

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,

И.о. ректора ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова»

Д.В. Терентьев

«30» июня 2023 г.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПРОГРАММА  
ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПЕРЕПОДГОТОВКИ

Металлургия черных металлов. Программа 4+

Программа утверждена ученым советом МГТУ

Протокол № 14 «30» июня 2023г.

г. Магнитогорск, 2023

# **1 ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОГРАММЫ**

## **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 электросталеплавному производству».

## **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 требований:

профессионального(ых) стандарта(ов):

- 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 электросталеплавному производству», № 40404 от 30.12.2015;

- 27.032 Специалист по производству агломерата N 984н ОТ 3 декабря 2015 г.

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 электросталеплавному 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:

ОК-3 - способностью к коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач межличностного и межкультурного взаимодействия;

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

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

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

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

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

ПК-5 способностью 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, разливки 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**

Очная

#### **1.7. Трудоемкость программы составляет 724 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<sup>1)</sup>

| Семестр 2) | Наименование дисциплины (модуля)                                                | Трудоемкость, ауд. час. | Всего, ауд. час. | Аудиторные занятия, час. |                     |                               | СРС, час. | Текущий контроль* (шт.) |    |    | Промежуточная аттестация |     |
|------------|---------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|------------------|--------------------------|---------------------|-------------------------------|-----------|-------------------------|----|----|--------------------------|-----|
|            |                                                                                 |                         |                  | лекции                   | лабораторные работы | прак. занятия, семинары и др. |           | РК РГР, Реф.            | КР | КП | Зач.                     | Экз |
| 1          | 2                                                                               | 3                       | 4                | 5                        | 6                   | 7                             | 8         | 9                       | 10 | 11 | 12                       | 13  |
| 5, 6       | Особенности технологии доменной плавки в условиях ПАО «ММК»                     | 99                      | 88               | 53                       | -                   | 35                            | 11        |                         | 6  |    | 5 (О)                    | 6   |
| 5          | Выплавка стали в современных конвертерных цехах                                 | 55                      | 51               | 34                       | -                   | 17                            | 4         |                         |    |    |                          | 5   |
| 5          | Английский язык в профессиональной коммуникации (металлургия черных металлов)   | 35                      | 34               | -                        | -                   | 34                            | 1         |                         |    |    | 5                        |     |
| 5          | Физическая химия металлургических процессов                                     | 36                      | 34               | -                        | -                   | 34                            | 2         |                         |    |    |                          | 5   |
| 6          | Электрометаллургия стали и сплавов                                              | 44                      | 36               | 18                       | -                   | 18                            | 8         |                         | 6  |    |                          | 6   |
| 6          | Анализ информационных источников по работе доменных печей в мировой практике    | 19                      | 18               | -                        | -                   | 18                            | 1         |                         |    |    | 6                        |     |
| 6          | Теория и технология подготовки сырьевых материалов к металлургическому переделу | 39                      | 36               | 18                       | -                   | 18                            | 3         |                         |    |    |                          | 6   |
| 6          | Моделирование процессов и объектов в черной металлургии                         | 24                      | 22               | 11                       | -                   | 11                            | 2         |                         |    |    | 6 (О)                    |     |
| 7          | Обработка производственных данных и анализ работы доменных печей ПАО «ММК»      | 40                      | 39               | -                        |                     | 39                            | 1         |                         |    |    | 7                        |     |
| 7          | Производство ферросплавов                                                       | 42                      | 39               | 13                       | -                   | 26                            | 3         |                         |    |    |                          | 7   |
| 7          | Прочностные расчеты сложных механических систем                                 | 41                      | 39               | 26                       | -                   | 13                            | 2         |                         |    |    | 7                        |     |

|   |                                                                                                                                                    |                                    |            |            |          |            |           |  |          |          |           |          |
|---|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|------------|------------|----------|------------|-----------|--|----------|----------|-----------|----------|
| 7 | Управление техно-<br>логическими про-<br>цессами производ-<br>ства чугуна в до-<br>менных печах                                                    | 42                                 | 39         | 26         | -        | 13         | 3         |  |          |          |           | 7        |
| 8 | Планирование экс-<br>перимента в ме-<br>таллургии черных<br>металлов                                                                               | 28                                 | 22         | -          | -        | 22         | 6         |  | 8        |          | 8<br>(O)  |          |
| 8 | Производственный<br>менеджмент                                                                                                                     | 24                                 | 22         | 11         | -        | 11         | 2         |  |          |          | 8         |          |
| 8 | Разливка и кри-<br>сталлизация стали                                                                                                               | 36                                 | 33         | 22         | -        | 11         | 3         |  |          |          |           | 8        |
| 8 | Конструкции и<br>проектирование<br>сталеплавильных<br>цехов                                                                                        | 42                                 | 33         | -          | -        | 33         | 9         |  |          | 8        | 8<br>(O)  |          |
| 8 | Ковшовая обра-<br>ботка стали                                                                                                                      | 36                                 | 33         | 22         | -        | 11         | 3         |  |          |          |           | 8        |
| 8 | Проектирование<br>доменных печей                                                                                                                   | 42                                 | 33         | 11         | -        | 22         | 9         |  |          | 8        | 8<br>(O)  |          |
|   | <b>Итого</b>                                                                                                                                       | <b>724</b>                         | <b>651</b> | <b>265</b> | <b>-</b> | <b>386</b> | <b>73</b> |  | <b>3</b> | <b>2</b> | <b>10</b> | <b>9</b> |
|   | Итоговая<br>аттестация                                                                                                                             | итоговый междисциплинарный экзамен |            |            |          |            |           |  |          |          |           |          |
|   | <i>* КП - курсовой проект, КР - курсовая работа, РК - контрольная работа, РГР - расчетно-<br/>графическая работа. Реф. – реферат (при наличии)</i> |                                    |            |            |          |            |           |  |          |          |           |          |

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

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

## 2.3 Рабочие программы дисциплин

### Дисциплина 1. Особенности технологии доменной плавки в условиях ПАО «ММК»

Цель освоения дисциплины (модуля): развитие у студентов личностных качеств, а также формирование компетенций в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки бакалавров 22.03.02 Metallurgy. Профессиональный стандарт 27.096 "Специалист по анализу и совершенствованию технологии в доменном производстве".

В результате освоения дисциплины у обучающегося должны быть сформированы компетенции при решении профессиональных вопросов в области технологии доменной плавки.

В результате освоения дисциплины (модуля) у слушателей должны быть сформированы следующие компетенции:

|                                                                                               |                                                                                                                                                                               |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Структурный элемент компетенции                                                               | Планируемые результаты обучения                                                                                                                                               |
| ПК 1 - Способен участвовать в оценке и анализе технологии доменной плавки в реальных условиях |                                                                                                                                                                               |
| Знать                                                                                         | Реальные условия доменного процесса<br>Оборудование, планировку доменных и вспомогательных цехов<br>Особенности доменной плавки на различном шихтовом сырье и дутьевом режиме |
| Уметь:                                                                                        | Анализировать планировку оборудования доменных цехов<br>Проводить технологические расчеты                                                                                     |
| Владеть:                                                                                      | Навыками расчета доменной шихты, продуктов доменной плавки, показателей доменного процесса                                                                                    |

Содержание дисциплины (модуля):

| №, наименование темы         | Содержание лекций (количество часов)                                           | Наименование практических занятий или семинаров или др. (количество часов)    | Виды СРС (количество часов)                                               |
|------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| 5 семестр                    |                                                                                |                                                                               |                                                                           |
| 1. Доменный цех ПАО «ММК»    | 1.1. История доменного цеха ПАО «ММК» (2)                                      |                                                                               |                                                                           |
|                              | 1.2. Состав доменного цеха ПАО «ММК» (2)                                       | Анализ планировки доменного цеха ПАО «ММК» (2)                                |                                                                           |
|                              | 1.3. Основное оборудование доменного цеха ПАО «ММК» (4)                        | Анализ основного оборудования доменного цеха ПАО «ММК» (3)                    | Состав и принцип работы доменной печи (1)                                 |
|                              | 1.4. Вспомогательное оборудование доменного цеха ПАО «ММК» (6)                 | Анализ вспомогательного оборудования доменного цеха ПАО «ММК» (8)             | Виды и технология работы вспомогательного оборудования доменного цеха (1) |
|                              | 1.5. Обеспечивающие цеха ПАО «ММК» по отношению к доменному (2)                | Анализ планировки обеспечивающих цехов ПАО «ММК» по отношению к доменному (4) |                                                                           |
|                              | 1.6. Перспективы развития доменного цеха ПАО «ММК» (1)                         |                                                                               |                                                                           |
| 6 семестр                    |                                                                                |                                                                               |                                                                           |
| 2. Теория доменного процесса | 2.1. Понятие доменного процесса, основные положения доменного производства (2) |                                                                               |                                                                           |

|                                                       |                                                            |                                                                              |                                                              |
|-------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
|                                                       | 2.2. Производство чугуна в доменных печах (10)             | Расчет доменной шихты и продуктов доменной плавки (8)                        | Расчет доменной шихты и продуктов доменной плавки (5)        |
| 3. Технология доменного процесса в условиях ПАО «ММК» | 3.1. Шихтовые условия доменных печей ПАО «ММК» (9)         | Анализ показателей качества шихтовых материалов доменных печей ПАО «ММК» (2) |                                                              |
|                                                       | 3.2. Дутьевой режим доменных печей ПАО «ММК» (4)           | Анализ дутьевого режима доменных печей ПАО «ММК» (2)                         |                                                              |
|                                                       | 3.3. Особенности ведения доменной плавки на ПАО «ММК» (11) | Расчет показателей доменной плавки для условий ПАО «ММК» (6)                 | Расчет показателей доменной плавки для условий ПАО «ММК» (4) |

Оценка качества освоения дисциплины (модуля):

2.3.1. Форма промежуточной аттестации (экзамен, зачет О)

2.3.2. Оценочные материалы

1. Шихтовые условия доменного процесса.
2. Показатели качества железорудного сырья доменного производства.
3. Показатели качества кокса.
4. Влияние качества шихтовых материалов на расход кокса.
5. Понятие дутьевого режима доменного процесса.
6. Влияние параметров дутья на работу печи.
7. Особенности работы доменных печей ПАО «ММК».
8. Основное оборудование доменной печи.
9. Вспомогательное оборудование доменных печей ПАО «ММК».
10. Особенности дутьевого режима доменных печей ПАО «ММК».
11. Обеспечивающие цеха по отношению к доменному.
12. Основные реакции, описывающие ход доменного процесса.
13. Шлакообразование в доменных печах.
14. Свойства доменного шлака.
15. Образование чугуна в доменных печах.
16. Восстановительные процессы доменного производства.
17. Окислительные процессы доменного производства.
18. Процесс десльфурации чугуна в доменных печах.
19. Влияние различных факторов на расход кокса в доменную печь.

