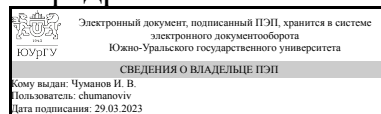


# ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:  
Заведующий выпускающей  
кафедрой



И. В. Чуманов

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.П0.18.02 Современные переплавные рафинирующие процессы  
для направления 22.03.02 Metallurgy

уровень Бакалавриат

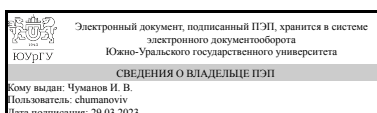
профиль подготовки Электротехнология стали

форма обучения очная

кафедра-разработчик Техника и технологии производства материалов

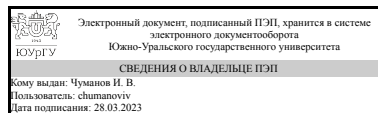
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению  
подготовки 22.03.02 Metallurgy, утверждённым приказом Минобрнауки от  
02.06.2020 № 702

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



И. В. Чуманов

Разработчик программы,  
д.техн.н., проф., заведующий  
кафедрой



И. В. Чуманов

## 1. Цели и задачи дисциплины

Целью изучения учебной дисциплины является: • Ознакомление с закономерностями процессов рафинирования стали; • Освоение основных методов повышения качества стального слитка.

## Краткое содержание дисциплины

Для выполнения поставленной цели при изучении дисциплины решаются следующие задачи: • Формирование у студента представления о влиянии вредных примесей, неметаллических включений, примесей цветных металлов на свойства стали и о способах снижения их концентрации; • Ознакомление с различными способами рафинирования стали; • Освоение переплавных процессов получения специальных сталей особо высокого качества, в частности: вакуумный дуговой переплав, электро-шлаковый переплав; электронно-лучевой переплав; плазменно-дуговой переплав заготовок. Дисциплина базируется на знании студентами физико-химические осно-вы металлургических процессов, Методы контроля и анализа веществ, мате-риаловедение, теплотехника, подготовка руд к плавке, разливка и кристалли - зация металлов и сплавов, основы теории и технологии производства стали, электрометаллургия и производство ферросплавов, литейное производство.

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

| Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)  | Планируемые результаты обучения по дисциплине   |
|--|---|
| ПК-1 Способен осуществлять и корректировать технологические процессы в металлургии и материалобработке | Знает: Фундаментальные понятия, законы и теории современной и классической физики и физико-химии; теорию вероятностей и математическую статистику; особенности влияния вредных примесей, неметаллических включений, примесей цветных металлов на свойства сплавов, способы снижения их концентрации и рафинирования металлов и сплавов, основы процессов синтеза сверхчистых металлов путем их глубокой очистки<br>Умеет: Использовать фундаментальные физико-химические закономерности для анализа структуры и свойств веществ, условий фазового равновесия, определять параметры структуры ближнего порядка в неупорядоченных конденсированных веществах по данным дифракционных экспериментов; выбирать и применять те или иные методы рафинирования и глубокой очистки металлов и сплавов<br>Имеет практический опыт: Владения методами повышения качества стального слитка, рафинирования и глубокой очистки металлов и сплавов; элементарными навыками экспериментального определения и расчета технологических параметров выплавки металла и обработки давлением; определения возможности получения качественных отливок с |

|  |   |
|--|---|
|  | требуемыми физико-механическими и химическими свойствами; определения возможности получения качественных отливок с требуемыми физико-механическими и химическими свойствами   |
| ПК-4 Способен определять организационные и технические меры для выполнения производственных заданий по внепечной обработке стали | Знает: Строение и свойства металлических, оксидных, сульфидных систем; основные направления развития теории и практики извлечения и рафинирования металлов с учетом комплексного использования сырья и современных экологических требований<br>Умеет: Выполнять расчеты по термодинамике и кинетике электрометаллургических процессов; анализировать действующие и проектируемые перспективные процессы, а также обосновывать выбор наиболее целесообразных процессов; анализировать и обобщать результаты исследований металлургических процессов<br>Имеет практический опыт: Выполнения расчетов по термодинамике и кинетике электрометаллургических процессов; анализа и обобщения результатов исследований металлургических процессов |

