная работа (СРС)</i>                                                                                                                                                               | 64          | 64                                 |
| 3.Огнеупорные материалы и футеровка дуговых электропечей. Шихтовые материалы электроплав-ки стали                                                                                                 | 15          | 15                                 |
| 1.Введение 2.Стандартизация высококачествен-ных легированных сталей и сплавов.                                                                                                                    | 8           | 8                                  |
| 4.Основные периоды электроплавки. Заправка, завалка шихты. Период плавления. 5.Окислительный и восстановитель-ный периоды электроплавки                                                           | 15          | 15                                 |
| Подготовка к экзамену                                                                                                                                                                             | 3           | 3                                  |
| 7.Физико-химические особенности и технология кислого процесса элек-троплавки стали. Плавка стали в индукционных печах. 8.Технико-экономические показатели выплавки стали в дуговых электро-печах. | 10          | 10                                 |

|                                                                                                                                        |    |       |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|-------|
| Проблемы энерго- и ресур-сосберегающей технологии в электросталеплавильном производстве                                                |    |       |
| 6. Теоретические основы электроста-леплавильного процесса, Особенности технологии выплавки специальных сталей в основных дуговых печах | 13 | 13    |
| Вид итогового контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)                                                                                     | -  | зачет |

## 5. Содержание дисциплины

| № раздела | Наименование разделов дисциплины                                                                                                   | Объем аудиторных занятий по видам в часах |     |    |    |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|-----|----|----|
|           |                                                                                                                                    | Всего                                     | Л   | ПЗ | ЛР |
| 1         | Введение. Огнеупорные материалы и футеровка дуговых электропечей. Шихтовые материалы электроплавки стали                           | 0,5                                       | 0,5 | 0  | 0  |
| 3         | Шихтовые материалы электроплавки стали                                                                                             | 1,5                                       | 0,5 | 1  | 0  |
| 4         | Основные периоды электроплавки. Заправка, завалка шихты. Период плавления                                                          | 2                                         | 1   | 1  | 0  |
| 5         | Окислительный и восстановительный периоды электроплавки                                                                            | 2                                         | 1   | 1  | 0  |
| 6         | Теоретические основы электросталеплавильного процесса. Особенности технологии выплавки специальных сталей в основных дуговых печах | 2                                         | 1   | 1  | 0  |

### 5.1. Лекции

| № лекции | № раздела | Наименование или краткое содержание лекционного занятия                                                                            | Кол-во часов |
|----------|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 1        | 1         | Введение. Огнеупорные материалы и футеровка дуговых электропечей. Шихтовые материалы электроплавки стали                           | 0,5          |
| 3        | 3         | Основные периоды электроплавки. Заправка, завалка шихты. Период плавления                                                          | 0,5          |
| 4        | 4         | Окислительный и восстановительный периоды электроплавки                                                                            | 1            |
| 5        | 5         | Теоретические основы электросталеплавильного процесса. Особенности технологии выплавки специальных сталей в основных дуговых печах | 1            |
| 6        | 6         | Особенности технологии выплавки специальных сталей в основных дуговых печах                                                        | 1            |

### 5.2. Практические занятия, семинары

| № занятия | № раздела | Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара            | Кол-во часов |
|-----------|-----------|--------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 1         | 3         | Расчет оптимальной шихтовки плавки                                             | 1            |
| 2         | 4         | Основные периоды электроплавки. Заправка, завалка шихты. Период плавления      | 1            |
| 3         | 5         | Расчет легирующих добавок (работа мастера по плавке в реальном режиме времени) | 1            |
| 4         | 6         | Выплавка стали в вакуумной индукционной тигельной печи                         | 1            |

### 5.3. Лабораторные работы

| № | № | Наименование или краткое содержание лабораторной работы | Кол- |
|---|---|---------------------------------------------------------|------|
|---|---|---------------------------------------------------------|------|

| занятия | раздела |                                                                                | во часов |
|---------|---------|--------------------------------------------------------------------------------|----------|
| 2       | 3       | Шихтовые материалы                                                             | 0        |
| 3       | 4       | Технология выплавки конструкционных и коррозионностойких сталей                | 0        |
| 3       | 5       | Расчет легирующих добавок (работа мастера по плавке в реальном режиме времени) | 0        |
| 4       | 6       | Расчет материального баланса плавки (период плавления)                         | 0        |

