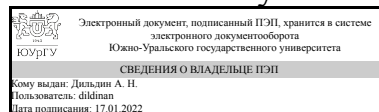


ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Директор филиала
Филиал г. Златоуст



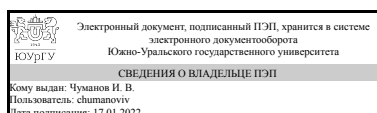
А. Н. Дильдин

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.О.24 **Металлургия черных металлов**
для направления 22.03.02 **Металлургия**
уровень **Бакалавриат**
форма обучения **очная**
кафедра-разработчик **Техника и технологии производства материалов**

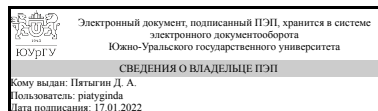
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 22.03.02 **Металлургия**, утверждённым приказом Минобрнауки от 02.06.2020 № 702

Зав.кафедрой разработчика,
д.техн.н., проф.



И. В. Чуманов

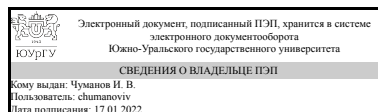
Разработчик программы,
к.техн.н., доц., доцент



Д. А. Пятыхин

СОГЛАСОВАНО

Руководитель направления
д.техн.н., проф.



И. В. Чуманов

1. Цели и задачи дисциплины

Дисциплина «Металлургия черных металлов» занимает важное место в системе подготовки студентов. Дисциплина «Металлургия черных металлов» принадлежит к профессиональному циклу базовой части дисциплин. Целью преподавания дисциплины «Металлургия черных металлов» является ознакомление студентов с основными видами металлургических технологий, их назначением и значимостью в производственном процессе. Задачами изучения дисциплины являются научить студента: – рассчитывать и анализировать химические и физико-химические процессы, процессы массопереноса, происходящие в технологических процессах переработки (обогащения) минерального сырья, производства и обработки чёрных металлов; – выбирать рациональные способы производства и обработки черных металлов, рассчитывать материальные балансы технологических процессов их производства; – прогнозировать на основе информационного поиска конкурентоспособность материала и технологии; – принимать технологические решения, позволяющие использовать безотходные и ресурсосберегающие технологии в металлургии.

Краткое содержание дисциплины

Излагаются теоретические основы и технология процессов, протекающих при добычи, обогащении, окисковании железорудных материалов, производстве чугуна и стали.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-2 Способен определять организационные и технические меры для выполнения производственных заданий по подготовке шихтовых, добавочных, заправочных материалов к плавке	<p>Знает: Природу химических реакций, используемых в металлургических производствах; теоретические основы технологий аглодомного производства; сущность способов внепечной обработки стали; теоретические основы кристаллизации и затвердевания стали; принципы основных технологических процессов производства и обработки черных металлов, устройства и оборудование для их осуществления; историю, современное состояние и перспективы развития производства черных металлов</p> <p>Умеет: Анализировать условия протекания процессов получения и обработки черных металлов; анализировать химические реакции, используемые в металлургических производствах; решать типовые задачи по основным разделам курса; использовать справочную литературу для выполнения расчетов</p> <p>Имеет практический опыт: Методами анализа технологических процессов и их влияния на качество получаемых изделий; методами расчета</p>

	показателей процессов получения и обработки черных металлов; навыками поиска, обработки и анализа литературных источников и информации для ее применения в практических ситуациях; навыками поиска и анализа информации об основных технологиях производства черных металлов и конструкциях современных агрегатов
ПК-4 Способен определять организационные и технические меры для выполнения производственных заданий по внепечной обработке стали	<p>Знает: Структуру черных металлов; физико-химические свойства шихтовых материалов и топлива, поступающих в плавильные агрегаты; физико-химические процессы, лежащие в основе процесса выплавки черных металлов; теплотехнические основы металлургических процессов; назначение и свойства огнеупорных материалов; устройство плавильных агрегатов и их технические характеристики; состав и свойства заправочных материалов; основные ТЭП производства чугуна, стали и ферросплавов; взаимосвязь режима технологических процессов и качества продуктов плавки</p> <p>Умеет: Подбирать и рассчитывать состав шихтовых материалов; осуществлять операции по подготовке шихтовых материалов к плавке; анализировать качество сырья и готовой продукции; рассчитывать тепловой и материальный баланс выплавки черных металлов; выполнять производственные и технологические расчеты; работать с технологической, конструкторской, организационно-распорядительной документацией, справочниками и другими информационными источниками; находить необходимую информацию, пользоваться основными службами глобальных сетей</p> <p>Имеет практический опыт: Управления параметрами технологического процесса производства черных металлов, в том числе с использованием средств автоматизации; эксплуатации технологического оборудования, используемого в производстве черных металлов</p>

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
1.О.19 Механика жидкости и газа, 1.О.22 Металлургическая теплотехника, 1.О.23 Физико-химия металлургических процессов, 1.О.20 Введение в направление подготовки, 1.О.21 Тепломассообмен в материалах и процессах	Не предусмотрены

