



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



УТВЕРЖДАЮ
Директор ИММиМ
А.С. Савинов

20.02.2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ПРОИЗВОДСТВО ЧУГУНА

Направление подготовки (специальность)
22.03.02 МЕТАЛЛУРГИЯ

Направленность (профиль/специализация) программы
Металлургия черных металлов

Уровень высшего образования - бакалавриат
Программа подготовки - академический бакалавриат

Форма обучения
заочная

| | |
|---------------------|--|
| Институт/ факультет | Институт металлургии, машиностроения и материалобработки |
| Кафедра | Металлургии и химических технологий |
| Курс | 4 |

Магнитогорск
2020 год

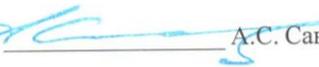
Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению подготовки 22.03.02 МЕТАЛЛУРГИЯ (уровень бакалавриата) (приказ Минобрнауки России от 04.12.2015 г. № 1427)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Metallургии и химических технологий

18.02.2020, протокол № 6

Зав. кафедрой  А.С. Харченко

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИММиМ
20.02.2020 г. протокол № 5

Председатель  А.С. Савинов

Рабочая программа составлена:

профессор кафедры МиХТ, д-р техн. наук  С. К. Сибатуллин

Рецензент:

Директор ООО "Шлаксервис", канд. техн. наук  А. Б. Великий

Лист актуализации рабочей программы

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2021 - 2022 учебном году на заседании кафедры Металлургии и химических технологий

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ А.С. Харченко

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2022 - 2023 учебном году на заседании кафедры Металлургии и химических технологий

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ А.С. Харченко

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2023 - 2024 учебном году на заседании кафедры Металлургии и химических технологий

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ А.С. Харченко

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2024 - 2025 учебном году на заседании кафедры Металлургии и химических технологий

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ А.С. Харченко

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2025 - 2026 учебном году на заседании кафедры Металлургии и химических технологий

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ А.С. Харченко

1 Цели освоения дисциплины (модуля)

формирование у студентов общекультурных и личностных качеств для производственно-технологической и научно-исследовательской деятельности; приобретение знаний, умений и владений в соответствии с видом профессиональной деятельности.

2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Производство чугуна входит в вариативную часть учебного плана образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

Физика

Химия

Физическая химия

Безопасность жизнедеятельности

Основы металлургического производства

Теплофизика

Информатика и информационные технологии

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Планирование эксперимента

Моделирование процессов и объектов в металлургии

Методы исследований материалов и процессов

Проектирование доменных печей

Оборудование современных доменных цехов

Подготовка руд к доменной плавке

Эксплуатация доменных печей

Производственная – преддипломная практика

Подготовка к защите и защита выпускной квалификационной работы

3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины (модуля) «Производство чугуна» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

| Структурный элемент компетенции | Планируемые результаты обучения |
|---|---|
| ПК-10 способностью осуществлять и корректировать технологические процессы в металлургии и материалобработке | |
| Знать | - основные определения и понятия, используемые при осуществлении и корректировке технологии при производстве чугуна в доменной печи |
| Уметь | - познавать наиболее значимые составляющие осуществления и корректировки технологического процесса при производстве чугуна в доменной печи |
| Владеть | - основными методами определения наиболее значимых составляющих осуществления и корректировки технологического процесса при производстве чугуна в доменной печи |
| ПК-13 готовностью оценивать риски и определять меры по обеспечению безопасности технологических процессов | |

| | |
|---------|--|
| Знать | - основные понятия, используемые при оценке рисков и определении мер по обеспечению безопасности технологии производства чугуна |
| Уметь | - познавать наиболее значимые составляющие рисков и мер по безопасности в технологии производства чугуна |
| Владеть | - основными приемами и методами оценки рисков и определения мер для обеспечения безопасности технологических процессов при производстве чугуна |

4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц 216 академических часов, в том числе:

- контактная работа – 14,9 академических часов;
- аудиторная – 12 академических часов;
- внеаудиторная – 2,9 академических часов
- самостоятельная работа – 192,4 академических часов;
- подготовка к экзамену – 8,7 академических часа

