

Программу составил(и):

к.тн, Доцент, Лысенкова Елена Валерьевна

Рабочая программа

Основы металлургии

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, ЭМ-23 ЗО.plx , утвержденного Ученым советом ВФ НИТУ "МИСиС" 29.12.2022, протокол № 5-22

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

Электрометаллургии

Протокол от 25.05.2023 г., №9

Зав. кафедрой Еланский Д.Г. _____

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ

1.1	дать обучающемуся необходимый объём знаний по физико-химическим основам металлургических процессов; технологическим особенностям сталеплавильного производства, включая выплавку, ковшовую обработку и разливку стали; обеспечению высокого качества полученного продукта при минимальных энергозатратах; сформировать способность к аналитическому мышлению при решении ряда технологических задач, сопровождающих производство стали.
1.2	Задачи дисциплины: усвоение студентами теоретических знаний и приобретение практических навыков по следующим направлениям:
1.3	физико-химические аспекты процессов производства стали;
1.4	технология кислородно-конвертерного процесса производства стали;
1.5	внепечная обработка стали;
1.6	разливка стали.

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Цикл (раздел) ОП:	Б1.О
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:
2.1.1	Физическая химия
2.1.2	Химия
2.1.3	Теплофизика и теплотехника
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:
2.2.1	Моделирование процессов и объектов в металлургии

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

ОПК-2: Способен участвовать в проектировании и разработке технических объектов, систем и технологических процессов с учетом экономических, экологических и социальных ограничений
ОПК-2.1: Демонстрирует знания технических объектов, систем и технологических процессов
Знать:
ОПК-2.1-33 об основах технологии выплавки чугуна и стали, их составе и свойствах
ОПК-2.1-32 о составе жидкой стали и чугуна и термодинамических и кинетических превращениях при их производстве;
ОПК-2.1-31 о структуре предприятия полного металлургического цикла и кооперации отдельных производств внутри него;
Уметь:
ОПК-2.1-У2 разработать технологию производства стали заданного химического состава
ОПК-2.1-У1 рассчитать расход основных компонентов металлошихты;
Владеть:
ОПК-2.1-В2 самостоятельной работы с большим объемом информации в условиях многообразия применяемых терминов, определений и понятий с целью ее обобщения и анализа для использования в практической деятельности
ОПК-2.1-В1 способами решения элементарных и системных задач, связанных с профессиональной деятельностью;

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература и эл. ресурсы	Примечание
	Раздел 1. Эволюция системы технологии производства стали					
1.1	Показатель уровня развития человеческого потенциала – основа технологического прогресса. Взаимосвязь уровня технологии и индекса развития человеческого потенциала. Краткая история развития сталелитейной технологии. Классификация марок стали. /Лек/	5	1	ОПК-2.1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Э1	

1.2	Анализ особенностей развития и современного состояния металлургии различных стран мира (на базе информации сайта worldsteel.org). /Пр/	5	1	ОПК-2.1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Э1	
1.3	Работа с конспектом лекций. Работа с практическими примерами на этапе подготовки к занятиям. Работа по подготовке домашних заданий /Ср/	5	12	ОПК-2.1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Э1	
	Раздел 2. Общая физико-химическая характеристика технологических процессов сталеплавильного производства					
2.1	Современная система сталеплавильной технологии во взаимосвязи с физико-химическими процессами в расплавах железа. Химические реакции в металле и шлаке при выплавке и ковшовой обработке. Константа равновесия химической реакции. Растворение кислорода в железе. Окисление железа. Реакции взаимодействия растворенных в железе кислорода с углеродом, кремнием, марганцем, фосфором. Распределение серы между металлом и шлаком. Реакции растворения водорода и азота в металле. Способы управления физико-химическими процессами выплавки и разлива стали /Лек/	5	1	ОПК-2.1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.2 Э1	
2.2	Оценка предела растворимости кислорода в железе. Температурная зависимость растворимости кислорода в железе. Оценка равновесного содержания кислорода и углерода в железе. Зависимость равновесного содержания кислорода и углерода в железе от температуры и давления. /Пр/	5	1	ОПК-2.1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.2 Э1	
2.3	Работа с конспектом лекций. Работа с практическими примерами на этапе подготовки к занятиям. Работа по подготовке домашних заданий /Ср/	5	13	ОПК-2.1	Л1.3 Э1	
	Раздел 3. Кислородно-конвертерный процесс					
3.1	Схема работы интегрированного завода (комбината). Технология получения передельного чугуна в доменной печи. Требования к химическому составу чугуна, стальному лому и выплавляемой стали. Назначение кислородного конвертера и его конструкция. Периоды плавки в кислородном конвертере. Основные химические реакции и способы управления процессом. Изменение состава металла и шлака, в том числе особенности изменения содержания углерода по ходу плавки. Энергетический баланс плавки. Система очистки и утилизации отходящих газов Качество кислородно-конвертерной стали /Лек/	5	1	ОПК-2.1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2	
3.2	Расчет показателей процесса производства стали в кислородном конвертере, состава шихты, состава и количества продуктов плавки (металла, шлака и отходящих газов), материального и теплового баланса выплавки стали, определять технико-экономические показатели работы кислородного конвертера /Пр/	5	1	ОПК-2.1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2	
3.3	Работа с конспектом лекций. Работа с практическими примерами на этапе подготовки к занятиям. Работа по подготовке домашних заданий /Ср/	5	13	ОПК-2.1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2	