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

Дисциплина	Требования
1.О.22 Metallurgical heat engineering	<p>Знает: Классификацию и общую характеристику металлургических печей; основные принципы теплогенерации в металлургических печах; методы проектирования и изготовления модельной оснастки; элементы механики печных газов; основы теории подобия и моделирования; принципы теплообмена в металлургических печах; динамику нагрева и превращений в металлах; устройство и принцип действия металлургических печей; материалы для сооружения металлургических печей</p> <p>Умеет: Разрабатывать физико-химические модели объектов и процессов металлургии; обоснованно выбирать теплотехническое оборудование для реализации металлургических процессов, рассчитывать тепловые балансы технологических процессов, показатели работы печей</p> <p>Имеет практический опыт: Владения методами анализа процессов теплогенерации тепла и их влияния на качество получаемых изделий, расчета показателей процессов получения металлургической продукции; навыками технико-экономического анализа металлургического производства, применения материалов и технологий</p>
1.О.21 Heat mass transfer in materials and processes	<p>Знает: Основы теории теплообмена, законы переноса, режимы движения жидкости и газа, элементы теории подобия, основы теплообмена излучением, механизм тепло- и массообмена, а также связь между этими процессами в зависимости от гидродинамической обстановки процесса</p> <p>Умеет: Использовать основные понятия, законы и модели процессов тепло-массопереноса; систематизировать тепловые и диффузионные процессы; протекающие в агрегатах; проводить теоретический анализ реальных процессов; владеть методами расчета процессов теплообмена при решении конкретных задач движения жидкости и газа, теплопроводности, переноса количества движения, тепла и вещества</p> <p>Имеет практический опыт: Владения навыками применения методов эксперимента и расчета теплоэнергетического оборудования при решении конкретных задач в области профессиональной деятельности</p>
1.О.19 Mechanics of fluids and gases	<p>Знает: Основные теоретические положения гидростатики и гидродинамики; методы изучения взаимодействия потоков жидкости и газа с твердыми поверхностями; методы физического моделирования</p>

	<p>гидрогазодинамических процессов; способы уменьшения сопротивления жидкости движению тел; область применения гидрогазодинамических знаний Умеет: Применять гидрогазодинамические знания для решения задач профессиональной деятельности; определять величину гидравлических потерь системы; определять гидростатические и гидродинамические силы, действующие на твердую поверхность Имеет практический опыт: Владения навыком определения основных параметров потока жидкости и газа; методами определения физико-механических свойств жидкости и газа</p>
1.О.20 Введение в направление подготовки	<p>Знает: Основные понятия и определения, используемые в рамках направления подготовки Умеет: Ориентироваться в технических областях профессиональной деятельности; ясно понимать на всех этапах обучения цели своей подготовки Имеет практический опыт: Владения основными понятиями и определениями, используемыми в рамках направления подготовки; пониманием необходимости системного решения технико-экологических проблем</p>
1.О.23 Физико-химия металлургических процессов	<p>Знает: Основные теоретические положения и законы химической термодинамики; физико-химические основы процессов образования и диссоциации оксидов, сульфидов, карбонатов; термодинамические характеристики металлических и оксидных расплавов; равновесные и неравновесные электрохимические процессы; основы химической кинетики, катализа и физико-химические основы реакций горения; физико-химические основы поверхностных явлений; особенности взаимодействия металлов со шлаками и газами; физико-химические основы процессов получения различных металлов и сплавов; физико-химические основы реакций окисления-восстановления, методы рафинирования металлов и другие процессы; физико-химические методы исследования свойств расплавов, Основные теоретические положения и законы химической термодинамики; физико-химические основы процессов образования и диссоциации оксидов, сульфидов, карбонатов; термодинамические характеристики металлических и оксидных расплавов; равновесные и неравновесные электрохимические процессы; основы химической кинетики, катализа и физико-химические основы реакций горения; физико-химические основы поверхностных явлений; особенности взаимодействия металлов со шлаками и газами; физико-химические основы процессов получения различных металлов и</p>

	<p>сплавов; физико-химические основы реакций окисления-восстановления, методы рафинирования металлов и другие процессы; физико-химические методы исследования свойств расплавов</p> <p>Умеет: Объяснять сущность реальных металлургических процессов с помощью основных теоретических положений и законов физической химии; выбирать исходное сырьё и способ производства конкретного металла и сплава; анализировать процессы, протекающие при производстве металлов и сплавов, и их влияние на получение качественной продукции, Объяснять сущность реальных металлургических процессов с помощью основных теоретических положений и законов физической химии; выбирать исходное сырьё и способ производства конкретного металла и сплава; анализировать процессы, протекающие при производстве металлов и сплавов, и их влияние на получение качественной продукции</p> <p>Имеет практический опыт: Владения навыками расчета основных термодинамических, кинетических и электрохимических параметров реакций, проходящих в металлическом расплаве; знаниями процессов, проходящих в расплавах металлов и сплавов; навыками проведения работ по легированию и модифицированию жидких металлов, Владения навыками расчета основных термодинамических, кинетических и электрохимических параметров реакций, проходящих в металлическом расплаве; знаниями процессов, проходящих в расплавах металлов и сплавов; навыками проведения работ по легированию и модифицированию жидких металлов</p>
--	---

