

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ**
Электрометаллургия

Код модуля
1152580(1)

Модуль
Электрометаллургия

Екатеринбург

Оценочные материалы составлены автором(ами):

№ п/п	Фамилия, имя, отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Лозовая Елизавета Юрьевна	канд.техн.наук, доцент	доцент	Металлургия железа и сплавов"

Согласовано:

Управление образовательных программ

Ю.В. Коновалова

Авторы:

- Лозовая Елизавета Юрьевна, доцент, **Металлургия железа и сплавов**"

1. СТРУКТУРА И ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ **Электromеталлургия**

1.	Объем дисциплины в зачетных единицах	15	
2.	Виды аудиторных занятий	Лекции Практические/семинарские занятия	
3.	Промежуточная аттестация	Зачет Экзамен	
4.	Текущая аттестация	Контрольная работа	3
		Домашняя работа	2

2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ (ИНДИКАТОРЫ) ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ **Электromеталлургия**

Индикатор – это признак / сигнал/ маркер, который показывает, на каком уровне обучающийся должен освоить результаты обучения и их предъявление должно подтвердить факт освоения предметного содержания данной дисциплины, указанного в табл. 1.3 РПМ-РПД.

Таблица 1

Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)	Контрольно-оценочные средства для оценивания достижения результата обучения по дисциплине
1	2	3
ПК-17 -Способен выполнять расчеты материальных потоков по отдельным операциям и всему производству в целом (Металлургия титана)	Д-1 - Демонстрировать высокий уровень внимательности и самостоятельности при выполнении расчетных работ З-1 - Объяснять основные положения теории электromеталлургических процессов З-2 - Объяснять принципы и методики физико-химических, теплофизических балансовых расчетов электromеталлургических процессов П-1 - Самостоятельно выполнять в рамках заданий инженерные расчеты с целью обоснования оптимальных технологических параметров электроплавки.	Домашняя работа № 1 Домашняя работа № 2 Зачет Контрольная работа № 1 Контрольная работа № 2 Контрольная работа № 3 Лекции Практические/семинарские занятия Экзамен

	<p>У-1 - Анализировать результаты технологических расчетов и делать выводы по эффективности технологического режима процессов черной металлургии</p> <p>У-2 - Выбирать методы балансовых и технологических расчетов процессов получения черных металлов в зависимости от типа технологической задачи, анализировать результаты расчетов и делать выводы по эффективности технологического режима</p> <p>У-3 - Интерпретировать результаты конструкторских расчетов основного технологического оборудования цехов черной металлургии.</p>	
--	--	--

3. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ В БАЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЕ (ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА БРС)

3.1. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 1		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>контрольная работа</i>	5,12	100
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0.5		
Промежуточная аттестация по лекциям – зачет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0.5		
2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – не предусмотрено		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям – не предусмотрено		
Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям – нет		

Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям – не предусмотрено		
3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий – не предусмотрено		
Текущая аттестация на лабораторных занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям - не предусмотрено		
Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям – нет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – не предусмотрено		
4. Онлайн-занятия: коэффициент значимости совокупных результатов онлайн-занятий – не предусмотрено		
Текущая аттестация на онлайн-занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по онлайн-занятиям - не предусмотрено		
Промежуточная аттестация по онлайн-занятиям – нет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по онлайн-занятиям – не предусмотрено		

3.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы/проекта

Текущая аттестация выполнения курсовой работы/проекта	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент текущей аттестации выполнения курсовой работы/проекта – не предусмотрено		
Весовой коэффициент промежуточной аттестации выполнения курсовой работы/проекта – защиты – не предусмотрено		

3.1. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

2. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0.5		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>контрольная работа</i>	6,12	100
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0.5		
Промежуточная аттестация по лекциям – экзамен		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0.5		
2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0.5		

Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>домашняя работа</i>	6,16	100
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям– 1		
Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям– нет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям– не предусмотрено		
3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий –не предусмотрено		
Текущая аттестация на лабораторных занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям - не предусмотрено		
Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям – нет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – не предусмотрено		
4. Онлайн-занятия: коэффициент значимости совокупных результатов онлайн-занятий –не предусмотрено		
Текущая аттестация на онлайн-занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по онлайн-занятиям - не предусмотрено		
Промежуточная аттестация по онлайн-занятиям – нет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по онлайн-занятиям – не предусмотрено		

