

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Магнитогорский государственный технический университет
им. Г.И. Носова»

Институт дополнительного профессионального образования
и кадрового инжиниринга «Горизонт»



УТВЕРЖДАЮ

Председатель ученого совета,
ректор ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова»

Д.В. Терентьев

«25» сентября 2024 г.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПРОГРАММА
ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПЕРЕПОДГОТОВКИ

Металлургия черных металлов

Программа утверждена ученым советом МГТУ

Протокол № 20 «25» сентября 2024 г.

г. Магнитогорск, 2024

1 ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОГРАММЫ (АННОТАЦИЯ)

1.1 Цель реализации программы

Программа имеет своей целью формирование у слушателей профессиональных компетенций, необходимых для выполнения нового вида профессиональной деятельности в сфере металлургии черных металлов.

Программа профессиональной подготовки реализуется на основе ФГОС ВО и профессиональных стандартов 27.096 "Специалист по анализу и совершенствованию технологии в доменном производстве", 27.034 «Специалист по кислородно-конвертерному производству стали», 27.057 «Специалист по электросталеплавильному производству».

Программа реализуется на русском языке.

1.2 Характеристика нового вида профессиональной деятельности и (или) присваиваемой квалификации

а) Область профессиональной деятельности:

процессы обогащения и переработки руд и других материалов с целью получения концентратов и полупродуктов, процессы получения металлов и сплавов, металлических изделий требуемого качества, а также процессы обработки, при которых изменяются химический состав и структура металлов (сплавов) для достижения определенных свойств.

б) Объекты профессиональной деятельности:

процессы и устройства для обогащения и переработки минерального и техногенного сырья с получением полупродукта, производства и обработки черных и цветных металлов, а также изделий из них

в) Виды и задачи профессиональной деятельности:

производственно-технологическая

1.3 Требования к результатам освоения программы

Программа разработана с учетом:

1) требований профессиональных стандартов:

- 27.096 «Специалист по анализу и совершенствованию технологии в доменном производстве», № 50618 от 04.04.2018;
- 27.034 «Специалист по кислородно-конвертерному производству стали», № 40404 от 30.12.2015;
- 27.057 «Специалист по электросталеплавильному производству», № 40404 от 30.12.2015;
- 27.032 «Специалист по производству агломерата», N 984н ОТ 3 декабря 2015 г.

2) требований ФГОС ВО по направлению подготовки 22.03.02 Металлургия № 1427 от 04.12.2015 г.

Планируемые результаты обучения

По окончании обучения планируется достижение слушателями следующих результатов по реализации обобщенной трудовой функции:

- 27.032 Специалист по производству агломерата: А. Организация процессов подготовки шихтовых материалов к спеканию
- 27.033 Специалист по производству чугуна: В. Организация выплавки чугуна в доменных печах
- 27.034 Специалист по кислородно-конвертерному производству: В. Осуществление мероприятий по выплавке стали в конвертере
- 27.057 Специалист по электросталеплавильному производству: В. *Осуществление выплавки стали в дуговой электропечи*: В. Организация процессов спекания агломерационной шихты

В результате освоения программы у слушателей должны быть сформированы следующие **компетенции**:

ОПК-1- способность решать задачи профессиональной деятельности, применяя методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общетехнические знания;

ПК 1 -. способность участвовать в оценке и анализе технологии доменной плавки в реальных условиях;

ПК-2 способность выбирать методы исследования, планировать и проводить необходимые эксперименты, интерпретировать результаты и делать выводы;

ПК-3 готовность использовать физико-математический аппарат для решения задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности;

ПК-4 готовность использовать основные понятия, законы и модели термодинамики, химической кинетики, переноса тепла и массы;

ПК-5 способность выбирать и применять соответствующие методы моделирования физических, химических и технологических процессов.

Трудовые действия:

- контроль текущих отклонений от заданных величин параметров и показателей процессов подготовки шихтовых материалов к спеканию;
- получение (передача) информации при приеме-сдаче смены на доменной печи о сменном производственном задании, о технологическом регламенте доменной плавки, загрузке и качестве шихтовых материалов, графике выпусков продуктов плавки, состоянии системы охлаждения, неполадках в работе оборудования и принятых мерах по их устранению;
- планирование работы по выполнению производственных заданий по выплавке стали в конвертере;
- анализ параметров и показателей процесса плавки в электропечи.

Необходимые умения:

- анализировать данные технической документации, характеризующие уровень соблюдения технологических регламентов, правил эксплуатации и технического обслуживания оборудования шихтоподготовки;
- выполнять технические и технологические расчеты доменной плавки;
- контролировать выполнение работниками технологических инструкций по выплавке стали в конвертере;
- выявлять причины отклонений фактических удельных норм расхода металлошихты, чугуна, ферросплавов, легирующих, добавочных и заправочных материалов, электродов, огнеупоров, сменного оборудования и энергоносителей на выплавку стали в электропечи от плановых значений.

Необходимые знания:

- теория и технология агломерации;
- теория и технология доменной плавки;
- технологические процессы производства стали в конвертерах и на агрегатах внепечной обработки металла: "ковш-печь", установка доводки и вакуумирования металла на машинах непрерывного литья заготовок;
- технология выплавки стали в электропечи, внепечной обработки, разлива стали на машинах непрерывного литья заготовок.

1.4. Категория слушателей

К освоению программы допускаются лица, имеющие среднее профессиональное и (или) высшее образование; лица, получающие среднее профессиональное и (или) высшее образование.

1.5 Требования к уровню подготовки поступающего на обучение и специальные требования (при наличии)

Не предусмотрены.

1.6. Форма обучения

очно-заочная, с применением дистанционных образовательных технологий и ЭО

1.7. Трудоемкость программы составляет 502 часа.

1.8. Выдаваемый документ

Лицам, успешно освоившим образовательную программу и успешно прошедшим итоговую аттестацию, выдается диплом о профессиональной переподготовке.

2 СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

2.1 Учебный план

Наименование дисциплины (модуля)	Трудоемкость, ауд. час.	Всего, ауд. час.	Аудиторные занятия, час.			СРС, час.	Текущий контроль* (шт.)			Промежуточная аттестация	
			лекции	ЛР	прак. зан.		РК РГР, Реф.	КР	КП	Зач.	Экз
1. Агломерационное производство	100	24	24			76					экз
2. Коксохимическое производство	100	24	18		6	76					экз
3. Доменное производство	100	24	24			76					экз
4. Кислородно-конвертерное производство	100	24	16		8	76					экз
5. Электросталеплавильное производство	102	24	12		12	78					экз
Итого	502	120	94		26	382					
Итоговая аттестация	итоговый междисциплинарный экзамен										

1) Учебный план может быть совмещен с примерным календарным учебным графиком

2) Даты обучения будут определены при наборе группы на обучение

2.2 Календарный учебный график (примерный)

Наименование модуля/раздела/дисциплины/темы	Объем нагрузки для слушателя, ч.	Учебные месяцы							
		1 месяц	2 месяц	3 месяц	4 месяц	5 месяц	6 месяц	7 месяц	8 месяц
1. Агломерационное производство	100	70	30						
2. Коксохимическое производство	100		40	60					
3. Доменное производство	100				60	40			
4. Кислородно-конвертерное производство	100					30	70		
5. Электросталеплавильное производство	102							70	32
Итоговая аттестация									
ИТОГО:	502	70	70	60	60	70	70	70	32

Учебный график может корректироваться в соответствии с запросом заказчика.

Календарный учебный график составляется в форме расписания занятий при наборе группы.

2.3 Рабочие программы дисциплин (модулей)

Дисциплина (модуль) 1. «Агломерационное производство»

Цель освоения дисциплины (модуля) – подготовить слушателей к работе в области агломерации железорудных материалов, обеспечив глубокое понимание физико-химических процессов, технологических схем, оборудования, методов контроля качества и безопасности, а также современных методов оптимизации и управления производством агломерата для металлургии.

Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю).

В результате освоения дисциплины (модуля) у слушателей должны быть сформированы следующие **компетенции**: способность выполнять технологические операции по получению металлургической продукции, её дальнейшей обработке.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать: сущность агломерационного производства, состав шихты, состав агломерационных цехов, свойства и качественные показатели сырья и продукции.