#### 5.4. Самостоятельная работа студента

| Выполнение СРС                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |              |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| Вид работы и содержание задания                                                                                                                                                                                                                                                        | Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Кол-во часов |
| 7. Физико-химические особенности и технология кислого процесса электроплавки стали. Плавка стали в индукционных печах, Технико-экономические показатели выплавки стали в дуговых электро-печах. Проблемы энерго- и ресурсосберегающей технологии в электросталеплавильном производстве | 1. Крамаров А.Д., Соколов А.Н. Электromеталлургия стали и ферросплавов. М.: Металлургия, 1976. 376 с. 2. Еднерал Ф.П. Электromеталлургия стали и ферросплавов. М., Металлургия, 1977. 488 с.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 10           |
| 1. Введение, 2. Стандартизация высококачественных легированных сталей и сплавов.                                                                                                                                                                                                       | 1. Поволоцкий Д. Я., Рощин В. Е., Мальков Н. В. Электromеталлургия стали и ферросплавов: Учебник для вузов. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Металлургия, 1995. - 592 с.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 8            |
| Экзамен                                                                                                                                                                                                                                                                                | 1. Поволоцкий Д. Я., Рощин В. Е., Мальков Н. В. Электromеталлургия стали и ферросплавов: Учебник для вузов. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Металлургия, 1995. - 592 с. 2. Григорян В. А., Белянчиков Л. Н., Стомахин А. Я. Теоретические основы электросталеплавильных процессов. М.: Металлургия, 1987, - 272 с. 3. Поволоцкий Д.Я., Гудим Ю.А. Выплавка легированной стали в дуговых печах. М.: Металлургия, 1987, 136 с. 4. Поволоцкий Д.Я., Гудим Ю.А. Производство нержавеющей стали. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 1998. – 236 с. 5. Морозов А.Н. Современное производство стали в дуговых печах. – 2-е изд., перераб. и доп. – Челябинск: Металлургия, 1987. 175 с. 6. Крамаров А.Д., Соколов А.Н. Электromеталлургия стали и ферросплавов. М.: Металлургия, 1976. 376 с. 7. Еднерал Ф.П. Электromеталлургия стали и ферросплавов. М., Металлургия, 1977. 488 с. 8. Сойфер В.М., Кузнецов Л.Н. Дуговые печи в сталелитейном цехе. М.: Металлургия, 1989. 176 с. 9. Сидоренко М.Ф. Теория и технология электроплавки | 3            |

|                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
|                                                                                                                                          | стали. Учебное пособие для вузов. М.: Металлургия, 1985, 270 с.                                                                                                                                                                                                                                                       |    |
| 6. Теоретические основы электрошлакового процесса, Особенности технологии выплавки специальных сталей в основных дуговых печах           | 1. Рябов А.В., Чуманов И.В. Расчет процесса электроплавки (учебное пособие) Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2005. – 175 с. 2. Рябов А.В., И.В. Чуманов, М.В. Шишимиров. Современные способы выплавки стали в дуговых печах Москва: Изд-во Теплотехник, 2007. – 188 с.                                                        | 13 |
| 3. Огнеупорные материалы и футеровка дуговых электропечей, Шихтовые материалы электроплавки стали                                        | 1. Еднерал Ф.П. Электрометаллургия стали и ферросплавов. М., Металлургия, 1977. 488 с. 2. Соيفер В.М., Кузнецов Л.Н. Дуговые печи в сталелитейном цехе. М.: Металлургия, 1989. 176 с.                                                                                                                                 | 15 |
| 4. Основные периоды электроплавки. Заправка, завалка шихты. Период плавления, 5. Окислительный и восстановительный периоды электроплавки | 1. Рябов А.В., И.В. Чуманов, М.В. Шишимиров. Современные способы выплавки стали в дуговых печах Москва: Изд-во Теплотехник, 2007. – 188 с. 2. Поволоцкий Д. Я., Рощин В. Е., Мальков Н. В. Электрометаллургия стали и ферросплавов: Учебник для вузов.. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Металлургия, 1995. - 592 с. | 15 |

## 6. Инновационные образовательные технологии, используемые в учебном процессе

| Инновационные формы учебных занятий | Вид работы (Л, ПЗ, ЛР) | Краткое описание                                                                                    | Кол-во ауд. часов |
|-------------------------------------|------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| Лекция-беседа                       | Лекции                 | Студентам в процессе лекции задаются проблемные вопросы, а они самостоятельно находят на них ответы | 3                 |