3.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы/проекта

Текущая аттестация выполнения курсовой работы/проекта	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент текущей аттестации выполнения курсовой работы/проекта– не предусмотрено		
Весовой коэффициент промежуточной аттестации выполнения курсовой работы/проекта– защиты – не предусмотрено		

3.1. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

3. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0.5
--

Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>контрольная работа</i>	7,12	100
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0.5		
Промежуточная аттестация по лекциям – экзамен		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0.5		
2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0.5		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>домашняя работа</i>	7,16	100
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям– 1		
Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям– нет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям– не предусмотрено		
3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий –не предусмотрено		
Текущая аттестация на лабораторных занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям - не предусмотрено		
Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям – нет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – не предусмотрено		
4. Онлайн-занятия: коэффициент значимости совокупных результатов онлайн-занятий –не предусмотрено		
Текущая аттестация на онлайн-занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по онлайн-занятиям - не предусмотрено		
Промежуточная аттестация по онлайн-занятиям – нет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по онлайн-занятиям – не предусмотрено		

3.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы/проекта

Текущая аттестация выполнения курсовой работы/проекта	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах

Весовой коэффициент текущей аттестации выполнения курсовой работы/проекта– **не предусмотрено**

Весовой коэффициент промежуточной аттестации выполнения курсовой работы/проекта– защиты – **не предусмотрено**

4. КРИТЕРИИ И УРОВНИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ

4.1. В рамках БРС применяются утвержденные на кафедре/институте критерии (признаки) оценивания достижений студентов по дисциплине модуля (табл. 4) в рамках контрольно-оценочных мероприятий на соответствие указанным в табл.1 результатам обучения (индикаторам).

Таблица 4

Критерии оценивания учебных достижений обучающихся

Результаты обучения	Критерии оценивания учебных достижений, обучающихся на соответствие результатам обучения/индикаторам
Знания	Студент демонстрирует знания и понимание в области изучения на уровне указанных индикаторов и необходимые для продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью.
Умения	Студент может применять свои знания и понимание в контекстах, представленных в оценочных заданиях, демонстрирует освоение умений на уровне указанных индикаторов и необходимых для продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью.
Опыт /владение	Студент демонстрирует опыт в области изучения на уровне указанных индикаторов.
Другие результаты	Студент демонстрирует ответственность в освоении результатов обучения на уровне запланированных индикаторов. Студент способен выносить суждения, делать оценки и формулировать выводы в области изучения. Студент может сообщать преподавателю и коллегам своего уровня собственное понимание и умения в области изучения.

4.2 Для оценивания уровня выполнения критериев (уровня достижений обучающихся при проведении контрольно-оценочных мероприятий по дисциплине модуля) используется универсальная шкала (табл. 5).

Таблица 5

Шкала оценивания достижения результатов обучения (индикаторов) по уровням

Характеристика уровней достижения результатов обучения (индикаторов)			
№ п/п	Содержание уровня выполнения критерия оценивания результатов обучения (выполненное оценочное задание)	Шкала оценивания	
		Традиционная характеристика уровня	Качественная характеристика уровня

1.	Результаты обучения (индикаторы) достигнуты в полном объеме, замечаний нет	Отлично (80-100 баллов)	Зачтено	Высокий (В)
2.	Результаты обучения (индикаторы) в целом достигнуты, имеются замечания, которые не требуют обязательного устранения	Хорошо (60-79 баллов)		Средний (С)
3.	Результаты обучения (индикаторы) достигнуты не в полной мере, есть замечания	Удовлетворительно (40-59 баллов)		Пороговый (П)
4.	Освоение результатов обучения не соответствует индикаторам, имеются существенные ошибки и замечания, требуется доработка	Неудовлетворительно (менее 40 баллов)	Не зачтено	Недостаточный (Н)
5.	Результат обучения не достигнут, задание не выполнено	Недостаточно свидетельств для оценивания		Нет результата

5. СОДЕРЖАНИЕ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ

5.1. Описание аудиторных контрольно-оценочных мероприятий по дисциплине модуля

5.1.1. Лекции

Самостоятельное изучение теоретического материала по темам/разделам лекций в соответствии с содержанием дисциплины (п. 1.2. РПД)

5.1.2. Практически/семинарские занятия

Примерный перечень тем

1. Расчёт активностей компонентов шлака по теории Кожеурова
2. Определение активностей компонентов металлического расплава по методу Вагнера.
3. Расчет содержания кислорода в металле под шлаком заданного состава
4. Определение термодинамического предела окисления углерода металла под шлаком заданного состава при изменяющемся давлении.
5. Расчёт необходимой для десульфурации массы шлака и электроэнергии на плавление добавок в ковш.
6. Расчёт шихты электроплавки стали.
7. Расчет энергетического баланса дуговой сталеплавильной печи

Примерные задания

1. Рассчитать угар элементов и определить состав металла после расплавления при выплавке стали марки 08 в ДСП.

