

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по безопасности и общим вопросам

Дата подписания: 28.04.2023 15:21:20

Уникальный программный ключ:

d7a26b9e8ca85e98bc3de2ab454b4659d961f749

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

«Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»

Рабочая программа дисциплины (модуля)

Разливка стали и спецэлектрометаллургия

Закреплена за подразделением Кафедра металлургии стали, новых производственных технологий и защиты металлов

Направление подготовки

22.03.02 МЕТАЛЛУРГИЯ

Профиль

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **6 ЗЕТ**

Часов по учебному плану 216

Формы контроля в семестрах:
зачет с оценкой 8

в том числе:

аудиторные занятия 72

самостоятельная работа 144

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	8 (4.2)		Итого	
	12			
Неделя	УП	РП	УП	РП
Лекции	24	24	24	24
Лабораторные	24	24	24	24
Практические	24	24	24	24
Итого ауд.	72	72	72	72
Контактная работа	72	72	72	72
Сам. работа	144	144	144	144
Итого	216	216	216	216

Программу составил(и):

к.т.н., доцент, Еланский Дмитрий Геннадиевич

Рабочая программа

Разливка стали и спецэлектрометаллургия

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» по направлению подготовки 22.03.02 МЕТАЛЛУРГИЯ (приказ от 02.04.2021 г. № 119 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

22.03.02 МЕТАЛЛУРГИЯ, 22.03.02-БМТ-22.plx , утвержденного Ученым советом ФГАОУ ВО НИТУ "МИСиС" в составе соответствующей ОПОП ВО 22.09.2022, протокол № 8-22

Утверждена в составе ОПОП ВО:

22.03.02 МЕТАЛЛУРГИЯ, , утвержденной Ученым советом ФГАОУ ВО НИТУ "МИСиС" 22.09.2022, протокол № 8-22

Рабочая программа одобрена на заседании

Кафедра металлургии стали, новых производственных технологий и защиты металлов

Протокол от 09.06.2022 г., №11

Руководитель подразделения А.В. Дуб

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ

1.1	научить применять законы классической термодинамики и кинетики, теории кристаллизации, теплофизические, технологические и экономические законы для анализа и обоснования технологических и конструктивных решений разливки стали.
-----	---

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Блок ОП:		Б1.В.ДВ.07
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
2.1.1	Современные инструментальные методы и средства контроля параметров работы металлургических агрегатов	
2.1.2	Компьютерное проектирование процессов и технологий ОМД	
2.1.3	Металловедение цветных, редких и драгоценных металлов	
2.1.4	Металлургия тугоплавких и рассеянных редких металлов	
2.1.5	Металлургия тяжелых цветных металлов	
2.1.6	Методы анализа структуры металлов и сплавов	
2.1.7	Метрология и измерительная техника	
2.1.8	Научно-исследовательская работа	
2.1.9	Научно-исследовательская работа	
2.1.10	Научно-исследовательская работа	
2.1.11	Научно-исследовательская работа	
2.1.12	Научно-исследовательская работа	
2.1.13	Научно-исследовательская работа	
2.1.14	Научно-исследовательская работа	
2.1.15	Производство отливок из сплавов цветных металлов	
2.1.16	Современные методы производства сплошных и полых изделий	
2.1.17	Теория и технология производства стали в электропечах	
2.1.18	Теплотехника и экодизайн металлургических печей	
2.1.19	Технологии и материалы СВС	
2.1.20	Технологическое оборудование литейных цехов	
2.1.21	Технология композиционных материалов	
2.1.22	Дизайн литого изделия	
2.1.23	Инжиниринг машин и агрегатов производства металлоизделий	
2.1.24	Логистика и экодизайн технологий чёрной металлургии	
2.1.25	Многокомпонентные диаграммы состояния	
2.1.26	Основы бизнеса в металлургии	
2.1.27	Основы электрометаллургического производства	
2.1.28	Производство алюминия и магния	
2.1.29	Производство стали в конвертерах	
2.1.30	Процессы и оборудование для формования и спекания металлических порошков	
2.1.31	Ресурсосбережение и экология современных процессов обработки металлов давлением	
2.1.32	Рециклинг металлов	
2.1.33	Теория и технология покрытий	
2.1.34	Теория термической обработки металлов и основы эксперимента	
2.1.35	Технология литейного производства	
2.1.36	Методы исследования свойств металлов и сплавов	
2.1.37	Основы пиро- и гидрометаллургического производства	
2.1.38	Основы теории литейных процессов	
2.1.39	Процессы и оборудование для получения металлических порошков	
2.1.40	Сырьевая и энергетическая безопасность предприятий	
2.1.41	Термодинамика и кинетика металлургических процессов	
2.1.42	Технологические процессы пластической обработки металлов и сплавов	
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:	

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

ПК-3: Способен разрабатывать предложения по внедрению в производство новой техники и технологий

Знать:

ПК-3-31 основные технологические схемы производства спецэлектрометаллургии (СЭМ)

ПК-3-32

- основы кристаллизации стали и структурной и химической неоднородности стального слитка и заготовки;

ПК-2: Способен к анализу и синтезу в технологии материалов

Знать:

ПК-2-31 - методы улучшения структурной и химической неоднородности непрерывнолитой заготовки.