Уметь: составить агломерационную шихту, рассчитать расход шихтовых материалов, оценить качество агломерата.

Владеть: принципами контроля и управления агломерационным процессом.

Содержание дисциплины (модуля):

№, наименование темы	Содержание лекций (количество часов)	Виды СРС (количество часов)
1 Процессы при агломерации	Состав и подготовка агломерационной шихты. Агломерационный процесс и обработка готового агломерата: схема основных процессов, протекающих при агломерации; группы агломерационных процессов; вредные примеси в железных рудах; влияние различных параметров спекания шихты на показатели агломерации и качество конечной продукции (6)	Расчет агломерационной шихты (76)
2 Окатыши	Сравнение состава шихт для производства агломерата и окатышей. Сравнение смесителей. Технология производства окатышей. Техническая характеристика чашевых окомкователей. Требования к прочности сырых окатышей. Механизм влияния бентонита на прочность сырого окатыша. Обжиг окатышей. Сушка окатышей (6)	
3 Бескоксовая металлургия	Безуглеродное производство. Классический процесс производства черных металлов. Технологии декарбонизации. Процесс Togero. Процесс IGAR. Возможности для снижения выбросов CO ₂ в металлургическом производстве: агломерирование, доменная печь, кислородный конвертер, электродуговая печь. Декарбонизация. Основные способы декарбонизации металлургического производства. Пути достижения углеродной нейтральности. Промышленные технологии бескоксовой металлургии железа (4)	
4 Обработка аглоспека	Схема обработки аглоспека. Стабилизация агломерата по гранулометрическому составу. Охлаждение агломерата. Чашевые и камерные охладители. Технологический процесс производства агломерата с кольцевым охладителем. Технологический процесс производства агломерата с линейным охладителем. Технологический процесс производства агломерата с охлаждением на агломашине (4)	
5 Брикети-рование	Брикети-рование как способ окускования. Технология производства брикетов. Требования к брикетам и методы брикети-рования. Метод Грендаля. Виды связующих веществ. Цементирующие свойства силикатов (4)	

Оценка качества освоения дисциплины (модуля):

2.3.1. Форма промежуточной аттестации – экзамен

Вопросы к экзамену:

1. Типы железных руд по рудообразующему минералу.
2. Перечислить компоненты агломерационной шихты. Указать цель ввода и крупность

каждого компонента.

3. Способы окускования мелкого и тонкого ЖРС. Принципиальные отличия технологий.
4. Процессы горения топлива в агломерационном процессе. Особенности.
5. Процессы диссоциации в агломерационном процессе. Особенности
6. Процессы удаления вредных примесей в агломерационном процессе. Особенности.
7. Описать этапы подготовки агломерационной шихты к спеканию. Объяснить цель каждого этапа. Указать используемое оборудование.
8. Составить технологическую цепочку производства окатышей
9. Объяснить необходимость и количество добавляемого известняка в процессах окускования.
10. Описать различия в технологиях окускования железных руд и концентратов.
11. Указать контролируемые параметры агломерационного процесса. Объяснить необходимость контроля.
12. Составить технологическую последовательность подготовки железных руд к доменной плавке.
13. Указать необходимость и способы повышения газопроницаемости спекаемого слоя при агломерации.
14. Перечислить используемое оборудование в процессе производства агломерата. Назначение каждого типа оборудования.
15. Причина образования жидкой фазы в процессе агломерации.
16. Указать факторы изменения расхода твердого топлива в агломерационную шихту. Дать объяснения.
17. Объяснить значение твердофазных реакций в агломерационном процессе и процессе обжига окатышей.
18. Контроль окончания агломерационного процесса на агломашине.
19. Объяснить влияние фазового состава агломерата на его прочность.
20. Объяснить технологию предварительного подогрева шихты как способа повышения качества агломерата и интенсификации агломерационного процесса.
21. Описать влияние основности агломерата на его качество.
22. Сравнить технологии подготовки шихты к процессу агломерации и производству окатышей. В какой технологии процесс подготовки шихты более тщательный и почему.
23. Описать состав шихты на производство окатышей. Объяснить цель ввода каждого компонента.
24. Описать технологию производства сырых окатышей. Указать используемое оборудование.
25. Объяснить технологию обжига окатышей. Указать используемое оборудование.
26. Указать различия свойств агломерата и окатышей.
27. Какая зона в спекаемом слое наиболее сопротивляется прохождению газов. Дать пояснения.
28. Сравнить технологические цепочки производства агломерата и окатышей.
29. Составить технологическую цепочку производства агломерата при вводе в агломерационную шихту компонента, содержащего гидратную влагу .
30. Составить технологическую последовательность перемещения шихтовых материалов внутри агломерационной фабрики.
31. Составить технологическую цепочку выделения возврата и постели в агломерационном процессе. Составить технологическую последовательность производства сырых окатышей в тарельчатом и барабанном окомкователях. Показать различие.
32. Составить последовательность расположения оборудования, используемого в процессе протягивания воздуха через слой шихты при спекании агломерата на агломашинах конвейерного типа.
33. Определить нарушения в технологии производства агломерата при появлении в нем неусвоившейся извести.
34. Определить изменения в технологической цепочке производства агломерата при повышении доли тонких концентратов в агломерационной шихте.
35. Составить последовательность расположения оборудования, используемого в процессе

- транспортировки агломерата от агломашины до колошника доменной печи.
36. Какие изменения в технологической цепочке производства агломерата необходимо осуществить для внедрения процесса термообработки.
 37. Какие изменения в технологической цепочке производства агломерата необходимо осуществить для внедрения процесса двухслойного спекания.
 38. Изменения в технологической цепочке при внедрении технологии увеличения высоты спекаемого слоя. Ограничения.
 39. Изменения в технологической цепочке при внедрении технологии добавки к аглошихте MgO. Ограничения.
 40. Изменения в технологической цепочке при внедрении технологии обогащения просасываемого воздуха кислородом.
 41. Изменения в технологической цепочке при внедрении технологии предварительного подогрева шихты.
 42. Составить технологическую цепочку производства агломерата при добавке в агломерационную шихту доломитизированного известняка.
 43. Необходимость и способы охлаждения агломерата. Используемое оборудование.
 44. Составить технологическую последовательность расположения оборудования при обработке готового агломерата. Необходимость каждого этапа.
 45. Получение сырых окатышей (теоретические основы)
 46. Влияние гранулометрического состава комкуемого материала на прочность сырых окатышей
 47. Состав шихты для производства окатышей и агломерата. Крупность и количество в шихте. Цель ввода каждого компонента.
 48. Технология получения сырых окатышей в тарельчатом окомкователе. Преимущества и недостатки тарельчатого окомкователя
 49. Технология получения сырых окатышей в барабанном окомкователе. Преимущества его и недостатки в сравнении с другими типами окомкователей
 50. Влияние связующих добавок на прочность сырых окатышей, виды добавок и механизм их действия
 51. Общая технологическая схема производства окатышей.
 52. Технология обжига сырых окатышей. Этапы обжига. Необходимость каждого этапа.
 53. Механизм возникновения сил сцепления в слое увлажненного материала, подвергающегося окомкованию (агломерационная шихта, шихта для производства окатышей).
 54. Механизм действие связующих веществ при производстве сырых окатышей и при обжиге их.
 55. Требования, предъявляемые к прочности сырых окатышей. Чем они обусловлены?
 56. Перечислите факторы, влияющие на прочность связей между частицами увлажненного материала
 57. Технология производства окускованного сырья (все известные технологии). Отличия
 58. Сравнение металлургических свойств различных видов окускованного сырья.
 59. Технология производства гибридного агломерата. Японская технология.
 60. Технология производства агломератышей. Украинская технология.
 61. Особенности производства железорудных брикетов. Способы брикетирования.
 62. Оборудование для производства брикетов.
 63. Связующие в технологии производства брикетов.
 64. Достоинства и недостатки брикетов.
 65. Необходимость углеродной нейтральности
 66. Способы снижения выбросов CO₂ в рамках технологий окускования.
 67. Сравнения способов получения железа прямого восстановления
 68. Процесс Pyrofer
 69. Процесс Midrex
 70. Процесс Hyll
 71. Процессы Finmet,

- 72. Процесс ITmk3
- 73. Процесс Corex
- 74. Процесс Finex

2.3.2. Оценочные материалы

- Оценка «отлично». На все вопросы даны правильные и точные ответы, обучающийся безупречно владеет специальной терминологией, грамотно раскрывает содержание терминов на примерах и комментирует их. Продемонстрировано знание основных научных проблем, чёткая структура и логическая последовательность изложения материала, сделаны аргументированные выводы.
- Оценка «хорошо». Материал изложен логично и последовательно, но имеются недочёты, сделанные выводы не всегда аргументированы.
- Оценка «удовлетворительно». Ответы на вопросы даны в целом правильно, однако неполно, логика ответов недостаточно хорошо выстроена, пропущен ряд важных деталей или, напротив, в ответе затрагивались посторонние вопросы. Базовая терминология дисциплины в целом усвоена, имеются нарушения в логике и последовательности изложения материала, выводы поверхностные.
- Оценка «неудовлетворительно». Ответ не раскрывает содержания, логика изложения нарушена, не используется при ответе базовая терминология. Имеются нарушения в логике и последовательности изложения материала, отсутствуют выводы.