## Собственные инновационные способы и методы, используемые в образовательном процессе

| Инновационные формы обучения | Краткое описание и примеры использования в темах и разделах                                         |
|------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Лекция-беседа                | Студентам в процессе лекции задаются проблемные вопросы, а они самостоятельно находят на них ответы |

Использование результатов научных исследований, проводимых университетом, в рамках данной дисциплины: нет

## 7. Фонд оценочных средств (ФОС) для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

### 7.1. Паспорт фонда оценочных средств

| Наименование разделов дисциплины | Контролируемая компетенция ЗУНы | Вид контроля (включая | №№ заданий |
|----------------------------------|---------------------------------|-----------------------|------------|
|----------------------------------|---------------------------------|-----------------------|------------|

|                                                                           |                                                                                                                                                                |                    |   |
|---------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|---|
|                                                                           |                                                                                                                                                                | текущий)           |   |
| Основные периоды электроплавки. Заправка, завалка шихты. Период плавления | ОК-5 способностью к самоорганизации и самообразованию                                                                                                          | Реферат            | 1 |
| Шихтовые материалы электроплавки стали                                    | ОК-8 готовностью пользоваться основными методами защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий | Устный опрос       | 1 |
| Окислительный и восстановительный периоды электроплавки                   | ОПК-1 готовностью использовать фундаментальные общепрофессиональные знания                                                                                     | Контрольная работа | 1 |
| Стандартизация высококачественных легированных сталей и сплавов.          | ОПК-3 способностью осознавать социальную значимость своей будущей профессии                                                                                    | Устный опрос       | 2 |
| Стандартизация высококачественных легированных сталей и сплавов.          | ОПК-7 готовностью выбирать средства измерений в соответствии с требуемой точностью и условиями эксплуатации                                                    | Устный опрос       | 3 |
| Огнеупорные материалы и футеровка дуговых электропечей                    | ПК-1 способностью к анализу и синтезу                                                                                                                          | Устный опрос       | 4 |
| Теоретические основы электросталеплавильного процесса                     | ПК-4 готовностью использовать основные понятия, законы и модели термодинамики, химической кинетики, переноса тепла и массы                                     | Устный опрос       | 5 |
| Основные периоды электроплавки. Заправка, завалка шихты. Период плавления | ПК-10 способностью осуществлять и корректировать технологические процессы в металлургии и материалообработке                                                   | Устный опрос       | 6 |

## 7.2. Виды контроля, процедуры проведения, критерии оценивания

| Вид контроля       | Процедуры проведения и оценивания | Критерии оценивания                                                                                                                                  |
|--------------------|-----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Реферат            | Защита реферата                   | Зачтено: Раскрыта тема реферата и более 60 % правильных ответов<br>Не зачтено: Тема реферата раскрыта не полностью или менее 60 % правильных ответов |
| Устный опрос       | Ответы на вопросы                 | Зачтено: Более 60 % правильных ответов<br>Не зачтено: Менее 60 % правильных ответов                                                                  |
| Контрольная работа | Защита контрольной работы         | Зачтено: Правильные расчёты и более 60 % правильных ответов<br>Не зачтено: Ошибки в расчётах или менее 60 % правильных ответов                       |
| Устный опрос       | Ответы на вопросы                 | Зачтено: Более 60 % правильных ответов<br>Не зачтено: Менее 60 % правильных ответов                                                                  |
| Устный опрос       | Ответы на вопросы                 | Зачтено: Более 60 % правильных ответов<br>Не зачтено: Менее 60 % правильных ответов                                                                  |
| Устный опрос       | Ответы на вопросы                 | Зачтено: Более 60 % правильных ответов<br>Не зачтено: Менее 60 % правильных ответов                                                                  |
| Устный опрос       | Ответы на вопросы                 | Зачтено: Более 60 % правильных ответов<br>Не зачтено: Менее 60 % правильных ответов                                                                  |

|              |                   |                                                                                     |
|--------------|-------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Устный опрос | Ответы на вопросы | Зачтено: Более 60 % правильных ответов<br>Не зачтено: Менее 60 % правильных ответов |
|--------------|-------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|