	Раздел 4. Внеагрегатная обработка жидкой стали					
4.1	Устройство и принцип работы оборудования агрегата ковш-печь (АКП). АКП: механическое оборудование, электрооборудование, короткая сеть, конструкция футеровки сталеразливочного ковша и продувочных узлов, система водяного охлаждения. Рабочие характеристики АКП. Средства и способы управления технологией ковшовой обработки стали. Принципы выбора оптимальных параметров нагрева металла электрической дугой и продувки стали инертным газом в сталеразливочном ковше. Энергетический баланс АКП. Основные технологические операции, выполняемые в агрегате ковш-печь. /Лек/	5	1	ОПК-2.1	Л1.1 Л1.3Л2.2 Э1	
4.2	Оценка результата комплексного раскисления стали. Ферросплавы. Выбор ферросплава для раскисления или легирования заданной марки стали. Расчет равновесной концентрации азота и водорода в стали в зависимости от давления /Пр/	5	1	ОПК-2.1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Э1	
4.3	Работа с конспектом лекций. Работа с практическими примерами на этапе подготовки к занятиям. Работа по подготовке домашних заданий /Ср/	5	12	ОПК-2.1	Л1.1 Л1.3Л2.1 Э1	
	Раздел 5. Разливка и кристаллизация стали					
5.1	Процесс кристаллизации непрерывнолитого слитка. Основные типы МНРС. Основные параметры МНРС. Возможности МНРС с разным положением технологической оси. Основные особенности тонкослябовой МНРС. Основные функциональные узлы МНРС. Поворотный стенд. Промежуточный ковш. Защитная труба. Подвод металла в кристаллизатор. Кристаллизатор МНРС. Зона вторичного охлаждения. Система мягкого обжата слитка. Дефекты непрерывнолитой заготовки. /Лек/	5	2	ОПК-2.1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.2 Э1	
5.2	Расчет жидкой лунки металла. Расчет скорости разливки на МНРС. Демонстрация и обсуждение результатов холодного моделирования поведения потоков стали в кристаллизаторе тонкослябовой МНРС. Демонстрация и обсуждение фильма о разливке стали на слябовой МНРС. Изучение огнеупорных изделий для разливки стали. /Пр/	5	2	ОПК-2.1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.2 Э1	
5.3	Работа с конспектом лекций. Работа с практическими примерами на этапе подготовки к занятиям. Работа по подготовке домашних заданий /Ср/	5	13	ОПК-2.1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.2 Э1	

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

5.1. Вопросы для самостоятельной подготовки к экзамену (зачёту с оценкой)

ПК-1.1, ОПК-1.1

1. Существует ли связь между производством стали и развитием человеческого потенциала?
2. Черная металлургия – определение, основные понятия. Производство стали в мире.
3. Производство стали в мире. Назовите какие страны являются ведущими нетто-экспортерами стали.
4. Технологическая схема и сущность металлургического производства.
5. Дайте характеристику реакции окисления углерода при производстве стали (запишите химические реакции, по

