

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»



УТВЕРЖДАЮ:

Первый проректор

(подпись)

А.А.Каракозов

31 » марта 2023 года

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.В.14 «ПРОЦЕССЫ СПЕЦИАЛЬНОЙ ЭЛЕКТРОМЕТАЛЛУРГИИ»
(код и наименование дисциплины согласно учебному плану)

Направление подготовки: 22.03.02 «Металлургия»
(код и наименование направления подготовки / специальности)

Направленность (профиль): «Электрометаллургия стали»
(наименование профиля / магистерской программы /специализации)

Программа: Бакалавриат
(бакалавриат, магистратура, специалитет)


Форма обучения: очная, заочная
(очная, заочная, очно-заочная)

Форма обучения:	Очная	Заочная
Семестр(ы)	8	10
Общая трудоёмкость в з.е./часах	4/144	4/144
Контактная работа (час.), в том числе:	68	14
лекции (час.)	32	4
лабораторные работы (час.)	-	-
практические (семинарские) занятия (час.)	32	4
Самостоятельная работа (час.), в том числе:	40	94
курсовой проект (работа) (семестр/час.)	-	-
индивидуальное задание (кол./час.)	-	-
Контроль (экзамен, час./зачёт)	экз./36	экз./36

Донецк, 2023 г.

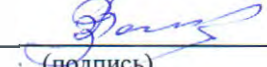
Рабочая программа дисциплины «Процессы специальной электрометаллургии» составлена в соответствии с учебными планами по направлению подготовки 22.03.02 «Металлургия» (профиль – «Электрометаллургия стали») для 2023 года приёма по очной, заочной формам обучения.

Составитель:

Доцент кафедры «Электрометаллургия», кандидат технических наук, старший научный сотрудник  Заика Виталий Иванович
(подпись) (Ф.И.О.)

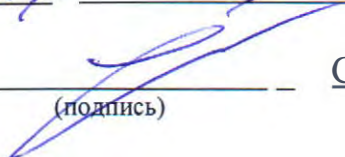
Рабочая программа **рассмотрена и принята** на заседании кафедры «Электрометаллургия».

Протокол от «02» марта 2023 года № 8.

И.о.заведующего кафедрой  Заика В.И.
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа **одобрена учебно-методической комиссией** ГОУВПО «ДОННТУ» по направлению подготовки 22.03.02 «Металлургия».

Протокол от «25» 03 2023 года № 2

Председатель  Снитко С.А.
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20__ года приёма на заседании кафедры «Электрометаллургия».

Протокол от «__» _____ 20__ года № _____

Заведующий кафедрой _____
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20__ года приёма на заседании кафедры «Электрометаллургия».

Протокол от «__» _____ 20__ года № _____

Заведующий кафедрой _____
(подпись) (Ф.И.О.)

1 ОБЪЕКТ, ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина рассматривает различные виды и методы специальной электрометаллургии и основы рафинирования металлов стали и сплавов с помощью указанных методов.

Целью преподавания дисциплины является – приобретение студентами глубоких теоретических знаний и качественных профессиональных навыков, умение использовать полученные знания в своей практической деятельности на промышленных предприятиях, в проектно-конструкторских и научно-исследовательских учреждениях.

В результате освоения дисциплины студент должен:

знать: историю возникновения принципиально новых способов получения слитков методом переплава; классификацию методов специальной электрометаллургии по характеру источников нагрева; физико-химические основы и особенности технологии производства сталей и сплавов в печах электрошлакового, вакуумно-дугового, плазменно-дугового, электронно-лучевого переплава и зонной плавки; конструктивные особенности печей спецэлектрометаллургии; задачи по защите окружающей среды и их решения.

уметь: решать задачи теории и практики спецэлектрометаллургии; выявлять методами физико-химического анализа возможность и направление протекания процессов в печах спецэлектрометаллургии; оценить эффективность различных способов получения сталей и сплавов методами спецэлектрометаллургии.

владеть: пониманием общих закономерностей рафинирования металла в агрегатах вторичного переплава; технологическими возможностями получения металла высокого качества.