### 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

|   |   |
|---|---|
| Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана                       | Перечень последующих дисциплин, видов работ |
| Теоретические основы формирования отливок и слитков,<br>Физические основы прочности | Не предусмотрены                            |

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

| Дисциплина                  | Требования  |
|-----------------------------|---|
| Физические основы прочности | Знает: Механизмы пластической деформации; элементы теории дислокаций и теории разрушения; механизмы упрочнения материалов; теорию теплоемкости и теплопроводности; элементы зонной теории; электронную теорию металлов<br>Умеет: Применять технические средства для измерения и контроля основных параметров технологических процессов, свойств материалов и изделий из них; анализировать характеристики механических свойств; оценивать теплофизические и электрические свойства проводников, полупроводников, диэлектриков<br>Имеет практический опыт: Проведения механических испытаний, приборами, установками и методиками определения стандартных характеристик прочности и пластичности, вязкости разрушения, |

|   |   |
|---|---|
|   | трещиностойкости, циклической прочности, износостойкости; методами определения теплофизических и электрических свойств металлических и неметаллических материалов   |
| Теоретические основы формирования отливок и слитков | Знает: Особенности технологии изготовления отливок и слитков; основные свойства металлов и сплавов, в том числе технологические; характеристики формовочных материалов; основы литейной технологии Умеет: Обосновывать выбор технологического процесса литья в зависимости от предъявленных к нему требований; разрабатывать литейную технологию изготовления изделия; выбирать плавильное оборудование и назначить режимы выплавки металла; обосновывать средства и способы отделки изделия. Имеет практический опыт: Применения информации о физических и литейных свойствах и строении металлов и сплавов, приготовлении жидкого металла, процессах, происходящих в периоды заливки, кристаллизации, затвердевания и охлаждения отливки, владения навыками инженерных расчетов и их анализа. |

#### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 з.е., 216 ч., 87,5 ч. контактной работы

| Вид учебной работы   | Всего часов | Распределение по семестрам в часах |
|--|-------------|------------------------------------|
|  |             | Номер семестра                     |
|  |             | 8                                  |
| Общая трудоёмкость дисциплины  | 216         | 216                                |
| <i>Аудиторные занятия:</i>   | 72          | 72                                 |
| Лекции (Л)   | 24          | 24                                 |
| Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ) | 24          | 24                                 |
| Лабораторные работы (ЛР)   | 24          | 24                                 |
| <i>Самостоятельная работа (СРС)</i>  | 128,5       | 128,5                              |
| подготовке к экзамену  | 30,5        | 30,5                               |
| изучении тем, вынесенных на самостоятельную проработку                     | 32          | 32                                 |
| работа бакалавров с лекционным материалом                                  | 36          | 36                                 |
| расчёт переплавногo процесса   | 30          | 30                                 |
| Консультации и промежуточная аттестация                                    | 15,5        | 15,5                               |
| Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)                                   | -           | экзамен, КП                        |

#### 5. Содержание дисциплины

| № | Наименование разделов дисциплины | Объем аудиторных занятий |
|---|----------------------------------|--------------------------|
|---|----------------------------------|--------------------------|

| раздела |   | по видам в часах |   |    |    |
|---------|---|------------------|---|----|----|
|         |   | Всего            | Л | ПЗ | ЛР |
| 1       | Традиционные рафинировочные. Характерные особенности процессов рафинирования сталей и сплавов | 2                | 2 | 0  | 0  |
| 2       | Пути повышения качества стального слитка  | 12               | 4 | 4  | 4  |
| 3       | Вакуумный дуговой переплав  | 12               | 4 | 4  | 4  |
| 4       | Электрошлаковый переплав  | 12               | 4 | 4  | 4  |
| 5       | Электронно-лучевой переплав   | 12               | 4 | 4  | 4  |
| 6       | Плазменно-дуговой переплав  | 12               | 4 | 4  | 4  |
| 7       | Вакуумная индукционная плавка   | 10               | 2 | 4  | 4  |