Форма аттестации - экзамен

| Раздел/ тема дисциплины | Курс | Аудиторная контактная работа (в академических часах) | | | Самостоятельная работа студента | Вид самостоятельной работы | Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации | Код компетенции |
|--|------|--|-----------|-------------|---------------------------------|---|---|-----------------|
| | | Лек. | лаб. зан. | практ. зан. | | | | |
| 1. Шихтовые материалы и их загрузка в печь | | | | | | | | |
| 1.1 Шихтовые материалы доменной плавки: сырьевые, промывочные, формирующие гарнисаж, флюсы, кокс. Химический состав, физико-механические и физико-химические свойства шихтовых материалов. Требования, предъявляемые к качеству шихтовых материалов. | 4 | 0,5 | 0,5/0,4И | 0,5/0,5И | 20,25 | Сбор, анализ и систематизация информации с написанием плана -конспекта по теме. Подготовка к практическим занятиям. Подготовка к устному опросу | Составление аннотации по теме. Выявление ключевых слов и их представление. Разработка тестов по теме. Устный опрос | ПК-10, ПК-13 |
| 1.2 Движение шихтовых материалов при загрузке в печь конусным и бесконусным загрузочными устройствами. Формирование слоя шихты на колошнике доменной печи. Требования к распределению шихтовых материалов на колошнике. Управление распределением. | | 0,2 | 0,5/0,5И | 0,5/0,5И | 25 | Сбор, анализ и систематизация информации с написанием плана -конспекта по теме. Подготовка к практическим занятиям. Подготовка к устному опросу | Составление аннотации по теме. Выявление ключевых слов и их представление. Разработка тестов по теме. Устный опрос | ПК-10, ПК-13 |
| Итого по разделу | | 0,7 | 1/0,9И | 1/1И | 45,25 | | | |
| 2. Горение топлива и теплопередача | | | | | | | | |

| | | | | | | | | |
|--|---|-----|----------|----------|----|--|---|--------------|
| <p>2.1 Горение топлива у фурм доменной печи. Реакции горения углерода кокса, вдуваемого пылеугольного топлива, углеводородов газообразного и жидкого топлива. Физическое состояние зоны горения. Окисление чугуна в фурменном очаге. Показатели, характеризующие горение топлива. Виды топливных добавок и восстановителей, вдуваемых через фурмы для улучшения результатов доменной плавки.</p> | 4 | 0,2 | 0,5/0,5И | 0,5/0,5И | 20 | <p>Сбор, анализ и систематизация информации с написанием плана -конспекта по теме. Подготовка к практическим занятиям. Подготовка к устному опрос</p> | <p>Составление аннотации по теме. Выявление ключевых слов и их представление. Разработка тестов по теме. Устный опрос</p> | ПК-10, ПК-13 |
| <p>2.2 Теплообмен в доменной печи. Тепловые балансы. Характер изменения температур по высоте и сечению доменной печи. Ступени теплообмена. Виды общих и зональных тепловых балансов. Показатели тепловой работы доменной печи. Способы расчёта удельного расхода кокса при изменении условий</p> | | 0,4 | 0,5/0,5И | 0,5/0,5И | 25 | <p>Сбор, анализ и систематизация информации с написанием плана -конспекта по теме. Подготовка к практическим занятиям. Подготовка к устному опросу</p> | <p>Составление аннотации по теме. Выявление ключевых слов и их представление. Разработка тестов по теме. Устный опрос</p> | ПК-10, ПК-13 |
| Итого по разделу | | 0,6 | 1/И | 1/И | 45 | | | |
| 3. Движение материалов и газов в доменной печи | | | | | | | | |
| <p>3.1 Движение материалов в доменной печи. Освобождение объёма и действие вертикального давления шихты как факторов, обеспечивающих возможность непрерывного опускания шихты в доменной печи при периодическом выпуске продуктов плавки. Характер движения материалов по высоте и сечению печи. Время пребывания материалов в доменной печи.</p> | 4 | 0,5 | 0,5/0,5И | 0,5/0,5И | 20 | <p>Сбор, анализ и систематизация информации с написанием плана -конспекта по теме. Подготовка к практическим занятиям. Подготовка к устному опросу</p> | <p>Составление аннотации по теме. Выявление ключевых слов и их представление. Разработка тестов по теме. Устный опрос</p> | ПК-10, ПК-13 |