Курсовая работа выполняется обучающимся самостоятельно под руководством преподавателя. При выполнении курсовой работы обучающийся должен показать свое умение работать с нормативным материалом и другими литературными источниками, а также возможность систематизировать и анализировать фактический материал и самостоятельно творчески его осмысливать.

Тематика курсовой работы по дисциплине «Особенности технологии доменной плавки в условиях ПАО «ММК»» представляет собой выполнение расчета технических показателей доменной плавки для условий работы доменных печей ПАО «ММК».

В процессе написания курсовой работы обучающийся должен разобраться в теоретических вопросах избранной темы, самостоятельно проанализировать практический материал, разобрать и обосновать практические предложения, сделать 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 |

#### б) Учебно-методическое и информационное обеспечение

| Вид ресурса | Характеристика ресурса                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Литература  | <ol style="list-style-type: none"><li>1. Основы металлургического производства : учебник для вузов / В. А. Бигеев, В. М. Колокольцев, В. М. Салганик [и др.]. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 616 с. — ISBN 978-5-8114-8178-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/173100">https://e.lanbook.com/book/173100</a></li><li>2. Ивлев, С.А. Металлургические технологии. Металлургия 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: <a href="https://e.lanbook.com/book/108106">https://e.lanbook.com/book/108106</a></li><li>3. Бабарыкин Н.Н. Теория и технология доменного процесса. Магнитогорск, 2010 . Металлургия чугуна. Учебник для ВУЗов. Под ред. Ю. С. Юсфина. -М.: Металлургия, 2004.</li></ol> |

#### в) Кадровые условия

Кадровое обеспечение осуществляют:

преподавательский состав из числа докторов, кандидатов наук кафедры МиХТ.

## Дисциплина 2. Выплавка стали в современных конвертерных цехах

Цель освоения дисциплины «Выплавка стали в современных конвертерных цехах»: развитие у студентов личностных качеств, а также формирование компетенций в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки бакалавров 22.03.02 Metallurgy. Профессиональный стандарт 27.034 "Специалист по кислородно-конвертерному производству стали", а также получение знаний по основам теории и практики технологии выплавки в кислородных конвертерах, формирование у обучающихся навыков для решения конкретных задач управления технологическими процессами в сталеплавильных цехах, рациональной эксплуатации агрегатов, применению различных способов выплавки стали, повышения эффективности существующих и разработки новых технологических процессов.

Планируемые результаты обучения по дисциплине.

В результате освоения дисциплины (модуля) у слушателей должны быть сформированы следующие компетенции:

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

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать:

- основные реакции, протекающие в кислородном конвертере при выплавке стали;
- особенности работы современных конвертеров и технологий сталеплавильного производства;
- инновационные технологии в конвертерном производстве.

Уметь:

- давать характеристику основным процессам, протекающим в протекающие в кислородном конвертере при выплавке стали;
- выделять главные и второстепенные элементы металлургического процесса на основе их анализа;
- обобщать различные вариации кислородно-конвертерного процесса на основе их синтеза.

Владеть:

- способностью выполнять расчеты по конвертерному производству;
- навыками выполнения шихтовки для реальных условий металлургического производства.

Содержание дисциплины:

| №, наименование темы                                    | Содержание лекций (количество часов)                                                                                    | Наименование практических занятий или семинаров или др. (количество часов) | Виды СРС (количество часов)                          |
|---------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|
| 5 семестр                                               |                                                                                                                         |                                                                            |                                                      |
| 1. Основные положения кислородно-конвертерного процесса | 1.1. Структура производства черных металлов (1)                                                                         |                                                                            |                                                      |
|                                                         | 1.2. Задачи сталеплавильного производства (1)                                                                           |                                                                            |                                                      |
| 2. Кислородный конвертер                                | 2.1. Геометрия рабочего пространства кислородного конвертера, футеровка, корпус, опорное кольцо, механизмы поворота (1) | Расчет основных размеров кислородного конвертера (7)                       | Расчет основных размеров кислородного конвертера (2) |
|                                                         | 2.2. Системы подачи кислорода, шлакообразующих, раскисляющих и легирующих                                               |                                                                            |                                                      |

|                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                    |  |
|--------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
|                                                                    | щих материалов (1)                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                    |  |
|                                                                    | 2.3. Газоотводящий тракт. Разновидности систем охлаждения и очистки газов (1)                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                    |  |
| 3. Теория производства стали                                       | 3.1. Свойства металлургических расплавов: чугуна, стали и шлаков (1)                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                    |  |
|                                                                    | 3.2. Температурный режим в металлургических агрегатах. (1)                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                    |  |
| 4. Классическая технология выплавки стали в кислородном конвертере | 4.1. Осмотр и подготовка агрегата и его систем к работе. Задачи, обязанности персонала, виды работ (1)                                                                                                                                                                                                | Составление технологической последовательности технологических операций для выплавки стали в кислородном конвертере по индивидуальным заданиям (2) |  |
|                                                                    | 4.2. Загрузка лома: назначение и требования к проведению операции. Характеристика лома (3)                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                    |  |
|                                                                    | 4.3. Заливка чугуна: задача и способы проведения . Подготовка чугуна (1)                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                    |  |
|                                                                    | 4.4. Продувка как основная технологическая операция. «Зажигание» плавки, положение фурмы и режим подачи присадок во время продувки. Комплекс физико-химических и тепловых процессов: дутьевой, шлаковый и тепловой режимы продувки (3)                                                                |                                                                                                                                                    |  |
|                                                                    | 4.5. «Повалка» конвертера. Способы отбора проб металла и шлака, замер температуры. Время ожидания анализа. Выпуск металла, роль сталевыпускного отверстия. Отсечка шлака. Раскисление и легирование стали. Роль струи металла. Время выпуска. Слив шлака, продолжительность операции. Цикл плавки (2) |                                                                                                                                                    |  |
| 5. Процессы при выплавке стали                                     | 5.1. Изменение состава металла по ходу продувки: начало продувки – состав чугуна, лома, средний состав металлошихты (3)                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                    |  |
|                                                                    | 5.2. Основные реакции окислительного рафинирования. Остаточные содержания химических элементов (3)                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                    |  |
| 6. Шлаковый                                                        | 6.1. Роль количества шлака.                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                    |  |

|                                |                                                                                                                                                                                |                                                                       |                                                                       |
|--------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| режим плавки                   | Коэффициенты распределения и степень окисления элементов (2)                                                                                                                   |                                                                       |                                                                       |
|                                | 6.2. Изменение состава шлака по ходу продувки: $\text{SiO}_2$ , $\text{MnO}$ , $\text{FeO}$ ( $\text{Fe}_{\text{общ}}$ , $\Sigma\text{FeO}$ ), $\text{CaO}$ , $\text{MgO}$ (3) |                                                                       |                                                                       |
|                                | 6.3. Роль оксидов железа. Явления «выбросов» и «сворачивания» шлака (2)                                                                                                        |                                                                       |                                                                       |
| 7. Балансы конвертерной плавки | 7.1. Материальный и тепловой балансы конвертерной плавки (2)                                                                                                                   | Расчет материального и теплового балансов процесса выплавки стали (8) | Расчет материального и теплового балансов процесса выплавки стали (2) |
|                                | 7.2. Характеристика основных статей балансов (2)                                                                                                                               |                                                                       |                                                                       |

Оценка качества освоения дисциплины:

#### 2.3.1. Форма промежуточной аттестации (экзамен)

Промежуточная аттестация по дисциплине «Выплавка стали в современных конвертерных цехах» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме зачета с оценкой.

#### 2.3.2. Оценочные материалы

Перечень теоретических вопросов к экзамену:

1. Современное состояние конвертерного производства стали.
2. Основные элементы конструкции кислородного конвертера.
3. Общая характеристика рабочего пространства конвертера.
4. Особенности футеровки рабочего пространства конвертеров.
5. Виды работ по восстановлению рабочего слоя футеровки.
6. Продолжительность кампании работы конвертеров и факторы ее определяющие.
7. Классификация современных способов плавки стали в конвертерах.
8. Виды газов окислителей для продувки металла в конвертерах и способы ввода их в конвертерную ванну.
9. Закономерности движения газа по каналам переменного сечения.
10. Основные параметры кислородного дутья: чистота, давление, интенсивность продувки, скорость истечения, плотность.
11. Особенности применения цилиндрических и конических сопел для подачи дутья в конвертер.
12. Структура реакционной зоны при продувке металла сверху.
13. Комбинированная продувка конвертерной ванны: назначение и реагенты.
14. Структура реакционной зоны при продувке металла снизу.
15. Общая характеристика сопла Лаваля и принцип его работы.
16. Структура конвертерной ванны после заливки жидкого чугуна.
17. Выход жидкого металла в кислородном конвертере и определяющие его факторы.
18. Основные процессы в первичной реакционной зоне.
19. Характер взаимодействия дутья с металлом в первичной реакционной зоне.
20. Основные элементы конструкции фурм для подачи дутья сверху.
21. Дутьевые устройства при продувке металла снизу.
22. Основные процессы во вторичной реакционной зоне.
23. Роль оксидов железа в окислительных процессах реакционной зоны.
24. Образование шлако-металлической эмульсии в полости конвертера и изменение ее уровня во время продувки.
25. Роль корочек металла в окислительных процессах.

26. Основные задачи окислительного рафинирования в конвертерах и методы их решения.
27. Особенности технологии передела низкомарганцовистых чугунов.
28. Особенности технологии передела фосфористых чугунов.
29. Особенности технологии передела ванадийсодержащих чугунов.
30. Окисление железа во время продувки металла в конвертере.
31. Особенности окисления углерода в кислородном конвертере.
32. Порядок ввода неметаллических материалов в конвертер.
33. Конвертерный газ: состав, температура, запыленность, организация его отвода и очистки.
34. Характер окисления кремния и марганца в кислородном конвертере.
35. Шлаковый режим классической технологии кислородно- конвертерной плавки.
36. Поведение фосфора во время продувки в кислородном конвертере.
37. Дутьевой режим классической технологии кислородно- конвертерной плавки.
38. Возможности проведения десульфурации металла в кислородном конвертере.
39. Изменение средней температуры металла по ходу продувки. Охлаждающее воздействие присадок.
40. Структура конвертерной ванны в период максимальных скоростей окисления углерода.
41. Характеристика жидкого чугуна как основного материала классической технологии кислородно- конвертерной плавки.
42. Металлический лом: назначение и свойства.
43. Соотношение между чугуном и ломом в шихте кислородных конвертеров и факторы, его определяющие.
44. Основные операции классической технологии выплавки стали в кислородном конвертере: сущность, последовательность и продолжительность их проведения.
45. Тепловое состояние конвертерной ванны перед продувкой.
46. Динамика состава шлака по ходу продувки в конвертере с верхней подачей дутья.
47. Плавиковый шпат: назначение, состав и свойства.
48. Работа сопла Лаваля в расчетном режиме.
49. Формирование реакционной зоны в конвертерной ванне.
50. Известь: назначение, состав и свойства.
51. Строение реакционной зоны при продувке сбоку.
52. Значение шлакообразования и его связь с дутьевым режимом плавки.
53. Механизм растворения извести в шлаке.
54. Основные требования к извести.
55. Показатели шлакообразования и их изменения по ходу продувки.
56. Основы расчета размеров реакционной зоны.