## 5.1. Лекции

| № лекции | № раздела | Наименование или краткое содержание лекционного занятия  | Кол-во часов |
|----------|-----------|--|--------------|
| 1        | 1         | Характерные особенности процессов рафинирования сталей и сплавов.  | 1            |
| 2        | 1         | Влияние примесей на свойства стали. Влияние серы. Влияние фосфора. Влияние водорода. Влияние азота. Влияние кислорода  | 0,5          |
| 3        | 1         | Примеси цветных металлов 1.2. Неметаллические включения. Влияние вакуума на поведение примесей. Рафинирование стали шлаком. Получение жидкой стали высокого качества.  | 0,5          |
| 4        | 2         | Кристаллизация и строение слитка обычной разливки. Способы повышения качества слитка обычного производства. Получение слитка вертикально направленным формированием.   | 4            |
| 5        | 3         | Электрический дуговой разряд как источник теплоты. Конструктивно-технологические особенности печи ВДП. Энергетические особенности ВДП. Характерные особенности формирования слитка   | 2            |
| 6        | 3         | Особенности протекания металлургических процессов при ВДП. Критерии качества и сортамента металла, получаемого при ВДП.  | 2            |
| 7        | 4         | Шлаковая ванна как источник теплоты. Схема установки и вариант технологического процесса ЭШП. Энергетические особенности ЭШП.  | 2            |
| 8        | 4         | Особенности формирования слитка при ЭШП. Металлургические особенности ЭШП. Качество и сортament металла, полученного ЭШП.  | 2            |
| 9        | 5         | Электронный луч как источник теплоты. Варианты схем электронно-лучевых установок. Энергетические закономерности и особенности формирования слитка. Металлургические особенности, качество и сортament металла  | 4            |
| 10       | 6         | Особенности трансформации электрической энергии в тепловую в плазменной (сжатой) дуге. Конструктивно-технологические особенности. Энергетические закономерности и особенности формирования слитка. Металлургические особенности, качество и сортament металла. | 4            |
| 11       | 7         | Физико – химические процессы при вакуумной индукционной плавке. Конструкции вакуумных индукционных печей.  | 1            |
| 12       | 7         | Основные конструктивные элементы индукционных тигельных печей. Электрооборудование индукционных тигельных печей. Технология плавки в вакуумной индукционной печи.  | 1            |

## 5.2. Практические занятия, семинары

| № занятия | № раздела | Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара | Кол-во часов |
|-----------|-----------|---|--------------|
|-----------|-----------|---|--------------|

|   |   |  |   |
|---|---|--|---|
| 6 | 2 | Особенности расчета ДВП для выплавки плоских слитков.<br>Взрывобезопасность ДВП.   | 4 |
| 1 | 3 | Расчет печи с заданной массой слитка. Примерный расчет печи заданной производительности. Примерный расчет печи для выплавки слитков заданного диаметра.) Определение максимальной экономически целесообразной массы слитка.  | 4 |
| 2 | 4 | Определение геометрических параметров (3 часа). Диаметр кристаллизатора. Высота слитка. Параметры шлаковой ванны.  | 4 |
| 3 | 5 | Высота кристаллизатора. Параметры электрода. Межэлектродное расстояние   | 4 |
| 4 | 6 | Энергетический баланс шлаковой ванны. Мощность, выделяемая в шлаковой ванне. Мощность, расходуемая на плавление и перегрев металла. Тепловой коэффициент полезного действия установки. Мощность тепловых потерь электродом за счет теплопроводности и излучения. Потери тепла через гарнисаж на стенки кристаллизатора. Потери тепла излучением с открытой поверхности шлака. Потери тепла шлаковой ванной через металл на стенки кристаллизатора. | 4 |
| 5 | 7 | Вычисление параметров электрического режима. Определение электрического сопротивления шлаковой ванны. Определение силы тока. Определение напряжения. Определение общего расхода электроэнергии. Определение удельного расхода электроэнергии.  | 4 |