ПК-3: Способен разрабатывать предложения по внедрению в производство новой техники и технологий

Уметь:

ПК-3-У2 - разрабатывать технологическую схему процесса СЭМ;

ПК-3-У1 - анализировать и выбирать способ СЭМ для переплава;

Владеть:

ПК-3-В1 - навыками решения инженерных задач на базе полученных теоретических знаний;

ПК-2: Способен к анализу и синтезу в технологии материалов

Владеть:

ПК-2-В1 - навыками логического, критически-творческого и системного мышления и анализа при решении профессиональных задач;

ПК-2-В2 - оценкой ресурсо-экологических характеристик производственных процессов

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Формируемые индикаторы компетенций	Литература и эл. ресурсы	Примечание	КМ	Выполняемые работы
	Раздел 1. Теория и технология спецэлектрометаллургии							

1.1	Классификация процессов СЭМ. Технологические возможности. /Лек/	8	15	ПК-2-31 ПК-2-В1 ПК-2-В2 ПК-3-31 ПК-3-32 ПК-3-У1 ПК-3-У2 ПК-3-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4	<p>Конструкция индукционных печей. Технология плавки стали в индукционных печах (ИТП). Рафинирование металла в вакууме. Конструкция индукционных вакуумных печей (ВИП). Технология производства стали в ВИП. Расчет металлошхты для плавки стали в ИТП и ВИП. Использование плазмы в сталеплавильном производстве.</p> <p>Взаимодействие плазмообразующего газа с металлическим расплавом. Конструкция плазменных установок, способы получения плазмы. Технологические схемы плавки и переплава в плазменных установках. Вакуумно-дуговой переплав. Конструкции установок. Технология переплава. Электрошлаковый переплав. Конструкции установок. Технология переплава. Установки электронно-лучевого</p>		
-----	---	---	----	---	---------------------	---	--	--

						переплава. Конструкции установок. Технология переплава. Способы получения металлическ их порошков. Изготовлени е деталей из порошков. Сравнение затрат на переплавные процессы. Повышение качества стали за счет переплава на установках СЭМ.		
--	--	--	--	--	--	---	--	--

1.2	Анализ технологических схем производства стали марки. Конкретная марка стали для каждого студента. Рассматриваются 2-3 схемы, по каждой схеме технологические и физико-химические расчеты. /Пр/	8	15	ПК-2-31 ПК-2-В1 ПК-2-В2 ПК-3-31 ПК-3-32 ПК-3-У1 ПК-3-У2 ПК-3-В1	Л1.1 Л1.2	<p>Расчет образующего металлического лома и его потребности для производства стали.</p> <p>Сортамент электростали и схемы производства стали в ДСП.</p> <p>Расчет энергетических затрат на производство стали в ДСП.</p> <p>Расчет основных параметров ДСП. Замена свода в ДСП, наращивание и перепуск электродов.</p> <p>Обезуглероживание низколегированных и высоколегированных расплавов.</p> <p>Расход кислорода на плавку.</p> <p>Расчет технологических параметров процесса дефосфорации расплава.</p> <p>Расчет технологических параметров процесса десульфурации расплава.</p> <p>Расчет технологических параметров процесса раскисления.</p> <p>Расчет металлошхты для производства стали в ДСП.</p>		
-----	---	---	----	---	-----------	--	--	--

1.3	Расчет металлошихты для производства конкретной марки стали в ДСП. Расчет мощности источника питания ДСП. /Ср/	8	88	ПК-2-31 ПК-2-В1 ПК-2-В2 ПК-3-31 ПК-3-32 ПК-3-У1 ПК-3-У2 ПК-3-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4	Домашнее задание №1		
1.4	Расчет и исследование технологических параметров производства стали /Лаб/	8	12	ПК-2-31 ПК-2-В1 ПК-2-В2 ПК-3-31 ПК-3-32 ПК-3-У1 ПК-3-У2 ПК-3-В1	Л1.1 Л1.2	Расчет мощности источника питания ДСП. Расчет облученности и футеровки ДСП. Неметаллические включения в стали. Конструкция ДСП. Выплавка стали в ДСП. Агрегаты внепечной обработки стали. Рафинирование стали на внепечных установках. Аргонокислородное обезуглероживание высоколегированных расплавов. Расчет металлошихты для производства стали в ДСП.		
	Раздел 2. Теория и технология разливки стали							