2.3.3. Методические материалы

Организационно-педагогические условия реализации дисциплины (модуля):

а) Материально-технические условия

Вид ресурса	Характеристика ресурса
Аудитория	Лекционная, оборудованная проектором, экраном
Программное обеспечение	Офисное ПО
Канцелярские товары	Флип-чарт, маркеры и т.д. (при необходимости)
Условия для функционирования электронной информационно-образовательной среды (при использовании ДОТ)	http://m.idpo.magtu.ru/course/view.php?id=328&section=1

б) Учебно-методическое и информационное обеспечение

Вид ресурса	Характеристика ресурса
Нормативные правовые акты/регламенты	1. ФЗ № 96-ФЗ "Об охране атмосферного воздуха" 2. ФЗ № 7-ФЗ "Об охране окружающей среды" 3. Постановление Правительства РФ от 9 декабря 2020 г. N 2055 "О предельно допустимых выбросах, временно разрешенных выбросах, предельно допустимых нормативах вредных физических воздействий на атмосферный воздух и разрешениях на выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух" (с изменениями и дополнениями) 4. Приказ Минтруда России от 11.12.2020 N 887н "Об утверждении Правил по охране труда при обработке металлов" (Зарегистрировано в Минюсте России 30.12.2020 N 61951) 5. ГОСТ 32520-2013 Руды железные, концентраты, агломераты и окатыши. Общие требования к методам химического анализа 6. Проф.стандарт 27.032 «Специалист по производству агломерата», N 984н ОТ 3 декабря 2015 г.

Литература	1. Бурдаков Д. Д. Metallургия черных металлов : учебное пособие / Д. Д. Бурдаков, З. Г. Цукерник. – Свердловск : Metallургиздат, Свердлов. отд - ние, 1961. - 440 с. 2. Вегман Е.Ф. Теория и технология агломерации М.: Metallургия, 1974. – 288 с.
Электронные ресурсы	1. Неясов, А. Г. Расчеты шихты, материального и теплового балансов агломерационного процесса : учебное пособие / А. Г. Неясов, А. В. Иванов, И. В. Макарова. - [2-е изд., подгот. по печ. изд. 2012 г.]. - Магнитогорск : МГТУ, 2015. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: https://host.megaprolib.net/MP0109/Download/MObject/284 (дата обращения: 04.09.2023). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM. 2. Проектирование оборудования цехов агломерационного и доменного производства : учебное пособие / М. В. Андросенко, О. А. Филатова, В. И. Кадошников, Е. В. Куликова ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2016. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: https://host.megaprolib.net/MP0109/Download/MObject/20808 (дата обращения: 06.09.2023). - Макрообъект. – Текст : электронный. – Сведения доступны также на CD-ROM. 3. Цымбал, В. П. Новые металлургические технологии : учебное пособие для вузов / В. П. Цымбал, П.А. Сеченов, И.А. Рыбенко ; под общей редакцией В.П. Цымбала. – Москва : Издательство Юрайт, 2024. – 260 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-15018-6. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/544583
Методические материалы	Методические рекомендации по работе с порталом дистанционного обучения [Электронный ресурс]: URL: https://clck.ru/SuPoX

в) Кадровые условия

Кадровое обеспечение осуществляют:

преподавательский состав из числа докторов, кандидатов наук кафедры МиХТ.

Дисциплина (модуль) 2. «Коксохимическое производство»

Цель освоения дисциплины (модуля): подготовить слушателей к эффективной работе на коксохимическом производстве, обеспечив глубокое понимание технологических процессов, оборудования, контроля качества и безопасности, а также современных методов оптимизации и управления производством.

Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю).

В результате освоения дисциплины (модуля) у слушателей должны быть сформированы следующие **компетенции**: разрабатывать и оптимизировать технологические режимы коксования, обеспечивая высокое качество кокса и максимальную эффективность производства с учетом требований охраны труда и окружающей среды; анализировать технологические показатели коксохимического производства, выявлять отклонения от норм и разрабатывать мероприятия по их устранению.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать:

- теоретические основы коксохимического производства,
- технологические схемы,

- типы оборудования,
- физико-химические процессы,
- методы контроля качества,
- требования охраны труда и окружающей среды,
- основы экономики и управления.

Уметь:

- анализировать технологические параметры,
- выполнять расчеты,
- составлять технологическую документацию,
- использовать средства измерений,
- применять методы контроля качества,
- проводить анализ причин отклонений от норм и разрабатывать мероприятия по их устранению,
- работать с нормативно-технической документацией.

Владеть:

- методами анализа технологических процессов,
- современными средствами контроля и управления,
- методиками обеспечения безопасности труда,
- навыками работы с технологическим оборудованием,
- способами оптимизации коксохимического производства.

Содержание дисциплины (модуля):

№, наименование темы	Содержание лекций (количество часов)	Наименование практических занятий или семинаров или др. (количество часов)	Виды СРС (количество часов)
1	2	3	4
1. Основы коксования и сырьевая база	Виды кокса и его свойства, классификация углей. Подготовка угольной шихты. Влияние качества угля на качество кокса. Оценка качества сырья. (2)	-	Решение задач по расчету шихты. Подготовка презентации по видам кокса и его применению. (10)
2. Технология коксования	Процессы, протекающие в коксовой печи. Типы коксовых печей. Технологические процессы коксования. Автоматизация коксового производства. Контроль технологических параметров. (4)	Расчет технологических режимов коксования. (2)	Анализ технологических схем коксовых печей. Разработка технологического регламента. (14)
3. Оборудование коксохимического производства	Описание и принцип работы основных агрегатов коксового производства (угольные дробилки, смесители, коксовые печи, газоочистные установки, установки по	Ознакомление с конструкцией и принципом действия коксовой печи. (2)	Подготовка отчета по изучению оборудования. Анализ технической документации на конкретный тип коксовой печи. (14)

	производству химических продуктов). (4)		
4. Побочные продукты коксования	Химический состав коксового газа, смолы, аммиачной воды, бензола, толуола, ксилола. Способы их переработки и применения. Методы контроля качества кокса (прочность, реакционная способность, зольность). Контроль качества побочных продуктов, системы автоматического контроля. (4)	Анализ коксового газа (моделирование). Определение основных показателей качества кокса. (2)	Исследование рынка побочных продуктов коксования. Анализ эффективности их переработки. Оценка качества кокса и побочных продуктов. (14)
5. Экономика и управление коксохимическим производством	Экономические показатели коксохимического производства. Методы оптимизации производства. Управление затратами. Анализ эффективности. (2)	-	Анализ финансово-экономических показателей коксохимического предприятия. Расчет себестоимости кокса. Разработка мероприятий по повышению эффективности (14)
6. Современные тенденции в коксохимии	Развитие коксохимического производства. Новые технологии, перспективы развития отрасли. Безопасность работы на коксохимическом производстве. Меры по охране окружающей среды, экологические нормативы, технологии снижения вредных выбросов. (2)	-	Эссе «Будущее коксохимического производства». Разбор аварийных ситуаций и разработка мер безопасности. Разработка мероприятий по снижению вредных выбросов. Изучение экологического законодательства. (10)

Оценка качества освоения дисциплины (модуля):

2.3.1. Форма промежуточной аттестации – экзамен.