### 5.3. Лабораторные работы

| № занятия | № раздела | Наименование или краткое содержание лабораторной работы                       | Кол-во часов |
|-----------|-----------|---|--------------|
| 5         | 2         | Подготовка установки к переплаву.   | 4            |
| 1         | 3         | Знакомство с установкой ЭШП. Инструктаж. Техника безопасности.                | 4            |
| 2         | 4         | Проведение электрошлакового переплава.  | 4            |
| 7         | 5         | Техника безопасности на предприятии   | 4            |
| 3         | 6         | Знакомство с устройством индукционной печи. Инструктаж. Техника безопасности. | 4            |
| 4         | 7         | Проведение переплава на индукционной печи тигельного типа.                    | 4            |

### 5.4. Самостоятельная работа студента

| Выполнение СРС   |  |         |              |
|--|--|---------|--------------|
| Подвид СРС   | Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс   | Семестр | Кол-во часов |
| подготовке к экзамену                                  | Поволоцкий, Д. Я. Электрометаллургия 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.: Metallurgia, 1995. - 592 с.: ил. | 8       | 30,5         |
| изучении тем, вынесенных на самостоятельную проработку | Поволоцкий, Д. Я. Электрометаллургия стали и ферросплавов [Текст] : учеб. для вузов по направлению "Металлургия" и специальности "Металлургия черных металлов" / Д. Я. Поволоцкий, В. Е.   | 8       | 32           |

|   |   |   |    |
|---|---|---|----|
|   | Рощин, Н. В. Мальков. - 3-е изд., перераб. и доп. -М.: Metallurgy, 1995. - 592 с.: ил.  |   |    |
| работа бакалавров с лекционным материалом | Поволоцкий, Д. Я. Электрoметаллургия 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.: Metallurgy, 1995. - 592 с.: ил. | 8 | 36 |
| расчёт переплавного процесса              | Поволоцкий, Д. Я. Электрoметаллургия 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.: Metallurgy, 1995. - 592 с.: ил. | 8 | 30 |

## 6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации

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    | 8        | Курсовая работа/проект | Курсовой проект                   | -   | 5          | Отлично: выставляется тогда, когда студент: вопросы раскрывает логично, последовательно; грамотно владеет терминологией; демонстрирует знания по теме; владеет выразительной, грамотной речью; наглядные средства использует грамотно; отвечает на вопросы аргументировано.<br>Хорошо: выставляется тогда, когда студент: вопросы раскрывает логично, последовательно, но не полностью; грамотно владеет терминологией; демонстрирует знания по теме; владеет выразительной, грамотной речью; наглядные средства использует грамотно; отвечает на вопросы неуверенно.<br>Удовлетворительно: выставляется тогда, когда студент: вопросы раскрывает не полностью; путается в терминологии; демонстрирует неполные знания по теме; | курсовые проекты |

|   |   |                          |         |   |   |   |         |
|---|---|--------------------------|---------|---|---|---|---------|
|   |   |                          |         |   |   | не владеет выразительной, грамотной речью; наглядные средства использует не вполне грамотно; отвечает на вопросы не аргументировано.<br>Неудовлетворительно: выставляется тогда, когда студент: сущность вопросов не раскрывает; не владеет терминологией; демонстрирует отсутствие знаний по теме; не владеет научным стилем речи; не умеет использовать наглядные средства; отвечает на вопросы не убедительно.   |         |
| 2 | 8 | Промежуточная аттестация | Экзамен | - | 5 | Отлично: выставляется тогда, когда студент: вопросы раскрывает логично, последовательно; грамотно владеет терминологией; демонстрирует знания по теме; владеет выразительной, грамотной речью; наглядные средства использует грамотно; отвечает на вопросы аргументировано.<br>Хорошо: выставляется тогда, когда студент: вопросы раскрывает логично, последовательно, но не полностью; грамотно владеет терминологией; демонстрирует знания по теме; владеет выразительной, грамотной речью; наглядные средства использует грамотно; отвечает на вопросы неуверенно.<br>Удовлетворительно: выставляется тогда, когда студент: вопросы раскрывает не полностью; путается в терминологии; демонстрирует неполные знания по теме; не владеет выразительной, грамотной речью; наглядные средства использует не вполне грамотно; отвечает на вопросы не аргументировано.<br>Неудовлетворительно: выставляется тогда, когда студент: сущность вопросов не раскрывает; не владеет терминологией; демонстрирует отсутствие знаний по теме; не владеет научным стилем речи; не умеет использовать наглядные средства; отвечает на вопросы не убедительно. | экзамен |