### 2.3.3. Методические материалы

Организационно-педагогические условия реализации дисциплины (модуля):

#### а) Материально-технические условия

| Вид ресурса             | Характеристика ресурса                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Аудитория               | Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и практических занятий<br>Технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории: мультимедийные средства хранения, передачи и представления учебной информации. Специализированная мебель |
| Компьютерный класс      | Стационарный на 10 посадочных мест, доступ в Интернет                                                                                                                                                                                                                                        |
| Программное обеспечение | MS Windows 7<br>MS Office 2007<br>Kaspersky Endpoint Security для бизнеса-Стандартный                                                                                                                                                                                                        |

#### б) Учебно-методическое и информационное обеспечение

| Вид ресурса | Характеристика ресурса |
|-------------|------------------------|
|-------------|------------------------|

|                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|--------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Нормативные правовые акты/регламенты | --                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Литература                           | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Основы металлургического производства : учебник для вузов / В. А. Бигеев, В. М. Колокольников, В. М. Салганик [и др.]. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 616 с. — ISBN 978-5-8114-8178-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/173100">https://e.lanbook.com/book/173100</a></li> <li>2. Ивлев, С.А. Металлургические технологии. Металлургия 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: <a href="https://e.lanbook.com/book/108106">https://e.lanbook.com/book/108106</a> (дата обращения: 19.11.2019). — Режим доступа: для авториз. пользователей.</li> <li>3. Безбородов, Ю. Н. Маркировка сталей и сплавов: Учебное пособие / Безбородов Ю.Н., Галиахметов Р.Н., Чалкин И.А. - Краснояр.:СФУ, 2016. - 130 с.: ISBN 978-5-7638-3406-2. - Текст : электронный. - URL: <a href="https://new.znaniium.com/catalog/product/967378">https://new.znaniium.com/catalog/product/967378</a> (дата обращения: 19.11.2019)</li> <li>4. Специальные стали и сплавы: Учебное пособие / Ковалева А.А., Лопатина Е.С., Аникина В.И. - Краснояр.: СФУ, 2016. - 232 с.: ISBN 978-5-7638-3470-3 - Текст : электронный. - URL: <a href="https://new.znaniium.com/catalog/product/967770">https://new.znaniium.com/catalog/product/967770</a> (дата обращения: 19.11.2019)</li> <li>5. Марченко, Н.В. Металлургическое сырьё : учеб. пособие / Н.В. Марченко, О.Н. Ковтун. - Красноярск ; Сиб. федер. ун-т, 2017. - 222 с. - ISBN 978-5-7638-3658-5. - Текст : электронный. - URL: <a href="https://new.znaniium.com/catalog/product/1031871">https://new.znaniium.com/catalog/product/1031871</a> (дата обращения: 19.11.2019)</li> </ol> |
| Электронные ресурсы                  | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ). – URL: <a href="https://elibrary.ru/project_risc.asp">https://elibrary.ru/project_risc.asp</a>.</li> <li>2. Поисковая система Академия Google (GoogleScholar) – URL: <a href="https://scholar.google.ru/">https://scholar.google.ru/</a>.</li> </ol>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Методические материалы               | Колесников Ю.А., Буданов Б.А., Столяров А.М. Металлургические технологии в высокопроизводительном конвертерном цехе: - Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Раздаточные материалы                | --                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |

#### в) Кадровые условия

Кадровое обеспечение осуществляют:

преподавательский состав из числа докторов, кандидатов наук кафедры металлургии и химических технологий.

### Дисциплина 3. Английский язык в профессиональной коммуникации (металлургия черных металлов)

Цель освоения дисциплины (модуля): повышение исходного уровня владения иностранным языком, достигнутого на предыдущей ступени образования; развитие у обучающихся способности анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия, способности применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном языке, для академического и профессионального взаимодействия.

Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю).

В результате освоения дисциплины (модуля) у слушателей должны быть сформированы следующие компетенции:

| Структурный элемент компетенции                                                                                                                                       | Планируемые результаты обучения                                                                                                                                                                |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>ОК-3 способностью к коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач межличностного и межкультурного взаимодействия</b> |                                                                                                                                                                                                |
| Знать                                                                                                                                                                 | - базовые лексические единицы по изученным темам на иностранном языке;<br>- базовые грамматические конструкции, характерные для устной и письменной речи                                       |
| Уметь                                                                                                                                                                 | - читать и извлекать информацию из адаптированных иноязычных текстов;<br>- оформлять информацию на иностранном языке в устной и письменной формах                                              |
| Владеть                                                                                                                                                               | - навыками устной и письменной речи на иностранном языке;<br>- навыками делать краткие сообщения (презентации) на иностранном языке;<br>- приёмами перевода адаптированных иноязычных текстов. |

Содержание дисциплины (модуля):

| №, наименование темы                                                                      | Наименование практических занятий или семинаров или др. (количество часов)               | Виды СРС (количество часов)                                                                                                         |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                                                                                         | 2                                                                                        | 3                                                                                                                                   |
| 1. Основы делового общения                                                                | Речевой этикет делового общения и деловая корреспонденция (18 часов)                     | Выполнение контрольной работы: выполнение письменных лексико-грамматических заданий; составление резюме и делового письма (0,5 час) |
| 2. Основы перевода, аннотирования и реферирования текстов профессиональной направленности | Перевод, аннотирование и реферирование текстов профессиональной направленности (16 часа) | Выполнение контрольной работы: выполнение письменных лексико-грамматических заданий; составление резюме и делового письма (0,5 час) |
| .                                                                                         |                                                                                          |                                                                                                                                     |

Оценка качества освоения дисциплины (модуля):

2.3.1. Форма промежуточной аттестации (зачет)

2.3.2. Оценочные материалы

Заполните пропуски. Выберите один вариант ответа.

1. We usually \_\_\_\_\_ freelance staff to deal with it.  
a) 're employing  
b) employ  
c) 'll employ  
d) have employed
2. The delivery is \_\_\_\_ : you don't have to pay.  
a) Free  
b) Extra  
c) Full  
d) Nothing
3. Never be late for a \_\_\_\_ interview.  
a) Work  
b) Job  
c) Meeting  
d) Employment
4. Can you fill in this \_\_\_\_\_ form?  
a) apply  
b) applicant  
c) application  
d) apply
5. She has been working in marketing for more than 10 years, so she is very \_\_\_\_.  
a) Responsible  
b) Experiences  
c) Organized  
d) Experienced
6. Let's try to \_\_\_\_\_ an agreement before the end of today.  
a) do  
b) take  
c) reach  
d) make
7. I have \_\_\_\_ a meeting at 10.30 today.  
a) Arrange  
b) Arranged  
c) Arranging  
d) Arranges
8. A manager has to \_\_\_\_ important decisions.  
a) Make  
b) Do  
c) Find  
d) Solve
9. "What additional \_\_\_\_ do you have?"  
a) Educations  
b) Marks  
c) Lists  
d) Qualifications
10. \_\_\_\_ are people who invest into a company and partly own it.  
a) Shareholders  
b) Sharers  
c) Sharekeepers  
d) Sharemakers
11. You'll get a discount if you \_\_\_\_ in cash on Monday.  
a) will pay  
b) would pay  
c) pay  
d) have paid
12. He's in charge \_\_\_\_\_ the Eastern Division.  
a) for  
b) to  
c) of  
d) against
13. They report \_\_\_\_\_ me on a daily basis.  
a) for  
b) to  
c) of  
d) about
14. The company was set \_\_\_\_\_ five years ago.  
a) between  
b) in  
c) under  
d) up
15. I'm responsible \_\_\_\_\_ this factory.  
a) of  
b) on  
c) for  
d) to
16. Last week he didn't \_\_\_\_ to the office.  
a) go  
b) went  
c) been  
d) gone

Выберите реплику, наиболее соответствующую ситуации общения

17. I'd like to speak to Mr. Wrinkle, please.  
a) I'm afraid he's not here at the moment.  
b) He is not here.

c) Well, you can't. He is absent.

18. Can I speak to a manager, please?

a) Don't go away.

b) Hold on, please.

19. When can I reach you?

a) One hour.

b) When you want.

d) Wrong number

c) All right.

d) No, you can't

c) In no time

d) I'll be in till 7.00 p.m.

Выберите один вариант ответа.

20. Which is the best way to answer the phone at work?

a) Hello!

b) Name yourself.

c) Name the department.

d) Name the company.

21. Which is the best way to answer the phone at home?

a) Say your telephone number.

b) Hello!

c) Say the name of your town and telephone number.

22. Which way would you reply when someone on the phone says "Can I speak to (your name)"?

a) That's me!

b) Yes, I am.

c) Speaking!

23. How should Susan Banks introduce herself for the first time on the phone?

- a) My name is Susan Banks.
- b) It's Susan Banks.
- c) I'm Susan Banks.

24. The goal of small talk is ...

- a) to get to know people.
- b) to ask personal questions.
- c) to talk about business.

25. Прочитайте текст и ответьте на вопрос: *Which of these statements gives the best summary of the ideas in the article?*

- a) In the future most people will be self-employed or will work as freelancers.
- b) Companies have to restructure due to developments in electronic communications.
- c) New communications technologies enable information to be shared instantly across the world.

26. Прочитайте текст и ответьте на вопрос: *What exactly do the authors mean by the term 'e-lance economy'?*

- a. Business between companies will increasingly be done through the Internet.
- b. Most work inside large companies will be done using e-mail and computers.
- c. In the future tasks will be done by individuals and small companies linked to the Internet.