Вопросы к экзамену:

1. Опишите основные свойства кокса и их влияние на качество чугуна.
2. Каковы основные типы коксовых печей и в чем их отличия?
3. Перечислите основные виды углей, используемых в коксовом производстве, и укажите их характеристики.
4. Что такое угольная шихта и как осуществляется ее подготовка?
5. Объясните влияние состава шихты на качество кокса.
6. Какие физико-химические процессы протекают в коксовой печи?
7. Опишите основные показатели качества кокса и методы их определения.
8. Какие факторы влияют на выход кокса и его качество?
9. Назовите основные побочные продукты коксования и области их применения.
10. Что такое коксовый газ и как он используется?
11. Охарактеризуйте химический состав и свойства коксовой смолы.

12. Опишите технологию получения и применения аммиачной воды.
13. Какие методы используются для контроля качества коксового газа?
14. Опишите технологическую схему коксового производства.
15. Объясните принцип работы коксовой батареи.
16. Какие виды оборудования используются для подготовки угольной шихты?
17. Опишите принцип работы системы тушения кокса.
18. Какие методы применяются для очистки коксового газа?
19. Опишите принцип работы газоочистных установок.
20. Какие виды оборудования используются для переработки побочных продуктов коксования?
21. Какие основные опасности существуют на коксохимическом производстве?
22. Какие меры безопасности необходимо соблюдать при работе на коксовом производстве?
23. Какие экологические проблемы связаны с коксовым производством?
24. Какие методы применяются для снижения вредных выбросов в атмосферу?
25. Какие нормативные документы регламентируют охрану труда и окружающей среды на коксохимическом производстве?
26. Опишите принципы рационального использования сырья и энергии в коксовом производстве.
27. Какие современные технологии применяются для повышения экологической безопасности коксового производства?
28. Какие основные экономические показатели характеризуют эффективность коксохимического производства?
29. Как осуществляется планирование и управление производством кокса?
30. Какие методы используются для оптимизации технологических процессов коксования?

2.3.2. Оценочные материалы

- Оценка «отлично». На все вопросы даны правильные и точные ответы, обучающийся безупречно владеет специальной терминологией, грамотно раскрывает содержание терминов на примерах и комментирует их. Продемонстрировано знание основных научных проблем, чёткая структура и логическая последовательность изложения материала, сделаны аргументированные выводы.

- Оценка «хорошо». Материал изложен логично и последовательно, но имеются недочёты, сделанные выводы не всегда аргументированы.

- Оценка «удовлетворительно». Ответы на вопросы даны в целом правильно, однако неполно, логика ответов недостаточно хорошо выстроена, пропущен ряд важных деталей или, напротив, в ответе затрагивались посторонние вопросы. Базовая терминология дисциплины в целом усвоена, имеются нарушения в логике и последовательности изложения материала, выводы поверхностные.

- Оценка «неудовлетворительно». Ответ не раскрывает содержания, логика изложения нарушена, не используется при ответе базовая терминология. Имеются нарушения в логике и последовательности изложения материала, отсутствуют выводы.

2.3.3.

Организационно-педагогические условия реализации дисциплины (модуля):

а) Материально-технические условия

Вид ресурса	Характеристика ресурса
Аудитория	Лекционная, оборудованная проектором, экраном
Программное обеспечение	Офисное ПО
Канцелярские товары	Флип-чарт, маркеры и т.д. (при необходимости)
Условия для функционирования электронной информационно-образовательной среды (при использовании ДОТ)	http://m.idpo.magtu.ru/course/view.php?id=328&section=2

б) Учебно-методическое и информационное обеспечение

Вид ресурса	Характеристика ресурса
Нормативные правовые акты/регламенты	1. ФЗ № 96-ФЗ "Об охране атмосферного воздуха" 2. ФЗ № 7-ФЗ "Об охране окружающей среды" 3. Постановление Правительства РФ от 9 декабря 2020 г. N 2055 "О предельно допустимых выбросах, временно разрешенных выбросах, предельно допустимых нормативах вредных физических воздействий на атмосферный воздух и разрешениях на выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух" (с изменениями и дополнениями) 4. Приказ Минтруда России от 11.12.2020 N 887н "Об утверждении Правил по охране труда при обработке металлов" (Зарегистрировано в Минюсте России 30.12.2020 N 61951) 5. ГОСТ 11126-2019 Сырье коксохимическое для производства технического углерода. Технические условия
Литература	1. Бурдаков Д. Д. Металлургия черных металлов : учебное пособие / Д. Д. Бурдаков, З. Г. Цукерник. – Свердловск : Metallurgizdat, Свердл. отд - ние, 1961. - 440 с. 2. Кауфман, А. А. Отечественные и зарубежные коксовые печи : конструкции и оборудование : [учеб. пособие] / А. А. Кауфман, Ю. Я. Филоненко ; М-во образования и науки Рос. Федерации, Урал. федер. ун-т. — Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2013. — 88 с. : ил. ISBN 978-5-7996-1129-3 3. Сабирова, Т. М. Основы технологии улавливания и переработки химических продуктов коксования : учеб. пособие / Т. М. Сабирова ; [науч. ред. Н. А. Третьякова] ; М-во образования и науки Рос. Федерации, Урал. федер. ун-т. — Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2018 — 154 с.
Электронные ресурсы	1. Цымбал, В. П. Новые металлургические технологии : учебное пособие для вузов / В. П. Цымбал, П.А. Сеченов, И.А. Рыбенко ; под общей редакцией В.П. Цымбала. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 260 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-15018-6. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/544583
Методические материалы	Методические рекомендации по работе с порталом дистанционного обучения [Электронный ресурс]: URL: https://clck.ru/SuPoX

в) Кадровые условия

Кадровое обеспечение осуществляют:

преподавательский состав из числа докторов, кандидатов наук кафедры МиХТ.

Дисциплина (модуль) 3. «Доменное производство»

Цель освоения дисциплины (модуля) – подготовить слушателей к эффективной работе в доменном цехе, обеспечив им глубокое понимание технологических процессов, оборудования, контроля качества чугуна и шлака, а также современных методов оптимизации и управления доменной плавкой, с учетом требований охраны труда и охраны окружающей среды.

Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю).

В результате освоения дисциплины (модуля) у слушателей должны быть сформированы следующие **компетенции**: способность разрабатывать и корректировать технологические режимы доменной плавки, обеспечивая получение чугуна заданного химического состава и требуемого качества при минимальных затратах сырья и энергии; способность анализировать технологические параметры доменной плавки, выявлять отклонения от заданных норм и разрабатывать мероприятия по их устранению, используя современные методы моделирования и анализа данных.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать: теоретические основы доменной плавки, технологические схемы, типы доменных печей, физико-химические процессы, протекающие в доменной печи, методы контроля качества чугуна и шлака, требования охраны труда и окружающей среды, основы экономики и управления.

Уметь: анализировать технологические параметры доменной плавки, выполнять расчеты шихты, составлять технологическую документацию, использовать средства измерений, применять методы контроля качества чугуна и шлака, работать с нормативно-технической документацией, осуществлять текущий анализ технологических процессов, проводить анализ причин отклонений от норм и разрабатывать мероприятия по их устранению.

Владеть: методами анализа технологических процессов доменной плавки, современными средствами контроля и управления, методиками обеспечения безопасности труда, навыками работы с технологическим оборудованием, способами оптимизации доменного производства.