### 7.3. Типовые контрольные задания

| Вид контроля       | Типовые контрольные задания                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|--------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Реферат            | Темы рефератов:<br>1. Направления совершенствования сырья электрометаллургического производства.<br>2. Преимущества и недостатки электрометаллургического производства стали.<br>3. Преимущества и недостатки различных способов электрометаллургического производства стали.<br>4. Современное электрометаллургическое производство.                                                                                                                           |
| Устный опрос       | Какие газы являются взрывоопасными?<br>Каков порог взрываемости водорода в смеси с кислородом?<br>Кто отвечает за разработку плана эвакуации в электросталеплавильном цехе?<br>В каком документе сводятся все мероприятия по ликвидации возможных аварий?                                                                                                                                                                                                       |
| Контрольная работа | Задание: рассчитать материальный баланс электроплавки в ДСП определённой марки стали.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Устный опрос       | Какие существуют технологии электрометаллургического получения стали?<br>Какие электрометаллургические технологии могут получить развитие в ближайшей перспективе?<br>Какими способами можно получить электросталь в современных агрегатах?<br>Каковы преимущества электропереработки в качестве сырья металлоотходов?                                                                                                                                          |
| Устный опрос       | С какого времени человечество научилось использовать электроэнергию для получения металлов?<br>Что позволило изменить в жизни и сознании людей умение использовать электроэнергию для получения металлов?<br>Какое значение для развития человечества получило умение использования электроэнергии в металлургии?<br>Как отразилось открытие способов электрометаллургического производства стали на развитии промышленности и науки современного человечества? |
| Устный опрос       | Какие механизмы кристаллизации работают при разливке электростали?<br>С какой целью на изложницы устанавливают приливы?<br>Какие процессы протекают в электростали при рекристаллизации?<br>Каков механизм прямой и обратной ликвации?                                                                                                                                                                                                                          |
| Устный опрос       | Какие процессы используются для получения электростали?<br>Способы разливки электростали?<br>Кристаллизация слитка непрерывнолитой стали?<br>Основные химические реакции при получении стали в ДСП?                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Устный опрос       | Какими документами оговариваются требования к продукции электрометаллургии?<br>Какие параметры электростали оговариваются нормативными документами?<br>Какими инструментами производится контроль температуры в электрометаллургических агрегатах?<br>Какими инструментами пользуются для замера геометрических размеров продукции электрометаллургии?                                                                                                          |

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Печатная учебно-методическая документация

#### а) основная литература:

1. Металлургия и электрометаллургия стали Руководство к дипломному проектированию ЧПИ им. Ленинского комсомола, Каф.

Металлургия стали; Под ред. Д. Я. Поволоцкого; Сост.: Ю. А. Гудим, Л. Г. Королев, В. Е. Рошин и др.; ЮУрГУ. - Челябинск: ЧПИ, 1979. - 72 с.

2. Электрометаллургия стали и ферросплавов Учеб. для вузов по спец. "Металлургия чер. металлов" Под ред. Д. Я. Поволоцкого. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Metallurgy, 1984. - 568 с. ил.

*б) дополнительная литература:*

1. Еднерал, Ф. П. Электрометаллургия стали и ферросплавов Учеб. пособ. для вузов Под ред. В. Б. Линчевского. - Изд. 4-е испр. и доп. - М.: Metallurgy, 1977. - 487 с. ил.

2. Поволоцкий, Д. Я. Электрометаллургия стали и ферросплавов Учебник для студентов высш. учеб. заведений, обучающихся по направлению "Металлургия" и спец. "Металлургия черных металлов" Д. Я. Поволоцкий, В. Е. Рошин, Н. В. Мальков. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Metallurgy, 1995. - 591,[1] с. ил.

*в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:*

1. 1. Вестник ЮУрГУ. Metallurgy 2007 – 2012 гг.
2. 2. Известия вузов. Чёрная металлургия 2007 – 2012 гг.
3. 3. Электрометаллургия 2007 – 2012 гг.
4. 4. Metallurg 2007 – 2012 гг.
5. 5. Сталь 2007 – 2012 гг.
6. 6. Чёрные металлы 2007 – 2012 гг.
7. 7. Бюллетень «Чёрная металлургия» 2007 – 2012 гг.

*г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:*

1. 1.Рябов А.В., Чуманов И.В. Расчет процесса электроплавки (учебное пособие)Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2005. – 175 с.

*из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:*

**Электронная учебно-методическая документация**

Нет

**9. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса**

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Office(бессрочно)

Перечень используемых информационных справочных систем:

1. -Стандартинформ(бессрочно)

**10. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

| Вид занятий | № | Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, |
|-------------|---|--------------------------------------------------------------|
|-------------|---|--------------------------------------------------------------|

|                                 |      |                                                                                     |
|---------------------------------|------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|                                 | ауд. | предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий |
| Самостоятельная работа студента |      | Компьютер, видеопроектор                                                            |
| Лекции                          |      | Компьютер, видеопроектор                                                            |