#### THE E-LANCE ECONOMY

1. *Despite the wave of big mergers and acquisitions over the past few years, the days of the big corporation – as we know it – are numbered. Because modern communications technology makes decentralized organizations possible, control is being passed down the line to workers at many different levels, or outsourced to external companies. In fact, we are moving towards what can be called an 'e-lance economy', which will be characterized by shifting coalitions of freelancers and small firms using the Internet for much of their work.*

2. Twenty-five years ago, one in five US workers was employed by one of the top 500 companies. Today, the ratio has dropped to fewer than one in ten. Large companies are far less vertically integrated than they were in the past and rely more and more on outside suppliers to produce components and provide services, with a consequent reduction in the size of their workforce.

At the same time, decisions within large corporations are increasingly being pushed to lower levels. Workers are rewarded not for carrying out orders efficiently, but for working out what needs to be done and doing it. Many large industrial companies – ABB and BP Amoco are among the most prominent – have broken themselves up into numerous independent units that transact business with one another almost as if they were separate companies.

3. What underlies this trend? The answer lies in the basic economics of organizations. Business organizations are, in essence, mechanisms for coordination, and the form they take is strongly affected by the co-ordination technologies available. When it is cheaper to conduct transactions internally, with other parts of the same company, organizations grow larger, but when it is cheaper to conduct them externally, with independent entities in the open market, organizations stay small or shrink.

The co-ordination technologies of the industrial era – the train and the telegraph, the car and the telephone, the mainframe computer and the fax machine – made transactions within the company not only possible but advantageous. Companies were able to manage large organizations centrally, which provided them with economies of scale in manufacturing, marketing, distribution and other activities. Big was good.

4. But with the introduction of powerful personal computers and electronic networks – the co-ordination technologies of the 21st century – the economic equation changes. Because information can be shared instantly and inexpensively among many people in many locations, the value of centralized decision-making and bureaucracy decreases. Individuals can manage themselves, coordinating their efforts through electronic links with other independent parties. Small becomes good.

In the future, as communications technologies advance and networks become more efficient, the shift to e-lancing promises to accelerate. Should this happen, the dominant business

organization of the future may not be a stable, permanent corporation but rather a flexible network of individuals and small groups that might sometimes exist for no more than a day or two. We will enter the age of the temporary company.

27. Прочитайте текст. Выберите один вариант ответа. Определите, является ли утверждение: *It is possible that the shape and structure of companies will be very different in the future.*

- a) истинным
- b) ложным
- c) в тексте нет информации

28. Прочитайте текст. Выберите один вариант ответа. Определите, является ли утверждение: *ABB and BP Amoco have sold many parts of their businesses.*

- a) истинным
- b) ложным
- c) в тексте нет информации

29. Прочитайте текст. Выберите один вариант ответа. Определите, является ли утверждение: *There is a move towards decentralization of decision-making in many companies.*

- a) истинным
- b) ложным
- c) в тексте нет информации

30. Прочитайте текст. Выберите один вариант ответа. Определите, является ли утверждение: *Many companies are now experiencing cash flow and similar financial problems.*

- a) истинным
- b) ложным
- c) в тексте нет информации

31. Укажите, какая часть текста (1, 2, 3,4) содержит следующую информацию: *A prediction about the future.*

- a) 1
- b) 2
- c) 3
- d) 4

32. Укажите, какая часть текста (1, 2, 3,4) содержит следующую информацию: *Description of the new way of working.*

- a) 1
- b) 2
- c) 3
- d) 4

### 2.3.3. Методические материалы

Организационно-педагогические условия реализации дисциплины (модуля):

a) Материально-технические условия

| Вид ресурса        | Характеристика ресурса                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|--------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Аудитория          | Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и практических занятий<br>Технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории: мультимедийные средства хранения, передачи и представления учебной информации. Специализированная мебель |
| Компьютерный класс | Стационарный на 10 посадочных мест, доступ в Интернет                                                                                                                                                                                                                                        |

|                         |                                                                                       |
|-------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Программное обеспечение | MS Windows 7<br>MS Office 2007<br>Kaspersky Endpoint Security для бизнеса-Стандартный |
|-------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|

б) Учебно-методическое и информационное обеспечение

| Вид ресурса | Характеристика ресурса                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Литература  | <p>1. Залавина, Т. Ю. Французский язык для профессиональных целей. Ч. 1 : учебное пособие [для вузов] / Т. Ю. Залавина ; Магнитогорский гос. технический ун-т им. Г. И. Носова. - Магнитогорск : МГТУ им. Г. И. Носова, 2014. - 1 CD-ROM. - Загл. с титул.экрана. - URL : <a href="https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=3860.pdf&amp;show=dcatalogues/1/1530475/3860.pdf&amp;view=true">https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=3860.pdf&amp;show=dcatalogues/1/1530475/3860.pdf&amp;view=true</a> (дата обращения: 25.10.2019). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.</p> <p>2. Журавлева А. А. ProfessionalReadinginEnglish, FrenchandGerman [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие / А. А. Журавлева, Т. Ю. Залавина, Л. А. Шорохова ; МГТУ. - Магнитогорск: МГТУ, 2016. - 1 электрон.опт. диск (CD-ROM). - Режим доступа: <a href="https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=17.pdf&amp;show=dcatalogues/1/1130251/17.pdf&amp;view=true">https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=17.pdf&amp;show=dcatalogues/1/1130251/17.pdf&amp;view=true</a> . - Макрообъект.</p> <p>3. Залавина Т. Ю. Франция. Страна. Люди [Электронный ресурс] : учебное пособие. Ч. 1 / Т. Ю. Залавина; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2017. - 1 электрон.опт. диск (CD-ROM). - Режим доступа: <a href="https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=3158.pdf&amp;show=dcatalogues/1/1136492/3158.pdf&amp;view=true">https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=3158.pdf&amp;show=dcatalogues/1/1136492/3158.pdf&amp;view=true</a>. - Макрообъект.</p> |

в) Кадровые условия

Кадровое обеспечение осуществляют:

преподавательский состав из числа докторов, кандидатов наук кафедры металлургии и химических технологий.

#### Дисциплина 4. Физическая химия металлургических процессов

Цель освоения дисциплины (модуля):

- изучение современных методов исследования структуры и физико - химических свойств металлических и оксидных расплавов;
- изучение процессов фазовых превращений в металлических системах;
- приобретение навыков применения теоретических разработок к практическим задачам исследовательской деятельности;
- дать обучающимся основы знаний в области высокотемпературных металлургических процессов.

В результате освоения дисциплины (модуля) у слушателей должны быть сформированы следующие **компетенции**:

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

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

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

##### **Знать:**

- базовую терминологию, основные понятия и законы, их математическое выражение;
- классификации и сущность методов анализа; теоретические основы и принципы термодинамических методов анализа; основные законы термодинамики металлургических процессов;
- методы исследования и условия проведения экспериментов и анализов; основные экспериментальные и расчетные методы определения термодинамических характеристик;
- основные положения общей химии; основные законы физической химии, а также способы их применения для решения теоретических и прикладных задач;
- теоретические основы химических и физико-химических процессов, лежащих в основе металлургического производства;
- основные понятия, законы и модели термодинамики, химической кинетики; влияние основных законов термодинамики и химической кинетики на процессы в металлургии.

##### **Уметь:**

- самостоятельно формулировать задачу физико-химического исследования в химических системах; пользуясь полученными знаниями, уметь выбирать оптимальные пути и методы решения поставленных задач;
- проводить физико-химические исследования систем и процессов с использованием современных методов и приборов; проводить физико-химические расчеты;
- использовать основные химические законы и понятия, термодинамические справочные данные; применять методы математического анализа и моделирования;
- уметь сочетать теорию и практику для решения инженерных задач; проводить термодинамические расчеты металлургических процессов, на основе практических данных;
- графически отображать полученные зависимости; анализировать и обсуждать результаты физико-химических исследований.

##### **Владеть:**

- практическим применением важнейших современных теоретических, термодинамических методов; навыками ведения поиска необходимых знаний по литературным и другим источникам;
- методами экспериментального исследования; определения состава систем, методами предсказания протекания возможных химических реакций;
- методиками расчетов кинетики процессов в металлургических системах; приемами оценки результатов эксперимента; навыками самостоятельной работы.

Содержание дисциплины (модуля):

| №, наименование темы | Наименование практических занятий или семинаров или др. (количество часов) | Виды СРС (количество) |
|----------------------|----------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
|----------------------|----------------------------------------------------------------------------|-----------------------|

|                                                             |                                                                                                                                                                       |                                                   |
|-------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
|                                                             |                                                                                                                                                                       | часов)                                            |
| 1. Термодинамика процессов горения топлива                  | Кислородный потенциал газовой фазы. Реакция водяного газа. Кинетика и механизм реакций горения. Термодинамика реакций горения углерода. (8 часов)                     | изучение учебной и научной литературы (0, 5 часа) |
| 2. Процессы образования и диссоциации химических соединений | Диссоциация карбонатов и окислов. Кинетика, механизм процесса диссоциации карбонатов. (6 часов)                                                                       | изучение учебной и научной литературы (0, 5 часа) |
| 3. Основы теории восстановления оксидов                     | Термодинамика восстановления металлов газами. Восстановление оксидов металла водородом и оксидом углерода. Карбо-металлотермическое восстановление оксидов (10 часов) | изучение учебной и научной литературы (0, 5 часа) |
| 4. Металлургические расплавы                                | Активность компонентов в растворах. Металлургические шлаки. Теории (модели) металлургических расплавов (10 часов)                                                     | изучение учебной и научной литературы (0, 5 часа) |

Оценка качества освоения дисциплины (модуля):

#### 2.3.1. Форма промежуточной аттестации (экзамен)

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.

#### 2.3.2. Оценочные материалы

Примеры практических заданий:

**Задача 1.** Определить равновесное парциальное давление кислорода в газовой смеси CO-CO<sub>2</sub> при температуре 1300 °С и  $P_{CO_2}/P_{CO} = 0,35$ .

**Задача 2.** Определить равновесное парциальное давление кислорода в газовой смеси H<sub>2</sub>-H<sub>2</sub>O при температуре 1500 °С и  $P_{H_2O}/P_{H_2} = 0,30$ .

**Задача 3.** Какое должно быть отношение %CO<sub>2</sub>/%CO в газовой смеси CO-CO<sub>2</sub>, чтобы при температуре 1200 °С равновесное давление кислорода в ней составляло  $P_{O_2} = 1,5 \cdot 10^{-5}$  Па?

**Задача 4.** Какое должно быть отношение %H<sub>2</sub>O/%H<sub>2</sub> в газовой смеси H<sub>2</sub>-H<sub>2</sub>O, чтобы при температуре 1300 °С равновесное давление кислорода составляло  $P_{O_2} = 2 \cdot 10^{-5}$  Па?

