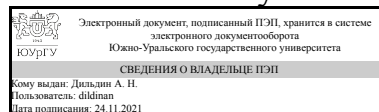


УТВЕРЖДАЮ:
Директор филиала
Филиал г. Златоуст



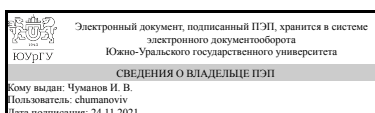
А. Н. Дильдин

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.П1.11.01 Электрометаллургия стали
для направления 22.03.02 Metallургия
уровень Бакалавриат
профиль подготовки Электрометаллургия стали
форма обучения очная
кафедра-разработчик Техника и технологии производства материалов

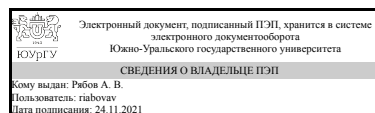
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 22.03.02 Metallургия, утверждённым приказом Минобрнауки от 02.06.2020 № 702

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



И. В. Чуманов

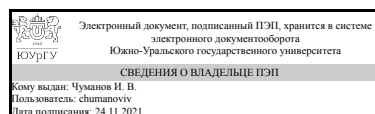
Разработчик программы,
к.техн.н., доц., доцент (кн)



А. В. Рябов

СОГЛАСОВАНО

Руководитель образовательной
программы
д.техн.н., проф.



И. В. Чуманов

1. Цели и задачи дисциплины

Целью освоения дисциплины является сформировать мировоззрение, подготовить бакалавра по направлению 154100, 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 электрометаллургических процессов и оборудования; составлять обзоры научно-технической литературы в области своей профессиональной деятельности.

Краткое содержание дисциплины

Основные темы. Общие понятия об электрометаллургии стали. Стандартизация сталей и сплавов, выплавляемых в электропечах. Огнеупорные материалы и футеровка дуговых электропечей. Шихтовые материалы электроплавки стали. Теоретические основы электросталеплавильного процесса. Основные периоды электроплавки. Особенности технологии выплавки сталей в основных дуговых печах. Особенности и технология кислого процесса электроплавки стали. Выплавка стали в индукционных печах.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-3 Способен определять организационные и технические меры для выполнения производственных заданий в подразделениях электросталеплавильного цеха	Знает: Технологические схемы производства стали и сплавов; перспективы, востребованность, конкурентоспособность (социальную значимость) электросталеплавильного производства; технологические режимы работы электросталеплавильных агрегатов; методы расчета материальных и тепловых балансов производства стали в электропечах Умеет: Выбирать наиболее подходящую технологическую схему, материалы, конструкцию металлургического агрегата для получения заданного продукта; поведение физико-химических процессов, рассчитывать и анализировать происходящих в технологических процессах производства электростали; рассчитывать технологические показатели электросталеплавильного процесса Имеет практический опыт: Владения знанием конструктивных особенностей плавильного оборудования, закономерностей его работы; методами анализа технологических процессов и их влияния на качество получаемых изделий

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Нет	Механическая обработка и сварка металлов, Спецэлектрометаллургия, Напряженное и деформированное состояния материалов, Производственная практика, преддипломная практика (8 семестр)

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

Нет

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 ч., 75,5 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		6	
Общая трудоёмкость дисциплины	144	144	
<i>Аудиторные занятия:</i>	64	64	
Лекции (Л)	32	32	
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	16	16	
Лабораторные работы (ЛР)	16	16	
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	68,5	68,5	
с применением дистанционных образовательных технологий	0		
Подготовка к тестам по лекциям	10	10	
Курсовой проект	28,5	28,5	
Подготовка к практическим занятиям	10	10	
Подготовка к экзамену	10	10	
Подготовка к лабораторным занятиям	10	10	
Консультации и промежуточная аттестация	11,5	11,5	
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	экзамен, КП	

5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Общие понятия об электрометаллургии стали	2	2	0	0