2.1	Теория и технология разливки стали /Лек/	8	9	ПК-2-31 ПК-2-В1 ПК-2-В2 ПК-3-31 ПК-3-32 ПК-3-У1 ПК-3-У2 ПК-3-В1	Л1.1 Л1.3 Л1.4	<p>Основы кристаллизации стали. Химическая неоднородность и усадочные явления при затвердевании.</p> <p>Непрерывная разливка стали.</p> <p>Принципиальная схема. Выбор типа МНЛЗ. Кристаллизатор – основной элемент МНЛЗ. Пути повышения эффективности работы кристаллизатора и его стойкости. Механизм качения кристаллизатора. Зона вторичного охлаждения (ЗВО). Поддерживающая (опорная) система ЗВО. Охлаждение непрерывного слитка в ЗВО. Промежуточный ковш. Практика разливки на МНЛЗ. Вторичное окисление и защита металла. Пути улучшения структурной и химической неоднородности непрерывного слитка. Техно-экономические показатели непрерывной разливки</p>		
-----	--	---	---	---	----------------	---	--	--

						стали. Современны е направления непрерывной разливки стали. Кипящая, полуспокойн ая и спокойная сталь. Разливка стали в изложницы.		
2.2	Выбор типа МНЛЗ /Пр/	8	9	ПК-2-31 ПК-2- В1 ПК-2-В2 ПК-3-31 ПК-3- 32 ПК-3-У1 ПК-3-У2 ПК-3 -В1	Л1.1 Л1.3	Расчет металлургич еской длины и выбор типа МНЛЗ. Выбор базового радиуса для радиальной МНЛЗ. Расчет основных параметров промежуточн ого ковша.		
2.3	Изучение процесса затвердевания слитка. Изучение химической неоднородности слитка. Изучение процесса затвердевания непрерывнолитой заготовки. /Лаб/	8	12	ПК-2-31 ПК-2- В1 ПК-2-В2 ПК-3-31 ПК-3- 32 ПК-3-У1 ПК-3-У2 ПК-3 -В1	Л1.3		КМ2	
2.4	Теория и технология разливки стал /Ср/	8	56	ПК-2-31 ПК-2- В1 ПК-2-В2 ПК-3-31 ПК-3- 32 ПК-3-У1 ПК-3-У2 ПК-3 -В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Э1	Домашнее задание №2		Р2

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

5.1. Контрольные мероприятия (контрольная работа, тест, коллоквиум, экзамен и т.п), вопросы для самостоятельной подготовки

Код КМ	Контрольное мероприятие	Проверяемые индикаторы компетенций	Вопросы для подготовки
-----------	----------------------------	--	------------------------

КМ1	Зачет с оценкой	ПК-2-31;ПК-2-В1;ПК-3-31;ПК-2-В2;ПК-3-32;ПК-3-У1;ПК-3-У2;ПК-3-В1	<p>Классификация процессов СЭМ.</p> <p>Индукционная плавка.</p> <p>Вакуумно-индукционная плавка (ВИП).</p> <p>Рафинирование металла в процессе вакуумирования.</p> <p>Вакуумный дуговой переплав (ВДП).</p> <p>Оборудование. Сортамент.</p> <p>Плазменная СЭМ.</p> <p>Общая характеристика.</p> <p>Плазменно-дуговой переплав.</p> <p>Взаимодействие газа с металлом при плазменной плавке.</p> <p>Электрошлаковый переплав (ЭШП).</p> <p>Шлаки ЭШП.</p> <p>Сортамент.</p> <p>Технологические и физико-химические особенности рафинирования металла при ЭШП.</p> <p>Электронно-лучевой переплав (ЭЛП).</p> <p>Сортамент. Технология процесса.</p> <p>Производства металлических порошков.</p> <p>Свойства порошков. Процессы формирования и спекания порошков. Структура и свойства изделий из порошка.</p> <p>Основы кристаллизации стали.</p> <p>Химическая неоднородность и усадочные явления при затвердевании.</p> <p>Непрерывная разливка стали.</p> <p>Принципиальная схема. Выбор типа МНЛЗ.</p> <p>Кристаллизатор – основной элемент МНЛЗ.</p> <p>Пути повышения эффективности работы кристаллизатора и его стойкости.</p> <p>Механизм качения кристаллизатора. Зона вторичного охлаждения (ЗВО).</p> <p>Поддерживающая (опорная) система ЗВО. Охлаждение непрерывного слитка в ЗВО.</p> <p>Промежуточный ковш. Практика разливки на МНЛЗ. Вторичное окисление и защита металла</p>
КМ2	Защита Лабораторной работы 2	ПК-2-В1;ПК-2-31;ПК-2-В2;ПК-3-32;ПК-3-В1	<p>Основы кристаллизации стали.</p> <p>Химическая неоднородность и усадочные явления при затвердевании.</p> <p>Непрерывная разливка стали.</p> <p>Принципиальная схема. Выбор типа МНЛЗ.</p> <p>Кристаллизатор – основной элемент МНЛЗ.</p> <p>Пути повышения эффективности работы кристаллизатора и его стойкости.</p> <p>Механизм качения кристаллизатора. Зона вторичного охлаждения (ЗВО).</p> <p>Поддерживающая (опорная) система ЗВО. Охлаждение непрерывного слитка в ЗВО.</p> <p>Промежуточный ковш. Практика разливки на МНЛЗ. Вторичное окисление и защита металла</p>
5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (Курсовая работа, Курсовой проект, РГР, Реферат, ЛР, ПР и т.п.)			
Код работы	Название работы	Проверяемые индикаторы компетенций	Содержание работы
P1	Домашняя работа №1	ПК-2-В1;ПК-2-В2;ПК-3-31;ПК-3-У1;ПК-3-У2;ПК-3-В1	<p>Расчет взаимодействия газов с металлическим расплавом при вакуумно-дуговом и плазменном переплавах.</p> <p>Расчет рафинирования металла от неметаллических включений при электрошлаковом переплаве.</p> <p>Расчет дегазации и раскисления в вакууме</p>
P2	Домашняя работа 2	ПК-2-31;ПК-2-В2;ПК-2-В1;ПК-3-32;ПК-3-В1	<p>Расчет металлургической длины и выбор типа МНЛЗ.</p> <p>Выбор базового радиуса для радиальной МНЛЗ.</p> <p>Расчет основных параметров промежуточного ковша.</p>