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч., 56,5 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах
		Номер семестра
		5
Общая трудоёмкость дисциплины	108	108
<i>Аудиторные занятия:</i>	48	48
Лекции (Л)	32	32
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	0	0
Лабораторные работы (ЛР)	16	16
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	51,5	51,5

с применением дистанционных образовательных технологий	0	
Доменное производство: Устройство доменной печи. Движение шихтовых материалов и газов. Определение оптимальной рудной нагрузки и её регулирование и др.	10	10
Электросталеплавильное производство: Электродуговая плавка в интерактивной форме методом «электронных симуляций»	11,5	11.5
Повторение знаний полученных в ходе изучения предшествующих дисциплинах. Роль основных металлургических производств в современном мире.	10	10
Мартеновское производство: Мартеновская плавка в интерактивной форме методом «электронных симуляций»	10	10
Конверторное производство: Конверторная плавка в интерактивной форме методом «электронных симуляций»	10	10
Консультации и промежуточная аттестация	8,5	8,5
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	экзамен

5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Вводная лекция. Основные понятия. Роль основных металлургических производств в современном мире.	4	4	0	0
2	Производство железа, чугуна и стали	14	6	0	8
3	Доменное производство	14	6	0	8
4	Мартеновское производство	6	6	0	0
5	Конвертерное производство	6	6	0	0
6	Электросталеплавильное производство	4	4	0	0

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Вводная лекция. Основные понятия. Роль основных металлургических производств в современном мире. Содержание и задачи курса, его структура, объем, требования по курсу, основная и дополнительная литература, интернет-ресурсы, основные термины. Железоуглеродистые сплавы – основной конструкционный материал со-временности. Состояние сталеплавильного производства в России и в мире, его экологические проблемы. Структура современных металлургических комплексов - интегрированные и мини-заводы. Объемы производства стали по регионам и видам сталеплавильных переделов. Сравнение обобщенных технико-экономических показателей различных видов переделов. Ресурсо- и энергоем-кость различных сталеплавильных процессов, направления по их понижению.	4
2	2	Производство железа, чугуна и стали. Тема 1.1. Подготовка шихтовых материалов к доменной плавке. 1.1.1. Характеристика железных руд. Железорудные минералы и типы. Требования к качеству железных руд. Принципы металлургической и экономической оценки рудного сырья. Факторы определяющие рентабельность промышленной переработки руды данного ме-сторождения. Требования, предъявленные к железорудному сырью со стороны доменной плавки. 1.1.2. Комплексные руды. Основные	6

рудные минералы и типы комплексных руд. Требования черной металлургии к комплексным рудам. 1.1.3. Флюсы доменной плавки. Роль флюсов в доменной плавке. Типы флюсов: основные, кислые, глино-земистые. Требования к химическому составу флюсов. Заменители руд и флю-сов. Возможность замены руд и флюсов отходами различных производств. Характеристика отходов передельных металлургических и других производств: чугунный скрап, мартеновские, конвертерные, сварочные и другие шлаки, ока-лины, пиритные огарки, колошниковая пыль, шламы газоочисток и др.

1.1.4. Дробление и измельчение. Цель и характеристика процессов. Способы дробления и измельчения. Устройство и принцип работы дробилок для крупного, среднего и мелкого дробления. Мельницы для измельчения материалов. Устройство и принцип работы барабанных мельниц: шаровых, стержневых, самоизмельчения, рудога-лечных. 1.1.5. Грохочение и классификация. Цель и способы разделения сыпучих материалов по крупности. Устройст-ва и принцип работы грохотов и типы. Теоретические основы классификации. Устройство классификаторов и их типы. 1.1.6. Обогащение руд. Физические основы и показатели процесса обогащения. Методы обогаще-ния рудного сырья. Устройство аппаратов для обогащения руд. Обезвоживание концентратов мокрого обогащения. 1.1.7. Усреднение шихтовых материалов. Цель и показатели усреднения. Методы усреднения химического состава и физических свойств руд при добыче, на складах, в бункерах. Оборудование и организация усреднения шихтовых материалов в доменных цехах. 1.1.8. Топливо доменной плавки. Требования, предъявляемые к доменному топливу. Процесс производства кокса, устройство коксовых печей (батарей), технология коксохимического производства. Качество доменного кокса: технический анализ, физические и механические свойства. «Заменители» кокса в доменной плавке: природный газ, коксовый газ, мазут, пылеугольное топливо, их состав и характеристика. 1.1.9. Окускование мелких руд и концентратов. Общее представление об агломерационном процессе, его схема. Характе-ристика компонентов агломерационной шихты, подготовка ее к спеканию, смешивание и окомкование, загрузка на спекательные тележки. Зажигание ших-ты и ход процесса спекания, его показатели. Изменение температуры и других характеристик процесса во времени и по высоте спекаемого слоя. Физико-химические процессы при агломерации железных руд. Разложение гид-ратов и карбонатов. Обработка агломерационного спека, сходящего с аглома-шины. Схема производства окатышей: подготовка материалов, состав шихты, полуоче-ние сырых окатышей, обжиг окатышей – сушка, подогрев, обжиг, охлаждение. Схема газовых потоков обжиговой машины и тепловые зоны обжига. Физико-химические процессы при обжиге окатышей: реакции окисления магнетита и сульфидов, разложение карбонатов, реакции оксидов железа и оксидов пустой породы. Требования к качеству окускованного сырья: прочность в холодном со-стоянии, прочность при восстановлении, причина потери прочности при вос-становительно-тепловой обработке, восстановимость, температура начала и конца размягчения, интервал размягчения. Тема 2.1. Общие основы сталеплавильного производства 2.1.1. Сталь и альтернативные материалы. Сталеплавильные шлаки. Анализ и прогноз. Развитие и современное состояние способов производ-ства стали. Металлические расплавы. Особенности структуры и электронного строения расплавов железа. Оценка активностей компонентов в расплавах же-леза. Шлакообразование. Оценка активности компонентов шлака. Основность шлаков. Окисляющая способность шлаков. 2.1.2 . Основные реакции и процессы сталеплавильного производства Сродство элементов - примесей чугуна к кислороду. Относительные ско-рости окисления примесей. Закономерности поведения кислорода при выплавке стали. Влияние кислорода на свойства стали. Задачи и способы раскисления. Раствор