Перечисленные результаты обучения являются основой для формирования следующих компетенций:

ПК-3. Способен выявлять причины возможных нарушений технологии производстве стали и сплавов.

2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЕ

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений. Блока 1 дисциплин (модулей) учебного плана.

Базируется на знаниях, умениях и навыках, которые студент приобрел при освоении предшествующих дисциплин: «Производство стали и сплавов в электрических печах», «Проектирование сталеплавильных цехов», «Теоретические основы сталеплавильных процессов», «Тепломассообменные процессы в металлургических агрегатах», «Моделирование металлургических процессов», «Конвертерное производство стали», «Производство стали и ферросплавов» и др.

Знания, умения и навыки, приобретенные при освоении данной дисциплины пригодятся при выполнении курсовой работы по дисциплине, прохождении пред-

дипломной практики, прохождении государственной итоговой аттестации.

3 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Распределение учебных часов по темам дисциплины и видам занятий

Наименование темы (содержательных модулей)	Количество часов (очная/заочная форма)				
	Всего	В том числе			
		Лекции	Лабор	Практ. (семин.).	СР
1	2	3	4	5	6
Тема 1. Задачи и содержание курса.	6/4	2/-	-	2/-	2/4
Тема 2. Электрошлаковый переплав. Основные его принципы и закономерности.	6/7	2/-	-	2/-	2/7
Тема 3. Флюсы для ЭШП. Классификация флюсов ЭШП по составу.	8/10	2/2	-	2/-	4/8
Тема 4. Плавление металла и формирование слитков при электрошлаковом переплаве.	6/5	2/-	-	2/-	2/5
Тема 5. Особенности рафинирования металла при ЭШП.	6/8	2/-	-	2/2	2/6
Тема 6 Камерный электрошлаковый переплав (КЭШП) высокореактивных металлов и сплавов.	6/6	2/-	-	2/-	2/6
Тема 7. Технологические особенности переплава металла при КЭШП.	8/7	2/2	-	2/-	4/5
Тема 8. Техничко-экономическая эффективность ЭШП и задачи его дальнейшего развития.	6/6	2/-	-	2/-	2/6
Тема 9. Вакуумно-дуговой переплав (ВДП) металлов	6/7	2/-	-	2/2	4/5
Тема 10. Технология вакуумно-дугового переплава металлов.	8/8	2/-	-	2/-	4/8
Тема 11. Плазменно-дуговой переплав(ПДП), использование его в металлургии.	6/5	2/-	-	2/-	2/5
Тема 12. Технология плазменно-дугового переплава металлов	8/6	2/-	-	2/-	2/6
Тема 13. Электронно-лучевой переплав (ЭЛП) металлов и сплавов. Использование его в современной технике.	6/5	2/-	-	2/-	2/5
Тема 14. Общие закономерности ЭЛП. Технология ЭЛП.	6/6	2/-	-	2/-	2/6
Тема 15. Зонная плавка. Принцип зонной очистки металла.	6/6	2/-	-	2/-	2/6
Тема 16. Рафинирование металла при зонной очистке металла.	6/6	2/-	-	2/-	2/6

Контактная работа (дополнительная)	4/6	-	-	-	-
Курсовая работа (проект)	-	-	-	-	-
Итого по видам занятий	108/108	32/4	-	32/4	40/94
Контроль	36/36	-	-	-	-
ИТОГО:	144/144				

Формирование компетенций в результате освоения тем дисциплины

Компетенции	Темы дисциплины, нацеленные на формирование компетенции
ПК-3	Темы: 1-16

3.2. Лекции

Тема 1. Задачи и содержание курса.

Содержание темы 1: Необходимость и важность спецэлектрометаллургии. Последовательность развития её различных способов, их преимущества и недостатки, соотношение в производстве качественных металлов, область применения. Новые виды процессов..

Литература к теме 1: [1, 2].

Тема 2. Электрошлаковый переплав. Основные его принципы и закономерности.