Содержание дисциплины (модуля):

№, наименование темы	Содержание лекций (количество часов)	Виды СРС (количество часов)
1 Теоретические основы доменной плавки	Термодинамика и кинетика доменного процесса, фазовые превращения. Реакции восстановления железа, образование шлака. Тепловой баланс доменной печи (4)	Решение задач по термодинамике и тепловому балансу доменной печи, анализ литературных источников по теории доменной плавки (10)
2 Сырьевая база доменного производства	Характеристика доменных шихтовых материалов (агломерат, кокс, флюсы). Их влияние на качество чугуна и шлака. Подготовка шихты. Оптимизация шихтового состава (4)	Характеристика различных видов доменных шихтовых материалов. Анализ качества сырья и влияние его на технологические параметры доменной плавки (14)
3 Технологические схемы и режимы доменной плавки	Основные технологические схемы доменной плавки, управление технологическими параметрами (температура, давление, расход дутья). Оптимизация режимов плавки. Влияние различных факторов на качество чугуна и шлака (4)	Разработка схемы оптимизации доменной плавки, анализ влияния различных технологических параметров на качество продукции (10)
4 Оборудование доменного цеха	Конструкция и принцип работы доменной печи. Оборудование для подготовки шихты. Оборудование для подачи шихтовых материалов в доменную печь. Оборудование для отвода и очистки газов (4)	Изучение технической документации на доменные печи различных типов, анализ работы отдельных агрегатов доменного цеха (12)

5 Контроль качества чугуна и шлака	Методы контроля химического состава и физических свойств чугуна. Методы контроля состава и свойств шлака, автоматизированные системы контроля. Анализ причин отклонений от норм. (4)	Анализ данных по контролю качества чугуна и шлака. Разработка мероприятий по улучшению качества продукции (10)
6 Экономика доменного производства	Экономические показатели доменного производства. Методы оптимизации затрат. Управление ресурсами. (2)	Анализ экономических показателей работы доменного цеха. Разработка предложений по повышению эффективности производства (10)
7 Охрана труда и охрана окружающей среды	Меры безопасности при работе в доменном цехе. Экологические проблемы, связанные с доменной плавкой. Методы снижения вредных выбросов. Рациональное использование ресурсов (2)	Анализ экологических проблем доменного производства. Разработка предложений по снижению вредного воздействия на окружающую среду (10)

Оценка качества освоения дисциплины (модуля):

2.3.1. Форма промежуточной аттестации – экзамен

Вопросы к экзамену:

1. Опишите основные физико-химические процессы, протекающие в доменной печи.
2. Что такое шихта и какие материалы в нее входят? Опишите их роль.
3. Объясните влияние состава шихты на качество получаемого чугуна.
4. Опишите процесс восстановления железа в доменной печи. Какие реакции лежат в основе этого процесса?
5. Какова роль флюса в доменной плавке? Какие виды флюсов используются?
6. Что такое доменный газ и как он используется?
7. Опишите основные характеристики чугуна, получаемого в доменной печи.
8. Какие факторы влияют на качество чугуна?
9. Что такое шлаки доменной плавки и каковы их свойства?
10. Как осуществляется контроль качества чугуна и шлака?
11. Опишите тепловой баланс доменной печи. Какие источники тепла и потери тепла существуют?
12. Объясните роль дутья в доменной плавке. Какие параметры дутья влияют на процесс?
13. В чем заключается принцип работы колошниковой системы доменной печи?
14. Опишите различные типы доменных печей и их особенности.
15. Опишите технологическую схему доменного производства.
16. Какие виды оборудования используются для подготовки шихты?
17. Опишите принцип работы системы подачи шихтовых материалов в доменную печь.
18. Как осуществляется отвод и очистка доменного газа?
19. Какие системы автоматического контроля используются в доменном производстве?
20. Опишите принцип работы системы охлаждения доменной печи.
21. Какие основные опасности существуют при работе в доменном цехе?
22. Какие меры безопасности необходимо соблюдать при работе с доменной печью?
23. Какие экологические проблемы связаны с доменным производством?
24. Какие методы применяются для снижения вредных выбросов в атмосферу?
25. Какие нормативные документы регламентируют охрану труда и окружающей среды в доменном производстве?
26. Какие основные экономические показатели характеризуют эффективность доменного производства?
27. Как осуществляется планирование и управление производством чугуна?
28. Какие методы используются для оптимизации технологических процессов доменной плавки?
29. Опишите влияние колебаний цен на сырье на экономику доменного производства.
30. Как осуществляется управление качеством продукции в доменном цехе?

2.3.2. Оценочные материалы

- Оценка «отлично». На все вопросы даны правильные и точные ответы, обучающийся безупречно владеет специальной терминологией, грамотно раскрывает содержание терминов на примерах и комментирует их. Продемонстрировано знание основных научных проблем, чёткая структура и логическая последовательность изложения материала, сделаны аргументированные выводы.
- Оценка «хорошо». Материал изложен логично и последовательно, но имеются недочёты, сделанные выводы не всегда аргументированы.
- Оценка «удовлетворительно». Ответы на вопросы даны в целом правильно, однако неполно, логика ответов недостаточно хорошо выстроена, пропущен ряд важных деталей или, напротив, в ответе затрагивались посторонние вопросы. Базовая терминология дисциплины в целом усвоена, имеются нарушения в логике и последовательности изложения материала, выводы поверхностные.
- Оценка «неудовлетворительно». Ответ не раскрывает содержания, логика изложения нарушена, не используется при ответе базовая терминология. Имеются нарушения в логике и последовательности изложения материала, отсутствуют выводы.

2.3.3. Методические материалы

Организационно-педагогические условия реализации дисциплины (модуля):

а) Материально-технические условия

Вид ресурса	Характеристика ресурса
Аудитория	Лекционная, оборудованная проектором, экраном
Программное обеспечение	Офисное ПО
Канцелярские товары	Флип-чарт, маркеры и т.д. (при необходимости)
Условия для функционирования электронной информационно-образовательной среды (при использовании ДОТ)	http://m.idpo.magtu.ru/course/view.php?id=328&section=3

б) Учебно-методическое и информационное обеспечение

Вид ресурса	Характеристика ресурса
Нормативные правовые акты/регламенты	1. ФЗ № 96-ФЗ "Об охране атмосферного воздуха" 2. ФЗ № 7-ФЗ "Об охране окружающей среды" 3. Постановление Правительства РФ от 9 декабря 2020 г. N 2055 "О предельно допустимых выбросах, временно разрешенных выбросах, предельно допустимых нормативах вредных физических воздействий на атмосферный воздух и разрешениях на выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух" (с изменениями и дополнениями) 4. Приказ Минтруда России от 11.12.2020 N 887н "Об утверждении Правил по охране труда при обработке металлов" (Зарегистрировано в Минюсте России 30.12.2020 N 61951) 5. ГОСТ 2787-2019. Межгосударственный стандарт. Металлы черные вторичные. Общие технические условия (введен в действие Приказом Росстандарта от 02.12.2021 N 1686-ст)

	(ред. от 11.11.2021) 6. Проф.стандарт 27.096 «Специалист по анализу и совершенствованию технологии в доменном производстве», № 50618 от 04.04.2018
Литература	1. Белевитин В.А. Технология, материалы и продукция доменной плавки: учебное пособие / В.А. Белевитин. – Челябинск: Изд-во «ЦИЦЕРО», 2017 – 43 с.: с ил. 2. Бурдаков Д. Д. Металлургия черных металлов : учебное пособие / Д. Д. Бурдаков, З. Г. Цукерник. – Свердловск : Metallurgizdat, Свердл. отд - ние, 1961. - 440 с. 3. Каплун, Л. И. К65 Устройство и проектирование доменных печей: учебное пособие / Л. И. Каплун, А. В. Малыгин, О. П. Онорин, А. В. Пархачев. – Екатеринбург : УрФУ, 2016 – 219, [1] с.
Электронные ресурсы	1. Ткачев, М. Ю. Инновационное оборудование доменного производства : учебное пособие / М. Ю. Ткачев, В. А. Сидоров. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2023. - 156 с. - ISBN 978-5-9729-1380-0. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/2094385 2. Цымбал, В. П. Новые металлургические технологии : учебное пособие для вузов / В. П. Цымбал, П.А. Сеченов, И.А. Рыбенко ; под общей редакцией В.П. Цымбала. – Москва : Издательство Юрайт, 2024. – 260 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-15018-6. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/544583
Методические материалы	Методические рекомендации по работе с порталом дистанционного обучения [Электронный ресурс]: URL: https://clck.ru/SuPoX

в) Кадровые условия

Кадровое обеспечение осуществляют:

преподавательский состав из числа докторов, кандидатов наук кафедры МиХТ.

Дисциплина (модуль) 4. «Кислородно-конвертерное производство»

Цель освоения дисциплины (модуля): подготовить слушателей к работе в кислородно-конвертерном цехе, обеспечив им глубокое понимание технологических процессов, оборудования, контроля качества стали, а также современных методов оптимизации и управления производством стали в конвертерах, с учетом требований охраны труда и охраны окружающей среды.

Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю).

В результате освоения дисциплины (модуля) у слушателей должны быть сформированы следующие **компетенции**: разрабатывать и корректировать технологические режимы кислородно-конвертерной плавки, обеспечивая получение стали заданного химического состава и требуемого качества при минимальных затратах сырья и энергии; анализировать технологические параметры кислородно-конвертерной плавки, выявлять отклонения от заданных норм и разрабатывать мероприятия по их устранению, используя современные методы моделирования и анализа данных.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать:

- теоретические основы кислородно-конвертерного процесса,
- типы конвертеров,
- физико-химические процессы, протекающие в конвертере,
- методы контроля качества стали,
- требования охраны труда и окружающей среды,
- основы экономики и управления.

Уметь:

- анализировать технологические параметры кислородно-конвертерной плавки,
- выполнять расчеты шихты,
- составлять технологическую документацию,
- использовать средства измерений,
- применять методы контроля качества стали,
- проводить анализ причин отклонений от норм и разрабатывать мероприятия по их устранению,
- работать с нормативно-технической документацией.

Владеть:

- методами анализа технологических процессов кислородно-конвертерной плавки,
- современными средствами контроля и управления,
- методиками обеспечения безопасности труда,
- навыками работы с технологическим оборудованием,
- способами оптимизации кислородно-конвертерного производства.

Содержание дисциплины (модуля):

№, наименование темы	Содержание лекций (количество часов)	Наименование практических занятий или семинаров или др. (количество часов)	Виды СРС (количество часов)
1	2	3	4
1 Теоретические основы кислородно-конвертерного процесса	Термодинамика и кинетика кислородно-конвертерного процесса. Окисление примесей. Рафинирование стали. Образование шлака. Тепловой баланс конвертера (2)	Расчет теплового баланса конвертера (2)	Решение задач по термодинамике и тепловому балансу конвертера, анализ литературных источников по теории кислородно-конвертерного производства (10)
2 Сырьевая база кислородно-конвертерного производства	Характеристика исходных материалов (чугун, лом, флюс), их влияние на качество стали. Подготовка шихты. Оптимизация шихтового состава (2)	-	Анализ шихтового состава и расчет его оптимизации. Анализ качества сырья и влияние на технологические параметры кислородно-конвертерной плавки (14)
3 Технологические схемы и режимы	Технологические схемы кислородно-конвертерной плавки. Управление технологическими	Моделирование кислородно-конвертерного процесса (2)	Анализ технологических схем конвертеров различных типов. Разработка

кислородно-конвертерной плавки	параметрами (температура, давление кислорода, продувка). Оптимизация режимов плавки, контроль технологических параметров (4)		технологического регламента для конкретного типа конвертера (14)
4 Оборудование кислородно-конвертерного цеха. Контроль качества стали	Конструкция и принцип работы кислородного конвертера. Оборудование для подготовки шихты. Оборудование для подачи кислорода и других технологических газов. Системы автоматического контроля и управления. Методы контроля химического состава и физических свойств стали. Анализ причин отклонения от норм (4)	Моделирование анализа проб стали. Разработка мероприятий по улучшению качества продукции (2)	Изучение технической документации на конвертеры. Анализ работы отдельных агрегатов кислородно-конвертерного цеха (14)
5 Экономика кислородно-конвертерного производства	Экономические показатели кислородно-конвертерного производства. Методы оптимизации затрат. Управление ресурсами. Анализ эффективности работы кислородно-конвертерного цеха (2)	Расчет себестоимости стали (2)	Анализ экономических показателей работы кислородно-конвертерного цеха. Разработка предложений по повышению эффективности производства (14)
6 Охрана труда и защита окружающей среды	Меры безопасности при работе в кислородно-конвертерном цехе. Экологические проблемы, связанные с кислородно-конвертерной плавкой. Методы снижения вредных выбросов, рациональное использование ресурсов (2)	-	Анализ экологических проблем кислородно-конвертерного производства. Разбор аварийных ситуаций и разработка мер безопасности (10)

Оценка качества освоения дисциплины (модуля):

2.3.1. Форма промежуточной аттестации – экзамен.

Вопросы к экзамену:

1. Опишите основные физико-химические процессы, протекающие в кислородном конвертере.
2. Что такое кислородно-конвертерный процесс и в чем его суть?
3. Какие типы кислородных конвертеров существуют и в чем их отличия?
4. Опишите роль кислорода в кислородно-конвертерном процессе.
5. Объясните процесс окисления примесей в конвертере.
6. Какова роль шлака в кислородно-конвертерном процессе?
7. Опишите процесс рафинирования стали в конвертере.
8. Какие факторы влияют на качество получаемой стали?

9. Опишите основные характеристики стали, получаемой в кислородном конвертере.
10. Как осуществляется контроль качества стали?
11. Опишите тепловой баланс кислородного конвертера. Какие источники тепла и потери тепла существуют?
12. Объясните понятие "дутье" в кислородно-конвертерном процессе и его параметры.
13. Что такое конвертерная пыль и как с ней обращаются?
14. Опишите технологическую схему кислородно-конвертерного производства.
15. Какие виды оборудования используются для подготовки шихты?
16. Опишите принцип работы системы подачи кислорода и других газов в конвертер.
17. Как осуществляется разливка стали из конвертера?
18. Какие системы автоматического контроля используются в кислородно-конвертерном производстве?
19. Опишите принцип работы системы продувки конвертера.
20. Какие методы применяются для регулирования температуры стали в конвертере?
21. Какие виды футеровки используются в конвертерах и почему?
22. Опишите принцип работы системы отвода конвертерных газов.
23. Какие основные опасности существуют при работе в кислородно-конвертерном цехе?
24. Какие меры безопасности необходимо соблюдать при работе с кислородным конвертером?
25. Какие экологические проблемы связаны с кислородно-конвертерным производством?
26. Какие методы применяются для снижения вредных выбросов в атмосферу?
27. Какие нормативные документы регламентируют охрану труда и окружающей среды в кислородно-конвертерном производстве?
28. Какие основные экономические показатели характеризуют эффективность кислородно-конвертерного производства?
29. Как осуществляется планирование и управление производством стали в кислородном конвертере?
30. Какие методы используются для оптимизации технологических процессов кислородно-конвертерной плавки?
31. Как осуществляется управление качеством продукции в кислородно-конвертерном цехе?
32. Опишите влияние колебаний цен на сырье на экономику кислородно-конвертерного производства.
33. В чем преимущества и недостатки кислородно-конвертерного метода по сравнению с другими способами производства стали?

2.3.2. Оценочные материалы

- Оценка «отлично». На все вопросы даны правильные и точные ответы, обучающийся безупречно владеет специальной терминологией, грамотно раскрывает содержание терминов на примерах и комментирует их. Продемонстрировано знание основных научных проблем, чёткая структура и логическая последовательность изложения материала, сделаны аргументированные выводы.

- Оценка «хорошо». Материал изложен логично и последовательно, но имеются недочёты, сделанные выводы не всегда аргументированы.

- Оценка «удовлетворительно». Ответы на вопросы даны в целом правильно, однако неполно, логика ответов недостаточно хорошо выстроена, пропущен ряд важных деталей или, напротив, в ответе затрагивались посторонние вопросы. Базовая терминология дисциплины в целом усвоена, имеются нарушения в логике и последовательности изложения материала, выводы поверхностные.

- Оценка «неудовлетворительно». Ответ не раскрывает содержания, логика изложения нарушена, не используется при ответе базовая терминология. Имеются нарушения в логике и последовательности изложения материала, отсутствуют выводы.

2.3.3.