		<p>кремния и марганца в железе. Условия окисления и поведение кремния и марганца в сталеплавильных процессах. Влияние состава шлака и температуры. Влияние фосфора и серы на свойства стали. Температурный и шлаковый режим удаления фосфора и серы при выплавке стали. Кинетические особенности. Окисление углерода. Роль реакции в сталеплавильных процессах. Механизм и кинетика реакции окисления углерода. Закономерности поведения газов при выплавке стали. Влияние газов на свойства стали. Дегазация металла. Легирование стали. Задачи, тепловые и окислительно-восстановительные условия легирования различными элементами. Кинетика растворения ферросплавов. Неметаллические включения в стали. Классификация. Природа влияния на свойства стали. Пути и условия удаления из жидкой стали.</p>	
3	3	<p>Доменное производство. Производство чугуна и прямое получение железа. 1.2.1. Восстановительные процессы в доменной печи. Восстановление оксидов железа. Прямое и косвенное восстановление. Влияние соотношения степеней прямого и косвенного восстановления на расход кокса в доменной плавке. Восстановление оксидов железа водородом. Технологические мероприятия по увеличению степени развития косвенного восстановления железа. Восстановление в доменной печи марганца, кремния, фосфора и других элементов. Факторы, способствующие или затрудняющие восстановление этих элементов. 1.2.2. Десульфурация чугуна. Источники поступлений серы в доменную печь, ее поведение в различных зонах печи. Распределение серы между чугуном, шлаком и газом. Основная реакция перехода серы из чугуна в шлак. Факторы, способствующие протеканию этой реакции. Внедоменная десульфурация чугуна. 1.2.3. Испарение влаги шихты, разложение гидратов, гидратной влаги и карбонатов. 1.2.4. Образование чугуна и шлака. Общая схема формирования чугуна и шлака. Размягчение железорудных материалов при нагревании. Процесс науглероживания восстановительного железа. Первичный и конечный шлак. Влияние химического состава шлака на его температуру плавления и вязкость. Роль шлакового режима на ход доменной плавки и состав чугуна. 1.2.5. Горение топлива в доменной печи. Значение и особенности процесса горения топлива в доменной печи. Изменение состава газа по оси фурмы. Зона горения, ее структура. 1.2.6. Изменение качества и состава газа по высоте доменной печи. Влияние различных химических процессов на изменение количества и состава газа на различных горизонтах печи. Количество и состав колошниковога газа. 1.2.7. Теплообмен в доменной печи. Понятие о теплоемкостях потоков газа и материала в доменной печи, изменение их по высоте рабочего пространства печи. Изменение температуры газов и материалов по высоте печи. Определяющая роль нижней ступени теплообмена в установлении удельного расхода кокса в доменной плавке. Тепловой баланс доменной плавки. Влияние отдельных статей баланса на удельный расход кокса, направления снижения удельного расхода кокса. 1.2.8. Движение шихты и газа в доменной печи. Силы, действующие на столб доменной шихты. Условия ровного схода шихты. Особенности движения шихты в печи. Особенности движения газа в доменной печи. 1.2.9. Показатели работы доменных печей. Суточная производительность, суточный и удельный расход кокса, КИПО, интенсивность работы печи (ее выражение). Взаимосвязь этих показателей. 1.2.10. Устройство и оборудование доменных печей и цехов. Доменная печь. Профиль рабочего пространства. Фундамент. Огнеупорная футеровка. Охлаждение печи. Устройство леток и фурменных приборов. Засыпной и распределительный аппараты. Устройства для загрузки шихтовых материалов в печь: бункерная эстакада, оборудование для сортировки компонентов шихты их взвешивания и подачи на колошник. 1.2.11. Прямое получение железа. Социально-экономические предпосылки развития бескоксовой металлургии: проблема кокса, проблема скрапа и</p>	6