- которым возможно окисление углерода; назовите факторы, влияющие на скорость и глубину протекания реакций)
6. Дайте характеристику реакции дефосфорации расплава при производстве стали (запишите химические реакции, по которым возможна дефосфорация; назовите факторы, влияющие на скорость и глубину протекания реакций).
 7. Доменная печь: назначение, принцип действия.
 8. Формирование чугуна в доменной печи: восстановление и науглероживание железа.
 9. Сущность сталеплавильного производства, способы промышленного производства стали.
 10. Укажите пределы, в которых обычно в настоящее время изменяется доля металлического лома в шихте кислородного конвертера. Какие факторы оказывают влияние на расход лома?
 11. Источники кислорода при производстве стали, передача кислорода в металл.
 12. Раскисление и легирование сталей: цели, применяемые материалы.
 13. Классификация сталей.
 14. Реакции окисления углерода при производстве стали.
 15. Окисление и восстановление кремния в сталеплавильном агрегате.
 16. Удаление фосфора при производстве стали, факторы, влияющие на остаточное содержание фосфора.
 17. Удаление серы при производстве стали, факторы, влияющие на остаточное содержание серы.
 18. Дайте характеристику реакции десульфурации расплава при производстве стали (запишите химические реакции, по которым возможна десульфурация; назовите факторы, влияющие на скорость и глубину протекания реакций).
 19. Шихта сталеплавильного производства.
 20. Подготовка компонентов шихты к плавке: способы подготовки стального лома.
 21. Подготовка компонентов шихты к плавке: внедоменная десульфурация чугуна.
 22. Подготовка компонентов шихты к плавке: производство извести.
 23. Кислородно-конвертерный процесс: назначение, основные показатели конвертерной плавки.
 24. Общее устройство кислородного конвертера.
 25. Устройство кислородных фурм для конвертеров с верхней и донной подачей дутья.
 26. Технологический цикл конвертерной плавки.
 27. Изменение химического состава металла и шлака по ходу продувки в конвертере.
 28. Общая характеристика кислородно-конвертерного процесса с донной подачей дутья.
 29. Дайте краткую характеристику глубинного (осаждающего) раскисления стали
 30. Дайте характеристику материальных потерь при продувке стали в кислородном конвертере.
 31. Общая характеристика кислородно-конвертерного процесса с комбинированной подачей дутья.
 32. Опишите структуру теплового баланса конвертерной плавки.
 33. Цели и методы ковшовой обработки стали.
 34. Применение нейтральных газов для обработки жидкой стали в ковше.
 35. Способы раскисления стали. Их преимущества и недостатки.
 36. Десульфурация стали с использованием синтетических шлаков, твердых и порошкообразных смесей. Влияние обработки на качество готового металла.
 37. Газы в стали. Факторы, оказывающие влияние на остаточное содержание газов в стали.
 38. Вакуумирование жидкой стали в ковше: способы и применяемое оборудование, влияние вакуумирования на качество готового металла.
 39. Комплексная обработка жидкой стали в ковше.
 40. Разливка стали: назначение, способы разливки, оборудование для разливки (ковши, изложницы).
 41. Кристаллизация в изложнице спокойного металла: кристаллическая и химическая неоднородность, явление усадки.
 42. Усадочные явления при затвердевании жидкой стали и их влияние на характеристики качества стального слитка.
 43. Кристаллизация в изложнице кипящего металла: кристаллическая, структурная и химическая неоднородность.
 44. Непрерывная разливка стали: назначение, преимущества, основные показатели процесса.
 45. Типы машин непрерывного литья заготовок.
 46. Общее устройство и классификация МНЛЗ.
 47. Кристаллизация стали и сопутствующие ей явления. Зоны кристаллизации слитка.
 48. Варианты разливки стали в изложницы.
 49. Этапы развития непрерывной разливки.
 50. Конструкция двухвалковой МНРС.
 51. Конструкция и технология разливки сортовой заготовки.
 52. Конструкция и технология разливки блюмовой заготовки.
 53. Конструкция и технология разливки слябов.
 54. Конструкция и технология разливки на тонкослябовой МНРС.
 55. Конструкция и технология разливки сортовой заготовки.
 56. Какие процессы оказывают влияние на скорость разливки МНРС?
 57. Явление ликвации и его влияние на характеристики качества стального слитка.

5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (модулю, практике, НИР) - эссе, рефераты, практические и расчетно-графические работы, курсовые работы, проекты и др.

ПК-1.1, ОПК-1.1

Домашнее задание № 1. Химический состав, механические свойства и применение стали (марка стали). Оценить влияние химического состава на свойства стали.

