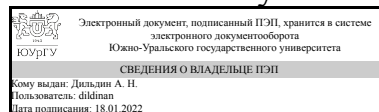


ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Директор филиала
Филиал г. Златоуст



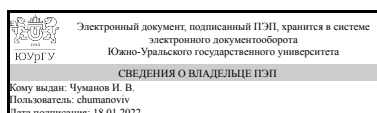
А. Н. Дильдин

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**

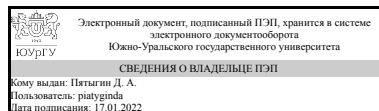
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 22.03.02 **Металлургия**, утверждённым приказом Минобрнауки от 02.06.2020 № 702

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



И. В. Чуманов

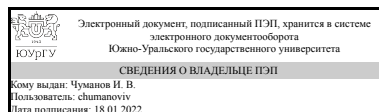
Разработчик программы,
к.техн.н., доц., доцент



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
ОПК-4 Способен проводить измерения и наблюдения в сфере профессиональной деятельности, обрабатывать и представлять экспериментальные данные	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 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 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
ОПК-8 Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	<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.15 Соппротивление материалов, 1.О.18 Метрология, стандартизация и сертификация, 1.О.12 Информатика и программирование, 1.О.21 Тепломассообмен в материалах и процессах, Учебная практика, ознакомительная практика (2 семестр), Учебная практика, научно-исследовательская	1.О.31 Методы анализа и обработки экспериментальных данных, 1.О.33 Основы процессов непрерывной разливки металлов и сплавов, 1.О.32 Методы контроля и анализа материалов

работа (получение навыков научно-исследовательской работы) (4 семестр)	
--	--

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

Дисциплина	Требования
1.О.21 Тепломассообмен в материалах и процессах	<p>Знает: Математические модели процессов теплообмена (дифференциальные уравнения теплопроводности, интегральные уравнения радиационного теплообмена, уравнение теплопередачи, уравнение теплового баланса); принципы расчета теплообменных аппаратов, Теплофизические характеристики рабочих сред; основные законы переноса теплоты теплопроводностью, конвекцией и излучением; основы теории тепломассообмена, 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: Математически формулировать задачи теплопроводности для тел правильной формы; владеть методами расчета процессов тепломассообмена при решении конкретных задач движения жидкости и газа, теплопроводности, переноса количества движения, тепла и вещества, Правильно выбирать и определять коэффициенты теплообмена; применять различные методы решения задач теплообмена; использовать основные понятия, законы и модели процессов тепло-массопереноса; систематизировать тепловые и диффузионные процессы; протекающие в агрегатах; проводить теоретический анализ реальных процессов</p> <p>Имеет практический опыт: Владения различными методами решения задач стационарной и нестационарной теплопроводности для тел правильной формы; навыками применения методов эксперимента и расчета теплоэнергетического оборудования , Владения навыками расчета теплообменных аппаратов при решении конкретных задач в области профессиональной деятельности</p>
1.О.15 Сопротивление материалов	<p>Знает: Теоретические положения, лежащие в основе расчетов на прочность, жёсткость и устойчивость элементов конструкций; виды простого и сложного сопротивления элементов конструкций; существующие методы стандартных испытаний для определения механических свойств материалов; сущность процессов и явлений, возникающих при</p>