| | | | | | | | |
|---|-----|----------|----------|----|---|---|--------------|
| 3.2 Движение газов в доменной печи. Потери напора газа, сопротивление шихты движению газа, подъёмная сила газового потока по высоте и сечению доменной печи. Определяющие зоны по силовому взаимодействию потоков шихты и газа и их значение для работы доменной печи. Влияние различных факторов на потери напора газа в | 0,2 | 0,5 | 0,5 | 20 | Сбор, анализ и систематизация информации с написанием плана -конспекта по теме. Подготовка к практическим занятиям. Подготовка к устному опросу | Составление аннотации по теме. Выявление ключевых слов и их представление. Разработка тестов по теме. Устный опрос | ПК-10, ПК-13 |
| Итого по разделу | 0,7 | 1/0,5И | 1/0,5И | 40 | | | |
| 4. Процессы восстановления и плавления, автоматизация, результаты доменной плавки | | | | | | | |
| 4.1 Процессы восстановления в доменной печи и формирования чугуна. Реакции восстановления железа из оксидов и их распределение по высоте доменной печи. Прямое и косвенное восстановление, оптимальное развитие их. Механизм восстановления. Показатели, характеризующие развитие восстановления. Восстановление кремния, марганца, фосфора, титана, ванадия. Науглероживание чугуна. Особенности выплавки ванадиевого чугуна из титаномагнетитового сырья, доменного | 0,5 | | | 20 | Сбор, анализ и систематизация информации с написанием плана -конспекта по теме. Подготовка к практическим занятиям. Подготовка к устному опросу | Составление аннотации по теме. Выявление ключевых слов и их представление. Разработка тестов по теме. Устный опрос | ПК-10, ПК-13 |
| 4.2 Плавление и шлакообразование в доменной печи. Функции шлака в доменной печи. Ход плавления и шлакообразования по высоте и сечению печи. Показатели, характеризующие свойства шлака. Управление свойства-ми шлака. Поступление серы в доменную печь. Поведение серы в доменной печи. Влияние различных факторов на содержание серы в чугуне. Внедоменная десульфурация. Возможности производства малосернистого чугуна. | 0,5 | 0,5/0,2И | 0,5/0,4И | 20 | Сбор, анализ и систематизация информации с написанием плана -конспекта по теме. Подготовка к практическим занятиям. Подготовка к устному опросу | Составление аннотации по теме. Выявление ключевых слов и их представление. Разработка тестов по теме. Устный опрос | ПК-10, ПК-13 |

| | | | | | | | | |
|---------------------|---|---|--------|----------|-------|---|--|--------------|
| 4.3 | Основные технико-экономические показатели доменной плавки и способы их улучшения. Общие принципы построения алгоритмов автоматизированного управления доменным процессом. Локальные и объединённые системы. Модели, используемые в современных системах управления ходом доменных печей. Информационные системы поддержки принятия решений. Способы переработки доменного шлака | 1 | 0,5 | 0,5/0,5И | 22,15 | Сбор, анализ и систематизация информации с написанием плана -конспекта по теме. Подготовка к практическим занятиям. Подготовка к устному опросу | Составление аннотации по теме. Выявление ключевых слов и их представление. Разработка тестов по теме. Устный опрос | ПК-10, ПК-13 |
| Итого по разделу | | 2 | 1/0,2И | 1/0,9И | 62,15 | | | |
| Итого за семестр | | 4 | 4/2,6И | 4/3,4И | 192,4 | | экзамен | |
| Итого по дисциплине | | 4 | 4/2,6И | 4/3,4И | 192,4 | | экзамен | ПК-10,ПК-13 |

5 Образовательные технологии

Для реализации предусмотренных видов учебной работы в качестве образовательных технологий в преподавании дисциплины «Производство чугуна» используются традиционная и информационно-коммуникационная технологии.

Лекции и практические занятия проходят как в традиционной форме, так и в форме занятий с визуализацией путём использования презентаций.