Домашнее задание № 2. Для марки стали (ДЗ №1) оценить равновесное содержание кислорода в металле при температуре 1823 - 1873 К с применением программного комплекса GIBBS и выдать рекомендации о возможности применения сильных

раскислителей.				
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)				
<p>Промежуточная аттестация по дисциплине предусмотрена в форме зачета с оценкой. Для получения зачета необходимо выполнение следующих условий: 1. Регулярное посещение лекционных и практических занятий 2. Выполнение и защита всех предусмотренных по дисциплине домашних заданий При сдаче домашних заданий предусмотрена система оценивания. Шкала оценивания знаний обучающихся на экзамене: Оценка «отлично» - обучающийся показывает глубокие, исчерпывающие знания в объеме пройденной программы, уверенно действует по применению полученных знаний на практике, грамотно и логически стройно излагает материал при ответе, умеет формулировать выводы из изложенного теоретического материала, знает дополнительно рекомендованную литературу. Оценка «хорошо» - обучающийся показывает твердые и достаточно полные знания в объеме пройденной программы, допускает незначительные ошибки при освещении заданных вопросов, правильно действует по применению знаний на практике, четко излагает материал. Оценка «удовлетворительно» - обучающийся показывает знания в объеме пройденной программы, ответы излагает хотя и с ошибками, но уверенно исправляемыми после дополнительных и наводящих вопросов, правильно действует по применению знаний на практике; Оценка «неудовлетворительно» - обучающийся допускает грубые ошибки в ответе, не понимает сущности излагаемого вопроса, не умеет применять знания на практике, дает неполные ответы на дополнительные и наводящие вопросы. Зачетная оценка выставляется как среднеарифметическая на основе оценок контрольных мероприятий семестра Результат освоения компетенций (частей компетенций) устанавливается следующим образом: Оценка ЗАЧТЕНО «Отлично» - Компетенция сформирована. Оценка ЗАЧТЕНО «Хорошо» - Компетенция сформирована. Оценка ЗАЧТЕНО «Удовлетворительно» - Компетенция сформирована. Оценка НЕЗАЧТЕНО «Неудовлетворительно» - Компетенция не сформирована.</p>				
6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ				
6.1. Рекомендуемая литература				
6.1.1. Основная литература				
	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Воскобойников В.Г., Кудрин В.А.	Общая металлургия: учебник	Электронный каталог	Москва Металлургия, 1985
Л1.2	Еланский Д.Г., Линчевский Б.В., Кальменев А.А. Еланский Д.Г., Линчевский Б.В., Кальменев А.А.	Основы производства и обработки металлов: учебник	Электронный каталог	Москва МГВМИ, 2005
Л1.3	Кудрин В.А., Шишимиров В.А. Кудрин В.А., Шишимиров В.А.	Технология производства стали: учебное пособие	Электронный каталог	Москва Изд. Альянс, 2017
6.1.2. Дополнительная литература				
	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Юсфин Ю.С., Пашков Н.Ф. Юсфин Ю.С., Пашков Н.Ф.	Металлургия железа: учебник	Электронный каталог	Москва ИКЦ "Академкнига", 2007
Л2.2	Еланский Г.Н., Еланский Д.Г. Еланский Г.Н., Еланский Д.Г.	Строение и свойства металлических расплавов.: учебное пособие	Электронный каталог	Москва МГВМИ, 2006
6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»				

Э1	Металлургические мини-заводы / [Смирнов А. Н., Сафонов В. М., Дорохова Л. В., Цупрун А. Ю.]. – Донецк: Норд-Пресс, 2005. – 469 с.	http://uas.su/books/2011/minizavod/minizavod.php .
6.3 Перечень программного обеспечения		
П.1	Microsoft Word	
П.2	Microsoft Excel	
П.3	Microsoft PowerPoint	
П.4	MS Teams	
П.5	Программный комплекс «GIBBS»	
6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных		
И.1	http://elibrary.ru/	
7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ		
Ауд.	Назначение	Оснащение
4	Основы металлургии	компьютер, проектор, экран, интерактивная доска комплект тематических презентаций, доступ к
4	Основы металлургии	компьютер, проектор, экран, интерактивная доска комплект тематических презентаций, доступ к
4	Основы металлургии	компьютер, проектор, экран, интерактивная доска комплект тематических презентаций, доступ к
6	Основы металлургии	Компьютеры, доступ к интернету
8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ		
Для успешного освоения дисциплины «Основы металлургии» обучающемуся необходимо:		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Посещать все виды занятий. 2. Своевременно зарегистрироваться на рекомендованные электронные ресурсы - LMS Canvas и MS Teams. 3. При возникновении любых вопросов по содержанию курса и организации работы своевременно обращаться к преподавателю (в часы очных консультаций, через MS Teams или LMS Canvas). 4. Иметь доступ к компьютеру, подключенному к сети Интернет. 		