2	Сортамент сталей и сплавов, выплавляемых в электропечах	7	2	5	0
3	Огнеупорные материалы и футеровка дуговых электропечей	7	2	0	5
4	Шихтовые материалы электроплавки стали	9	4	5	0
5	Теоретические основы электросталеплавильного процесса.	6	6	0	0
6	Основные периоды электроплавки.	17	6	6	5
7	Особенности технологии выплавки сталей в основных дуговых печах	6	6	0	0
8	Особенности и технология кислого процесса электроплавки стали.	2	2	0	0
9	Выплавка стали в индукционных печах	8	2	0	6

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Сталь как конструкционный материал. Современное состояние и прогнозирование мирового производства стали. Определение электрометаллургии как отрасли металлургии. Отличительные особенности электрометаллургии стали по сравнению с другими методами производства стали. Задачи электроплавки. Факторы, определяющие интенсивное развитие электрометаллургии стали на современном этапе. Металлургические и технико-экономические достоинства дуговой сталеплавильной печи. Виды электронагрева, их преимущества.	2
2	2	Характеристика сортамента электросталей 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.	1
3	2	Область применения электропечей различных типов. Их роль в общем производстве электросталей. Разновидности и варианты технологии плавки в основных дуговых печах.	1
4	3	Рациональный выбор футеровки дуговых и индукционных электропечей. Классификация и характеристика огнеупорных материалов.	2
5	4	Шихтовые материалы электроплавки стали. Назначение, состав, характеристика, предъявляемые требования, подготовка к плавке.	4
6	5	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 поступления кислорода к месту реакции. Окисление и восстановление 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. Вопрос о лимитирующем	6

		звене. Кинетика обезуглероживания расплава. Механизм и химизм процесса дефосфорации. Влияние состава, количества окислительного шлака и эффективность его обновления. Содержание азота и водорода в металле и поведение их при выплавке. Источники поступления.	
7	6	Подготовка печи к плавке. Характеристика материалов и машин для заправки печи. Загрузка шихты. Порядок и этапы процесса завалки.	1
8	6	Период плавления. Влияние удельной мощности, электрического режима, состава и размещения шихты, использования ГКГ, предварительного подогрева шихты, кислорода и др. на длительность плавления. Физико-химические процессы, происходящие при плавлении. Особенности периода плавления на сверхмощных ДСП. Совмещение периода плавления и окисления. Формирование шлака. Дефосфорация металла.	2
9	6	Цели окислительного периода плавки. Дефосфорация, удаление газов и неметаллических включений, и нагрев металла. Методы интенсификации.	1
10	6	Задачи восстановительного периода. Методы и технология раскисления. Десульфурация. Легирование стали. Контроль состава металла и шлака. Организация выпуска плавки. Пути сокращения длительности восстановительного периода. Восстановительный период в современной технологии.	2
11	7	Особенности состава, назначение, условия службы, требования к свойствам, дефекты, технологии выплавки конструкционных, подшипниковых, электротехнических, коррозионностойких, быстрорежущей сталей и сплавов на кикелевой и железной основе. Внепечные способы производства стали.	6
12	8	Достоинства, недостатки и область применения кислого процесса электроплавки стали. Поведение 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. Переплавление легированных отходов в кислых печах.	2
13	9	Преимущества и недостатки плавки стали в индукционных печах. Их сортамент и область применения. Типы процессов. Шихтовые материалы. Химический состав шлаков. Физико-химические особенности окисления примесей, раскисления и легирования металла. Сравнительная оценка технико-экономических показателей плавки стали в дуговых и индукционных печах.	2

5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	2	ГОСТы и технические условия.	5
2	4	Расчет оптимальной шихтовки выплавки стали в ДСП	5
3	6	Расчет легирующих добавок при выплавки стали в ДСП	6

5.3. Лабораторные работы

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание лабораторной работы	Кол-во часов
1	3	Огнеупорные материалы. Подготовка печи к плавке.	5