Лекционный материал закрепляется в ходе лабораторных работ и практических занятий, на которых выполняются групповые или индивидуальные задания по пройденной теме. При проведении лабораторных занятий используется метод контекстного обучения, который позволяет усвоить материал путем выявления связей между конкретным знанием и его применением.

Изучаемый материал усваивается в ходе семинаров, практических занятий, демонстрация на физических и математических моделях, выполнения курсовой работы и домашних заданий, ответов на тестовые вопросы. Выявляются связи между конкретным знанием и его применением.

При проведении практических занятий используется кейс-метод – обучение в кон-тексте моделируемой ситуации, воспроизводящей реальные условия работы доменных печей ПАО «ММК». Обучающиеся должны проанализировать ситуацию, разобраться в сути проблем, выполнить расчёты, предложить возможные решения и выбрать лучшее из них. Кейсы базируются на реальных фактических показателях работы доменных печей. На практических занятиях используется компьютерные модели хода процессов в доменной печи и модели явлений доменного процесса.

Самостоятельная работа студентов стимулирует студентов к творческой проработке тем в процессе выполнения курсовой работы, индивидуальных домашних заданий, подготовки к семинарам, тестированию и к итоговой аттестации.

Следует использовать комплекс интерактивных методов обучения, включающий в себя:

- указание проблемных ситуаций в работе доменных печей с показательным решением проблемы преподавателем и без него;
- самостоятельную поисковую деятельность в решении проблем по осуществлению доменного процесса, направляемую преподавателем;

Реализация инновационных методов обучения возможна с использованием следующих приемов:

- раскрытие преподавателем причин и характера неудач, встречающихся при решении проблем осуществления и корректировки доменного процесса (ПК-10), оценке рисков и определении мер по обеспечению безопасности при выплавке чугуна в доменных печах (ПК-13);
- демонстрация разных подходов к решению проблемы снижения удельного расхода кокса и повышения производительности доменных печей;
- анализ полученных результатов и отыскание границ применимости новых направлений улучшения работы доменных печей.

При проведении заключительного контроля необходимо выявить степень правильности, объема, глубины знаний, умений, владений, полученных при изучении дисциплины наряду с выявлением степени самостоятельности в их применении.

6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Представлено в приложении 1.

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Представлены в приложении 2.

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

а) Основная литература:

1. Ивлев, С.А. Metallургические технологии. Metallургия чёрных металлов : учебное пособие / С.А. Ивлев, М.П. Ключев. - Москва: МИСИС, 2017. - 45 с. - ISBN 978-5-906846-57-0. - Текст: электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. - URL: <https://e.lanbook.com/book/108106>

2. Агеев, Н.Г. Моделирование процессов и объектов в металлургии : учебное пособие / Н.Г. Агеев. — Екатеринбург : УрФУ, 2016. — 108 с. — ISBN 978-5-7996-1712-7. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/99065> — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Основы металлургического производства: учебник / В.А. Бигеев, К.Н. Вдовин, В.М. Колокольцев, В.М. Салганик, С.К. Сибгатуллин. - Санкт-Петербург: Лань, 2017. - 616 с. - ISBN 978-5-8114-2486-3. - Текст: электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. - URL: <https://e.lanbook.com/book/90165>

б) Дополнительная литература:

1. Теория и технология доменного процесса [Электр. ресурс]: Учебное пособие - Режим доступа: <http://www.kodges.ru/nauka/148148-teoriya-texnologiya-domennogo-prozessa.html>

2. Сборщиков, Г.С. Современные проблемы металлургии и материаловедения : гидро-динамика и массообмен в многофазных системах металлургии : учебное пособие / Г.С. Сборщиков, С.И. Чибизова. — Москва : МИСИС, 2016. — 141 с. — ISBN 978-5-87623-998-3. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/93667> . — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Вдовин, К. Н. Выбор плавильных агрегатов и расчеты шихты для выплавки чугуна и стали : учебное пособие / К. Н. Вдовин ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2016. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=2719.pdf&show=dcatalogues/1/1132029/2719.pdf&view=true> . - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступ-ны также на CD-ROM.

в) Методические указания:

1. Сибгатуллин С.К., Ваганов А.И., Харченко А.С. Влияние уровня засыпи и газового потока на углы откоса материалов в модели колошника доменной печи. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2016. 17 с.

