

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



УТВЕРЖДАЮ:

Первый проректор

А.А. Каракозов

(подпись)

«31» марта 2023 года

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.04 Технологические особенности вакуумных переплавных процессов

(код и наименование дисциплины согласно учебному плану)

Направление подготовки:
Направленность (профиль):
Программа:
Форма обучения:

22.04.02 Металлургия
Электрометаллургия стали,
Магистратура
очная, заочная


Форма обучения:	Очная	Заочная
Семестр(ы)	3	3
Общая трудоёмкость в з.е/часах	5,0 (180)	5,0 (180)
Контактная работа (час.), в том числе:	72	14
лекции	34	4
лабораторные работы	-	-
практические (семинарские) занятия	34	4
Самостоятельная работа (час.), в том числе:	72	130
курсовой проект (работа) (семестр/час.)	-	-
Контроль (экзамен, час./зачёт)	Экзамен, 36	Экзамен, 36

Донецк, 2023 г.

Рабочая программа дисциплины «**Технологические особенности вакуумных переплавных процессов**» составлена в соответствии с учебными планами по направлению подготовки 22.04.02 «Металлургия» (направленность (профиль): «Электromеталлургия стали») для 2023 года приёма по очной и приёма заочной формам обучения.

Составитель:

Профессор кафедры «Электromеталлургия»,
д-р.техн.наук, доцент


(подпись) Е.Л. Корзун

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

Протокол от «02» марта 2023 года №8.

И.о. заведующего кафедрой

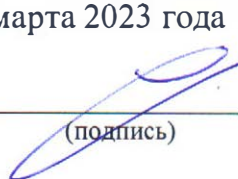

(подпись)

В.И. Заика
(Ф.И.О.)

Рабочая программа **одобрена учебно-методической комиссией** ГОУВПО «ДОННТУ» по направлению подготовки 22.04.02 «Металлургия».

Протокол от «29» марта 2023 года №2

Председатель


(подпись)

Снитко С.А.

(Ф.И.О.)

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

Протокол от «__» _____ 20__ года № _____

Заведующий кафедрой

(подпись)

(Ф.И.О.)

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

Протокол от «__» _____ 20__ года № _____

Заведующий кафедрой

(подпись)

(Ф.И.О.)

1 ОБЪЕКТ, ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина рассматривает вопросы практических результатов рафинирования металлов и сплавов после применения вакуумных переплавных процессов.

Целью преподавания дисциплины является ознакомление с закономерностями процессов рафинирования стали и сплавов; освоение основных методов повышения качества стального слитка, изучение основных закономерностей вакуумного дугового переплава, изучение основ вакуумной техники, особенностей её эксплуатации.

В результате освоения дисциплины студент должен

знать: особенности влияния вредных примесей, неметаллических включений, примесей цветных металлов на свойства сталей и сплавов, способы снижения их концентрации и рафинирования металлов и сплавов, основы процессов синтеза сверхчистых металлов путем их глубокой очистки;

уметь: на основе полученных знаний выбирать те или иные методы рафинирования и глубокой очистки металлов и сплавов и применять их на практике с учетом их назначения, достоинств, недостатков и отличительных особенностей в каждом конкретном случае синтеза новейших металлов и сплавов;

владеть: методами повышения качества слитка стали или сплава, рафинирования и глубокой очистки металлов и сплавов.

Перечисленные результаты обучения являются основой для формирования следующих компетенций:

ПК-1 – способен разрабатывать предложения по совершенствованию технологических процессов и оборудования в производстве сталей и сплавов,

ПК-2 – способен разрабатывать предложения по повышению качества заданного вида металлопродукции в производстве сталей и сплавов.

2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЕ

Дисциплина относится к вариативной части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 дисциплин учебного плана.

Базируется на знаниях, умениях и навыках, которые студент приобрел при освоении предшествующих дисциплин: «Теория металлургических процессов», «Теоретические основы сталеплавильных процессов», «Разливка и затвердевание металлов», «Материаловедение и обработка металлов», «Тепломассообменные процессы в металлургических агрегатах», «Теоретические основы процессов спецэлектрометаллургии», «Производство стали и сплавов в электрических печах», «Проектирование технологических процессов», «Электрометаллургия специальных сталей», «Особенности производства сталей и сплавов ответственного назначения».

Знания, умения и навыки, приобретенные при освоении данной дисциплины, реализуются студентом при выполнении магистерской квалификационной работы и научно-исследовательской работы.