2	6	Легирование стали	5
3	9	Производство стали в открытой индукционной печи	6

5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС			
Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс	Семестр	Кол-во часов
Подготовка к тестам по лекциям	Поволоцкий, Д. Я. Электromеталлургия стали и ферросплавов [Текст] : учеб. для вузов по направлению "Металлургия" и специальности "Металлургия черных металлов" / Д. Я. Поволоцкий, В. Е. Рощин, Н. В. Мальков. - 3-е изд., перераб. и доп. -М.: Metallургия, 1995. - 592 с.: ил.	6	10
Курсовой проект	Поволоцкий, Д. Я. Электromеталлургия стали и ферросплавов [Текст] : учеб. для вузов по направлению "Металлургия" и специальности "Металлургия черных металлов" / Д. Я. Поволоцкий, В. Е. Рощин, Н. В. Мальков. - 3-е изд., перераб. и доп. -М.: Metallургия, 1995. - 592 с.: ил.	6	28,5
Подготовка к практическим занятиям	Поволоцкий, Д. Я. Электromеталлургия стали и ферросплавов [Текст] : учеб. для вузов по направлению "Металлургия" и специальности "Металлургия черных металлов" / Д. Я. Поволоцкий, В. Е. Рощин, Н. В. Мальков. - 3-е изд., перераб. и доп. -М.: Metallургия, 1995. - 592 с.: ил.	6	10
Подготовка к экзамену	Поволоцкий, Д. Я. Электromеталлургия стали и ферросплавов [Текст] : учеб. для вузов по направлению "Металлургия" и специальности "Металлургия черных металлов" / Д. Я. Поволоцкий, В. Е. Рощин, Н. В. Мальков. - 3-е изд., перераб. и доп. -М.: Metallургия, 1995. - 592 с.: ил.	6	10
Подготовка к лабораторным занятиям	Поволоцкий, Д. Я. Электromеталлургия стали и ферросплавов [Текст] : учеб. для вузов по направлению "Металлургия" и специальности "Металлургия черных металлов" / Д. Я. Поволоцкий, В. Е. Рощин, Н. В. Мальков. - 3-е изд., перераб. и доп. -М.: Metallургия, 1995. - 592 с.: ил.	6	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-местр	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учитывается в ПА
1	6	Текущий контроль	Практическая работа 1	0,1	10	10 баллов - работа имеет до 10 % ошибок. Работа зачтена. 8-9 баллов - работа выполнена с 10 до 20 % ошибок. Работа зачтена. 6-7 баллов - работа выполнена с 20 до 30 % ошибок. Работа зачтена. 5 баллов и менее - работа выполнена с более 30 % ошибок. Работа не зачтена.	экзамен
2	6	Текущий контроль	Практическая работа 2	0,1	10	10 баллов - работа имеет до 10 % ошибок. Работа зачтена. 8-9 баллов - работа выполнена с 10 до 20 % ошибок. Работа зачтена. 6-7 баллов - работа выполнена с 20 до 30 % ошибок. Работа зачтена. 5 баллов и менее - работа выполнена с более 30 % ошибок. Работа не зачтена.	экзамен
3	6	Текущий контроль	Практическая работа 3	0,1	10	10 баллов - работа имеет до 10 % ошибок. Работа зачтена. 8-9 баллов - работа выполнена с 10 до 20 % ошибок. Работа зачтена. 6-7 баллов - работа выполнена с 20 до 30 % ошибок. Работа зачтена. 5 баллов и менее - работа выполнена с более 30 % ошибок. Работа не зачтена.	экзамен
4	6	Текущий контроль	Лабораторная работа 1	0,1	10	10 баллов - работа имеет до 10 % ошибок. Работа зачтена. 8-9 баллов - работа выполнена с 10 до 20 % ошибок. Работа зачтена. 6-7 баллов - работа выполнена с 20 до 30 % ошибок. Работа зачтена. 5 баллов и менее - работа выполнена с более 30 % ошибок. Работа не зачтена.	экзамен
5	6	Текущий контроль	Лабораторная работа 2	0,1	10	10 баллов - работа имеет до 10 % ошибок. Работа зачтена. 8-9 баллов - работа выполнена с 10 до 20 % ошибок. Работа зачтена. 6-7 баллов - работа выполнена с 20 до 30 % ошибок. Работа зачтена. 5 баллов и менее - работа выполнена с более 30 % ошибок. Работа не зачтена.	экзамен
6	6	Текущий контроль	Лабораторная работа 3	0,1	10	10 баллов - работа имеет до 10 % ошибок. Работа зачтена. 8-9 баллов - работа выполнена с 10 до 20 % ошибок. Работа зачтена. 6-7 баллов - работа выполнена с 20 до 30 % ошибок. Работа	экзамен