	<p>деформировании материалов; классические теории прочности и критерии пластичности материалов Умеет: Проводить расчеты на прочность, жёсткость и устойчивость элементов конструкций; подбирать и использовать справочную литературу, необходимую для проведения инженерных расчетов; выбирать и применять соответствующие теории прочности при проектировании и расчете элементов конструкций; проводить расчеты элементов конструкций при простых и сложных видах сопротивления, а также в условиях циклического и динамического характера нагружения изделий Имеет практический опыт: Владения навыками проведения инженерных расчетов на прочность и жесткость элементов конструкций, работающих на растяжение и сжатие, сдвиг, кручение, изгиб; навыками расчета элементов конструкций при простых и сложных видах сопротивления, в том числе, находящихся в условиях циклического или динамического характера нагружения элементов конструкций; навыками определения основных характеристик прочности, пластичности и упругости материалов</p>
1.О.12 Информатика и программирование	<p>Знает: Основные методы, способы и средства получения, хранения и переработки информации с помощью компьютеров и компьютерных средств, Основы информационных технологий, пакеты прикладных программ для решения задач в области профессиональной деятельности Умеет: Использовать основные технологии передачи информации в среде локальных сетей, сети Internet; использовать элементарные навыки алгоритмизации и программирования на одном из языков высокого уровня как средство программного моделирования изучаемых объектов и процессов, Применять программное обеспечение и компьютеризированные методы обработки оцифрованных объектов для расчетов и анализа объектов и процессов Имеет практический опыт: Наиболее распространенными офисными и математическими пакетами, Решения задач в области профессиональной деятельности с использованием информационных технологий и прикладных программных средств</p>
1.О.18 Метрология, стандартизация и сертификация	<p>Знает: Основные нормативы, необходимые для профессиональной деятельности, Основы проведения измерений и наблюдений; требования стандартов к измерениям и наблюдениям Умеет: Анализировать, составлять и применять техническую документацию, Проводить измерения и наблюдения с учетом требований стандартов Имеет практический опыт: Решения задач профессиональной деятельности с учетом требований действующих</p>

	нормативов, Владения навыками обработки и представления экспериментальных данных
Учебная практика, научно-исследовательская работа (получение навыков научно-исследовательской работы) (4 семестр)	<p>Знает: Методы анализа и обработки результатов экспериментов и наблюдений; правила оформления документации, Основы информационных технологий; пакеты прикладных программ для решения задачи в области профессиональной деятельности, Классификацию дефектов и брака металлургической продукции по видам и природе появления; возможные причины возникновения дефектов и брака, способы их устранения</p> <p>Умеет: Анализировать полученные результаты методами статистической обработки; представлять результаты, делать выводы, составлять и оформлять отчеты, Применять программное обеспечение и компьютеризированные методы обработки оцифрованных объектов для расчетов и анализа объектов и процессов металлургического производства и металлообработки, Разрабатывать рекомендации по устранению дефектов и брака</p> <p>Имеет практический опыт: Анализа и обработки результатов измерений и испытаний; оформления документации в соответствии с требованиями ГОСТ, Решения профессиональных задач в области металлургии и металлообработки с использованием информационных технологий и прикладные программные средства, Распознавания дефектов и брака в металлургической продукции и продукции металлообработки по виду и структуре</p>
Учебная практика, ознакомительная практика (2 семестр)	<p>Знает: Методы анализа и обработки результатов экспериментов и наблюдений; правила оформления документации; классификацию дефектов и брака металлургической продукции по видам и природе появления; возможные причины возникновения дефектов и брака, способы их устранения; основы информационных технологий; пакеты прикладных программ для решения задачи в области профессиональной деятельности, Особенности принятия и реализации организационных, в том числе управленческих решений; теоретико методологические основы саморазвития, самореализации, использования творческого потенциала собственной деятельности; основные научные школы психологии и управления; деятельностный подход в исследовании личностного развития; технологию и методику самооценки; , уровни анализа психических явлений</p> <p>Умеет: Анализировать полученные результаты методами статистической обработки; представлять результаты, делать выводы, составлять и</p>

	<p>оформлять отчеты; разрабатывать рекомендации по устранению дефектов и брака; применять программное обеспечение и компьютеризированные методы обработки оцифрованных объектов для расчетов и анализа объектов и процессов металлургического производства и металлообработки, Определять приоритеты профессиональной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки; разрабатывать, контролировать, оценивать и исследовать компоненты профессиональной деятельности; планировать самостоятельную деятельность в решении профессиональных задач Имеет практический опыт: Анализа и обработки результатов измерений и испытаний; оформления документации в соответствии с требованиями ГОСТ; распознавания дефектов и брака в металлургической продукции и продукции металлообработки по виду и структуре; решения профессиональных задач в области металлургии и металлообработки с использованием информационных технологий и прикладные программные средства, Навыками определения эффективного направления действий в области профессиональной деятельности; способами принятия решений на уровне собственной профессиональной деятельности; навыками планирования собственной профессиональной деятельности</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	
Повторение знаний полученных в ходе изучения предшествующих дисциплинах. Роль основных металлургических производств в современном мире.	10	10
Конверторное производство: Конверторная плавка в	10	10