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. (Семина.).	СР
Тема 1. Особенности технологии специальной электрометаллургии (СЭМ). Классификация процессов СЭМ.	3/6,25	2/0,25	0	0	1/6
Тема 2. Понятие вакуума. Средства контроля. Вакуумные насосы.	4/7,25	2/0,25	0	0	2/7
Тема 3. Задачи и возможности ВДП.	16/7,5	2/0	0	6/0,5	8/7
Тема 4. Основные элементы конструкции печей. Вакуумное оборудование печей ВДП.	4/7,5	2/0,5	0	0	2/7
Тема 5. Горение дуги в вакууме.	23/13	2/0	0	10/1	11/12
Тема 6. Требования к расходуемому электроду, параметры качества. Подготовка расходного электрода к плавке в ВДП.	4/8,25	2/0,25	0	0	2/8
Тема 7. Переплавы расходного электрода в ВДП. Особенности кристаллизации металла при ВДП.	21/13,5	4/0,5	0	6/1	11/12
Тема 8. Особенности протекания металлургических процессов при ВДП. Критерии качества и сортамента металла, получаемого при ВДП.	4/8,25	2/0,25	0	0	2/8
Тема 9. Основы нагрева и плавки металла электронным лучом.	19/13,25	2/0,25	0	6/1	11/12
Тема 10. Физико-химические основы процессов рафинирования в электронно-лучевом переplаве.	4/7,5	2/0,5	0	0	2/7
Тема 11. Энергетические закономерности и особенности формирования слитка ЭЛП.	22/13	4/0,5	0	6/0,5	12/12
Тема 12. Металлургические особенности, качество и сортament металла ЭЛП.	4/8,25	2/0,25	0	0	2/8
Тема 13. Направленная кристаллизация. Зонная перекристаллизация (зонная плавка).	8/8,25	4/0,25	0	0	4/8
Тема 14. Комплексное применение различных методов рафинирования. Особенности свойств высококачественных металлов.	4/8,25	2/0,25	0	0	2/8
Контактная работа (дополнительная)	4/6	0	0	0	0/0
Курсовая работа (проект)	0	0	0	0	0
Итого по видам занятий	140/138	34/4	0	34/4	72/130
Контроль	36/36	0	0	0	36/36
ИТОГО:	180/180				

Проведение лабораторных работ по дисциплине не предусмотрено учебным планом

Формирование компетенций в результате освоения тем дисциплины

Компетенции	Темы дисциплины, нацеленные на формирование компетенции
ПК-1	Темы 1, 3 – 7, 12 – 14
ПК-2	Темы 7, 8, 12, 13

3.2 Лекции

Тема 1. Особенности технологии специальной электрометаллургии. Классификация процессов специальной электрометаллургии (СЭМ).

Содержание темы 1: Краткая характеристика методов выплавки стали и сплавов в электропечах. Процессы СЭМ – классификация по способу преобразования электрической энергии в тепловую. Процессы СЭМ – классификация по рабочему давлению газовой фазы в процессе рафинирования. Процессы СЭМ – классификация по назначению. Металлургические характеристики плавильных и переплавных процессов. Современные схемы СЭМ.

Литература к теме 1: [1–4].

Тема 2. Понятие вакуума. Средства контроля. Вакуумные насосы.

Содержание темы 2: Понятие вакуума. Шкала перевода единиц давления. Влияние давления на длину свободного пробега молекулы. Принцип действия печей вакуумно-дугового переплава. Средства контроля вакуума и вакуумно-дугового процесса. Вакуумметры. Течеискатели. Диапазон рабочих давлений в различных вакуумных агрегатах. Классификация вакуумных насосов. Рабочий диапазон давлений различных типов вакуумных насосов. Устройство и принцип работы основных типов вакуумных насосов.

Литература к теме 2: [1, 2, 5-7].

Тема 3. Задачи и возможности ВДП.

Содержание темы: Общие металлургические аспекты вакуумной металлургии: реакции на границе раздела металл – газ, реакции в системе газ – шлак – металл. Технологическая последовательность металлургического производства с получением слитков ВДП. Отличительные особенности технологии вакуумного дугового переплава. Периоды процесса. Сравнение с другими переплавными процессами. Основной сортмент слитков.

Литература к теме 3: [1–4].

Тема 4. Основные элементы конструкции печей. Вакуумное оборудование печей ВДП.