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. Дюдкин, Д. А. Современная технология производства стали [Текст] / Д. А. Дюдкин, В. В. Кисиленко. - М.: Теплотехник, 2007. - 528 с.: ил.
2. Рябов, А. В. Современные способы выплавки стали в дуговых печах [Текст] : учеб. пособие для вузов по специальности "Металлургия черных металлов" / А. В. Рябов, И. В. Чуманов, М. В. Шишимиров. - М. : Теплотехник, 2007. - 188 с. : ил.
3. Поволоцкий, Д. Я. Электрометаллургия стали и ферросплавов [Текст] : учеб. для вузов по направлению "Металлургия" и специальности "Металлургия черных металлов" / Д. Я. Поволоцкий, В. Е. Роцин, Н. В. Мальков. - 3-е изд., перераб. и доп. -М.: Metallurgy, 1995. - 592 с.: ил.
4. Рябов, А. В. Расчеты материальных и энергетических балансов в сталеплавильных и внепечных агрегатах [Текст] : учеб. пособие по направлению 22.03.03 "Металлургия" / А. В. Рябов, И. В. Чуманов ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Златоуст. фил., Каф. Техника и технология производства материалов ; ЮУрГУ. - Челябинск : Издат. центр ЮУрГУ, 2018. - 216 с. : ил.

б) дополнительная литература:

1. Еланский, Г. Н. Основы производства и обработки металлов [Текст] : учеб. для вузов по направлению 651300 "Металлургия", специальностям 150101 и др. / Г. Н. Еланский, Б. В. Линчевский, А. А. Кальменев ; Моск. гос. вечер. металлург. ин-т. - М. : МГВМИ, 2005. - 417 с. : ил.
2. 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.
3. Толковый металлургический словарь [Текст] : осн. термины : ок. 7000 терминов / Г. А. Лопухов, В. А. Цирульников, В. И. Куманин и др.; под ред. В. И. Куманина. - М.: Русский язык, 1989. - 447 с.
4. Рябов, А. В. Электрометаллургия стали и ферросплавов [Текст] : учеб. пособие к курсовому проектированию / А. В. Рябов, Б. В. Ощепков ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Златоуст. фил., Каф. Общая металлургия ; ЮУрГУ. - Челябинск : Изд-во ЮУрГУ, 2003. - 63 с.

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

1. Сталь [Текст] : ежемес. междунар. науч.-техн. и произв. журн. / Междунар. союз металлургов, Ком. Рос. Федерации по металлургии. - М., Металлургия, 1946–

2. Электротеплотехника [Текст] : науч.-техн. журн. / Департамент экономики металлург. комплекса М-ва экономики Рос. Федерации. – М., 1998–2013, 2017-
3. Известия высших учебных заведений. Черная металлургия [Текст] : науч.-техн. журн. / Сиб. гос. индустр.ун-т, Гос. технолог. ун-т «Моск. гос. ин-т стали и сплавов» (МИСиС). – М., МИСИС, 1960-
4. Металлург [Текст] : науч.-техн. и произв. журн. / Центр. Совет Горно-метал. профсоюза России, Профцентр «Союзметалл», Ассоц. промышленников горно-метал. компл. России (АМРОС), Ассоц. доменщиков (АССОД). – М., Металлургия, 1993-
5. Черные металлы [Текст] : журн. по актуальным проблемам металлургии, машиностроения и приборостроения зарубеж. стран : пер. с нем. / Изд-во «Металлургия», ред. журн. – М., Металлургия, 2003-2008, 2014.