		<p>качества металла, проблема малой металлургии, проблема капитальных затрат и их окупаемости. Развитие и современный уровень методов бескоксовой металлургии в мире и в нашей стране. Классификация и характеристика способов прямого получения железа: по видам железорудного сырья для металлизации, по видам топлива - восстановителя, по типам аппаратов для осуществления металлизации, по назначению продуктов металлизации. Применение методов бескоксовой металлургии для переработки комплексных руд. Эффективность применения металлургических железорудных материалов в доменной плавке. Методы получения жидкого металла из руд.</p>	
4	4	<p>Мартеновское производство стали 2.3.1. Конструкция и работа мартеновской печи Мартеновский процесс. Схема устройства и работа современной мартеновской печи. Элементы тепловой работы. Сущность, особенности, принципиальная схема и разновидности мартеновского процесса. Огнеупорные материалы. Основной мартеновский процесс и его разновидности. Основной мартеновский процесс. Устройство рабочего пространства основной мартеновской печи. Устройство и служба пода. Кислый мартеновский процесс. Двухванные печи. 2.3.2. Плавка в мартеновской печи. Шихтовые материалы и технология. Особенности нагрева металла и поведения примесей. Интенсификация мартеновской плавки кислородом. Теоретические основы и варианты технологической реализации. Изменение состава металла, шлака и температуры металла по ходу плавки. Материальный и тепловой баланс мартеновской плавки. Периоды плавки. 2.3.3. Внепечная обработка стали и разливка. Особенности современной технологии повышения качества стали. Задачи и способы внепечной обработки стали. Классификация методов внепечной обработки. Раскисление стали в ковше. Способы раскисления. Раскисление проволочкой. Угар элементов. Легирование стали в ковше. Физико-химические и теплотехнические особенности легирования. Особенности использования высокоактивных элементов. Способы перемешивания жидкого металла, усреднение его температуры и состава. Продувка металла инертными газами, гидродинамика ванны, технология продувки и оборудование. Индукционное и пульсационное перемешивание. Теоретические и технологические возможности рафинирования и дегазации металла при продувке расплава инертными газами. Обработка стали шлаками и порошкообразными материалами. Гидродинамика ванны при вдувании порошков. Подготовка порошков и способы их введения в металл. Глубокое раскисление, десульфурация и дефосфорация стали при продувке металла порошкообразными реагентами. Проблемы восстановительной дефосфорации. Обработка жидкой стали в вакууме. Удаление кислорода, водорода и азота. Удаление неметаллических включений. Изменение температуры в ходе внепечной обработки. Технологические варианты и оборудование для вакуумирования жидкого металла (обработка в ковше, в струе, в потоке, процессы RH, DH, VOD, VODC, VOD-PB). Технология и агрегаты комплексной обработки стали (печь-ковш, АКOC, LF, VAD и др.). Глубокое обезуглероживание сталей и высоколегированных расплавов во внепечных агрегатах (АКР, ВКР, CLU и др.). Теоретические и технологические особенности. Промежуточный ковш - финишный агрегат внепечной обработки стали. Повышение качества металла и технико-экономических показателей производства за счет внепечной обработки. Использование отработанных шлаков и шламов. Способы предотвращения загрязнения металла. Разливка стали. Способы разливки, оборудование. Качество слитка. Теоретические и технологические принципы высокоэффективной комплексной подготовки стали к разливке и кристаллизации с целью повышения эксплуатационных характеристик готовой металлопродукции. Теоретические основы кристаллизации слитка.</p>	6

