

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Высший филиал федерального государственного автономного образовательного
учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»
Рабочая программа утверждена
решением Учёного совета
ВФ НИТУ «МИСИС»
от «30» мая 2024г.
протокол № 7-24

Рабочая программа дисциплины (модуля) Оборудование металлургических цехов

Закреплена за кафедрой
Направление подготовки
Профиль
Квалификация
Форма обучения
Общая трудоемкость
Часов по учебному плану
в том числе:
аудиторные занятия
самостоятельная работа
часов на контроль

Электрометаллургии
22.03.02 Металлургия
Металлургия черных металлов

бакалавр
заочная
5 ЗЕТ

180 Формы контроля в семестрах:
экзамен 6
72
66
36

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	6 (3.2)		Итого	
Неделя	19			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	36	36	36	36
Практические	36	54	36	54
Контроль самостоятельной работы	6	6	6	6
Итого ауд.	72	90	72	90
Контактная работа	78	96	78	96
Сам. работа	66	48	66	48
Часы на контроль	36	36	36	36
Итого	180	180	180	180

Программу составил(и):

дтн, Проф., Сафонов Владимир Михайлович

Рабочая программа

Оборудование металлургических цехов

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-24 3О.plx Металлургия черных металлов, утвержденного Ученым советом ВФ НИТУ "МИСТС" 28.12.2023, протокол № 5-23

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

Электromеталлургии

Протокол от 27.05.2024 г., № 9

Зав. кафедрой Еланский Д.Г.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ						
1.1	решение задач расширения и повышения эффективности сталеплавильного производства зависит от темпов совершенствования конструкции механического и электрического оборудования электропечных установок, агрегатов ковшовой обработки и МНЛЗ. В результате изучения курса студент должен знать конструкции электрического, механического и вспомогательного оборудования сталеплавильного цеха для обеспечения технологического процесса.					
2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ						
Цикл (раздел) ОП:	Б1.В					
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:					
2.1.1	Металлургические технологии					
2.1.2	Детали машин					
2.1.3	Физика					
2.1.4	Научно-исследовательская работа					
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:					
2.2.1	Подготовка к процедуре защиты и процедура защиты ВКР					
2.2.2	Научно-исследовательская работа					
3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ						
ПК-1: Способен определять организационные и технические меры для выполнения производственных заданий в подразделениях электросталеплавильного цеха						
ПК-1.1: Проводит контроль текущих отклонений от заданных величин параметров и показателей процессов производства непрерывнолитых заготовок и (или) слитков стали						
Знать:						
ПК-1.1-31 основные понятия при выявлении объектов для улучшения в технике и технологии						
Уметь:						
ПК-1.1-У1 выполнять расчеты отдельных систем технологических агрегатов						
Владеть:						
ПК-1.1-В1 навыками обоснованно выбирать типы основных технологических агрегатов в цепочке осуществления технологических процессов						
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ						
Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература и эл. ресурсы	Примечание
	Раздел 1. Общее построение технологической цепочки металлургических агрегатов					
1.1	История развития планировки агрегатов в сталеплавильных цехах. Современная технологическая схема. Варианты построения агрегатов в технологическую цепочку заводов с разной стратегией производства стали. Технологический модуль. Взаимодействие оборудования в рамках сталелитейного модуля. /Лек/	6	8	ПК-1.1	Л1.1 Л1.2 Л1.4 Л1.3Л2.1 Э1	
1.2	Оценка основных параметров сталелитейного модуля для производства сортовой заготовки. Оценка основных параметров сталелитейного модуля для производства блюмов. Оценка основных параметров сталелитейного модуля для производства слябов. Демонстрация фильмов о работе современных сталелитейных модулей. /Пр/	6	12	ПК-1.1	Л1.1 Л1.2 Л1.4 Л1.3Л2.1 Э1	