Исходные данные для расчета

Таблица 1– Химический состав лома, %

C Si Mn P S Al Cu Ni Fe Zn

0,20 0,15 0,45 0,03 0,03 0,04 0,20 0,04 97,89 0,01

Таблица 2 – Химический состав извести, %

S	CaO	SiO ₂	MgO	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	P ₂ O ₅	CO ₂	H ₂ O
0,06	86,0	1,0	0,50	1,0	1,0	0,10	5,17	5,17

Таблица 3 – Химический состав футеровки, %

CaO	SiO ₂	MgO	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃
1,00	3,00	93,00	2,00	1,00

Таблица 4 – Химический состав углеродсодержащего материала, %

C	S	CaO	SiO ₂	MgO	FeO	Al ₂ O ₃	P ₂ O ₅	H ₂ O
85,16	0,34	0,61	5,86	0,39	3,78	3,32	0,12	0,42

2. Рассчитать количество шлака и его состав в период плавления, используя в качестве исходных данных, полученные значения предыдущего расчета

3. Выполнить расчет количества и состава шлака окислительного периода в ДСП. В качестве исходных данных принять результаты расчетов заданий 1 и 2

LMS-платформа

1. Metallurgiya chernykh metallov https://learn.urfu.ru/subject/index/card/subject_id/1067

5.2. Описание внеаудиторных контрольно-оценочных мероприятий и средств текущего контроля по дисциплине модуля

Разноуровневое (дифференцированное) обучение.

Базовый

5.2.1. Контрольная работа № 1

Примерный перечень тем

1. Теоретические основы сталеплавильных процессов

Примерные задания

В ходе контрольной работы №1 на основе ответов на вопросы оценивается степень усвоения студентами содержания разделов дисциплины: «Природа и физико-химические особенности взаимодействия металлической и шлаковой фаз», «Термодинамический и кинетический анализ главных сталеплавильных реакций», «Раскисление и легирование стали», «Газы и неметаллические включения в стали». Достаточная глубина знаний по этой части дисциплины составляет необходимое условие успешного освоения технологической части, развития навыков технологического анализа и квалифицированного управления технологическими процессами производства стали

1. Сталеплавильные шлаки. Функции, источники, физические свойства

2. Теории жидких шлаков. Оценка активности компонентов шлака

3. Сродство элементов - примесей чугуна к кислороду. Относительные скорости окисления примесей. Влияние температуры

4. Влияние фосфора и серы на свойства стали. Пределы их удаления из металла при выплавке стали

5. Условия зарождения пузырей оксида углерода в жидком металле. Фронт реакции окисления углерода в сталеплавильных ваннах.

LMS-платформа

1. Metallurgy of black metals https://learn.urfu.ru/subject/index/card/subject_id/1067
2. Metallurgy of black metals <https://elearn.urfu.ru/course/view.php?id=720>

5.2.2. Контрольная работа № 2

Примерный перечень тем

1. Организация процессов электроплавки стали и сплавов

Примерные задания

В ходе контрольной работы №2 на основе ответов на вопросы оценивается степень усвоения студентами содержания разделов дисциплины: "Современный электродуговой процесс", "Устройство современной ДСП", "Футеровка печи", "Виды и качество лома", "Энергетический баланс современного электросталеплавильного процесса. Дополнительные источники энергии и теплогенерации", "Технология плавки в сверхмощных дуговых печах", "Технико-экономические показатели процесса", "Дуговые печи постоянного тока".

Достаточная глубина знаний по этой части дисциплины составляет необходимое условие успешного освоения технологической части, развития навыков технологического анализа и квалифицированного управления технологическими процессами производства стали

1. Электроплавка стали и сплавов в печах малой ёмкости. Варианты технологии. Способы контроля и интенсификации процесса.
2. Цветные примеси в шихте электропечей и допустимое их содержание в различных видах проката.
3. Варианты технологий подогрева лома отходящими из электропечи газами.
4. Анализ теплового баланса современной электроплавки: пути повышения технико-экономических показателей.
5. Образование пыли в зонах интенсивного тепловыделения и окисления. Характеристика пылей. Варианты утилизации.