		<p>Образование и рост кристаллов. Термическое и концен-трационное переохлаждение. Типы структур. Дендритная структура. Связь про-цессов кристаллизации с условиями теплообмена. Ликвация и сегрегация при-месей. Модели сегрегации. Усадочные явления. Классификация сталей по сте-пени окисленности. Механизм затвердевания разового слитка. Теплообмен в системе “слиток-изложница”. Особенности строения слитков кипящей, спокой-ной и полуспокойной стали. Особенности кристаллизации легированных и вы-соколегированных сталей и сплавов. Дефекты слитков этих сталей и сплавов. Разливка высоколегированных сталей и сплавов в изложницы. Способы разлив-ки. Управление температурой и скоростью разливки. Методы улучшения по-верхности слитка и снижения головной обрезки. Сущность непрерывной разлив-ки стали (НРС). Схема процесса. Основное оборудование установок НРС (УНРС). Классификация УНРС. Компановка УНРС. Принципы работы отдель-ных узлов. Промежуточный ковш. Устройство кристаллизаторов и их тепловая работа. Зона вторичного охлаждения (размер и геометрия технологической оси, базовый радиус, точки разгиба, тепловая работа зоны). Технология непрерыв-ной разливки. Температурный режим. Скорость вытяжки слитка. Защита от вторичного окисления. Шлаковые смеси. Особенности затвердевания непре-рывного слитка. Основные дефекты слитков (заготовок) различных типов ста-лей. Пути борьбы с ними. Комплексная технология выплавки, внепечной обра-ботки и разливки автоматной, трубной, электротехнической, шарикоподшипни-ковой и коррозионной сталей. Направления развития непрерывной разливки стали в области конструкций установок и технологии разливки. Устройство и планировочные решения сталеплавильных цехов.</p>	
5	5	<p>Конвертерное производство стали 2.2.1. Разновидности конвертерных процессов. Сущность кислородно-конвертерного способа производства стали. Обо-рудование и технологические особенности конвертерных процессов с воздуш-ным дутьем. Конструкции конвертеров и фурм. Футеровка и огнеупоры. Кисло-родно-конвертерные процессы с верхней подачей дутья. Устройство конвертера и фурмы. Тепловые условия процесса. Шихтовые материалы и технологическая схема кислородно-конвертерного процесса по типу LD. Режим дутья, динамика и особенности окисления примесей при верхней кислородной продувке. Охлаждение и очистка конвертерных газов. Кислородно-конвертерные процессы с донным дутьем. Сущность и тех-нологические особенности. Варианты. Кислородно-конвертерные процессы с комбинированным дутьем. Сущ-ность, технологические особенности, варианты. 2.2.2. Плавка в кислородном конвертере Особенности конвертерного передела природно-легированных чугунов. Шихтовые материалы и их подготовка. Способы предварительной десульфура-ции, десиликонизации и дефосфорации чугуна. Альтернативные шихтовые ма-териалы. Флюсы. Особенности взаимодействия кислородной струи с металли-ческой ванной. Варианты кислородно-конвертерного процесса. Термодинамика и кинетика окисления железа и его примесей (углерода, марганца, кремния, фосфора, серы). Поведение примесей по ходу процесса. Получение сталей с ультранизким содержанием углерода. Тепловой и материальный баланс процес-са. Способы охлаждения ванны и повышения доли лома в шихте. Контроль и управление процессом. Поведение водорода и азота по ходу плавки. Способы снижения их содержания. Передел фосфористых, ванадиевых, высоко- и низко-марганцовистых чугунов. АОД-процесс. Кислород в металле и шлаке. Факторы, определяющие его содержание. Минимизация окисленности стали в конце про-дувки. Раскисление металла. Очистка и утилизация отходящих газов. Рецирку-ляция и утилизация побочных продуктов плавки. Проблемы и пути развития конвертерной плавки.</p>	6
6	6	<p>Электрометаллургия стали и ферросплавов. 2.4.1. Устройство и общие</p>	4

		<p>характеристики выплавки стали в электрических печах. Основные вехи развития электрометаллургии в России. Классификация электропечей, принцип их работы. Дуговые, индукционные, печи сопротивления. Электроннолучевая плавка. Электрическая дуга. Условия ее горения, физические процессы в дуге. Вольтамперные характеристики дуги переменного и постоянного тока. Стабилизация горения дуги. Теплообмен в рабочем пространстве ДСП, его характеристика. Формула Кэплера. Вывод формулы для определения оптимальной мощности печного трансформатора (Ртр-ра) с учетом максимальной тепловой напряженности стен и свода. Футеровка ДСП. Огне-упорные материалы, их физико-химические свойства. Конструкция отдельных элементов кладки. Пути повышения стойкости. Механическое оборудование ДСП. Механизмы, узлы, системы, их устройство и работа. Электрооборудование ДСП. Питание печи. Схема силовой цепи. Устройство и работа отдельных агрегатов электрооборудования (трансформатор, дроссель, коммутационная аппаратура: главный выключатель масляный, воздушный). Короткая сеть и пути ее совершенствования. Регулирование электрической мощности. Электроды. Электромагнитное перемешивание металла. Элементы схемы силовой цепи и расчет оптимального электрического режима ДСП 4.2.2. Технология производства электростали. Способы выплавки, их характеристика. Шихтовые материалы. Выплавка электростали на «свежей» шихте с окислением. Совмещенный процесс. Характеристики периодов плавки. Особенности окисления марганца, кремния, фосфора в ДСП. Особенности окисления углерода и дегазация стали в ДСП. Обезуглероживание высокохромистых расплавов. Окончательное раскисление. Внепечная обработка жидкой стали. Переплавление легированных отходов с частичным окислением газообразным кислородом. Его преимущества и недостатки. Переплавление легированных отходов без окисления («чистый» переplав). Технико-экономические показатели. Особенности технологии выплавки нержавеющей стали монопроцессом (типа 10X18H10T и т.д.). Особенности выплавки особонизкоуглеродистой нержавеющей стали дуплекс-процессом (00X18H10). Особенности технологии получения конструкционных шарикоподшипниковых, инструментальных, электротехнических и сталей со специальными физико-химическими свойствами. Особенности технологии выплавки электростали в большегрузных сверхмощных печах. Одношлаковый процесс. Современные методы интенсификации электроплавки стали. Особенности обессеривания стали в дуговой печи. Производство ферросплавов. Теоретические основы. Способы получения их по печам, восстановителям и др. признакам. Сплавы кремния, материалы, реакции, технология, технико-экономические показатели. Сплавы марганца, сортамент, шихтовые материалы, реакции, технико-экономические показатели. Сплавы хрома, шихтовые материалы. Технология. Сплавы вольфрама. Сплавы титана. Сплавы молибдена. Влияние ферросплавов на качество конструкционных материалов на основе железа. Перспективы развития.</p>	
--	--	--	--