**Задача 5.** Определить температуру, при которой равновесное парциальное давление кислорода в газовой смеси CO-CO<sub>2</sub> при отношении  $P_{CO_2}/P_{CO} = 0,2$  составит  $P_{O_2} = 4 \cdot 10^{-5}$  Па.

**Задача 6.** Определить температуру, при которой равновесное парциальное давление кислорода в газовой смеси  $H_2-H_2O$  при отношении  $P_{H_2O}/P_{H_2}=0,25$  составит  $P_{O_2} = 5 \cdot 10^{-5}$  Па.

**Задача 7.** Определить равновесный состав газовой смеси  $H_2 - O_2 - H_2O$  при температуре  $700^\circ C$ , если исходные парциальные давления газов в закрытой системе составляли 0,333 атм.

**Задача 8.** Определить равновесный состав газовой смеси  $CO - O_2 - CO_2$  при температуре  $800^\circ C$ , если исходные парциальные давления газов в системе составляли:  $CO - 0,5$  атм,  $O_2 - 0,3$  атм,  $CO_2 - 0,2$  атм.

**Задача 9.** Определить, при какой температуре сродство кислорода к водороду и монооксиду углерода одинаково.

**Задача 10.** Определить возможное направление реакции водяного газа при температуре  $900^\circ C$ , если исходная газовая смесь содержит 23%  $CO$ , 27%  $H_2O$ , 20%  $CO_2$  и 30%  $H_2$ . Общее давление в печи равно 105 Па, а константа равновесия реакции при  $900^\circ C$  равна 0,76.

**Задача 11.** Определить температуру, при которой в результате протекания реакции водяного газа равновесная газовая смесь содержит 26,2%  $CO$ , 30,2%  $H_2O$ , 16,8%  $CO_2$  и 26,2%  $H_2$ . Температурная зависимость энергии Гиббса для реакции  $CO(г)+H_2O(г)=CO_2(г)+H_2(г)$  имеет вид  $G = -36600 + 33,5 \cdot T$ , Дж

**Задача 12.** Для реакции:  $C(г) + CO_2(г) = 2CO(г)$  уравнение зависимости константы равновесия от температуры которой имеет вид:

$$\lg K_p = -\frac{9001}{T} + 9,28$$

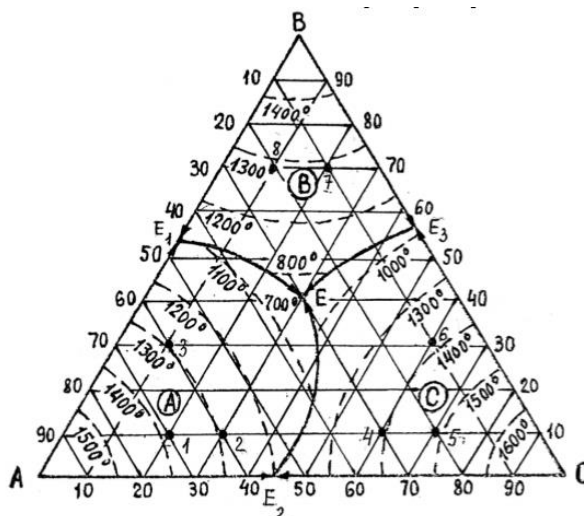
определить равновесный состав газа в зависимости от температуры и давления (табл.). Полученные значения представить в виде таблицы и графика.

| Вариант | Температура $^\circ C$ |      |      |      |      | Состав исходной газовой смеси |                   |                  |                  |
|---------|------------------------|------|------|------|------|-------------------------------|-------------------|------------------|------------------|
|         |                        |      |      |      |      | % CO                          | %H <sub>2</sub> O | %CO <sub>2</sub> | % H <sub>2</sub> |
| 1       | 500                    | 600  | 700  | 800  | 900  | 5                             | 15                | 35               | 45               |
| 2       | 550                    | 650  | 750  | 850  | 950  | 10                            | 20                | 40               | 30               |
| 3       | 1000                   | 1050 | 1100 | 1150 | 1200 | 15                            | 25                | 45               | 15               |

**Задача 13.** Определить активность компонентов в сплавах на основе железа (табл.).

| C    | Si   | Mn   | Cr   | S     | P     | O     |
|------|------|------|------|-------|-------|-------|
| 0,08 | 0,30 | 0,40 | 0,15 | 0,045 | 0,035 | 0,047 |

**Задача 14.** Для смесей, соответствующих точкам 1 – 8, изображенных на рис., определить: 1) какие фазы и в каком количественном соотношении будут находиться в равновесии при нагревании смесей до температуры  $1200^\circ C$ .; 2) при какой температуре начнется и закончится плавление смесей.



**Задача 15.** Чистый марганец нагревают до температуры  $800 K$  в газовой фазе, содержащей 15%  $CO_2$ , 5%  $CO$  и 80%  $N_2$ . Будет ли происходить окисление марганца в этих условиях? Задача 2. Чистое железо нагревают до  $1000 K$  в газовой фазе, содержащей 20%  $H_2O$ , 10%  $H_2$  и

70% N<sub>2</sub>. Будет ли происходить окисление железа в этих условиях? В чем проявляется сущность цепного механизма реакции горения?

Вопросы к экзамену:

1. Что понимается под горением топлива? Какие основные реакции горения топлива характерны для металлургических процессов?
2. Как рассчитать равновесное давление кислорода в газовых смесях CO – CO<sub>2</sub> и H<sub>2</sub> – H<sub>2</sub>O при высоких температурах?
3. Дайте термодинамическую оценку реакциям горения.
4. Как влияет температура на окислительные свойства газовой смеси CO – CO<sub>2</sub> с постоянным отношением CO/CO<sub>2</sub>?
5. Как влияет давление на равновесие реакций взаимодействия углерода с кислородом и CO<sub>2</sub>?
6. Дайте оценку химического сродства CO и H<sub>2</sub> к кислороду при температурах металлургических процессов
7. Уравнение изотермы Вант-Гоффа и его использование для определения направления протекания реакций.
8. Как изменяется химическое сродство CO и H<sub>2</sub> с температурой?
10. Как влияет давление на равновесие реакций горения сродство CO и H<sub>2</sub>?
11. Как изменится равновесное давление кислорода в газовой смеси CO – CO<sub>2</sub> при повышении температуры и увеличении содержания CO<sub>2</sub> в составе смеси?
13. Как влияет температура на окислительные свойства газовой смеси H<sub>2</sub> – H<sub>2</sub>O с постоянным отношением H<sub>2</sub> / H<sub>2</sub>O?
14. Как производится расчет равновесного состава сложной газовой смеси, в состав которой входят CO<sub>2</sub>, CO, H<sub>2</sub> и H<sub>2</sub>O?
15. Как производится расчет парциального давления кислорода сложной газовой смеси, в состав которой входят CO<sub>2</sub>, CO, H<sub>2</sub> и H<sub>2</sub>O?
16. Как влияет температура на равновесие реакции Белла-Будуара? Какие температурные области протекания этой реакции можно выделить?
17. Как рассчитывается состав газовой смеси CO – CO<sub>2</sub>, находящейся в равновесии с твердым углеродом?
18. Раскройте термин «температура воспламенения» газовой смеси
20. Как рассчитать состав газовой смеси CO – CO<sub>2</sub> – N<sub>2</sub>, находящейся в равновесии с твердым углеродом?

### 2.3.3. Методические материалы

Организационно-педагогические условия реализации дисциплины (модуля):

а) Материально-технические условия

| Вид ресурса             | Характеристика ресурса                                                                                                                       |
|-------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Аудитория               | Лекционная, оборудованная проектором, экраном, мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации.                        |
| Компьютерный класс      | Учебные аудитории для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточных аттестаций |
| Программное обеспечение | MS Office 2007 Professional, 7Zip, FAR Manager                                                                                               |

б) Учебно-методическое и информационное обеспечение

| Вид ресурса | Характеристика ресурса                                                                                                                       |
|-------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Литература  | 1. Гольдштейн Н. Л. Краткий курс физической химии металлургических процессов [Текст]: учебное пособие / Н. Л. Гольдштейн; МГТУ. - 2-е изд. - |

|                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                        | <p>Магнитогорск, 2012. - 338 с.: ил., диагр., граф., схемы, табл.</p> <p>2. Основы металлургического производства : учебник / В.А. Бигеев, К.Н. Вдовин, В.М. Колокольников, В.М. Салганик. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 616 с. — ISBN 978-5-8114-2486-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/90165">https://e.lanbook.com/book/90165</a></p> |
| Электронные ресурсы    | <p>1. Михайлов, Г.Г. Термодинамика металлургических шлаков : учебное пособие / Г.Г. Михайлов, В.И. Антоненко. — Москва : МИСИС, 2013. — 173 с. — ISBN 978-5-87623-729-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/47475">https://e.lanbook.com/book/47475</a></p>                                                                                      |
| Методические материалы | <p>Свечникова Н.Ю., Смирнов А.Н., Юдина С.В. Методические указания: для выполнения лабораторных работ по дисциплине «Физическая химия пирометаллургических процессов» для студентов всех специальностей всех форм обучения. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И.Носова, 2015, 29 с.</p>                                                                                                           |

в) Кадровые условия

Кадровое обеспечение осуществляют:

преподавательский состав из числа докторов, кандидатов наук кафедры Металлургии и химических технологий.

## Дисциплина 5. Электрометаллургия стали и сплавов

Цель освоения дисциплины «Электрометаллургия стали и сплавов»: развитие у студентов личностных качеств, а также формирование компетенций в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки бакалавров 22.03.02 Metallurgy. Профессиональный стандарт 27.057 «Специалист по электросталеплавному производству».