2. Сибгатуллин С.К., Ваганов А.И., Харченко А.С. Изучение влияния вида шихтовых материалов доменной плавки и их распределения по сечению колошника на газопроницаемость. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2016. 16 с.

3. Сибгатуллин С.К., Ваганов А.И., Харченко А.С. Изучение влияния крупности и формы материалов на их газопроницаемость. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2016. 11 с.

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:**Программное обеспечение**

| Наименование ПО | № договора | Срок действия лицензии |
|--|---------------------------|------------------------|
| MS Windows 7 Professional(для классов) | Д-1227-18 от 08.10.2018 | 11.10.2021 |
| MS Office 2007 Professional | № 135 от 17.09.2007 | бессрочно |
| 7Zip | свободно распространяемое | бессрочно |
| FAR Manager | свободно распространяемое | бессрочно |

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

| Название курса | Ссылка |
|---|---|
| Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС» | https://dlib.eastview.com/ |
| Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования | URL: https://elibrary.ru/project_risc.asp |
| Поисковая система Академия Google (Google Scholar) | URL: https://scholar.google.ru/ |
| Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам | URL: http://window.edu.ru/ |
| Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности» | URL: http://www1.fips.ru/ |
| Российская Государственная библиотека. Каталоги | https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/ |
| Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова | http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp |
| Федеральный образовательный портал – Экономика. Социология. Менеджмент | http://ecsocman.hse.ru/ |
| Университетская информационная система РОССИЯ | https://uisrussia.msu.ru |
| Международная наукометрическая реферативная и полнотекстовая база данных научных изданий «Web of science» | http://webofscience.com |
| Международная реферативная и полнотекстовая справочная база данных | http://scopus.com |
| Международная база полнотекстовых журналов Springer Journals | http://link.springer.com/ |
| Международная коллекция научных протоколов по различным отраслям знаний | http://www.springerprotocols.com/ |
| Международная база научных материалов в области физических наук и инжиниринга | http://materials.springer.com/ |
| Международная база справочных изданий по всем отраслям знаний SpringerReference | http://www.springer.com/references |
| Международная реферативная база данных по чистой и прикладной математике zbMATH | http://zbmath.org/ |

| | |
|---|---|
| Международная реферативная и полнотекстовая справочная база данных научных изданий | https://www.nature.com/siteindex |
| Архив научных журналов «Национальный электронно-информационный | https://archive.neicon.ru/xmlui/ |
| Информационная система - Нормативные правовые акты, организационно-распорядительные документы, нормативные и методические | https://fstec.ru/normotvorcheskaya/tekhnicheskaya-zashchita-informatsii |
| Информационная система - Банк данных угроз | https://bdu.fstec.ru/ |

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

1. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа оснащена:
 - техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории: мультимедийными средствами хранения, передачи и представления учебной информации;
 - специализированной мебелью.
2. Учебная аудитория для проведения лабораторных занятий: лаборатория доменного производства - специализированная мебель; физические модели доменных печей; лабораторные установки для исследований процессов, протекающих в доменных печах: модель конусного загрузочного устройства, модель горна доменной печи
 - специализированной мебелью.
3. Учебная аудитория для проведения практических занятий оснащена:
 - техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории: мультимедийными средствами хранения, передачи и представления учебной информации;
 - специализированной мебелью.
4. Учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации оснащена:
 - компьютерной техникой с пакетом MS Office, с подключением к сети «Интернет» и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета;
 - специализированной мебелью.
5. Помещение для самостоятельной работы оснащено:
 - компьютерной техникой с пакетом MS Office, с подключением к сети «Интернет» и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета;
 - специализированной мебелью.
6. Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования оснащено:
 - специализированной мебелью: стеллажами для хранения учебного оборудования;
 - инструментами для ремонта учебного оборудования;
 - шкафами для хранения учебно-методической документации и материалов.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

По дисциплине предусмотрена аудиторная и внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся, которая предполагает выполнение практических работ.