Содержание темы 2: Принципиальная схема работы печей ЭШП. Классификация электрошлаковых печей по назначению, конструктивным особенностям, способу энергоснабжения.

Литература к теме 2: [1, 2].

Тема 3. Флюсы для ЭШП. Классификация флюсов ЭШП по составу.

Содержание темы 3: Технологические и металлургические требования к флюсам. Свойства флюсов ЭШП и их влияние на процесс ЭШП.

Литература к теме 3: [1, 2].

Тема 4. Плавление металла и формирование слитков при электрошлаковом переплаве.

Содержание темы 4: Плавление расходуемых электродов при ЭШП. Кристаллизация слитков при ЭШП. Влияние качества исходного металла на качество слитков ЭШП. Введение легирующих и раскислителей при переплаве. Виды кристаллизаторов. Распределение тока при электрошлаковом переплаве.

Литература к теме 4: [1, 2].

Тема 5. Особенности рафинирования металла при ЭШП.

Содержание темы 5: Окислительно-восстановительные процессы при электрошлаковом переплаве металлов и сплавов. Поведение вредных примесей при переплаве. Удаление неметаллических включений в процессе ЭШП. Процессы плавления. Капельный перенос, поведение капли в шлаковой и металлической ванне. Поверхность взаимодействия. Влияние технологических факторов на форму жидкой металлической ванны и кристаллизацию слитков.

Литература к теме 5: [1, 2].

Тема 6. Камерный электрошлаковый переплав (КЭШП) высокорективных металлов и сплавов.

Содержание темы 6: Сущность КЭШП. Конструктивные особенности процесса.

Литература к теме 6: [1, 2].

Тема 7. Технологические особенности переплава металла при КЭШП.

Содержание темы 7: Физико-химические процессы камерного электрошлакового процесса.

Литература к теме 7: [1, 2].

Тема 8. Техничко-экономическая эффективность ЭШП и задачи его дальнейшего развития.

Содержание темы 8: Техничко-экономические показатели ЭШП и направления дальнейшего совершенствования процесса. Недостатки обычной технологии ЭШП. Возникновение новых электрошлаковых технологий. .

Литература к теме 8: [1, 2].

Тема 9. Вакуумно-дуговой переплав (ВДП) металлов.

Содержание темы 9: Область использования ВДП. Особенности дугового разряда в вакууме и его стабилизация. особенности теплоотвода при ВДП. Теоретические основы испарения примесей и дегазация металлов при ВДП. Вакуумно-дуговые печи и оборудование.

Литература к теме 9: [1, 2].

Тема 10. Технология вакуумно-дугового переплава металлов.

Содержание темы 10: Капельный перенос электродного металла. Технология ВДП. Поведение примесей в процессе переплава.

Литература к теме 10: [1, 2].

Тема 11. Плазменно-дуговой переплав (ПДП) металла.

Содержание темы 11: Область использования ПДП. Конструкция, принцип работы металлургических плазматронов. Плазменно-металлургические печи, из виды.

Литература к теме 11: [1, 2].

Тема 12. Технология плазменно-дугового переплава металлов.

Содержание темы 12: Технология плавки. Физико-химические процессы рафинирования металлов при ПДП металлов. Использование плазменно-дугового нагрева металла в металлургии и машиностроении.

Литература к теме 12: [1, 2].

Тема 13. Электронно-лучевой переплав (ЭЛП) металлов и сплавов.

Содержание темы 13: Общие закономерности электронно-лучевого нагрева. Термодинамика и кинетика процессов рафинирования при электронно-лучевой плавке. Анализ технологических схем электронно-лучевой плавки.

Литература к теме 13: [1, 2].

Тема 14. Общие закономерности ЭЛП. Технология ЭЛП.

Содержание темы 14: Промышленные электронно-лучевые установки. Энергетические параметры ЭЛУ. Технологические схемы электронно-лучевой плавки. Особенности затвердевания металла при электронно-лучевой плавке. Поведение примесей и газов неметаллических включений. Теплофизические условия формирования слитка, гетерогенных слитков.

Литература к теме 14: [1, 2].

Тема 15. Зонная плавка.