интерактивной форме методом «электронных симуляций»		
Электросталеплавильное производство: Электродуговая плавка в интерактивной форме методом «электронных симуляций»	11,5	11.5
Доменное производство: Устройство доменной печи. Движение шихтовых материалов и газов. Определение оптимальной рудной нагрузки и её регулирование и др.	10	10
Мартеновское производство: Мартеновская 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 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. Ха-	6

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. Устройство 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 обогащения 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. Характеристика компонентов агломерационной шихты, подготовка ее к спеканию, смешивание и окомкование, загрузка на спекательные тележки. Зажигание шихты 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 гидратов и карбонатов. Обработка агломерационного спека, сходящего с аглома-шины. Схема производства окатышей: подготовка материалов, состав шихты, получение 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 состоянии, прочность при восстановлении, причина потери прочности при восстановительно-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 производства стали. Металлические расплавы. Особенности структуры и электронного строения расплавов железа. Оценка активностей компонентов в расплавах железа. 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 скорости окисления примесей. Закономерности поведения кислорода при выплавке стали. Влияние кислорода на свойства стали. Задачи и способы раскисления. Раствор 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

		<p>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.</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>1.2.3. Испарение влаги шихты, разложение гидратов, гидратной влаги и карбонатов.</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>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 колошникового газа.</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>1.2.9. Показатели работы доменных печей. Суточная производительность, суточный и удельный расход кокса, КИПО, интенсивность работы печи (ее выражение). Взаимосвязь этих показателей.</p> <p>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. Запыльный и распределительный аппараты. Устройства для загрузки шихтовых материалов в печь: бункерная эстакада, оборудование для сортировки компонентов шихты их взвешивания и подачи на колошник.</p> <p>1.2.11. Прямое получение железа. Социально-экономические предпосылки развития бескоксовой металлургии: проблема кокса, проблема скрапа и 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,</p>	6

		по типам аппаратов для осуществления металлзации, по назначению продуктов металлзации. Применение методов бескоксовой металлургии для пере-работки комплексных руд. Эффективность применения металлзованных желе-зородных материалов в доменной плавке. Методы получения жидкого металла из руд.	
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, принципи-альная схема и разновидности мартеновского процесса. Огнеупорные материа-лы. Основной мартеновский процесс и его разновидности. Основной мартенов-ский 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 по-ведения примесей. Интенсификация мартеновской плавки кислородом. Теоре-тические основы и варианты технологической реализации. Изменение состава металла, шлака и температуры металла по ходу плавки. Материальный и тепло-вой 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 об-работки. Раскисление стали в ковше. Способы раскисления. Раскисление про-волокой. Угар элементов. Легирование стали в ковше. Физико-химические и те-плотехнические особенности легирования. Особенности использования высоко-активных элементов. Способы перемешивания жидкого металла, усреднение его температуры и состава. Продувка металла инертными газами, гидродинами-ка ванны, технология продувки и оборудование. Индукционное и пульсацион-ное перемешивание. Теоретические и технологические возможности рафиниро-вания и дегазации металла при продувке расплава инертными газами. Обработ-ка стали шлаками и порошкообразными материалами. Гидродинамика ванны при вдувании порошков. Подготовка порошков и способы их введения в ме-талл. Глубокое раскисление, десульфурация и дефосфорация стали при продув-ке металла порошкообразными реагентами. Проблемы восстановительной де-фосфорации. Обработка жидкой стали в вакууме. Удаление кислорода, водоро-да и азота. Удаление неметаллических включений. Изменение температуры в ходе внепечной обработки. Технологические варианты и оборудование для ва-куумирования жидкого металла (обработка в ковше, в струе, в потоке, процессы RH, DH, VOD, VODC, VOD-PB). Технология и агрегаты комплексной обработ-ки стали (печь-ковш, АКOC, LF, VAD и др.). Глубокое обезуглероживание ста-лей 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 обработ-ки. Использование отработанных шлаков и шламов. Способы предотвращения загрязнения металла. Разливка стали. Способы разливки, оборудование. Качество слитка. Тео-ретические и технологические принципы высокоэффективной комплексной подготовки стали к разливке и кристаллизации с целью повышения эксплуата-ционных характеристик готовой металлопродукции. Теоретические основы кристаллизации слитка. 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</p>	6