Организационно-педагогические условия реализации дисциплины (модуля):

а) Материально-технические условия

Вид ресурса	Характеристика ресурса
Аудитория	Лекционная, оборудованная проектором, экраном
Программное обеспечение	Офисное ПО
Канцелярские товары	Флип-чарт, маркеры и т.д. (при необходимости)
Условия для функционирования электронной информационно-образовательной среды (при использовании ДОТ)	http://m.idpo.magtu.ru/course/view.php?id=328&section=4

б) Учебно-методическое и информационное обеспечение

Вид ресурса	Характеристика ресурса
Нормативные правовые акты/регламенты	1. ФЗ № 96-ФЗ "Об охране атмосферного воздуха" 2. ФЗ № 7-ФЗ "Об охране окружающей среды" 3. Постановление Правительства РФ от 9 декабря 2020 г. N 2055 "О предельно допустимых выбросах, временно разрешенных выбросах, предельно допустимых нормативах вредных физических воздействий на атмосферный воздух и разрешениях на выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух" (с изменениями и дополнениями) 4. Приказ Минтруда России от 11.12.2020 N 887н "Об утверждении Правил по охране труда при обработке металлов" (Зарегистрировано в Минюсте России 30.12.2020 N 61951) 5. ГОСТ 5583-78 Кислород газообразный технический и медицинский. Технические условия 6. Профстандарт: 27.034 Специалист по кислородно-конвертерному производству стали (утв. приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 2 декабря 2015 г. N 960н)
Литература	1. Бигеев, А. М. Математическое описание и расчеты сталеплавильных процессов / Бигеев А. М. – М.: Металлургия, 1982 – 160 с. 2. Бурдаков Д. Д. Металлургия черных металлов : учебное пособие / Д. Д. Бурдаков, З. Г. Цукерник. – Свердловск : Металлургиздат, Свердл. отд - ние, 1961. – 440 с. 3. Кудрин, В.А. Теория и технология производства стали: [учеб. пособие] / В. А. Кудрин. – М. : Мир; ООО «Издательство АСТ», 2003. – 528 с. 4. Колесников, Ю.А. Металургические технологии в высокопроизводительном конвертерном цехе : учеб. пособие / Ю.А. Колесников, Б.А. Буданов, А.М. Столяров; под ред. В.А. Бигеева. – Магнитогорск : Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2015. – 379 с.
Электронные ресурсы	1. Конвертерное производство стали. URL: https://studizba.com/lectures/inzhenerija/metallurgija-stali/37699-konverternoe-proizvodstvo-stali.html

	2. Цымбал, В. П. Новые металлургические технологии : учебное пособие для вузов / В. П. Цымбал, П.А. Сеченов, И.А. Рыбенко ; под общей редакцией В.П. Цымбала. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 260 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-15018-6. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/544583
Методические материалы	Методические рекомендации по работе с порталом дистанционного обучения [Электронный ресурс]: URL: https://clck.ru/SuPoX

в) Кадровые условия

Кадровое обеспечение осуществляют:

преподавательский состав из числа докторов, кандидатов наук кафедры МиХТ.

Дисциплина (модуль) 5. «Электросталеплавильное производство»

Цель освоения дисциплины (модуля): подготовить слушателей к работе в электросталеплавильном цехе, обеспечив им глубокое понимание технологических процессов, оборудования, контроля качества стали, а также современных методов оптимизации и управления производством стали в электропечах, с учетом требований охраны труда и охраны окружающей среды.

Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю).

В результате освоения дисциплины (модуля) у слушателей должны быть сформированы следующие **компетенции**: разрабатывать и корректировать технологические режимы электросталеплавильной плавки, обеспечивая получение стали заданного химического состава и требуемого качества при минимальных затратах сырья и энергии; анализировать технологические параметры электросталеплавильной плавки, выявлять отклонения от заданных норм и разрабатывать мероприятия по их устранению, используя современные методы моделирования и анализа данных.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать: теоретические основы электросталеплавильного процесса, технологические схемы, типы электропечей, физико-химические процессы, протекающие в электропечи, методы контроля качества стали.

Уметь: Анализировать технологические параметры электросталеплавильной плавки, выполнять расчеты шихты, составлять технологическую документацию, использовать средства измерений, применять методы контроля качества стали, работать с нормативно-технической документацией, проводить анализ причин отклонений от норм и разрабатывать мероприятия по их устранению

Владеть: Методами анализа технологических процессов электросталеплавильной плавки, современными средствами контроля и управления, методиками обеспечения безопасности труда, навыками работы с технологическим оборудованием, способами оптимизации электросталеплавильного производства.

Содержание дисциплины (модуля):

№, наименование темы	Содержание лекций (количество часов)	Наименование практических занятий или семинаров или др. (количество часов)	Виды СРС (количество часов)
1	2	3	4
1 Основы электростале	Термодинамика и кинетика	Расчет теплового баланса электропечи.	Решение задач по термодинамике и

плавильного процесса	электросталеплавильного процесса. Влияние различных факторов на качество стали (3)	Анализ влияния различных параметров на качество стали (3)	тепловому балансу электропечи, анализ литературных источников по теории электросталеплавильного процесса (20)
2 Сырьевая база подготовки шихты	Характеристика исходных материалов (скрап, чугун, легирующие добавки). Оценка качества сырья. Подготовка шихты. Оптимизация шихтового состава. Влияние шихты на процесс плавки (3)	Анализ шихтового состава. Разработка оптимального состава шихты для различных марок стали (3)	Анализ рынка металлолома. Исследование свойств различных легирующих добавок. Подготовка отчета по оптимизации шихтового состава (20)
3 Технологические схемы и режимы плавки	Технологические схемы электросталеплавильной плавки. Управление технологическими параметрами (температура, мощность дуги, продувка). Оптимизация режимов плавки (3)	Моделирование электросталеплавильного процесса. Анализ технологических режимов (3)	Разработка технологического регламента для конкретного типа электропечи. Анализ влияния различных технологических параметров на качество стали. Работа с базами данных (18)
4 Оборудование электросталеплавильного цеха	Конструкция и принцип работы дуговых электропечей. Основное и вспомогательное оборудование. Системы автоматизации. Безопасность работы оборудования (3)	Ознакомление с конструкцией электропечи (чертежи, видеоматериалы). Анализ работы отдельных узлов (3)	Изучение технической документации на электропечи разных типов. Анализ работы отдельных агрегатов электросталеплавильного цеха. Подготовка технического описания оборудования (20)

Оценка качества освоения дисциплины (модуля):

2.3.1. Форма промежуточной аттестации – экзамен.

Вопросы к экзамену:

1. Опишите основные физико-химические процессы, протекающие в электросталеплавильной печи. Укажите их последовательность.
2. Сравните и сопоставьте дуговые и индукционные электропечи по принципу действия, преимуществам и недостаткам.
3. Подробно объясните роль электрической дуги в электросталеплавильном процессе. Как регулируется её мощность?
4. Опишите процесс плавления шихты в электропечи. Какие факторы влияют на скорость плавления?
5. Подробно опишите процесс окисления примесей в электросталеплавильной печи. Какие окислители используются и как они влияют на процесс?
6. Какова роль шлака в электросталеплавильном процессе? Опишите его функции и состав. Какие типы шлаков используются и для чего?
7. Опишите процесс рафинирования стали в электропечи. Какие методы рафинирования применяются и для чего? Подробно опишите один из них.
8. Какие факторы влияют на качество получаемой стали в электросталеплавильном процессе? Укажите как минимум 5 факторов.

9. Опишите основные характеристики стали, получаемой в электросталеплавильной печи. Какие параметры контролируются?
10. Как осуществляется контроль химического состава стали в электросталеплавильном процессе? Назовите используемые методы.
11. Как осуществляется контроль температуры стали в электросталеплавильном процессе? Какие приборы используются?
12. Опишите тепловой баланс электросталеплавильной печи. Какие источники тепла и потери тепла существуют? Как можно улучшить тепловой баланс?
13. Объясните влияние различных параметров на качество стали (мощность дуги, время плавки, состав шихты, тип электрода). Приведите конкретные примеры.
14. Что такое электрошлаковый переплав (ЭШП) и в чем его особенности? Для каких типов стали он применяется?
15. Опишите процесс внепечной обработки стали после электросталеплавильной плавки. Какие задачи решаются при этом?
16. Какие типы футеровки используются в электропечах и почему выбор футеровки важен?
17. Опишите влияние различных типов электродов на процесс плавки.
18. Опишите технологическую схему электросталеплавильного производства, начиная от подготовки шихты до выпуска стали.
19. Какие виды оборудования используются для подготовки шихты в электросталеплавильном производстве? Опишите их функции.
20. Опишите принцип работы системы подачи шихтовых материалов в электропечь. Какие типы механизмов используются?
21. Как осуществляется разливка стали из электропечи? Какие методы разливки используются и для каких типов стали они подходят?
22. Какие системы автоматического контроля используются в электросталеплавильном производстве? Опишите их функции и принцип работы.
23. Опишите принцип работы системы регулирования мощности дуги. Какие факторы учитываются при регулировании?
24. Какие типы электродов используются в дуговых электропечах и почему выбор типа электрода важен?
25. Опишите принцип работы системы охлаждения электропечи. Почему охлаждение так важно?
26. Какие газовые смеси используются в электросталеплавильном процессе для рафинирования? Для чего они применяются?
27. Опишите принцип работы вакуумно-дуговой переплавки (ВДП). В чем ее преимущества перед другими методами?
28. Какие типы загрузки шихты в электропечь вы знаете и в чем их преимущества и недостатки?
29. Опишите современные тенденции в электросталеплавильном производстве.
30. Сравните электросталеплавильный процесс с кислородно-конвертерным процессом по основным параметрам.