Содержание темы 15: Особенности рафинирования металла при зонной плавке. Качество металла. Качество и область его применения. Техно-экономические показатели. Охрана окружающей среды.

Литература к теме 15: [1, 2].

Тема 16. Рафинирование металла при зонной плавке.

Содержание темы 16: Технология зонной плавки.

Литература к теме 16: [1, 2].

3.3 Практические (семинарские) занятия

№ п/п	Тема занятия	Объем, час. очн./заочн.	Литература
1	Расчет однофазных перей ЭШП	4/-	[3, 4]
2	Определение размеров слитка ЭШП	4/-	[3, 4]
3	Определение размеров кристаллизатора	6/2	[3, 4]
4	Определение размеров электрода	4/2	[3, 4]
5	Расчёт необходимого количества шлака для кристаллизатора	6/-	[3, 4]
6	Расчёт электрических параметров установки ЭШП	8/-	[3, 4]
ИТОГО:		32/4	

3.4 Лабораторные работы

Учебным планом лабораторные работы не запланированы.

3.5 Самостоятельная работа студента

№ п/п	Виды самостоятельной работы студента	Объем, час. очн/заочн
1	Изучение лекционного материала	20/38
2	Подготовка к практическим занятиям	20/38
3	Подготовка к лабораторным работам	-
4	Выполнение курсового проекта	-
5	Выполнение курсовой работы	-
6	Выполнение индивидуального задания	-/18
ИТОГО:		40/94

3.6 Курсовой проект (работа), индивидуальное задание

Учебным планом курсовой проект (работа) не запланирован.

Выполнение индивидуального задания заочной формы обучения запланировано (п.3.5 Самостоятельная работа студента). Методические рекомендации по его выполнению приведены в перечне учебно-методических материалов. Тематика индивидуального задания связана с самостоятельным выполнением расчётной работы по темам дисциплины, которые не рассматриваются на лекциях и практических занятиях и изучаются студентом самостоятельно. Цель – обучение основам расчета; закрепление, углубление и обобщение знаний, приобретенных при изучении теории этой дисциплины. Индивидуальное задание оказывает содействие развитию навыков самостоятельного решения технических и/или технологических задач. Развивает конструктивное отношение к методам расчетов, совершенствует навыки ведения и оформление проектной документации. О выполнении индивидуального задания сообщается студентам в начале семестра, а условия к заданию предоставляется в течение месяца после начала учебного семестра после изучения соответствующего лекционного материала и/или изучении материала, который не рассматривается на лекциях. Объем учебной нагрузки при выполнении индивидуальных заданий составляет 18 часов. Индивидуальное задание оформляется на листах формата А4. Рекомендуемый объем пояснительной записки по индивидуальному заданию 7-10 страниц.

4 ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

4.1 Критерии и шкалы для интегрированной оценки уровня сформированности компетенций

Составляющая компетенции – полнота знаний

- нулевой уровень: неверные, не аргументированные, с множеством грубых ошибок ответы на вопросы. Уровень знаний ниже минимальных требований;
- минимальный уровень: даны не полные, неточные и неаргументированные ответы на вопросы. Допущено много грубых ошибок. Уровень знаний ниже минимальных требований;
- пороговый уровень: даны недостаточно полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Плохо знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено много негрубых ошибок;
- средний уровень: даны достаточно полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. В целом знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько негрубых ошибок;
- продвинутый уровень: даны полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько негрубых ошибок;
- высокий уровень: даны полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько неточностей.

Составляющая компетенции – умения

- нулевой уровень: полное отсутствие понимания сути методики решения задачи, допущено множество грубейших ошибок / задания не выполнены вообще;
- минимальный уровень: слабое понимание сути методики решения задачи, допущены грубые ошибки. Решения не обоснованы. Не умеет использовать нормативно-техническую литературу. Не ориентируется в специальной научной литературе ;
- пороговый уровень: достаточное понимание сути методики решения задачи, допущены ошибки. Решения не всегда обоснованы. Умеет использовать нормативно-техническую литературу. Слабо ориентируется в специальной научной литературе;
- средний уровень: в целом понимает суть методики решения задачи, допущены ошибки. Решения не всегда обоснованы. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу;
- продвинутый уровень: в целом понимает суть методики решения задачи, допущены неточности. Способен обосновать решения. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу;
- высокий уровень: понимает суть методики решения задачи. Способен обосновать решения. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу, передовой опыт.