5.2. Практические занятия, семинары

Не предусмотрены

5.3. Лабораторные работы

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание лабораторной работы	Кол-во часов
1	2	Классификация железных руд. Содержание работы: Определение вида руды	4

		по ха-рактерным особенностям, внешнему виду, количеству пустой породы. Изучение процессов дробления, измельчения, классификации и обогащения.	
2	2	Классификация железных руд. Содержание работы: Определение вида руды по ха-рактерным особенностям, внешнему виду, количеству пустой породы. Изучение процессов дробления, измельчения, классификации и обогащения.	4
3	3	Процесс окускования железных руд и агломерации. Содержание работы: Изучение процессов окускования тонкоизмельчённых железных руд, окатывания. Материальный баланс производства агломерата и металлизированных окатышей.	4
4	3	Процесс окускования железных руд и агломерации. Содержание работы: Изучение процессов окускования тонкоизмельчённых железных руд, окатывания. Материальный баланс производства агломерата и металлизированных окатышей.	4

5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС			
Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс	Семестр	Кол-во часов
Доменное производство: Устройство доменной печи. Движение шихтовых материалов и газов. Определение оптимальной рудной нагрузки и её регулирование и др.	Кудрин, В. А. Теория и технология производства стали [Текст] : учеб. для вузов по специальности "Металлургия черн. металлов" направления подгот. дипломир. специалистов "Металлургия" / В. А. Кудрин. - М. : Мир : АСТ, 2003. - 527 с. : портр., ил.	5	10
Электросталеплавильное производство: Электродуговая плавка в интерактивной форме методом «электронных симуляций»	Кудрин, В. А. Теория и технология производства стали [Текст] : учеб. для вузов по специальности "Металлургия черн. металлов" направления подгот. дипломир. специалистов "Металлургия" / В. А. Кудрин. - М. : Мир : АСТ, 2003. - 527 с. : портр., ил.	5	11,5
Повторение знаний полученных в ходе изучения предшествующих дисциплинах. Роль основных металлургических производств в современном мире.	Кудрин, В. А. Теория и технология производства стали [Текст] : учеб. для вузов по специальности "Металлургия черн. металлов" направления подгот. дипломир. специалистов "Металлургия" / В. А. Кудрин. - М. : Мир : АСТ, 2003. - 527 с. : портр., ил.	5	10
Мартеновское производство: Мартеновская плавка в интерактивной форме методом «электронных симуляций»	Кудрин, В. А. Теория и технология производства стали [Текст] : учеб. для вузов по специальности "Металлургия черн. металлов" направления подгот. дипломир. специалистов "Металлургия" / В. А. Кудрин. - М. : Мир : АСТ, 2003. - 527 с. : портр., ил.	5	10
Конверторное производство: Конверторная плавка в интерактивной форме методом «электронных симуляций»	Кудрин, В. А. Теория и технология производства стали [Текст] : учеб. для вузов по специальности "Металлургия черн. металлов" направления подгот. дипломир. специалистов "Металлургия" / В. А. Кудрин. - М. : Мир : АСТ, 2003. -	5	10

6. Текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

№ КМ	Се-мestr	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учитывается в ПА
1	5	Промежуточная аттестация	Лабораторная работа 1	-	100	Зачтено: Более 80 % правильных ответов Не зачтено: Менее 80 % правильных ответов	экзамен
2	5	Промежуточная аттестация	Лабораторная работа 2	-	100	Зачтено: Более 80 % правильных ответов Не зачтено: Менее 80 % правильных ответов	экзамен
3	5	Промежуточная аттестация	Семестровая контрольная работа	-	100	60-79 баллов - удовлетворительно 80-89 баллов - хорошо 90 и более баллов - отлично	экзамен

6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Не предусмотрены

6.3. Оценочные материалы

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ		
		1	2	3
ПК-2	Знает: Природу химических реакций, используемых в металлургических производствах; теоретические основы технологий аглодоменного производства; сущность способов выпечки стали; теоретические основы кристаллизации и затвердевания стали; принципы основных технологических процессов производства и обработки черных металлов, устройства и оборудование для их осуществления; историю, современное состояние и перспективы развития производства черных металлов	+		+
ПК-2	Умеет: Анализировать условия протекания процессов получения и обработки черных металлов; анализировать химические реакции, используемые в металлургических производствах; решать типовые задачи по основным разделам курса; использовать справочную литературу для выполнения расчетов	+		+
ПК-2	Имеет практический опыт: Методами анализа технологических процессов и их влияния на качество получаемых изделий; методами расчета показателей процессов получения и обработки черных металлов; навыками поиска, обработки и анализа литературных источников и информации для ее применения в практических ситуациях; навыками поиска и анализа информации об основных технологиях производства черных металлов и конструкциях современных агрегатов	+		+
ПК-4	Знает: Структуру черных металлов; физико-химические свойства шихтовых материалов и топлива, поступающих в плавильные агрегаты; физико-	+	+	