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Рябов, А. В. Современные способы выплавки стали в дуговых печах [Текст] : учеб. пособие для вузов по специальности "Металлургия черных металлов" / А. В. Рябов, И. В. Чуманов, М. В. Шишимиров ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Златоуст. фил., Каф. Общ.металлургия ; ЮУрГУ. – Челябинск : Изд-во ЮУрГУ, 2007. – 188 с. : ил.
2. Рябов, А. В. Расчет процесса электроплавки [Текст] : учеб. пособие / А. В. Рябов, И. В. Чуманов ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Златоуст. фил., Каф. Общая металлургия ; ЮУрГУ. – Челябинск : Изд-во ЮУрГУ, 2005. – 175 с.
3. Рябов, А. В. Электротеплотехника стали и ферросплавов [Текст] : учеб. пособие к курсовому проектированию / А. В. Рябов, Б. В. Ощепков ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Златоуст. фил., Каф. Общая металлургия ; ЮУрГУ. – Челябинск : Изд-во ЮУрГУ, 2003. – 63 с.

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Рябов, А. В. Современные способы выплавки стали в дуговых печах [Текст] : учеб. пособие для вузов по специальности "Металлургия черных металлов" / А. В. Рябов, И. В. Чуманов, М. В. Шишимиров ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Златоуст. фил., Каф. Общ.металлургия ; ЮУрГУ. – Челябинск : Изд-во ЮУрГУ, 2007. – 188 с. : ил.
2. Рябов, А. В. Расчет процесса электроплавки [Текст] : учеб. пособие / А. В. Рябов, И. В. Чуманов ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Златоуст. фил., Каф. Общая металлургия ; ЮУрГУ. – Челябинск : Изд-во ЮУрГУ, 2005. – 175 с.
3. Рябов, А. В. Электротеплотехника стали и ферросплавов [Текст] : учеб. пособие к курсовому проектированию / А. В. Рябов, Б. В. Ощепков ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Златоуст. фил., Каф. Общая металлургия ; ЮУрГУ. – Челябинск : Изд-во ЮУрГУ, 2003. – 63 с.

Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной	Библиографическое описание
---	----------------	------------------------------------	----------------------------

		форме	
1	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Симонян, Л. М. Технологические и экологические аспекты электрометаллургии. Оценка использованием ЭВМ выбросов технологических газов в атмосферу при выплавке стали. [Электронный ресурс] : лаб. практикум / Л. М. Симонян, А. Е. Семин, А. Н. Потапочкин. – Электрон. дан. – М. : МИСИС, 2006. – 93 с. – Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/1876

Перечень используемого программного обеспечения:

1. 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
Самостоятельная работа студента	402 (2)	Компьютерный класс
Лекции	302 (4)	Интерактивная доска, компьютер, проектор, аудиосистема, доска
Пересдача	402 (2)	Компьютерный класс
Экзамен	402 (2)	Компьютерный класс
Самостоятельная работа студента	214 (4)	Библиотека
Лабораторные занятия	123 (4)	Индукционные печи (емкость 6, 20 и 40 кг), комплект изложниц, сталеразливочные ковши, система газоочистки, баллоны с аргоном, раскислители, науглероживатели, легирующие
Контроль самостоятельной работы	402 (2)	Компьютерный класс, проектор, экран, аудиосистема
Практические занятия и семинары	402 (2)	Компьютерный класс