Планируемые результаты обучения по дисциплине

В результате освоения дисциплины (модуля) у слушателей должны быть сформированы следующие **компетенции**:

| Структурный элемент компетенции                                                                                                 | Планируемые результаты обучения                                                                                                          |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК-3 готовностью использовать физико-математический аппарат для решения задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности |                                                                                                                                          |
| Знать                                                                                                                           | основы и различные методы выплавки стали, а также технические и технологические средства реализации процессов                            |
| Уметь                                                                                                                           | выявлять физическую сущность явлений и процессов в агрегатах различных типов и выполнять применительно к ним простые технические расчеты |

Содержание дисциплины (модуля):

| №, наименование темы                      | Содержание лекций (количество часов)                                                                                                                                                | Наименование практических занятий или семинаров или др. (количество часов)                                                 | Виды СРС (количество часов)                                                   |
|-------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| 1                                         | 2                                                                                                                                                                                   | 4                                                                                                                          | 5                                                                             |
| Введение                                  | Теоретические основы сталеплавления процессов. Сущность, цели и задачи плавки стали (2 часа)                                                                                        |                                                                                                                            | Изучение теоретического лекционного материалов и интернет источников (2 часа) |
| 1 Шлакообразование                        | Свойства шлаков и основы шлакового режима плавки. Образование и значение шлаков в процессах плавки стали. Общие принципы установления оптимального шлакового режима плавки (2 часа) | Решение комплекса задач по расчету электроплавки на свежей шихте, в том числе и с применением жидкого чугуна – (10 часов). | Изучение теоретического лекционного материалов и интернет источников (2 часа) |
| 2 Значение и поведение важнейших примесей | Поведение важнейших примесей металла в сталеплавления процессах. Углерод. Кремний. Марганец. Легирующие элементы (4 часа)                                                           |                                                                                                                            | Изучение теоретического лекционного материалов и интернет источников (1 часа) |
| 3 Внепечная обработка стали               | Раскисление-легирование и дегазация стали. Неметаллические включения в стали. Водород и азот стали (4 часа)                                                                         |                                                                                                                            | Изучение теоретического лекционного материалов и интернет источников (1 часа) |
| 4 Технология выплавки стали в ДСП         | Шихтовые материалы, периоды плавки (4 часа)                                                                                                                                         | Решение комплекса задач по расчету электроплавки на легированной шихте (пере-                                              | Изучение теоретического лекционного                                           |

|                               |                                                                                                             |                                |                                                                               |
|-------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
|                               |                                                                                                             | плавная технология) (8 часов). | материалов и интернет источников (1 часа)                                     |
| 5 Характеристика производства | Общая характеристика электросталеплавильного производства. Устройства дуговой сталеплавильной печи (2 часа) |                                | Изучение теоретического лекционного материалов и интернет источников (1 часа) |
|                               |                                                                                                             |                                |                                                                               |

Оценка качества освоения дисциплины (модуля):

2.3.1. Форма промежуточной аттестации (экзамен)

2.3.2. Оценочные материалы

Перечень контрольных вопросов к экзамену:

1. Когда и кем было открыто явление электрической дуги?
2. Какую вместимость имеет ДСП ПАО «ММК»?
3. Какое оборудование предназначено для заливки жидкого чугуна в печь?
4. Какие задачи решаются при вакуумировании стали?
5. Какие преимущества имеет вариант расположения основных агрегатов ЭСПЦ в здании бывшего мартеновского цеха?
6. Какие недостатки имеет вариант расположения основных агрегатов ЭСПЦ в здании бывшего мартеновского цеха?
7. Какое оборудование расположено во вспомогательном пролете ЭСПЦ?
8. Где размещен шихтовый участок ЭСПЦ?
9. Какие задачи решаются в процессе выплавки стали в ДСП?
10. Какие материалы входят в состав металлической шихты ДСП?
11. Что относится к шлакообразующим материалам?
12. Какие окислители применяются в ДСП?
13. В каком виде применяются раскислители и легирующие материалы?
14. Каковы могут быть потери железа при плавки стали в ДСП?
15. По каким реакциям происходит окисление железа?
16. Какова степень окисления кремния по ходу плавки в ДСП?
17. Из каких периодов состоит плавка стали в современной ДСП?

Курсовая работа выполняется обучающимся самостоятельно под руководством преподавателя. При выполнении курсовой работы обучающийся должен показать свое умение работать с нормативным материалом и другими литературными источниками, а также возможность систематизировать и анализировать фактический материал и самостоятельно творчески его осмысливать.

Тематика курсовой работы по дисциплине «Электрометаллургия стали и сплавов» представляет собой выполнение расчета технических показателей выплавки стали в ДСП емкостью 180т для условий работы ЭСПЦ ПАО «ММК».

В процессе написания курсовой работы обучающийся должен разобраться в теоретических вопросах избранной темы, самостоятельно проанализировать практический материал, разобрать и обосновать практические предложения, сделать выводы.

2.3.3. Методические материалы

1. Бигеев В.А., Пантелеев А.В. Потапова М.В. Расчет выплавки ферроникеля: Метод.указания по выполнению курсовой работы студентами спец. 22.03.02 по дисциплине «Электрометаллургия стали и ферросплавов». Магнитогорск: ФГБОУ ВПО «МГТУ», 2016. 26с.

2. Бигеев В.А., Пантелеев А.В. Расчет выплавки ферросилиция: Метод.указания по выполнению курсовой работы студентами спец. 22.03.02 по дисциплине «Электрометаллургия стали и ферросплавов». Магнитогорск: ФГБОУ ВПО «МГТУ», 2016. 32с.

3. Бигеев В.А., Пантелеев А.В. Расчет выплавки ферромарганца: Метод.указания по выполнению курсовой работы студентами спец.150101 по дисциплине «Электрометаллургия стали и ферросплавов». Магнитогорск: ФГБОУ ВПО «МГТУ», 2016. 18с.

Организационно-педагогические условия реализации дисциплины (модуля):

а) Материально-технические условия

| Вид ресурса             | Характеристика ресурса                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Аудитория               | Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и практических занятий<br>Технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории: мультимедийные средства хранения, передачи и представления учебной информации. Специализированная мебель |
| Компьютерный класс      | Стационарный на 10 посадочных мест, доступ в Интернет                                                                                                                                                                                                                                        |
| Программное обеспечение | MS Windows 7<br>MS Office 2007<br>Kaspersky Endpoint Security для бизнеса-Стандартный                                                                                                                                                                                                        |

б) Учебно-методическое и информационное обеспечение

| Вид ресурса | Характеристика ресурса                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Литература  | <p>1. Расчет параметров плавки стали в современной дуговой печи : учебное пособие / В. А. Бигеев, М. В. Потапова, А. В. Пантелеев и др. ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2015. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <a href="https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=1555.pdf&amp;show=dcatalogues/1/1124790/1555.pdf&amp;view=true">https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=1555.pdf&amp;show=dcatalogues/1/1124790/1555.pdf&amp;view=true</a></p> <p>2. Электрометаллургия стали и ферросплавов. Раздел: Расчеты по технологии электроплавки : учебное пособие / В.А. Григорян, А.Я. Стомахин, О.И. Островский, Г.И. Котельников ; под редакцией В.А. Григоряна. — 2-е изд., доп. — Москва : МИСИС, 2001. — 38 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/116967">https://e.lanbook.com/book/116967</a></p> <p>3. Симонян, Л.М. Технологические и экологические аспекты электрометаллургии. Оценка использованием ЭВМ выбросов технологических газов в атмосферу при выплавке стали. Лабораторный практикум : учебное пособие / Л.М. Симонян, А.Е. Семин, А.Н. Потапочкин. — Москва : МИСИС, 2006. — 94 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/1876">https://e.lanbook.com/book/1876</a></p> <p>4. Безбородов, Ю. Н. Маркировка сталей и сплавов: Учебное пособие / Безбородов Ю.Н., Галиахметов Р.Н., Чалкин И.А. - Краснояр.:СФУ, 2016. - 130 с.: ISBN 978-5-7638-3406-2. - Текст : электронный. - URL: <a href="https://new.znaniy.com/catalog/product/967378">https://new.znaniy.com/catalog/product/967378</a></p> |

в) Кадровые условия

Кадровое обеспечение осуществляют:

преподавательский состав из числа докторов, кандидатов наук кафедры металлургии и химических технологий

## Дисциплина 6. Анализ информационных источников по работе доменных печей в мировой практике

**Цель освоения дисциплины (модуля):** развитие у студентов личностных качеств, а также формирование компетенций в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки бакалавров 22.03.02 Metallurgy. Профессиональный стандарт 27.096 "Специалист по анализу и совершенствованию технологии в доменном производстве".

В результате освоения дисциплины у обучающегося должны быть сформированы компетенции при решении профессиональных вопросов в области технологии доменной плавки.

В результате освоения дисциплины (модуля) у слушателей должны быть сформированы следующие **компетенции**:

|                                                                               |                                                                                                                                        |
|-------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК- способность выбирать и применять соответствующие информационные источники |                                                                                                                                        |
| Знать                                                                         | методы и порядок поиска научно-технической и патентной информации по вопросам технологических процессов металлургического производства |
| Уметь                                                                         | осуществлять сбор научно-технической информации по тематике экспериментов для составления обзоров, отчетов и научных публикаций        |
| Владеть                                                                       | Методами составления отчетов, конспектов, презентаций                                                                                  |

Содержание дисциплины (модуля):

| №, наименование темы                  | Наименование практических занятий или семинаров или др. (количество часов)        | Виды СРС (количество часов) |
|---------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
| 1. Понятие информационных источников  | Уяснение темы исследования. Виды информационных источников (4)                    |                             |
| 2. Поиск информации                   | Анализ реферативных журналов и сайтов для поиска информации по заданной теме (10) | 1                           |
| 3. Обработка результатов исследования | Правила написания отчета и составление презентации (4)                            |                             |

Оценка качества освоения дисциплины (модуля):

2.3.1. Форма промежуточной аттестации (зачет)

2.3.2. Оценочные материалы

Вопросы для подготовки к зачету:

1. Понятие информационных источников
2. Виды информационных источников
3. Понятие патента
4. Этапы подготовки патента к изданию
5. Сайты для поиска информации
6. Провести поиск информации по заданной теме

2.3.3. Методические материалы

Организационно-педагогические условия реализации дисциплины (модуля):

а) Материально-технические условия

| Вид ресурса             | Характеристика ресурса                                   |
|-------------------------|----------------------------------------------------------|
| Компьютерный класс      | Стационарный на __5__ посадочных мест, доступ в Интернет |
| Программное обеспечение | МО                                                       |

б) Учебно-методическое и информационное обеспечение

| Вид ресурса | Характеристика ресурса                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Литература  | <p>1. Основы научных исследований и патентование [Электронный ресурс]: учеб.-метод. пособие / Новосиб. гос. аграр. ун-т. Инженер. ин-т; сост.: С. Г. Щукин, В. И. Кочергин, В. А. Головатюк, В. А. Вальков.– Новосибирск: Изд-во НГАУ. 2013. – 228 с. - Текст: электронный. - URL: <a href="https://new.znanium.com/catalog.php?bookinfo=516943">https://new.znanium.com/catalog.php?bookinfo=516943</a></p> <p>2. Как правильно написать реферат, курсовую и дипломную работы / Бушенева Ю.И. - Москва: Дашков и К, 2016. - 140 с.: ISBN 978-5-394-02185-5 - Текст : электронный. - URL: <a href="https://new.znanium.com/document?id=108069">https://new.znanium.com/document?id=108069</a></p> |

в) Кадровые условия

Кадровое обеспечение осуществляют:

преподавательский состав из числа докторов, кандидатов наук кафедры МиХТ

## Дисциплина 7. Теория и технология подготовки сырьевых материалов к металлургическому переделу

Цель освоения дисциплины (модуля): развитие у студентов личностных качеств, а также формирование компетенций в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки бакалавров 22.03.02 Металлургия. Профессиональный стандарт: 27.019 - Агломератчик.