Составляющая компетенции – владение навыками

- нулевой уровень: не демонстрирует владение навыками выполнения профессиональных задач. Не может выполнить задания;
- минимальный уровень: не демонстрирует владение навыками выполнения профессиональных задач. Испытывает существенные трудности при выполнении отдельных заданий;

- пороговый уровень: владеет навыками выполнения профессиональных задач на пороговом уровне. Задания выполняет медленно и некачественно;
- средний уровень: владеет навыками выполнения профессиональных задач. Задания выполняет на среднем уровне по скорости и качеству;
- продвинутый уровень: владеет уверенными навыками выполнения профессиональных задач. Быстро и качественно выполняет задания, иногда допуская незначительные погрешности;
- высокий уровень: владеет уверенными навыками выполнения профессиональных задач. Быстро и качественно выполняет задания, при необходимости демонстрируя творческий подход.

Обобщенная оценка сформированности компетенций

- нулевой уровень: на нулевом уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на более высоком уровне;
- минимальный уровень: на минимальном уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на более высоком уровне;
- пороговый уровень: на пороговом уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на более высоком уровне;
- средний уровень: на среднем уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на более высоком уровне;
- продвинутый уровень: на продвинутом уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на высоком уровне;
- высокий уровень: на высоком уровне сформированы все составляющие компетенций.

4.2 Вопросы к экзамену и пример экзаменационного билета

Вопросы к экзамену:

1. Опишите принципы электрошлакового переплава.
2. Назовите преимущества электрошлакового переплава.
3. Назовите основные требования к шлаку ЭШП.
4. Какое влияние оказывает электрический режим ЭШП?
5. Какие наиболее важные параметры, при рафинировании металла шлаком, определяют требования к питанию электроэнергией?
6. Сформулируйте основные требования к электродам ЭШП.
7. Как зависит качество слитка от скорости затвердевания?
8. От чего зависит скорость затвердевания слитка ЭШП?
9. Какие виды кристаллизации существуют при ЭШП?
10. Каковы функции шлака?
11. Назовите основные принципы выбора шлака при ЭШП.
12. Назовите основные физические свойства шлака.
13. Сформулируйте роль фтористого кальция, окиси магния и глинозёма в шлаках ЭШП.
14. Какие технологические факторы влияют на качество слитка ЭШП?

15. Влияют ли эксплуатационные качества кристаллизатора на качество слитков ЭШП?
16. Как выбирают необходимые электрические параметры для установок ЭШП?
17. Как выбирают необходимое количество исходного шлака?
18. Сформулируйте влияние ЭШП на свойства металла.
19. Как схематично производится вакуумный дуговой переплав в вакуумных дуговых печах?
20. Для вакуумных дуговых печей используется расходуемый или нерасходуемый электрод или используются оба вида?
21. Назовите типы вакуумных дуговых печей.
22. Из каких основных узлов состоит конструкция вакуумных дуговых печей?
23. Из чего состоит система вакуумирования дуговых печей?
24. Назовите принцип электронно-лучевого переплава.
25. Какие типы электронно-лучевых плавильных установок существуют?
26. В чем состоит отличие радиальных и аксиальных электронных пушек?
27. Дайте характеристику конструкции электронно-лучевых плавильных установок.
28. Что такое плазмотрон и из чего он состоит? Его назначение.
29. Как производится классификация вакуумных индукционных печей?
30. Конструкция вакуумных индукционных печей.
31. Назовите основные условия рафинирования металла вакуумом, газом или шлаком при переплавных процессах.
32. Назовите основные этапы плавки в вакуумных индукционных печах.