	химические процессы, лежащие в основе процесса выплавки черных металлов; теплотехнические основы металлургических процессов; назначение и свойства огнеупорных материалов; устройство плавильных агрегатов и их технические характеристики; состав и свойства заправочных материалов; основные ТЭП производства чугуна, стали и ферросплавов; взаимосвязь режима технологических процессов и качества продуктов плавки		
ПК-4	Умеет: Подбирать и рассчитывать состав шихтовых материалов; осуществлять операции по подготовке шихтовых материалов к плавке; анализировать качество сырья и готовой продукции; рассчитывать тепловой и материальный баланс выплавки черных металлов; выполнять производственные и технологические расчеты; работать с технологической, конструкторской, организационно-распорядительной документацией, справочниками и другими информационными источниками; находить необходимую информацию, пользоваться основными службами глобальных сетей		++
ПК-4	Имеет практический опыт: Управления параметрами технологического процесса производства черных металлов, в том числе с использованием средств автоматизации; эксплуатации технологического оборудования, используемого в производстве черных металлов		++

Фонды оценочных средств по каждому контрольному мероприятию находятся в приложениях.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

1. Кудрин, В. А. Внепечная обработка чугуна и стали [Текст] / В. А. Кудрин. - М. : Металлургия, 1992. - 336 с.

б) дополнительная литература:

1. Еднерал, Ф. П. Электрометаллургия стали и ферросплавов [Текст] : учеб. пособие для вузов по металлург. специальностям / Ф. П. Еднерал ; под науч. ред. Б. В. Линчевского, О. С. Бобковой. - М. : Металлургия, 1977. - 487 с.

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

1. Металлоснабжение и сбыт: специализир. журн./ ИИС «Металлоснабжение и сбыт». – М., 2002. - <http://www.metalinfo.ru/ru/contacts/>
2. Металлы / Рос. акад. наук, Учреждение Рос. акад. наук Ин-т металлургии и материаловед. им. А. А. Байкова РАН. - М.: Наука, 1993 -
3. Известия высших учебных заведений. Черная металлургия : науч.-техн. журн. Сиб. гос. индустр.ун-т, Гос. технол. ун-т "Моск. ин-т стали и сплавов" (МИСиС). - М.,1993-
4. Материаловедение: науч.-техн. журн./ ООО "Наука и технологии". - М., 2000-
5. Металловедение и термическая обработка металлов: науч.-техн. и произв. журн./ Ред. журн. - М., Машиностроение, 1994 -
6. Новости черной металлургии за рубежом : ежекв. журн. / Центр. науч.-исслед. ин-т информ. и техн.-экон. исслед. черной металлургии. - М., 2005-
7. Бюллетень научно-технической и экономической информации. Черная металлургия/ ОАО «Черметинформация» . - М., 2006-

8. Metallurg: науч.-техн. и произв. журн. / Центр. Совет Горно-метал. профсоюза России, Профцентр "Союзметалл", Ассоц. промышленников горно-метал. компл. России (АМРОС), Ассоц. доменщиков (АССОД). - М., Metallurgiya ,1993-
9. Национальная металлургия / Ред. журн. - М., 2003-1-е полугодие 2009.
10. Производство проката: произв. и науч.-техн. журн./ Междунар. союз прокатчиков. - М. , 2000-2010.
11. Черные металлы : журн. по актуальным проблемам металлургии, машиностроения и приборостроения зарубеж. стран : пер. с нем., Изд-во "Металлургия", ред. журн. - М.,Металлургия ,2003-2008.
12. Сталь : ежемес. междунар. науч.-техн. и произв. журн. / Междунар. союз металлургов, Ком. Рос. Федерации по металлургии. - М. ,Металлургия ,1946-
13. Электрометаллургия : науч.-техн. журн. / Департамент экономики металлург. комплекса М-ва экономики Рос. Федерации.-М. , 1999-
14. Metallurg: науч.-техн. и произв. журн. / ЗАО «Металлургиздат».- М.: Metallurgiya ,1993-

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Михайлов, В. Б. Мартеновское производство: учеб. пособие/ В. Б. Михайлов, И. В. Чуманов; Юж.-Урал. гос. ун-т, Златоуст. фил., Каф. Общ. металлургия; ЮУр-ГУ.-Челябинск: Издательство ЮУрГУ,2006.-72 с.
2. Д. А. Пятыгин, Е. А. Трофимов Разливка и кристаллизация стали: учеб. пособие; Юж.-Урал. гос. ун-т, Златоуст. фил., Каф. Общ. металлургия.- Челябинск: Издат. центр ЮУрГУ,2010.-49 с.:ил.

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

Электронная учебно-методическая документация

Нет

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Windows(бессрочно)
2. Microsoft-Office(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1. -База данных ВИНТИ РАН(бессрочно)
2. -Информационные ресурсы ФИПС(бессрочно)

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Лекции	310	ПК, проектор