LMS-платформа

1. Metallurgy of black metals Ссылка <https://elearn.urfu.ru/course/view.php?id=720>
2. Metallurgy of black metals Ссылка: https://learn.urfu.ru/subject/index/card/subject_id/1067

5.2.3. Контрольная работа № 3

Примерный перечень тем

1. Внепечная обработка и разливка стали

Примерные задания

В ходе контрольной работы №3 на основе ответов на вопросы оценивается степень усвоения студентами содержания разделов дисциплины: "Задачи и методы внепечной обработки", "Вакуумирование стали", "Обработка стали инертными газами", "Обработка металла рафинировочными шлаками в условиях газового перемешивания и электродугового подогрева", "Установка «печь-ковш», "Обработка металла твердыми порошкообразными реагентами", "Состав инжекционной установки", "Современное состояние внепечной обработки и место в технологической схеме производства стали".

"Способы разливки стали", "Разливка стали в изложницы", "Непрерывная разливка стали", "Этапы развития непрерывной разливки и современное состояние", "Устройство и схема работы машин непрерывного литья заготовок (МНЛЗ). Типы машин", "Основные закономерности формирования слитка", "Устройство сталеплавильных цехов. Особенности планировочных решений, логистика и организация грузопотоков при разливке стали в изложницы и непрерывной разливке стали", "Планировочные решения отделений внепечной обработки и непрерывной разливки стали".

Достаточная глубина знаний по этой части дисциплины составляет необходимое условие успешного освоения технологической части, развития навыков технологического анализа и квалифицированного управления технологическими процессами производства стали

1. Задачи и этапы развития ковшевой металлургии.
2. Анализ возможностей осаждающего раскисления в решении задач внепечной обработки стали. Эффективность раскисления стали алюминием, ЦЗМ и РЗМ.
3. Десульфурация металла шлаками. Степень и динамика десульфурации. Вакуум-шлаковое рафинирование.
4. Дегазация металла при обработке инертными газами. Влияние внешнего давления на эффективность.
5. Состав и функциональные возможности современных установок комплексной обработки стали. Пути совершенствования оборудования и технологии.
6. Понятие слитка и разливки стали. Классификация слитков. Характеристика способов разливки.

LMS-платформа

1. Металлургия черных металлов Ссылка: https://learn.urfu.ru/subject/index/card/subject_id/1067
2. Металлургия черных металлов Ссылка <https://elearn.urfu.ru/course/view.php?id=720>

5.2.4. Домашняя работа № 1

Примерный перечень тем

1. Расчет материального баланса выплавки стали в дуговой сталеплавильной печи

Примерные задания

Рассчитать материальный баланс выплавки стали 40Х в дуговой сталеплавильной печи.

Исходные данные для расчета

Таблица 1– Химический состав лома, %

C	Si	Mn	P	S	Al	Cu	Ni	Fe	Zn
0,20	0,15	0,45	0,03	0,03	0,04	0,20	0,04	97,89	0,01

Таблица 2 – Химический состав извести, %

S	CaO	SiO ₂	MgO	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	P ₂ O ₅	CO ₂	H ₂ O
0,06	86,0	1,0	0,50	1,0	1,0	0,10	5,17	5,17

Таблица 3 – Химический состав футеровки, %

CaO	SiO ₂	MgO	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃
1,00	3,00	93,00	2,00	1,00

Таблица 4 – Химический состав углеродсодержащего материала, %

C	S	CaO	SiO ₂	MgO	FeO	Al ₂ O ₃	P ₂ O ₅	H ₂ O
---	---	-----	------------------	-----	-----	--------------------------------	-------------------------------	------------------

85,16	0,34	0,61	5,86	0,39	3,78	3,32	0,12	0,42
-------	------	------	------	------	------	------	------	------

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2.5. Домашняя работа № 2

Примерный перечень тем

1. Расчет энергетического баланса выплавки стали в дуговой сталеплавильной печи

Примерные задания

Выполнить расчет энергетического баланса дуговой сталеплавильной печи емкостью 100 т.