1.3	Проработка лекционного материала, самостоятельное изучение литературы, самостоятельное изучение рекомендованных открытых источников. Выполнение выполнения курсовой работы. /Ср/	6	12	ПК-1.1	Л1.1 Л1.2 Л1.4 Л1.3Л2.1 Э1	
	Раздел 2. Дуговая сталеплавильная печь – агрегат для выплавки углеродистого продукта. Конструкция. Тенденции развития. Основные технологические параметры.					
2.1	Некоторые вопросы теории электроплавки стали. Классификация дуговых сталеплавильных печей. Рабочее пространство современной ДСП. Электрическая дуга, регулирование мощности ДСП. Электрооборудование ДСП. Печной трансформатор, короткая сеть, графитированных электроды. Кислородные технологии. Устройство, обслуживание, эксплуатация. Конструкция механизмов ДСП. Энергетический баланс ДСП. Вредные выбросы и газоочистка /Лек/	6	8	ПК-1.1	Л1.1 Л1.2 Л1.4 Л1.3Л2.1 Э1	
2.2	Методики расчета основных параметров рабочего пространства, водоохлаждаемых панелей, мощности печного трансформатора и производительности ДСП. Демонстрация фильмов о конструкции современной ДСП /Пр/	6	12	ПК-1.1	Л1.1 Л1.2 Л1.4 Л1.3Л2.1 Э1	
2.3	Проработка лекционного материала, самостоятельное изучение литературы, самостоятельное изучение рекомендованных открытых источников. Выполнение выполнения курсовой работы. /Ср/	6	12	ПК-1.1	Л1.1 Л1.2 Л1.4 Л1.3Л2.1 Э1	
	Раздел 3. Агрегаты ковшовой обработки стали. Варианты конструктивного исполнения. Тенденции развития. Методы оценки основных геометрических, электрических и технологических параметров.					
3.1	Роль ковшовой доводки плавки в модульной системе построения металлургической технологии. Сталеразливочный ковш - устройство, обслуживание, эксплуатация. Классификация агрегатов ковшовой обработки. Конструкция АКП, механизмы, водоохлаждаемые панели, электрооборудование. Производительность АКП. Энергетический баланс АКП. Типы вакууматоров. Конструкция VD/VOD и RH/RHTop вакууматоров. Сравнительная характеристика. Вакуумные насосы. Конструкция, механических и парожеткорных насосов. Средства и способы управления технологией ковшовой обработки стали. Принципы выбора оптимальных параметров нагрева металла электрической дугой и продувки стали инертным газом в сталеразливочном ковше /Лек/	6	12	ПК-1.1	Л1.1 Л1.2 Л1.4 Л1.3Л2.1 Э1	
3.2	Методики расчета основных параметров, водоохлаждаемых панелей, мощности печного трансформатора и производительности АКП. Демонстрация фильмов о конструкции современных агрегатов ковшовой обработки. /Пр/	6	18	ПК-1.1	Л1.1 Л1.2 Л1.4 Л1.3Л2.1 Э1	

3.3	Проработка лекционного материала, самостоятельное изучение литературы, самостоятельное изучение рекомендованных открытых источников. Выполнение выполнения курсовой работы. /Ср/	6	12	ПК-1.1	Л1.1 Л1.2 Л1.4 Л1.3Л2.1 Э1	
	Раздел 4. МНРС - типы, методы оценки основных технических и технологических параметров. Расчет основных технических параметров дуговой сталеплавильной печи					
4.1	Сущность способа непрерывной разливки стали. Типы МНРС и их технические и технологические возможности. Конструкция узлов МНРС. Основные способы оценки скорости разливки стали и производительности МНРС. /Лек/	6	8	ПК-1.1	Л1.1 Л1.2 Л1.4 Л1.3Л2.1 Э1	
4.2	Методики расчета основных параметров МНРС. Расчет мощности толщины корочки металла на выходе из кристаллизатора. Оценка длины жидкой фазы МНРС. Расчет производительности. Демонстрация фильмов о работе и конструкции современной МНРС /Пр/	6	12	ПК-1.1	Л1.1 Л1.2 Л1.4 Л1.3Л2.1 Э1	
4.3	Проработка лекционного материала, самостоятельное изучение литературы, самостоятельное изучение рекомендованных открытых источников. Выполнение выполнения курсовой работы. /Ср/	6	12	ПК-1.1	Л1.1 Л1.2 Л1.4 Л1.3Л2.1 Э1	