Содержание темы: Устройство печей вакуумного дугового переплава. Технические параметры различных вакуумных дуговых печей. Состав оборудования ВДП. Эксплуатационные характеристики печей ВДП. Технологические параметры печей ВДП в кристаллизаторах различного диаметра. Давление в печи ВДП. Режимы работы вакуумной системы ВДП. Эвакуация газа из печи ВДП – первый период цикла работы вакуумной системы. Работа вакуумной системы ВДП в рабочий период. Схемы вакуумных откачивающих систем ВДП.

Литература к теме 4: [1–4].

Тема 5. Горение дуги в вакууме.

Содержание темы: Виды электрических разрядов в газовой среде. Характеристика самостоятельного разряда. Характеристика и структура тлеющего самостоятельного разряда. Характеристика коронного самостоятельного разряда. Характеристика дугового самостоятельного разряда. Особенности дугового разряда в ВДП. Виды дугового разряда в вакууме. Среда формирования дугового разряда в вакууме. Характерные области дуги ВДП. Факторы влияния на стабильность дуги ВДП.

Литература к теме 5: [1-3].

Тема 6. Требования к расходуемому электроду, параметры качества.

Содержание темы 6: Общие требования к расходуемым электродам ВДП. Изготовление электродов для ВДП. Подготовка расходуемого электрода к плавке в ВДП. Порезка литой заготовки под расходуемый электрод ВДП. Обработка поверхности литой заготовки под расходуемый электрод ВДП. Идентификация расходуемого электрода. Хранение расходуемых

электродов. Дефекты расходуемых электродов ВДП (продольные трещины, поперечные трещины, усадочные раковины). Подготовка расходного электрода и печи ВДП к плавке.

Литература к теме 6: [1–4].

Тема 7. Переплавление расходного электрода в ВДП. Особенности кристаллизации металла при ВДП.

Содержание темы 7: Последовательность подготовки печи ВДП к переплавлению. Начало процесса переплавления. Параметры режима основного периода переплавления. Тепловой поток через стенку кристаллизатора ВДП. Формирование боковой поверхности слитка ВДП. Формирование макроструктуры слитка ВДП. Остывание слитка ВДП. Дефекты макроструктуры слитка ВДП. Влияние электрического режима переплавления на образование дефектов макроструктуры слитка ВДП. Ликвационные дефекты слитка ВДП. Экзогенные дефекты слитка ВДП. Классификация дефектов слитка ВДП.

Литература к теме 7: [1–4].

Тема 8. Особенности протекания металлургических процессов при ВДП. Критерии качества и сортамента металла, получаемого при ВДП.

Содержание темы 8: Основные физико-химические процессы при ВДП. Условия испарения примесей при ВДП. Испарение летучих примесей. Удаление газов, из металла. Взаимодействие азота с металлом в процессе ВДП. Удаление неметаллических включений. Ликвация легирующих компонентов. Основной сорт металла ВДП. Основные параметры качества слитка ВДП. Правила приёмки слитков ВДП. Технологическая обрезка слитков ВДП. Влияние ВДП на качество сталей.

Литература к теме 8: [1–4].

Тема 9. Основы нагрева и плавки металла электронным лучом.

Содержание темы 9: История электронно-лучевой технологии. Общие закономерности электронно-лучевого нагрева. Глубина проникновения электроном в железо

Литература к теме 9: [1–4].

Тема 10. Физико-химические основы процессов рафинирования в электронно-лучевом переплавлении.

Содержание темы 10: Раскисление металла в вакууме. Асимметричный характер снижения содержания кислорода и углерода в металле при снижении давления в системе. Влияние состава печной атмосферы на снижение содержания углерода в стали. Дегазация металла. Испарение примесей.

Литература к теме 10: [1–4].

Тема 11. Энергетические закономерности и особенности формирования слитка ЭЛП.

Содержание темы 11: Основные технологические схемы ЭЛП. Технологические схемы ЭЛП при переплавлении в кристаллизатор. Технологические схемы ЭЛП с промежуточной ёмкостью. Энергетические закономерности ЭЛП: баланс мощности и тепловой к.п.д. ЭЛП.

Литература к теме 11: [1–4].

Тема 12. Металлургические особенности, качество и сорт металла ЭЛП.

Содержание темы 12: Изменения качества чистых железа, никеля, ниобия, тантала, меди, циркония. Изменения качества сплавов на основе никеля, титановых сплавов. Влияние электронно-лучевого переплавления на свойства различных сталей. Результаты ЭЛП прецизионных сплавов.

Литература к теме 12: [1–4].

Тема 13. Направленная кристаллизация Зонная перекристаллизация (зонная плавка).