Цикл практических работ №1. Составление аннотаций по составляющим темы «Шихтовые материалы и их загрузка в печь». Выявление ключевых слов и их представление. Разработка тестов по составляющим темы:

- шихтовые материалы доменной плавки: сырьевые, промывочные, формирующие гарнисаж, флюсы, кокс; химический состав, физико-механические и физико-химические свойства шихтовых материалов; требования, предъявляемые к качеству шихтовых материалов;

- движение шихтовых материалов при загрузке в печь конусным и бесконусным загрузочными устройствами; формирование слоя шихты на колошнике доменной печи; требования к распределению шихтовых материалов на колошнике; управление распределением.

Цикл практических работ №2. Составление аннотаций по составляющим темы «Горение топлива и теплопередача». Выявление ключевых слов и их представление. Разработка тестов по составляющим темы:

- горение топлива у фурм доменной печи, реакции горения углерода кокса, вдуваемого пылеугольного топлива, углеводородов газообразного и жидкого топлива; физическое состояние зоны горения; окисление чугуна в фурменном очаге; показатели, характеризующие горение топлива; виды топливных добавок и восстановителей, вдуваемых через фурмы для улучшения результатов доменной плавки;

- теплообмен в доменной печи; тепловые балансы; характер изменения температур по высоте и сечению доменной печи; ступени теплообмена; виды общих и зональных тепловых балансов; показатели тепловой работы доменной печи; способы расчёта удельного расхода кокса при изменении условий работы печи.

Цикл практических работ №3. Составление аннотаций по составляющим темы «Движение материалов и газов в доменной печи». Выявление ключевых слов и их представление. Разработка тестов по составляющим темы:

- движение материалов в доменной печи; освобождение объёма и действие вертикального давления шихты как факторов, обеспечивающих возможность непрерывного опускания шихты в доменной печи при периодическом выпуске продуктов плавки; характер движения материалов по высоте и сечению печи; время пребывания материалов в доменной печи;

- движение газов в доменной печи; потери напора газа, сопротивление шихты движению газа, подъёмная сила газового потока по высоте и сечению доменной печи; определяющие зоны по силовому взаимодействию потоков шихты и газа и их значение для работы доменной печи; влияние различных факторов на потери напора газа в условиях доменной печи.

Цикл практических работ №4. Составление аннотаций по составляющим темы «Процессы восстановления и плавления, автоматизация, результаты доменной плавки». Выявление ключевых слов и их представление. Разработка тестов по составляющим темы:

- процессы восстановления в доменной печи и формирования чугуна; реакции восстановления железа из оксидов и их распределение по высоте доменной печи; прямое и косвенное восстановление, оптимальное развитие их; механизм восстановления; показатели, характеризующие развитие восстановления; восстановление кремния, марганца, фосфора, титана, ванадия; науглероживание чугуна; особенности выплавки ванадиевого чугуна из титаномагнетитового сырья, доменного ферромарганца и ферросилиция

- плавление и шлакообразование в доменной печи; функции шлака в доменной печи; ход плавления и шлакообразования по высоте и сечению печи; показатели,

характеризующие свойства шлака; управление свойствами шлака; поступление серы в доменную печь; поведение серы в доменной печи; влияние различных факторов на содержание серы в чугуне; внедоменная десульфурация; возможности производства малосернистого чугуна.

- основные технико-экономические показатели доменной плавки и способы их улучшения; общие принципы построения алгоритмов автоматизированного управления доменным процессом; локальные и объединённые системы; модели, используемые в современных системах управления ходом доменных печей; информационные системы поддержки принятия решений; способы переработки доменного шлака.

Виды лабораторных занятий:

1. Влияние уровня засыпи и газового потока на углы откоса материалов в модели колошника доменной печи.
2. Изучение влияния вида шихтовых материалов доменной плавки и их распределения по сечению колошника на газопроницаемость.
3. Изучение влияния крупности и формы материалов на их газопроницаемость.
4. Анализ факторов, влияющих на равномерность состава шихты на колошнике доменной печи.
5. Анализ дренажной способности горна доменной печи.
6. Распределение материалов по окружности в колошниковом пространстве доменной печи.
7. Изучение схода сыпучего материала через отверстие.
8. Давление шихты на жидкие продукты плавки.
9. Распределение материалов на колошнике доменной печи при загрузке с использованием подвижных плит.