Р3	Подготовка отчета к Лабораторной работе 1	ПК-2-31;ПК-2-В1;ПК-2-В2;ПК-3-32;ПК-3-В1	Расчет мощности источника питания ДСП. Расчет облученности футеровки ДСП. Неметаллические включения в стали. Конструкция ДСП. Выплавка стали в ДСП. Агрегаты внепечной обработки стали. Рафинирование стали на внепечных установках. Аргоно-кислородное обезуглероживание высоколегированных расплавов. Расчет металлошихты для производства стали в ДСП.
----	---	---	---

5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (описание билетов, тестов и т.п.)

Экзамен не предусмотрен

5.4. Методика оценки освоения дисциплины (модуля, практики. НИР)

Оцениваются пути решения поставленной индивидуальной задачи.

Отражение в решении теоретических базовых знаний и умение их применить при решении производственной задачи в рамках экзамена.

100 - 80% раскрытия материала - 5

70 - 60% - 4

50% - 3

Менее 50 - 2

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Григорьев В. П., Нечкин Ю. М., Егоров А. В., Никольский Л. Е.	Конструкции и проектирование агрегатов сталеплавильного производства: Учебник для вузов	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 1995
Л1.2	Симонян Л. М., Семин А. Е., Кочетов А. И.	Металлургия спецсталей. Теория и технология спецэлектрометаллургии: курс лекций: учеб. пособие для студ. вузов напр. Metallургия	Электронная библиотека	М.: Учеба, 2007
Л1.3	Портной В. К.	Основы производства и обработки металлов. Термическая обработка металлов: лаб. практикум	Электронная библиотека	М.: Учеба, 2007
Л1.4	Белянчиков Л. Н., Бородин Д. И., Валавин В. С., Карабасов Ю. С.	Сталь на рубеже столетий: Учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. 'Metallургия'	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 2001

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э1	http://lib.misis.ru/elcat.html
----	---

6.3 Перечень программного обеспечения

П.1	SIKE.Тренажер-имитатор "Прокатчик металла в реверсивной клетки крупносортового стана" (рус. версия)
-----	---

6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ауд.	Назначение	Оснащение
А-311	Компьютерный класс:	комплект учебной мебели на 14 рабочих мест, оснащенных компьютерами с подключением к сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду университета
А-311	Компьютерный класс:	комплект учебной мебели на 14 рабочих мест, оснащенных компьютерами с подключением к сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду университета

А-319	Компьютерный класс:	комплект учебной мебели на 14 рабочих мест, оснащенных компьютерами с подключением к сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду университета
А-516	Аудитория для самостоятельной работы студентов и курсового проектирования:	комплект учебной мебели на 15 рабочих мест, 3 из которых оборудованы персональными компьютерами с подключением к сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду университета, доска с маркерами. В аудитории в свободном доступе находятся учебники по специальности, учебно-методические материалы, разработанные на кафедре МЗМ, и профильные научные журналы

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Применение для решения инженерных задач последних публикаций в области разливки стали и методов спецэлектрометаллургии. Использовать для этого Библиотечный фонд НИТУ "МИСиС" и доступ в базы данных периодических изданий