Содержание темы 13: Классификация методов направленной кристаллизации из расплава. Вертикально направленная кристаллизация расплава (методы Вернейля, Киропулоса, Чохральского, Степанова, Бриджмена, Бриджмена-Стокбаргера, зонная плавка). Горизонтально направленная кристаллизация с малым объёмом расплава (метод Багдасарова и зонная плавка). Процесс высокоградиентной направленной кристаллизации жаропрочных сплавов. Применение зонной плавки в металлургии. Зонная плавка железа. Перемешивание жидкой фазы при зонной плавке.

Литература к теме 13: [1–4].

Тема 14. Комплексное применение различных методов рафинирования. Особенности свойств высококачественных металлов.

Содержание темы 14: Сравнение переплавных процессов. Техничко-экономические показатели рафинирующих переплавов. Комплексное применение различных методов рафинирования. Особенности свойств высококачественных металлов.

Литература к теме 14: [1–4].

3.3 Практические (семинарские) занятия

№ п/п	Тема занятия	Объем, час. очн./заочн.	Литература
1	Расчет вакуумной дуговой печи с заданной массой слитка	6/0,5	[8]
2	Примерный расчёт вакуумной дуговой печи заданной производительности	4/0,5	[8]
3	Примерный расчёт вакуумной дуговой печи заданного диаметра	6/0,5	[8]
4	Определение максимальной экономически целесообразной массы вакуумного дугового слитка	4/0,5	[8]
5	Особенности расчёта дуговой вакуумной печи для выплавки плоских слитков	2/0,5	[8]
6	Контроль соответствия параметров электронных пушек для ЭЛП	4/0,5	[8]
7	Определение необходимой скорости откачки газа из рабочей камеры электронно-лучевого переплава	4/0,5	[8]
8	Особенности расчета суммарной мощности электронных пушек для обеспечения заданной производительности электронно-лучевой печи	4/0,5	[8]
ИТОГО:		34/4	

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	32/50
2	Подготовка к практическим занятиям	40/71
3	Подготовка к лабораторным работам	0/0
4	Выполнение курсового проекта	0/0
5	Выполнение курсовой работы	0/0
6	Выполнение индивидуального задания	0/9
ИТОГО:		72/130

3.6 Курсовой проект (работа), индивидуальное задание

Учебным планом курсовой проект (работа) не запланирован.

Учебным планом для студентов заочной формы обучения предусмотрено выполнение индивидуального задания (контрольной работы). 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 изучения материала, который не рассматривается на лекциях. Объем учебной нагрузки при выполнении индивидуального задания – не менее 9 часов. Сдача индивидуального задания осуществляется не позднее чем за две недели до окончания учебного семестра. Выполнение индивидуального задания осуществляется в часы СРС. Рекомендуемый объем пояснительной записки по индивидуальному заданию – 5-15 страниц формата А4 (210'297 мм).

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 может найти в справочной научно-технической литературе исходные значения для расчетов;
- 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

1. Значение электросталеплавильного способа на различных этапах развития современного сталеплавильного производства.
2. Предпосылки возникновения специальных процессов в металлургии (ЭШП, ВДП, ВИП, ЭЛЛ, ПДП).
3. Место и роль специальной электрометаллургии сегодня.
4. Принцип работы и область применения пластинчато-роторных вакуумных насосов.
5. Принцип работы и область применения роторных вакуумных насосов.
6. Принцип работы и область использования парожеткорных и диффузионных насосов.
7. Приборы для измерения вакуума: принцип работы и область применения.
8. Вспомогательные элементы вакуумных систем: фильтры, ловушки, холодильники и т.д.
9. За счет чего происходит нагрев и плавление сплавов в электронно-лучевой печи?
10. Кратко опишите схему установки электронно-лучевого переплава с кольцевым катодом, ее достоинства и недостатки.
11. Кратко опишите схему установки электронно-лучевого переплава с электронно-лучевой пушкой, ее достоинства и недостатки. Как происходит рафинирование стали и сплавов при переплаве в ЭЛ П?