В качестве исходных данных для расчета принять результаты расчета материального баланса

LMS-платформа – не предусмотрена

5.3. Описание контрольно-оценочных мероприятий промежуточного контроля по дисциплине модуля

5.3.1. Зачет

Список примерных вопросов

1. Сталь и альтернативные материалы. Анализ и прогноз. Развитие и современное состояние способов производства стали.

2. Металлические расплавы. Особенности структуры и электронного строения расплавов железа.

3. Растворение примесей в железе. Оценка активностей компонентов в расплавах железа.

4. Сталеплавильные шлаки. Функции, источники, физические свойства.

5. Диаграммный метод анализа шлаковых систем. Шлакообразование.

6. Теории жидких шлаков. Оценка активности компонентов шлака.

7. Основность шлаков. Способы оценки основности.

8. Окисляющая способность шлаков. Схема передачи кислорода шлаками.

9. Сродство элементов - примесей чугуна к кислороду. Относительные скорости окисления примесей. Влияние температуры.

10. Особенности взаимодействия металла и шлака.

11. Поверхностные и межфазные свойства металлических и шлаковых расплавов.

12. Раствор кремния в железе. Условия окисления и поведение кремния в сталеплавильных процессах. Влияние состава шлака и температуры.

13. Раствор марганца в железе. Условия окисления и поведение марганца в сталеплавильных процессах. Влияние состава шлака и температуры.

14. Влияние фосфора и серы на свойства стали. Пределы их удаления из металла при выплавке стали.

15. Условия окисления фосфора в сталеплавильных процессах. Влияние состава шлака и температуры.

16. Особенности кинетики окисления шлакообразующих примесей. Критические концентрации. Режимы окисления.

17. Удаления серы при выплавке стали. Влияние состава металла, шлака и температуры.
 18. Температурный и шлаковый режим удаления фосфора и серы при выплавке стали.
 19. Раствор углерода в железе. Окисление углерода. Реакция обезуглероживания, зависимость полноты протекания от температуры. Роль реакции в сталеплавильных процессах.
 20. Механизм и кинетика реакции окисления углерода.
 21. Условия зарождения пузырей оксида углерода в жидком металле. Фронт реакции окисления углерода в сталеплавильных ваннах.
 22. Перемешивание металла при обезуглероживании стали. Работа и мощность перемешивания.
 23. Раствор кислорода в железе Равновесие углерода и кислорода в железе.
 24. Влияние кислорода на свойства стали. Задачи и способы раскисления.
 25. Осаждающее раскисление стали. Химизм. Раскисляющая способность элементов раскислителей.
 26. Пути и условия удаления из стали продуктов осаждающего раскисления. Комплексное раскисление стали.
 27. Диффузионное и вакуумное раскисление стали. Сущность и технологическая реализация.
 28. Газы в стали. Закономерности растворения в жидком металле, влияние на качество стали.
 29. Дегазация металла. Закономерности поведения газов при выплавке стали. Роль шлаков.
 30. Легирование стали. Влияние легирующих элементов на свойства стали. Термодинамика легирования.
 31. Технологические особенности легирования стали. Кинетика растворения ферросплавов.
 32. Неметаллические включения в стали. Классификация. Природа влияния на свойства стали.
- LMS-платформа
1. Металлургия черных металлов Ссылка: https://learn.urfu.ru/subject/index/card/subject_id/1067
 2. Металлургия черных металлов Ссылка <https://elearn.urfu.ru/course/view.php?id=720>

5.3.2. Экзамен

Список примерных вопросов

1. В рамках дисциплины проводится 2 экзамена: за 6 и 7 семестры. Ниже приведены вопросы номера 2-15 к экзамену за 6 семестр; номера 16-44 - к экзамену за 7 семестр
2. Концепция сверхмощной ДСП. Технологические задачи современного электродугового процесса.
3. Устройство современной ДСП. Удельная мощность трансформатора, масса садки. Конфигурация и размеры рабочего пространства. Организация выпуска продуктов плавки.
4. Особенности конструкции свода и стен сверхмощной ДСП. Футеровка печи. Направления повышения стойкости футеровки. Требования к конструкции элементов и системе охлаждения.