В результате освоения дисциплины у обучающегося должны быть сформированы компетенции при решении профессиональных вопросов в области подготовки сырьевых материалов к металлургическому переделу.

В результате освоения дисциплины (модуля) у слушателей должны быть сформированы следующие **компетенции**:

|                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                       |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК - способностью вести технологический процесс подготовки и спекания железных руд и концентратов |                                                                                                                                                                                                                                       |
| Знать                                                                                             | технологии процесса спекания и окомкования мелких руд и тонких концентратов;<br>методы контроля технологий процессов окускования мелких руд и тонких концентратов;<br>современные методы окускования мелких руд и тонких концентратов |
| Уметь                                                                                             | выполнять расчеты состава шихтовых материалов;<br>проводить необходимые исследования процессов окускования мелких руд и тонких концентратов;<br>поддерживать заданные значения технологических параметров                             |
| Владеть                                                                                           | методикой процесса подготовки шихтовых материалов к окускованию;<br>навыками процесса окускования мелких руд и тонких концентратов;<br>методами оценки качества окускованного сырья                                                   |

Содержание дисциплины (модуля):

| №, наименование темы                                        | Содержание лекций (количество часов)                                                                | Наименование практических занятий или семинаров или др. (количество часов)     | Виды СРС (количество часов) |
|-------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
| 1. Шихтовые условия окускования железных руд и концентратов | 1.1. Определение, состав, виды железных руд. Необходимость подготовки железной руды к переплаву (2) | Анализ коллекции железных руд, кокса, флюсов (2)                               |                             |
|                                                             | 1.2. Технологические операции подготовки сырья к доменной плавке (3)                                | Анализ этапов подготовки сырья к доменной плавке применительно к ПАО «ММК» (4) | 1                           |
|                                                             | 1.3. Сущность способов окускования железных руд и концентратов (2)                                  |                                                                                |                             |
| 2. Технология окускования мелких                            | 2.1 Классическая технологическая последо-                                                           | Анализ соответствия                                                            | 1                           |

|                                                |                                                                     |                                                                                                   |   |
|------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
| железных руд и тонких концентратов             | вательность производства окускованного сырья (3)                    | технологической последовательности производства окускованного сырья на ПАО «ММК» классической (4) |   |
|                                                | 2.2 Оборудование для производства окускованного сырья. (4)          | Анализ основного оборудования для производства окускованного сырья (4)                            |   |
| 3. Совершенствование процессов окускования ЖРС | Способы интенсификации и повышения качества окускованного сырья (4) | Анализ способов повышения качества агломерата применительно к условиям ПАО «ММК» (4)              | 1 |

Оценка качества освоения дисциплины (модуля):

2.3.1. Форма промежуточной аттестации (экзамен)

2.3.2. Оценочные материалы

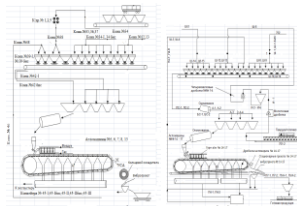
1. Описать требования доменщиков, предъявляемых к качеству агломерата и окатышей.
2. Перечислить компоненты агломерационной шихты. Указать цель ввода и крупность каждого компонента.
3. Определить типы окускованного железорудного сырья по представленным образцам.
4. Описать этапы подготовки агломерационной шихты к спеканию. Объяснить цель каждого этапа. Указать используемое оборудование.
5. Составить технологическую цепочку производства окатышей
6. Объяснить необходимость и количество добавляемого известняка в процессах окускования.
7. Описать различия в технологиях окускования железных руд и концентратов.
8. Указать контролируемые параметры агломерационного процесса. Объяснить необходимость контроля.
9. Составить технологическую последовательность подготовки железных руд к доменной плавке.
10. Указать необходимость и способы повышения газопроницаемости спекаемого слоя при агломерации.
11. Объяснить влияние скорости фильтрации воздуха через спекаемый слой агломерационной шихты на скорость процесса спекания
12. Объяснить изменение расхода твердого топлива в агломерационную шихту при повышении основности агломерата.
13. Объяснить значение твердофазных реакций в агломерационном процессе и процессе обжига окатышей.
14. Контроль окончания агломерационного процесса на агломашине.
15. Объяснить влияние фазового состава агломерата на его прочность.
16. Объяснить технологию термообработки аглоспека как способа повышения качества агломерата.
17. Объяснить технологию двухслойного спекания как способа повышения качества агломерата.
18. Объяснить технологию предварительного подогрева шихты как способа повышения качества агломерата и интенсификации агломерационного процесса.
19. Описать влияние основности агломерата на его качество.

20. Объяснить технологию производства агломерата с добавкой к аглошихте доломита как способа повышения качества агломерата.
21. Описать способы интенсификации агломерационного процесса. Объяснить необходимость интенсификации.
22. Описать технологию подготовки шихты к окомкованию.
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. Какие параметры контролируются по ходу процесса агломерации. Объяснить необходимость.
28. Какая зона в спекаемом слое наиболее сопротивляется проходу газов. Дать пояснения.
29. Влияние скорости фильтрации воздуха через спекаемый слой агломерационной шихты на процесс.
30. Способы повышения качества агломерата. Добавка к аглошихте  $MgO$ .
31. Производство сырых окатышей.
32. Технологическая цепочка производства агломерата и окатышей.
33. Объяснить необходимость охлаждения агломерата перед отправкой его в доменный цех. Описать технологию охлаждения.
34. Этапы подготовки агломерационной шихты к спеканию. Цель каждого этапа. Используемое оборудование.
35. Технология производства гибридного агломерата.
36. Составить технологическую цепочку производства агломерата при вводе в агломерационную шихту компонента, содержащего гидратную влагу.
37. Определить типы флюсов по представленным образцам.
38. Оценить состав и качество шлака по представленным образцам.
39. Определить типы железных руд по представленным образцам.
40. Составить технологическую последовательность перемещения шихтовых материалов внутри агломерационной фабрики.
41. Составить последовательность расположения оборудования, используемого при спекании агломерата на агломашинах конвейерного типа.
42. Составить технологическую цепочку выделения возврата и постели в агломерационном процессе. Описать технологию производства чугуна на увеличенной высоте спекаемого слоя как способа повышения качества агломерата.
43. Составить технологическую последовательность производства сырых окатышей в тарельчатом и барабанном окомкователях. Показать различие.
44. Определить действия, которыми необходимо изменить технологический процесс производства агломерата при вводе в аглошихту компонентов, содержащих гигроскопическую влагу.
45. Составить последовательность расположения оборудования, используемого в процессе протягивания воздуха через слой шихты при спекании агломерата на агломашинах конвейерного типа.
46. Определить нарушения в технологии производства агломерата при появлении в нем неусвоившейся извести.
47. Определить изменения в технологической цепочке производства агломерата при повышении доли тонких концентратов в агломерационной шихте.
48. Составить последовательность расположения оборудования, используемого в процессе транспортировки агломерата от агломшины до колошника доменной печи.
49. Составить технологическую цепочку производства агломерата при внедрении процесса термообработки аглоспека.
50. Составить технологическую цепочку производства агломерата при внедрении процесса двухслойного спекания.

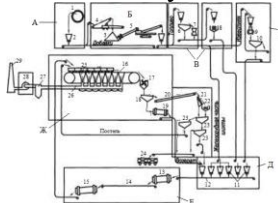
51. Какие изменения в технологической цепочке производства агломерата необходимо осуществить для внедрения процесса термообработки.
52. Какие изменения в технологической цепочке производства агломерата необходимо осуществить для внедрения процесса двухслойного спекания.
53. . Какие изменения в технологической цепочке производства агломерата необходимо осуществить для внедрения процесса предварительного окомкования аглошихты.
54. Изменения в технологической цепочке при внедрении технологии увеличения высоты спекаемого слоя. Ограничения.
55. Изменения в технологической цепочке при внедрении технологии добавки к аглошихте  $MgO$ . Ограничения.
56. Изменения в технологической цепочке при внедрении технологии изменения основности.
57. Изменения в технологической цепочке при внедрении технологии обогащения просасываемого воздуха кислородом.
58. Изменения в технологической цепочке при внедрении технологии предварительного подогрева шихты.
59. Как изменится расход коксика в агломерационную шихту при повышении основности агломерата. Дать развернутое объяснение.
60. Составить технологическую цепочку производства агломерата при добавке в агломерационную шихту доломитизированного известняка.

### Задания для практических работ

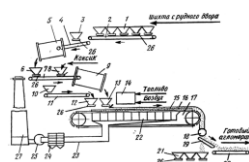
1. Сравнить технологические цепочки производства агломерата по представленным схемам. Объяснить различия в технологиях



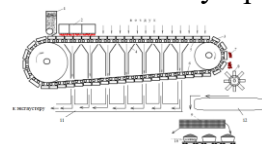
2. Объяснить технологическую цепочку производства агломерата. Указать отделения, используемые агрегаты.



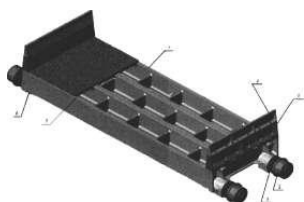
3. Технологическая цепочка какого процесса изображена на схеме? Дать расшифровку позиций



4. Описать устройство и работу конвейерной агломерационной машины.



5. Что изображено на схеме? Описать составные части. Описать назначение данного оборудования, особенности конструкции



### 2.3.3. Методические материалы

Организационно-педагогические условия реализации дисциплины (модуля):

#### а) Материально-технические условия

| Вид ресурса | Характеристика ресурса                        |
|-------------|-----------------------------------------------|
| Аудитория   | Лекционная, оборудованная проектором, экраном |

#### б) Учебно-методическое и информационное обеспечение

| Вид ресурса | Характеристика ресурса                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Литература  | <p>1. Основы металлургического производства : учебник для вузов / В. А. Бигеев, В. М. Колокольников, В. М. Салганик [и др.]. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 616 с. — ISBN 978-5-8114-8178-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/173100">https://e.lanbook.com/book/173100</a></p> <p>2. Симонян, Л.М. Металлургические технологии переработки техногенного и вторичного сырья : учебное пособие / Л.М. Симонян, А.Г. Фролов, Е.Ф. Шкурко. — Москва : МИСИС, 2011. — 136 с. — ISBN 978-5-87623-425-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/117049">https://e.lanbook.com/book/117049</a></p> |

#### в) Кадровые условия

Кадровое обеспечение осуществляют:

преподавательский состав из числа докторов, кандидатов наук кафедры МиХТ

## Дисциплина 8. Моделирование процессов и объектов в черной металлургии

Цель освоения дисциплины (модуля).