12. Как зависит скорость движения электронов от величины ускоряющего напряжения?
13. От чего зависит глубина проникновения электронов внутрь поверхности переплавляемой заготовки?
14. Кратко опишите схему устройства ЭЛП с ускоряющим анодом. Какие у нее достоинства и недостатки?
15. Кратко опишите схему устройства ЭЛП без ускоряющего анода. Какие у нее достоинства и недостатки?
16. Кратко опишите принцип действия электронной плавильной установки с радиальными пушками.
17. Кратко опишите принцип действия установки ЭЛП с аксиальными пушками.
18. Из чего состоит конструкция плавильной камеры ЭЛП?
19. От чего зависит скорость плавления в ЭЛП?
20. Энергетический баланс электронно-лучевого переплава.
21. Перечислите сортамент металлов и сплавов, переплавляемых в ЭЛП.
22. Направленная кристаллизация.
23. Зонная перекристаллизация (зонная плавка).
24. Комплексное применение различных методов рафинирования
25. Особенности свойств высококачественных металлов

Пример экзаменационного билета

ГОУВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Уровень высшего профессионального образования: магистратура

Направление подготовки (специальность): 22.04.02 «Металлургия»
(код, название)

Магистерская программа: «Электрометаллургия стали»
(название)

Семестр: 3-й

Учебная дисциплина: Технологические особенности вакуумных переплавных процессов

БИЛЕТ № 1

1. Значение электросталеплавильного способа на различных этапах развития современного сталеплавильного производства.
2. Приборы для измерения вакуума: принцип работы и область применения.
3. Как зависит скорость движения электронов от величины ускоряющего напряжения.

Утверждено на заседании кафедры

Электрометаллургия
(наименование кафедры полностью)

Протокол № от г.

Зав. кафедрой _____
(подпись)

Экзаменатор _____
(подпись)

(Ф.И.О.)

Корзун Е.Л.
(Ф.И.О.)

4.3 Критерии оценивания

Оценивание уровня освоения студентом учебного материала дисциплины производится в ходе текущего контроля и промежуточной аттестации (семестрового контроля).

Текущий контроль знаний студента **очной** формы обучения осуществляется по результатам **текущей работы**. Текущая работа подразделяется на текущую аудиторную работу и текущую самостоятельную работу. **Текущая аудиторная работа** предполагает текущий контроль знаний студента по результатам учебных занятий. Объектами текущего контроля являются: посещаемость аудиторных учебных занятий; работа на занятиях; текущий опрос. **Текущая самостоятельная работа** студента обучения предполагает выполнение задания (контрольной работы) в соответствии с методическими рекомендациями.

Показатель	Максимальное количество баллов
Текущая аудиторная работа:	
– посещаемость аудиторных учебных занятий (за все занятия)	30
– работа на занятиях (за все занятия)	30
– текущий опрос (за все опросы)	30
Текущая самостоятельная работа	
– задание (контрольная работа)	10

Текущий контроль знаний студента **заочной** формы обучения осуществляется по результатам **текущей работы**. Текущая работа включает в себя текущую самостоятельную работу. **Текущая самостоятельная работа** студента обучения предполагает выполнение задания (контрольной работы) в соответствии с методическими рекомендациями.

Показатель	Максимальное количество баллов
Текущая самостоятельная работа	
– задание (контрольная работа)	100

Промежуточная аттестация студентов **очной и заочной** форм обучения осуществляется в форме экзамена: в экзаменационном билете предусмотрено два теоретических задания и задача.

Промежуточная аттестация	Максимальное количество баллов
– теоретический вопрос (за каждый вопрос)	40
– задача	20

Расчет баллов (**Б**) для студентов **очной и заочной** формы обучения определяется с учетом долевого участия текущей работы (**ТР**) и промежуточной аттестации (**ПА**):

$$Б = ТР * 0,3 + ПА * 0,7$$

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

Сумма баллов по 100-балльной 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.

При невыполнении всех заданий, предусмотренных учебной программой дисциплины согласно «Положению об организации учебного процесса» студенту в ведомость по курсу

ставится запись «Не допущен». Студентам, которые были допущены к сдаче экзамена, но не явились на него, в ведомости ставится запись «Не явился».

4.4 Пример текущего опроса на практических (семинарских) занятиях и лабораторных работах

Текущий контроль знаний студентов производится по результатам выполнения индивидуального задания, во время контрольных опросов в ходе проведения практических занятий.