Пример экзаменационного билета

ГОУВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»			
Программа:	бакалавриат		
	(бакалавриат, специалитет, магистратура)		
Направление подготовки	22.03.02 «Металлургия»		
	(код, название)		
Направленность (профиль):	«Электрометаллургия стали»		
	(название)		
Семестр:	8 (10)		
Учебная дисциплина:	«Процессы спецэлектрометаллургии»		
БИЛЕТ № 1			
1. Физические и химические свойства шлака ЭШП.			
2. Общие закономерности электронно-лучевого переплава.			
3. Подпитка верхней части слитка ЭШП.			
Утверждено на заседании кафедры		Электрометаллургии	
		(наименование кафедры полностью)	
Протокол	№	от	г.
Зав. кафедрой	_____		(Ф.И.О.)
	(подпись)		
Экзаменатор	_____		(Ф.И.О.)
	(подпись)		

4.3 Критерии оценивания

В каждом билете содержатся три теоретических вопроса. Заданиям присваиваются следующие весовые коэффициенты: 0,30; 0,40 и 0,30. Сумма весовых коэффициентов равна единице.

Ответ на каждое задание оценивается по 100-бальной шкале.

В случае теоретического задания оценка «100» ставится в случае полного системного раскрытия вопроса без каких-либо неточностей. Баллы снимаются, если в ответе упущены какие-либо второстепенные моменты (до 10 баллов), допущены несущественные неточности (до 10 баллов), допущены существенные неточности при правильном ответе в целом (до 25 баллов), при недостаточном представлении материалов (баллы снимаются как процент недостающего материала с учетом его значимости).

В случае задачи оценка «100» ставится при представлении полного решения с правильным ходом и точным ответом, при верном указании единиц измерения всех физических величин и выполненном полном анализе результатов (если требуется). Баллы снимаются, если в решении есть несущественные неточности, не повлиявшие на результат (до 15 баллов), неверно указаны или не указаны единицы измерения физических величин (до 15 баллов), допущены отдельные неточности в ходе решения, не искажившие ход решения в целом (до 25 баллов), неточность численных результатов (до 15 баллов), ошибки в анализе результатов (до 20 баллов).

Итоговая оценка за экзамен рассчитывается как сумма произведений оценок за каждое задание на их весовой коэффициент.

Пример расчета итоговой оценки по экзамену.

В билете имеются три задания с весовыми коэффициентами 0,30; 0,40; 0,30. Пусть оценки за каждое задание по 100-бальной шкале составили: 90, 85, 90 соответственно. Тогда итоговая оценка по экзамену составляет:
 $0,30 \cdot 90 + 0,40 \cdot 90 + 0,30 \cdot 85 = 27 + 36 + 25,5 \approx 89$ баллов.

Полученная оценка по 100-бальной шкале определяет оценку по государственной шкале и шкале ECTS:

Сумма баллов по 100-бальной шкале	Оценка по шкале ECTS	Оценка по государственной шкале
90-100	A	Отлично
80-89	B	Хорошо
75-79	C	
70-74	D	
60-69	E	Удовлетворительно
35-59	FX	
0-34	F*	Неудовлетворительно

* – с обязательным повторным изучением дисциплины.

4.4 Пример текущего опроса на практических (семинарских) занятиях

Пример текущего опроса на практических занятиях на примере темы: «Электрошлаковый переплав. Основные его принципы и закономерности».

1. Сущность способа ЭШП.
2. Основные схемы и варианты ЭШП от других рафинирующих переплавов.
3. Продувка жидкой стали под окислительным шлаком.
4. Преимущества электрошлакового переплава.
5. Параметры процесса ЭШП.
6. Удаление включений при ЭШП.
7. Различные условия кристаллизации.

Текущий контроль знаний студентов производится по результатам контрольных опросов в ходе проведения практических занятий.

Промежуточная аттестация по результатам освоения дисциплины в семестре проводится в форме семестрового экзамена в соответствии с «Положением об организации учебного процесса в Донецком национальном техническом университете», утвержденном приказом ДонНТУ от 02.05.2018г №337-14.