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

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

Вопросы к экзамену ПК-3.1, ПК-3.2, ОПК-3.1, ОПК-5.1

1. Изложите последовательность операций, выполняющихся механизмами, которые обеспечивают загрузку шихты в печь с поворотным сводом
2. $U_f=100V$, соединение обмоток трехфазного трансформатора - "треугольник". Определить Ул. Рисунок.
3. В какие периоды плавки и как (технически) применяют топливно-кислородные горелки в ДСП
4. В какие периоды плавки и как (технически) продувают металл кислородом в ДСП
5. Изложите последовательность операций, выполняющихся механизмами, которые обеспечивают выпуск плавки
6. Изложите последовательность операций, выполняющихся механизмами, которые обеспечивают замену электрода (свечи)
7. Если плавку ведут с "болотом" как провести заправку подины
8. Если: $S=90\text{ МВА}$, $M=100t$, $P_1=50\text{ МВА}$, $T_1=3\text{ мин}$, $P_2=120\text{ МВА}$, $T_2=30\text{ мин}$, $P_3=50\text{ МВА}$, $T_3=10\text{ мин}$, $P_4=20\text{ МВА}$, $T_4=17\text{ мин}$, продолжительность плавки - 70 мин. Найти C_1 и сравнить с необходимым для сверхмощной ДСП.
9. Если: $S=90\text{ МВА}$, $M=100t$, $P_1=50\text{ МВА}$, $T_1=3\text{ мин}$, $P_2=120\text{ МВА}$, $T_2=30\text{ мин}$, $P_3=50\text{ МВА}$, $T_3=10\text{ мин}$, $P_4=20\text{ МВА}$, $T_4=17\text{ мин}$, продолжительность плавки - 70 мин. Найти C_2 и сравнить с необходимым для сверхмощной ДСП.
10. Изложите последовательность операций, выполняющихся механизмами, которые обеспечивают проведение окислительного периода плавки
11. Интенсивность продувки металла инертным газом в ковше составляет.....
12. Как зависит температура электрической дуги от свойств вещества разрядного промежутка
13. Как изменяется сила тока дуги с увеличением длины дуги
14. Как классифицируют электропечи по преобразованию электрической энергии в тепловую
15. Как проводят заправку печи при работе на "болоте"
16. Как регулировать мощность дуги (поясните) с помощью изменения питающего напряжения
17. Как регулировать мощность дуги (поясните) с помощью ее длины
18. Как регулировать мощность дуги (поясните) с помощью - балластного сопротивления
19. Как регулируют дугу в мощных ДСП
20. Какие вещества (назвать), применяемые при плавке стали в ДСП стабилизируют горение дуги
21. Какие водоохлаждаемые элементы получили распространение - кессонные - трубчатые
22. Какие материалы применяют для ремонта футеровки ДСП
23. Какие операции включает внепечная обработка стали
24. Какие преимущества имеет технология работы с болотом
25. Какие технические и технологические решения позволяют резко повысить производительность ДСП
26. Какие элементы электрооборудования ДСП срабатывают при переключении ступеней напряжения ($U=25V$)
27. Каким образом изменяется мощность тока, питающего ДСП
28. Каков путь усовершенствования и повышения стойкости сводов и стен ДСП
29. Каков расход электродов в ДСП
30. Каков расход электроэнергии в ДСП
31. Какова стойкость футеровки - свода

32. Какова стойкость футеровки - стен
33. Каково назначение футеровки - подины
34. Каково назначение футеровки подины
35. Какую частоту тока рекомендовали бы Вы для ИП-30
36. Критерии Швабе. С1=
37. Критерии Швабе. С2=
38. Критерии Швабе. С3=
39. Методы борьбы с газопылевыделениями в ЭСПЦ
40. Методы борьбы с фликкер-эффектом
41. Методы борьбы с шумом в ЭСПЦ
42. Механизм наклона сверхмощной ДСП (параметры)
43. Какие материалы применяют для футеровки сталеразливочного ковша.
44. Какие операции включает вакуумирование стали в камерном вакууматоре.
45. Какие преимущества имеет технология вакуумирования RH.
46. Какие технические и технологические решения позволяют резко повысить производительность вакууматора.
47. Какие элементы электрооборудования АКП Вы знаете.
48. Каким образом изменяется мощность тока, питающего АКП.
49. Каков путь усовершенствования конструкции и повышения стойкости сталеразливочного ковша.
50. Каков расход электродов в АКП
51. Каков расход электроэнергии в АКП
52. Какова стойкость футеровки шлакового пояса сталеразливочного ковша.
53. Для каких условий работы можно рекомендовать применение механических вакуумных насосов.
54. Каково назначение промежуточного ковша МНРС.
55. Каково назначение кристаллизатора МНРС.
56. Каково назначение зоны вторичного охлаждения МНРС.
57. Как рассчитать скорость разливки на МНРС.
58. Как рассчитать протяженность жидкой фазы при разливке на МНРС.
59. Какие механизмы и устройства размещены на кристаллизаторе МНРС.

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

ПК-3.1, ПК-3.2, ОПК-3.1, ОПК-5.1

Домашнее задание 1. Исходными данными являются: годовой объем производства металлопродукции; сортамент выплавляемой стали; размеры сечения литой заготовки. Необходимо разработать технологический вариант выплавки стали предлагаемого сортамента, обосновать и выбрать конструкцию технологических агрегатов, рассчитать вместимость сталеразливочного ковша и определить продолжительность технологического цикла.

Домашнее задание 2. На основании исходных данных ДЗ 1 оценить мощность печного трансформатора АКП. Дать рекомендации по выбору величины напряжения и силы тока вторичной ступени печного трансформатора. Рассчитать диаметр графитированного электрода.