Пример текущего опроса на практическом занятии №2 по темам лекций №1:

1. Краткая характеристика методов выплавки стали и сплавов в электропечах.
2. Как классифицировать процессы СЭМ по способу преобразования электрической энергии в тепловую?
3. Как– классифицировать процессы СЭМ по рабочему давлению газовой фазы в процессе рафинирования?
4. Как классифицировать процессы СЭМ по назначению.
5. Metallургические характеристики плавильных и переплавных процессов. Современные схемы СЭМ

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. – 168с. – ISBN 978-5-7996-2395-1. – Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/106523.html> – Режим доступа: для авторизир. пользователей
2. Симонян, Л.М. Современные методы и технологии специальной электрометаллургии и аддитивного производства. Теория и технология спецэлектрометаллургии: курс лекций / Л.М. Симонян, А. Е. Семин, А.И. Кочетов. – Москва: Издательский Дом МИСиС, 2017. – 182с. – ISBN 978-5-906846-96-9. – Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/71682.html> – Режим доступа: для авторизир. пользователей
3. Рошин, В.Е. Электрометаллургия и металлургия стали: учебник / В.Е. Рошин, А.В. Рошин. – Москва, Вологда: Инфра-Инженерия, 2021. – 576 с. – ISBN 978-5-9729-0630-7. – Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/115199.html> – Режим доступа: для авторизир. пользователей.

II. Дополнительная литература

4. Перспективные металлургические и технологические процессы производства конструкционных материалов: монография / В.И. Муравьев, П.В. Бахматов, А.В. Фролов, В.В. Григорьев – Москва, Вологда: Инфра-Инженерия, 2021. – 328с. – ISBN 978-5-9729-0740-3. – Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/115154.html> – Режим доступа: для авторизир. пользователей.
5. Райков, А.А. Кулачково-зубчатые вакуумные насосы: учебное пособие / А.А. Райков, С.И. Саликекев, А.В. Бурмистров – Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2019. – 80с. – ISBN 978-5-7882-2658-3. – Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/100548.html> – Режим доступа: для авторизир. пользователей.

6. Райков, А.А. Спиральные вакуумные насосы: монография / А.А. Райков, С.И. Саликеев, А.В. Бурмистров. – Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2018. – 220с. – ISBN 978-5-7882-2431-2. – Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/95031.html> – Режим доступа: для авторизир. пользователей.

7. Хаблянян, М.Х. Вакуумная техника. Оборудование, проектирование, технологии, эксплуатация. Часть 2. Вакуумные насосы: учебное пособие / М.Х. Хаблянян, Г.Л. Саксаганский, А.В. Бурмистров. – Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2016. – 300 с. – ISBN 978-5-7882-1977-6. – Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/79274.html> – Режим доступа: для авторизир. пользователей.

6 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебно-методические издания, разработанные в ДОННТУ:

К лекциям:

8. Методические указания к практическим занятиям по дисциплине «Технологические особенности вакуумных переплавных процессов» для обучающихся по направлению подготовки 22.04.02 «Металлургия» по магистерской программе «Электрометаллургия стали» [Электронный ресурс] / Составитель: Корзун Е.Л. – 7,4 Мб. – Донецк: ГОУВПО «ДОННТУ», 2022. – 1 файл. – Систем. требования: Acrobat Reader. (доступ через личный кабинет студента).

9. Методические указания к самостоятельной работе по дисциплине «Технологические особенности вакуумных переплавных процессов» для обучающихся по направлению подготовки 22.04.02 «Металлургия» по магистерской программе «Электрометаллургия стали» [Электронный ресурс] / Составитель Корзун Е.Л. – 560 Кб. – Донецк: ГОУВПО «ДОННТУ», 2022. – 1 файл. – Систем. требования: Acrobat Reader. (доступ через личный кабинет студента)

10. Методические указания к выполнению индивидуальных заданий по дисциплине «Технологические особенности вакуумных переплавных процессов» для обучающихся по направлению подготовки 22.04.02 «Металлургия» по магистерской программе «Электрометаллургия стали» [Электронный ресурс] / Составитель: Корзун Е.Л. – 0,9 Мб. – Донецк: ГОУВПО «ДОННТУ», 2022. – 1 файл. – Систем. требования: Acrobat Reader. (доступ через личный кабинет студента)..

Электронно-информационные ресурсы

ЭБС ДОННТУ – <http://donntu.ru/library>.

ЭБС IPR SMART – <http://www.iprbookshop.ru>.

Интернет-ресурсы:

https://www.asminternational.org/documents/10192/1849770/05115G_Sample.pdf

<https://books.google.com/books?id=or2tt2ssYdsC&printsec=copyright#v=onepage&q&f=false>

7 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Лекционные занятия.

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).

Практические занятия.

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 выпечки 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 ELINSCREEHNS V119XWS1; специализированная мебель: доска для рисования маркерами, столы и стулья).

Самостоятельная работа.

Помещения для самостоятельной работы 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