Перечень вопросов для подготовки к устному опросу

1. Компонент газа, имеющий максимальную скорость молекулярной диффузии (варианты ответов: CO_2 , CO , H_2 , N_2 , H_2O).
2. Виды диффузии газа-восстановителя в доменной печи диффузии (варианты ответов: внешняя (обычная), молекулярная (кнудсеновская), атомная, активированная).
3. Основной механизм восстановления железа из оксидов в доменной печи (варианты ответов: адсорбционно-каталитический, дисоциационный, пароксидный, дисоциационно-адсорбционный).
4. Режим восстановления железа из оксидов по лимитирующей стадии является (варианты ответов: диффузионным; кинетическим; кинетическим при низких температурах, диффузионным при высоких температурах; диффузионным при низких температурах, кинетическим при высоких температурах).
5. Влияние повышения содержания железа в шихте на удельный расход кокса в условиях доменной печи диффузии (варианты ответов: увеличивается с ростом содержания железа в шихте до достижения предельно допустимого его уровня, а затем уменьшается; уменьшается; остается примерно постоянной; увеличивается).
6. Химический элемент или соединение, восстановление которым требует наименьшего количества тепла диффузии (варианты ответов: водород; монооксид углерода (CO); углерод).
7. В доменной печи по ходу движения газа первым восстанавливается оксид диффузии (варианты ответов: Fe_2O_3 ; FeO ; Fe_3O_4).
8. Коэффициент перехода фосфора в металл при выплавке передельного чугуна (варианты ответов: 0,02 – 0,08; 0,2 – 0,8; 0,5 – 0,7; около 1).
9. Вид оксида MgO по влиянию на свойства шлака (варианты ответов: нейтральный; амфотерный; кислый; основной).

Перечень вопросов и заданий для подготовки к экзамену:

1. Основные показатели химического состава железорудных материалов доменной плавки.
2. Основные пути снижения удельного расхода кокса при выплавке чугуна.
3. Виды материалов, используемых для “промывки” доменной печи и формирования гарнисажа на футеровке.
4. Основные показатели тепловой работы доменной печи.
5. Физико-механические свойства материалов, используемых в доменной плавке
6. Показатели качества кокса.
7. Влияние основности шлака на его свойства
8. Поведение серы по высоте доменной печи.
9. Показатели, характеризующие современные требования к качеству железорудного сырья.
10. Реакции перехода серы в шлак при выплавке чугуна в доменной печи.
11. Формирование слоя шихты на колошнике доменной печи.
12. Матрица загрузки материалов лотковым загрузочным устройством.
13. Показатели, характеризующие температуру плавления шлака.
14. Контроль распределения материалов по окружности и сечению доменной печи.
15. Плавление и шлакообразование по высоте доменной печи.
16. Управление распределением материалов по сечению доменной печи с двухконусным засыпным аппаратом.
17. Управление распределением материалов по сечению доменной печи с лотковым загрузочным устройством.
18. Распределение реакций восстановления оксидов железа и примесей чугуна по высоте доменной печи.
19. Виды общих тепловых балансов и их характеристика.
20. Виды топливных добавок.
21. Характер движения материалов по высоте и сечению доменной печи
22. Реакции горения в доменной печи.
23. Температуры и теплоёмкости потоков шихты и газа по высоте и сечению доменной печи.