ПК-3.1, ПК-3.2, ОПК-3.1, ОПК-5.1

Курсовая работа

Примерные темы курсовых работ:

Оценка основных параметров дуговой сталеплавильной печи в технологической цепочке «ДСП-АКП-МНРС» (Вариант 1)

Оценка основных параметров дуговой сталеплавильной печи в технологической цепочке «ДСП-АКП-МНРС» (Вариант 2)

Задание

Введение

1 Описание технологии производства стали в ЭСПЦ.

2 Выбор марки стали.

3 Расчетная часть

3.1 Определение вместимости ДСП.

3.2 Расчет мощности печного трансформатора.

Заключение

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

По курсу предусмотрен экзамен.

Экзаменационный билет составлен в виде теста.

Билеты для экзамена хранятся на кафедре

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

Промежуточная аттестация по дисциплине предусмотрена в форме экзамена.

Для допуска к экзамену необходимо выполнение следующих условий:

1. Регулярное посещение лекционных и практических занятий

2. Выполнение всех предусмотренных по дисциплине контрольных мероприятий

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.

Оценка «не явка» – обучающийся на экзамен не явился.

Возможно проставление оценки за экзамен на основе оценок контрольных мероприятий семестра

Результат освоения компетенций (частей компетенций) устанавливается следующим образом:

Оценка «Отлично» - Компетенция сформирована.

Оценка «Хорошо» - Компетенция сформирована.

Оценка «Удовлетворительно» - Компетенция сформирована.

Оценка «Неудовлетворительно» - Компетенция не сформирована.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Семин А.Е., Турсунов Н.К., Косырев К.Л.	Инновационное производство высоколегированной стали и сплавов: учебное пособие	Методические пособия	Москва, 2017
Л1.2	Григорьев В.П., Нечкин Ю.М. Григорьев В.П., Нечкин Ю.М., Егоров А.В., Никольский Л.Е.	Конструкция и проектирование агрегатов сталеплавильного производства : учебник	Электронный каталог	Москва МИСиС, 1995
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
Л1.4	А.Г. Шалимов, А.Е. Семин, М.П. Галкин, К.Л. Косырев	Инновационное развитие электросталеплавильного производства: Монография	Электронный каталог	Москва Metallurgizdat, 2014

6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Миткалинный В.И., Кривандин В.А., Морозов В.А.	Металлургические печи. Атлас: учебное пособие	Электронный каталог	Москва Metallurgiya, 1987

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э1	Егоров А.В. Расчет мощности и параметров электроплавильных печей. Учебное пособие для вузов. – М.: МИСиС, 2000. – 272 с.	http://elibrary.misis.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=3080
----	--	---

6.3 Перечень программного обеспечения

П.1	MS Office
П.2	LMS Canvas
П.3	Microsoft PowerPoint
П.4	Microsoft Excel
П.5	Microsoft Word
П.6	MS Teams

6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

И.1	Научная электронная библиотека eLIBRARY.ru – URL: https://elibrary.ru/
И.2	Тренажеры выплавки стали Steeluniversity.org

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ауд.	Назначение	Оснащение
4	Оборудование металлургических цехов	компьютер, проектор, экран, интерактивная доска комплект тематических презентаций, доступ к
4	Оборудование металлургических цехов	компьютер, проектор, экран, интерактивная доска комплект тематических презентаций, доступ к
4	Оборудование металлургических цехов	компьютер, проектор, экран, интерактивная доска комплект тематических презентаций, доступ к
6	Оборудование металлургических цехов	Компьютеры, доступ к интернету

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Весь курс разделен на самостоятельные взаимосвязанные части, т.е. имеет модульное построение. Развитие самостоятельности студентов достигается индивидуализацией домашних заданий, задач и вопросов для внутрисеместрового контроля знаний. Это обеспечивается методическими разработками, созданными в электронном формате, существенно повышающими эффективность самостоятельной работы студентов.

Лекции проводятся с использованием мультимедийных технологий в специально оборудованных аудиториях, при этом лекционный материал демонстрируется с использованием графического редактора Power Point.

На практических занятиях и при выполнении домашних занятий осваиваются как классические методы решения задач, так и с использованием пакетов прикладных программ. Такая возможность обеспечивается рациональным использованием времени при проведении лекций и практических занятий с широким привлечением мультимедийной техники, и современных пакетов прикладных программ, а также формированием требований к подготовке студентов по предшествующим дисциплинам (математика, информатика, теоретическая механика, сопротивление материалов, и др.). В конце каждого практического занятия рекомендуется проводить 10-15 минутный тестовый контроль для оценки уровня усвоения материала каждым студентом.

Дисциплина требует значительного объема самостоятельной работы. Отдельные учебные вопросы выносятся на самостоятельную проработку и контролируются посредством текущей аттестации. При этом организуются групповые и индивидуальные консультации. Качественное освоение дисциплины возможно только при систематической самостоятельной работе, что поддерживается системой текущей и рубежной аттестации