4.5 Курсовое проектирование

Учебным планом курсовое проектирование не запланировано.

5 РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

I. Основная литература

1. Павлов, В. А. Спецэлектрометаллургия сталей и сплавов : учебное пособие / В. А. Павлов, Е. Ю. Лозовая, А. А. Бабенко ; под редакцией А. В. Жданова. — Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2018. — 168 с. — ISBN 978-5-7996-2395-1. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/106523.html>

II. Дополнительная литература

2. Рощин, В. Е. Электрометаллургия и металлургия стали [Электронный ресурс]: учебник / В. Е. Рощин, А. В. Рощин. — 4-е изд., перераб. и доп. — 46 Мб. — Челябинск: ЮУрГУ, 2013. — 572 с. — 1 файл. — Систем. требования: Acrobat Reader. — Режим доступа: <http://ed.donntu.org/books/19/cd9040.pdf> .

6 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебно-методические издания, разработанные в ДОННТУ:

3. Методические указания к практическим занятиям обучающихся по дисциплине «Процессы специальной электрометаллургии» направление подготовки 22.03.02 «Металлургия», профиль «Электрометаллургия стали», (для обучающихся очной и заочной форм обучения) / ГОУВПО «ДОННТУ», каф. электрометаллургии; сост. А.А.Троянский, В.И.Заика, С.Н.Ратиев – Донецк : ДОННТУ, 2021. - Систем. требования: Acrobat Reader.- Загл.с титул.экрана. <http://ed.donntu.ru/b00ks/20/m5433.pdf>

4. Методические указания к самостоятельной и индивидуальной работе по дисциплине «Процессы специальной электрометаллургии» : (для обучающихся направления подготовки 22.03.02 «Металлургия») / ГОУВПО «ДОННТУ», каф. электрометаллургии ; сост. В. И. Заика. – Донецк : ДОННТУ, 2021. – Систем. требования: Acrobat Reader. – Загл. с титул. экрана. <http://ed.donntu.ru/b00ks/21/m7387.pdf>

7 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Лекционные занятия:

1. 1. Учебная аудитория №5.037 ЭШП учебный корпус 5 для проведения занятий лекционного типа (мультимедийное оборудование: компьютер с выходом в Интернет P3/1.6GHz/512Mb/40Gb, Операционная система Linux Ubuntu 16.04 (2016), LibreOffice 4.3.0 (2015), монитор LG Studioworks 5D, видеопроектор Sony VPL-EX4 с экраном ProView 180x180 Matte White; специализированная мебель: доска аудиторная, столы и стулья).

2. Практические занятия проводятся:

Учебная аудитория №5.035 ЭШП учебный корпус 5 для проведения практических занятий (мультимедийное оборудование: компьютеры с выходом в Интернет Duron/1.4GHz/256Mb/80Gb, Операционная система Linux Ubuntu 16.04 (2016), LibreOffice 4.3.0 (2015), компьютерная online модель процесса внепечной обработки стали доступная по ссылке <https://steeluniversity.org>, компьютерная модель для моделирования литейных процессов LVMFlow CV4.7r8 (учебная версия, лицензия №8323), разработанная в ДОННТУ компьютерная модель процесса выплавки стали и ферросплавов "ОПАКУЛ", видеопроектор Sony VPL-EX4, экран проекционный ELINSCREENS V119XWS1; специализированная мебель: доска для рисования маркерами, столы и стулья).

3 Для самостоятельной работы: Помещения с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации: читальные залы, учебные корпуса 2,3 (Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду (ЭИОС ДОННТУ) и электронно-библиотечную систему (ЭБС IPRbooks), а также возможностью

индивидуального неограниченного доступа обучающихся в ЭБС и ЭИОС посредством Wi-Fi с персональных мобильных устройств. ОС- Microsoft Windows 7, OpenOffice 2.0.3 – общественная лицензия MPL 2.0/ Grub loader for ALT Linux - лицензия GNU LGPL v3/ Mozilla Firefox - лицензия MPL2.0, Moodle (Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment) - лицензия GNU GPL.