		<p>системе “слиток-изложница”. Особенности строения слитков кипящей, спокойной 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 разливки. Управление температурой и скоростью разливки. Методы улучшения поверхности слитка и снижения головной обрезки. Сущность непрерывной разливки стали (НРС). Схема процесса. Основное оборудование установок НРС (УНРС). Классификация УНРС. Компановка УНРС. Принципы работы отдельных 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 непрерывной разливки. Температурный режим. Скорость вытяжки слитка. Защита от вторичного окисления. Шлаковые смеси. Особенности затвердевания непрерывного слитка. Основные дефекты слитков (заготовок) различных типов сталей. Пути борьбы с ними. Комплексная технология выплавки, внепечной обработки и разливки автоматной, трубной, электротехнической, шарикоподшипниковой и коррозионноустойчивой 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. Оборудование и технологические особенности конвертерных процессов с воздушным дутьем. Конструкции конвертеров и фурм. Футеровка и огнеупоры. Кислородно-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 технологические особенности. Варианты. Кислородно-конвертерные процессы с комбинированным дутьем. Сущность, технологические особенности, варианты. 2.2.2. Плавка в кислородном конвертере Особенности конвертерного передела природно-легированных чугунов. Шихтовые материалы и их подготовка. Способы предварительной десульфурации, десиликонизации и дефосфорации чугуна. Альтернативные шихтовые материалы. Флюсы. Особенности взаимодействия кислородной струи с металлургической 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 процесса. 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 продувки. Раскисление металла. Очистка и утилизация отходящих газов. Рециркуляция 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 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</p>	4

		<p>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. Переплав легированных отходов с частичным окислением газообразным кислородом. Его преимущества и недостатки. Переплав легированных отходов без окисления («чистый» переплав). 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 по характерным особенностям, внешнему виду, количеству пустой породы. Изучение процессов дробления, измельчения, классификации и обогащения.	4
2	2	Классификация железных руд. Содержание работы: Определение вида руды по характерным особенностям, внешнему виду, количеству пустой породы. Изучение процессов дробления, измельчения, классификации и обогащения.	4

3	3	Процесс окучивания железных руд и агломерации. Содержание работы: Изучение процессов окучивания тонкоизмельчённых железных руд, окатывания. Материальный баланс производства агломерата и металлизированных окатышей.	4
4	3	Процесс окучивания железных руд и агломерации. Содержание работы: Изучение процессов окучивания 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
Повторение знаний полученных в ходе изучения предшествующих дисциплин. 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
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. - 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
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
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

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	Учи-тыва-ется в ПА
1	5	Проме-жуточная аттестация	Лабораторная работа 1	-	100	Зачтено: Более 80 % правильных ответов Не зачтено: Менее 80 % правильных ответов	экзамен
2	5	Проме-жуточная аттестация	Лабораторная работа 2	-	100	Зачтено: Более 80 % правильных ответов Не зачтено: Менее 80 % правильных ответов	экзамен
3	5	Проме-жуточная 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
ОПК-4	Знает: Природу химических реакций, используемых в металлургических производствах; теоретические основы технологий аглодоменного 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	+		+
ОПК-4	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	+		+
ОПК-4	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	+		+
ОПК-8	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		
ОПК-8	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		++
ОПК-8	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. : Metallurgia, 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. : Metallurgia, 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.metallinfo.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. Металлург: науч.-техн. и произв. журн. / Центр. Совет Горно-метал. профсоюза России, Профцентр "Союзметалл", Ассоц. промышленников горно-метал. компл. России (АМРОС), Ассоц. доменщиков (АССОД). - М., Metallurgia, 1993-

9. Национальная металлургия / Ред. журн. - М., 2003-1-е полугодие 2009.
10. Производство проката: произв. и науч.-техн. журн./ Международ. 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. Металлург: науч.-техн. и произв. журн. / ЗАО «Металлургиздат».- М.: Металлургия ,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 (2)	ПК, проектор