## 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

| Вид промежуточной аттестации | Процедура проведения   | Критерии оценивания               |
|------------------------------|--|-----------------------------------|
| курсовые проекты             | Курсовой проект выполняется в соответствии с графиком, в течении семестра. Проверяются расчёты и текстовая часть не соответствия темы курсового проекта. Защита проекта происходить в очном открытом формате. Возможно | В соответствии с п. 2.7 Положения |



|         |  |   |
|---------|--|---|
|         | привлечение к защите преподавателей кафедры.<br>Преподаватель или другие участники защиты могут задавать дополнительные вопросы. |   |
| экзамен | Экзамен проводится по билетам. В билете 2 вопроса.<br>Преподаватель может задавать дополнительные вопросы.                       | В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения |

### 6.3. Паспорт фонда оценочных средств

| Компетенции | Результаты обучения  | № КМ |   |
|-------------|--|------|---|
|             |  | 1    | 2 |
| ПК-1        | Знает: Фундаментальные понятия, законы и теории современной и классической физики и физико-химии; теорию вероятностей и математическую статистику; особенности влияния вредных примесей, неметаллических включений, примесей цветных металлов на свойства сплавов, способы снижения их концентрации и рафинирования металлов и сплавов, основы процессов синтеза сверхчистых металлов путем их глубокой очистки  | +    | + |
| ПК-1        | Умеет: Использовать фундаментальные физико-химические закономерности для анализа структуры и свойств веществ, условий фазового равновесия, определять параметры структуры ближнего порядка в неупорядоченных конденсированных веществах по данным дифракционных экспериментов; выбирать и применять те или иные методы рафинирования и глубокой очистки металлов и сплавов   | +    | + |
| ПК-1        | Имеет практический опыт: Владения методами повышения качества стального слитка, рафинирования и глубокой очистки металлов и сплавов; элементарными навыками экспериментального определения и расчета технологических параметров выплавки металла и обработки давлением; определения возможности получения качественных отливок с требуемыми физико-механическими и химическими свойствами; определения возможности получения качественных отливок с требуемыми физико-механическими и химическими свойствами | +    | + |
| ПК-4        | Знает: Строение и свойства металлических, оксидных, сульфидных систем; основные направления развития теории и практики извлечения и рафинирования металлов с учетом комплексного использования сырья и современных экологических требований  | +    | + |
| ПК-4        | Умеет: Выполнять расчеты по термодинамике и кинетике электрометаллургических процессов; анализировать действующие и проектируемые перспективные процессы, а также обосновывать выбор наиболее целесообразных процессов; анализировать и обобщать результаты исследований металлургических процессов  | +    | + |
| ПК-4        | Имеет практический опыт: Выполнения расчетов по термодинамике и кинетике электрометаллургических процессов; анализа и обобщения результатов исследований металлургических процессов  | +    | + |

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

1. 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.

2. Чуманов, И. В. Технология электрошлакового переплава [Текст] : учеб. пособие по металлург. специальностям / И. В. Чуманов ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Златоуст. фил., Каф. Общ. металлургия ; ЮУрГУ. - Челябинск : Изд-во ЮУрГУ, 1999. - 243 с. : ил.

б) *дополнительная литература:*

Не предусмотрена

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

Не предусмотрены

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

1. Суворин А.В. Электротехнологические установки. Красноярск: Сиб. фед-ный университет, 2011, 276с.

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

1. Суворин А.В. Электротехнологические установки. Красноярск: Сиб. фед-ный университет, 2011, 276с.

### **Электронная учебно-методическая документация**

Нет

Перечень используемого программного обеспечения:

Нет

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Нет

### **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

| Вид занятий                     | № ауд.     | Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий |
|---------------------------------|------------|--|
| Практические занятия и семинары | 207<br>(4) | Лабораторные комплексы с установкой ЭШП А550, индукционной печью СНОЛ10.   |
| Лекции                          | 310<br>(2) | Компьютерная техника (учебные фильмы, презентации, схемы, таблицы)   |