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

| Структурный элемент компетенции | Планируемые результаты обучения | Оценочные средства |
|---|---|--|
| ПК-10 - способностью осуществлять и корректировать технологические процессы в металлургии и материалообработке | | |
| Знать | - основные определения и понятия, используемые при осуществлении и корректировке технологии при производстве чугуна в доменной печи | <p>Теоретические вопросы к экзамену:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Основные показатели химического состава железорудных материалов доменной плавки. 2. Основные пути снижения удельного расхода кокса при выплавке чугуна. 3. Виды материалов, используемых для “промывки” доменной печи и формирования гарнисажа на футеровке. 4. Основные показатели тепловой работы доменной печи. 5. Физико-механические свойства материалов, используемых в доменной плавке 6. Показатели качества кокса. 7. Влияние основности шлака на его свойства 8. Поведение серы по высоте доменной печи. 9. Показатели, характеризующие современные требования к качеству железорудного сырья. 10. Реакции перехода серы в шлак при выплавке чугуна в доменной печи. 11. Формирование слоя шихты на колошнике доменной печи. 12. Матрица загрузки материалов лотковым загрузочным устройством. |
| Уметь | - познавать наиболее значимые составляющие осуществления и корректировки технологического процесса при производстве чугуна в доменной печи | <p>Примерные практические задания:</p> <p>Провести обзор литературы по заданной тематике. Составить аннотации по выявленным источникам Выявить ключевые слова в выявленных источниках Разработать тестовые задания для углублённого изучения наиболее существенной информации.</p> |
| Владеть | - основными методами определения наиболее значимых составляющих осуществления и корректировки | <p>Задание на решение задачи:</p> <p>По представленной в образовательной портале методике выполнить расчёт уменьшения удельного расхода снижением содержания марганца в чугуне.</p> |

| Структурный элемент компетенции | Планируемые результаты обучения | Оценочные средства |
|--|---|--|
| | технологического процесса при производстве чугуна в доменной печи | |
| ПК-13 - готовностью оценивать риски и определять меры по обеспечению безопасности технологических процессов | | |
| Знать | - основные понятия, используемые при оценке рисков и определении мер по обеспечению безопасности технологии производства чугуна | Теоретические вопросы к экзамену: <ol style="list-style-type: none"> 1. Показатели, характеризующие температуру плавления шлака. 2. Контроль распределения материалов по окружности и сечению доменной печи. 3. Плавление и шлакообразование по высоте доменной печи. 4. Управление распределением материалов по сечению доменной печи с двухконусным засыпным аппаратом. 5. Управление распределением материалов по сечению доменной печи с лотковым загрузочным устройством. 6. Распределение реакций восстановления оксидов железа и примесей чугуна по высоте доменной печи. 7. Виды общих тепловых балансов и их характеристика. 8. Виды топливных добавок. 9. Характер движения материалов по высоте и сечению доменной печи 10. Реакции горения в доменной печи. 11. Температуры и теплоёмкости потоков шихты и газа по высоте и сечению доменной печи. |
| Уметь | - познавать наиболее значимые составляющие рисков и мер по безопасности в технологии производства чугуна | Примерные практические задания: <p>Провести обзор литературы по заданной тематике.</p> <p>Составить аннотации по выявленным источникам</p> <p>Выявить ключевые слова в выявленных источниках</p> <p>Разработать тестовые задания для углублённого изучения наиболее существенной информации.</p> |
| Владеть | - основными приемами и методами оценки рисков и определения мер для обеспечения безопасности технологических процессов при | Задание на решение задачи: <p>По представленной в образовательной портале методике выполнить расчёт уменьшения удельного расхода кокса снижением содержания кремния в чугуне</p> |

| Структурный элемент компетенции | Планируемые результаты обучения | Оценочные средства |
|---------------------------------|---------------------------------|--------------------|
| | производстве чугуна | |

б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:

Промежуточная аттестация по дисциплине «Производство чугуна» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений; проводится в форме экзамена.

Экзамен по данной дисциплине проводится в устной форме по экзаменационным билетам, каждый из которых включает два теоретических вопроса и одно практическое задание в виде задачи.

Вопросы на экзамен берутся из теоретических вопросов к экзамену, задачи берутся из перечня, выполненных на практических занятиях. При сдаче экзамена обучающийся должен продемонстрировать умения и владения по технологии доменной плавки, знания по вопросам теории доменного процесса в соответствии с заданными компетенциями.

Показатели и критерии оценивания экзамена:

– на оценку **«отлично»** (5 баллов) – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно выполняет практические задания, свободно оперирует знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности;

– на оценку **«хорошо»** (4 балла) – обучающийся демонстрирует средний уровень сформированности компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации;

– на оценку **«удовлетворительно»** (3 балла) – обучающийся демонстрирует пороговый уровень сформированности компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации;

– на оценку **«неудовлетворительно»** (2 балла) – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач;

– на оценку **«неудовлетворительно»** (1 балл) – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.