2.3.2. Оценочные материалы

- Оценка «отлично». На все вопросы даны правильные и точные ответы, обучающийся безупречно владеет специальной терминологией, грамотно раскрывает содержание терминов на примерах и комментирует их. Продемонстрировано знание основных научных проблем, чёткая структура и логическая последовательность изложения материала, сделаны аргументированные выводы.

- Оценка «хорошо». Материал изложен логично и последовательно, но имеются недочёты, сделанные выводы не всегда аргументированы.

- Оценка «удовлетворительно». Ответы на вопросы даны в целом правильно, однако неполно, логика ответов недостаточно хорошо выстроена, пропущен ряд важных деталей или, напротив, в ответе затрагивались посторонние вопросы. Базовая терминология

дисциплины в целом усвоена, имеются нарушения в логике и последовательности изложения материала, выводы поверхностные.

- Оценка «неудовлетворительно». Ответ не раскрывает содержания, логика изложения нарушена, не используется при ответе базовая терминология. Имеются нарушения в логике и последовательности изложения материала, отсутствуют выводы.

2.3.3.

Организационно-педагогические условия реализации дисциплины (модуля):

а) Материально-технические условия

Вид ресурса	Характеристика ресурса
Аудитория	Лекционная, оборудованная проектором, экраном
Программное обеспечение	Офисное ПО
Канцелярские товары	Флип-чарт, маркеры и т.д. (при необходимости)
Условия для функционирования электронной информационно-образовательной среды (при использовании ДОТ)	http://m.idpo.magtu.ru/course/view.php?id=328&section=5

б) Учебно-методическое и информационное обеспечение

Вид ресурса	Характеристика ресурса
Нормативные правовые акты/регламенты	1. ФЗ № 96-ФЗ "Об охране атмосферного воздуха" 2. ФЗ № 7-ФЗ "Об охране окружающей среды" 3. Постановление Правительства РФ от 9 декабря 2020 г. N 2055 "О предельно допустимых выбросах, временно разрешенных выбросах, предельно допустимых нормативах вредных физических воздействий на атмосферный воздух и разрешениях на выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух" (с изменениями и дополнениями) 4. Приказ Минтруда России от 11.12.2020 N 887н "Об утверждении Правил по охране труда при обработке металлов" (Зарегистрировано в Минюсте России 30.12.2020 N 61951) 5. ГОСТ 1566-2024 Изделия огнеупорные динасовые для электросталеплавильных печей. Технические условия 6. Профстандарт 27.057 «Специалист по электросталеплавильному производству», № 40404 от 30.12.2015
Литература	1. Бигеев, В.А., Металлургические технологии в высокопроизводительном электросталеплавильном цехе: учеб. пособие / В.А. Бигеев, А.М. Столяров, А.Х. Валиахметов . – Москва, Вологда: Инфра-Инженерия, 2020. – 320 с. 2. Бурдаков Д. Д. Металлургия черных металлов : учебное пособие / Д. Д. Бурдаков, З. Г. Цукерник. – Свердловск : Metallurgizdat, Свердл. отд - ние, 1961. – 440 с. 3. Сидоренко М.Ф. Автоматизация и механизация электросталеплавильного и ферросплавного производств : [Учеб. пособие для вузов, по

	специальности "Металлургия черных металлов" / М.Ф. Сидоренко, А.И. Косырев. – Москва : Metallurgia, 1975. – 271 с.
Электронные ресурсы	1. Физико-химические расчеты электросталеплавильных процессов : учебное пособие / В. А. Григорян, А. Я. Стомахин, Ю. И. Уточкин [и др.]. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : ИД МИСиС, 2007. - 318 с. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/1244312 2. Перспективные пути технического прогресса в электросталеплавильном производстве. – URL: https://ecoprom.misis.ru/jour/article/view/298/291 3. Цымбал, В. П. Новые металлургические технологии : учебное пособие для вузов / В. П. Цымбал, П.А. Сеченов, И.А. Рыбенко ; под общей редакцией В.П. Цымбала. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 260 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-15018-6. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/544583
Методические материалы	Методические рекомендации по работе с порталом дистанционного обучения [Электронный ресурс]: URL: https://clck.ru/SuPoX

в) Кадровые условия

Кадровое обеспечение осуществляют:

преподавательский состав из числа докторов, кандидатов наук кафедры МиХТ.

3 ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

3.1. Форма итоговой аттестации – экзамен.

3.2. Оценочные материалы

Детальная оценка качества освоения программы, включая текущую (устный опрос), промежуточную (экзамены) и итоговую аттестацию по соответствующим дисциплинам приведена в рабочих программах дисциплин (модулей).

Оценочные материалы для проведения междисциплинарного экзамена формируются программно случайной выборкой из экзаменационных вопросов, представленных для каждой дисциплины.

Критерии оценивания ответа на междисциплинарном экзамене:

Оценка 5 (отлично). Экзаменуемый проявляет системное понимание металлургического процесса: демонстрирует целостное понимание всего технологического цикла производства, начиная от подготовки сырья и заканчивая производством различных видов стали (доменное, конвертерное, электросталеплавильное производства); может объяснить взаимосвязь между отдельными стадиями и влияние каждой стадии на последующие; указывает на возможности оптимизации всего процесса в целом; может анализировать и интерпретировать технологические данные (химический состав сырья и продукции, температурные режимы, показатели качества продукции) и делать обоснованные выводы; демонстрирует способность прогнозировать поведение системы при изменении параметров и сравнивать различные технологические подходы; может самостоятельно и корректно решать комплексные задачи, связанные с расчетом шихты для разных стадий, теплового баланса, оценкой качества продукции, оптимизацией технологических параметров, учитывая взаимосвязи между процессами; может приводить конкретные примеры из практики, демонстрируя способность применять полученные знания для решения реальных производственных задач.

Оценка 4 (хорошо). Экзаменуемый демонстрирует понимание технологического цикла, но могут быть небольшие пробелы в понимании взаимосвязей между отдельными стадиями; может анализировать данные, но может допускать незначительные ошибки в интерпретации или выводах; может решать задачи, но допускает незначительные ошибки в расчетах или применении формул, особенно в комплексных задачах; примеры из практики могут быть не всегда достаточно убедительными или недостаточно детализированными.

Оценка 3 (удовлетворительно). Экзаменуемый проявляет фрагментарное понимание технологического цикла, демонстрирует существенные пробелы в понимании взаимосвязей между стадиями; понимание технологических процессов каждой дисциплины поверхностное; не может объяснить физико-химические основы процессов; с трудом анализирует данные, допускает значительные ошибки в интерпретации; испытывает значительные трудности с решением задач, допускает грубые ошибки, особенно в комплексных задачах; не может привести убедительные примеры из практики или вообще не приводит их.

Оценка 2 (неудовлетворительно). Экзаменуемый не понимает технологического цикла в целом; не понимает основные технологические процессы ни в одной из дисциплин; не способен анализировать данные; не может решать задачи; не может привести ни одного примера из практики.

4 СОСТАВИТЕЛИ ПРОГРАММЫ

Дорфман Оксана Вячеславовна, канд. пед. наук, начальник отдела развития образовательных программ ИДПОиКИ «Горизонт».