5. Шихтовые материалы основного электродугового процесса. Виды и качество лома. Подготовка лома.
 6. Технология плавки в сверхмощных дуговых печах.
 7. Особенности окисления примесей и нагрева металла в современных ДСП.
 8. Особенности шлакового режима в сверхмощных ДСП. Работа под магнизальными шлаками.
 9. Вспенивание шлаков в ДСП. Назначение. Техническая реализация. Эффективность. Преимущества плавки в ДСП с использованием «болота».
 10. Особенности качества полупродукта ДСП.
 11. Энергетический баланс современного электросталеплавильного процесса. Дополнительные источники энергии и теплогенерации.
 12. Техничко-экономические показатели основного электродугового процесса. Выход годного. Пути снижения расхода электроэнергии.
 13. Особенности плавки в ДСП с применением металлизированного сырья.
 14. Использование жидкого чугуна в составе шихты ДСП.
 15. Дуговые печи постоянного тока. Устройство. Особенности применения постоянного тока при выплавке стали.
 16. Задачи и этапы развития ковшевой металлургии.
 17. Анализ возможностей осаждающего раскисления в решении задач внепечной обработки стали. Эффективность раскисления стали алюминием, ЦЗМ и РЗМ.
 18. Совместное раскисление стали алюминием и кальцием. Химизм, анализ эффективности.
 19. Диффузионное раскисление стали. Возможности и роль в технологиях внепечной обработки с использованием алюминия.
 20. Раскисление стали углеродом. Варианты реализации при ковшевой обработке.
 21. Десульфурация стали оксидом кальция. Эффективность и развитие технологии.
 22. Десульфурация металла шлаками. Степень и динамика десульфурации.
- Вакуумшлаковое рафинирование.
23. Десульфурация и дефосфорация металла кальцием при ковшевой обработке стали.
 24. Дегазация металла при обработке инертными газами. Влияние внешнего давления на эффективность.
 25. Дегазация металла при вакуумировании. Механизм и закономерности. Особенности удаления азота.
 26. Удаление неметаллических включений из жидкой стали. Пути удаления. Эффективность.
 27. Модифицирование неметаллических включений при ковшевой обработке стали кальцием.
 28. Перемешивание металла при ковшевой обработке стали. Способы, мощность и время перемешивания.
 29. Развитие и современное состояние процессов обработки металла инертными газами.
 30. Состав и функциональные возможности современных установок комплексной обработки стали. Пути совершенствования оборудования и технологии.
 31. Использование инжекционных технологий при внепечной обработке стали. Задачи, оборудование, параметры вдувания реагентов.
 32. Задачи и способы вакуумирования стали. Ковшевое вакуумирование. Процессы VD, VAD, VOD.

33. Циркуляционное вакуумирование стали. Процесс РН, эффективность, варианты.
34. Порционное, струйное и пульсационное вакуумирование стали. Процессы, эффективность, перспективы использования.
35. Понятие слитка и разливки стали. Классификация слитков. Характеристика способов разливки.
36. Зарождение новой фазы при кристаллизации стали. Гомогенное и гетерогенное зарождение.
37. Интенсивность зарождения кристаллов. Модифицирование кристаллической структуры.
38. Условия роста кристаллов и скорость кристаллизации.
39. Фундаментальный закон затвердевания. Продолжительность и скорость затвердевания слитка.
40. Качество слитка спокойной стали. Кристаллическая неоднородность.
41. Усадка стали. Виды усадки. Дефекты слитка, обусловленные усадкой. Усадочная раковина и осевая пористость.
42. Напряжения при затвердевании слитка. Виды и уровень напряжений. Условия возникновения трещин.
43. Распределение примесей при затвердевании и химическая неоднородность слитка спокойной стали.
44. Особенности качества непрерывного слитка.

LMS-платформа

1. 8. Metallurgiya chernykh metallov <https://elearn.urfu.ru/course/view.php?id=720>
2. Metallurgiya chernykh metallov https://learn.urfu.ru/subject/index/card/subject_id/1067

5.4 Содержание контрольно-оценочных мероприятий по направлениям воспитательной деятельности

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения	Контрольно-оценочные мероприятия
Профессиональное воспитание	учебно-исследовательская, научно-исследовательская целенаправленная работа с информацией для использования в практических целях	Технология формирования уверенности и готовности к самостоятельной успешной профессиональной деятельности Технология самостоятельной работы	ПК-17	Д-1	Домашняя работа № 1 Домашняя работа № 2 Контрольная работа № 1 Контрольная работа № 2 Контрольная работа № 3 Практические/семинарские занятия