Целями освоения дисциплины «Моделирование процессов и объектов в металлургии» являются формирование у обучающихся представлений и навыков по разработке математических моделей металлургических агрегатов и технологических процессов металлургического производства.

Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю).

В результате освоения дисциплины (модуля) у слушателей должны быть сформированы следующие **компетенции**:

| Структурный элемент компетенции                                                                                                | Планируемые результаты обучения                                                                                         |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК-5 способностью выбирать и применять соответствующие методы моделирования физических, химических и технологических процессов |                                                                                                                         |
| Знать                                                                                                                          | методы математического моделирования металлургических объектов и технологических процессов                              |
| Уметь                                                                                                                          | использовать методы математического моделирования металлургических объектов и технологических процессов                 |
| Владеть                                                                                                                        | навыками использования стандартных программных средств электронных таблиц «Excel» для разработки математических моделей |

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. Понятие математической модели                                | Понятие математической модели, общие принципы и этапы ее построения (3)                                           |                                                                                            |                                                                 |
| 2. Вычислительный эксперимент и адекватность моделей            | Статические модели в металлургии. Особенности динамического моделирования в металлургии (4)                       | Построение математической модели технологического процесса по индивидуальному заданию (11) | Изучение теоретического материала и интернет-источников (1 час) |
| 3. Применение численных методов для анализа и расчета процессов | Численные методы для анализа и расчета процессов, протекающих при производстве и обработке металлов и сплавов (2) |                                                                                            | Изучение теоретического материала и интернет-источников (1 час) |
| 4. Методы решения сопряженных задач                             | Модель типа «черный ящик». Динамические                                                                           |                                                                                            |                                                                 |

|  |            |  |  |
|--|------------|--|--|
|  | модели (2) |  |  |
|  |            |  |  |

Оценка качества освоения дисциплины (модуля):

2.3.1. Форма промежуточной аттестации (зачетО)

2.3.2. Оценочные материалы

**Вопросы для зачета:**

1. Что называется моделью?
2. Каковы особенности математической модели?
3. Какие бывают математические модели (по цели создания, по принципу построения)?
4. В чем сущность формализованного подхода при построении математической модели?
5. Что такое модель типа «черный ящик»?
6. В чем особенность статических моделей?
7. Какие особенности имеют динамические модели?
8. В чем сущность содержательного подхода при построении математической модели?
9. Какова сущность статических моделей в металлургии?
10. Каковы особенности динамического моделирования в металлургии?
11. В чем особенность моделей с распределенными параметрами?
12. Почему параметры модели могут быть распределенными?
13. Какова особенность имитационных моделей?
14. В чем сущность различных численных методов?
15. Чем отличаются различные методы оптимизации?

2.3.3. Методические материалы

Столяров А.М., Буданов Б.А. Математическое моделирование двухфакторной зависимости длины лунки жидкого металла в слывовой непрерывнолитой заготовке: Методические указания к лабораторной работе по дисциплине «Моделирование процессов и объектов в металлургии» для студентов специальности 150101. Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ», 2012. 8 с.

Организационно-педагогические условия реализации дисциплины (модуля):

а) Материально-технические условия

| Вид ресурса             | Характеристика ресурса                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Аудитория               | Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и практических занятий<br>Технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории: мультимедийные средства хранения, передачи и представления учебной информации. Специализированная мебель |
| Компьютерный класс      | Стационарный на 10 посадочных мест, доступ в Интернет                                                                                                                                                                                                                                        |
| Программное обеспечение | MS Windows 7<br>MS Office 2007<br>Kaspersky Endpoint Security для бизнеса-Стандартный                                                                                                                                                                                                        |

б) Учебно-методическое и информационное обеспечение

| Вид ресурса | Характеристика ресурса |
|-------------|------------------------|
|-------------|------------------------|

|            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Литература | <p>1. Кучеряев, Б. В. Моделирование процессов и объектов в металлургии. Моделирование и оптимизация процессов листовой прокатки : учебное пособие / Б. В. Кучеряев, В. Б. Крахт, П. Ю. Соколов. — Москва : МИСИС, 2009. — 63 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/116998">https://e.lanbook.com/book/116998</a></p> <p>2. Кучеряев, Б. В. Моделирование процессов и объектов в металлургии : учебное пособие / Б. В. Кучеряев, В. Б. Крахт, О. Г. Манухин. — Москва : МИСИС, [б. г.]. — Часть 1 : Моделирование и оптимизация технологических систем — 2004. — 62 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/116999">https://e.lanbook.com/book/116999</a></p> <p>3. Бекаревич, А. А. Информационные технологии и автоматизация в металлургии : учебное пособие / А. А. Бекаревич, Ю. Д. Миткевич. — Москва : МИСИС, 2012. — 71 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/116712">https://e.lanbook.com/book/116712</a></p> <p>4. Столяров, А. М. Технологические расчеты по непрерывной разливке стали : учебное пособие / А. М. Столяров, В. Н. Селиванов ; МГТУ. - [2-е изд., подгот. по печ. изд. 2011 г.]. - Магнитогорск : МГТУ, 2015. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <a href="https://magtu.informsistema.ru/uploader/fileUpload?name=1556.pdf&amp;show=dcatalogues/1/1124795/1556.pdf&amp;view=true">https://magtu.informsistema.ru/uploader/fileUpload?name=1556.pdf&amp;show=dcatalogues/1/1124795/1556.pdf&amp;view=true</a> (дата обращения: 04.10.2019). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.</p> |
|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

в) Кадровые условия

в) Кадровые условия

Кадровое обеспечение осуществляют:

преподавательский состав из числа докторов, кандидатов наук кафедры металлургии и химических технологий.

## Дисциплина 9. Обработка производственных данных и анализ работы доменных печей ПАО «ММК»

Цель освоения дисциплины (модуля).

Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю).

В результате освоения дисциплины (модуля) у слушателей должны быть сформированы следующие **компетенции**: (указать компетенции).

*Если в результате освоения дисциплины (модуля) формируется только часть той или иной компетенции, то это указывается и дополнительно раскрываются компоненты формируемой компетенции в виде знаний, умений, владений.)*

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать: основные ТЭП доменного процесса, технологию влияния различных факторов на величину ТЭП, контролируемые параметры доменного процесса, методику обработки производственных данных

Уметь: проводить обработку производственных данных,

Владеть: навыками анализ показателей работы доменных печей по показаниям КИП

Содержание дисциплины (модуля):

| №, наименование темы            | Наименование практических занятий или семинаров или др. (количество часов)                                                                       | Виды СРС (количество часов) |
|---------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
| 1. ТЭП доменной плавки          | 1.1. Виды ТЭП доменной плавки, методика расчета ТЭП (5)                                                                                          |                             |
| 2. Производственные данные      | 2.1. Виды производственных данных работы доменных печей (6)                                                                                      |                             |
|                                 | 2.2. Выполнение расчета: «Изменение технико-экономических показателей доменной плавки при изменении условий работы доменных печей ПАО «ММК» (14) | 1                           |
| 3. Анализ работы доменных печей | 3.1. Анализ показателей работы доменных печей ПАО «ММК» по показаниям КИП (14)                                                                   |                             |

Оценка качества освоения дисциплины (модуля):

2.3.1. Форма промежуточной аттестации (зачет)

2.3.2. Оценочные материалы

2.3.3. Методические материалы

1. Сибгатуллин С.К., Ваганов А.И., Прохоров И.Е., Майорова Т.В. Расчёт технических показателей доменной плавки. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2011. 72с.

2. Сибгатуллин С.К., Харченко А.С. Анализ причин изменения удельного расхода кокса и производительности доменной печи по производственным данным. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2011. 18с.

3. Сибгатуллин С.К. Определение удельного расхода кокса и производительности доменной печи при изменении условий работы. Магнитогорск: ГОУВПО — МГТУ им. Г.И. Носова. 2009. 14с.

Организационно-педагогические условия реализации дисциплины (модуля):

а) Материально-технические условия

| Вид ресурса | Характеристика ресурса                                      |
|-------------|-------------------------------------------------------------|
| Аудитория   | Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и |

|                         |                                                                                                                                                                                                                                  |
|-------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                         | практических занятий<br>Технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории: мультимедийные средства хранения, передачи и представления учебной информации. Специализированная мебель |
| Компьютерный класс      | Стационарный на 10 посадочных мест, доступ в Интернет                                                                                                                                                                            |
| Программное обеспечение | MS Windows 7<br>MS Office 2007<br>Kaspersky Endpoint Security для бизнеса-Стандартный                                                                                                                                            |

б) Учебно-методическое и информационное обеспечение

| Вид ресурса         | Характеристика ресурса                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Литература          | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Основы металлургического производства : учебник для вузов / В. А. Бигеев, В. М. Колокольцев, В. М. Салганик [и др.]. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 616 с. — ISBN 978-5-8114-8178-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/173100">https://e.lanbook.com/book/173100</a></li> <li>2. Ивлев, С.А. Металлургические технологии. Металлургия 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: <a href="https://e.lanbook.com/book/108106">https://e.lanbook.com/book/108106</a> (дата обращения: 19.11.2019). — Режим доступа: для авториз. пользователей.</li> <li>3. Теория и технология доменного процесса [Электр.ресурс]: Учебное пособие- Режим доступа: <a href="http://www.kodges.ru/nauka/148148-teoriya-texnologiya-domenного-prozessa.html/2">http://www.kodges.ru/nauka/148148-teoriya-texnologiya-domenного-prozessa.html/2</a>.</li> </ol> |
| Электронные ресурсы | <ol style="list-style-type: none"> <li>3. Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ). – URL: <a href="https://elibrary.ru/project_risc.asp">https://elibrary.ru/project_risc.asp</a>.</li> <li>4. Поисковая система Академия Google (GoogleScholar) – URL: <a href="https://scholar.google.ru/">https://scholar.google.ru/</a>.</li> </ol>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |

в) Кадровые условия

Кадровое обеспечение осуществляют:

преподавательский состав из числа докторов, кандидатов наук кафедры металлургии и химических технологий.

## Дисциплина 10. Производство ферросплавов

Цель освоения дисциплины (модуля): развитие у студентов личностных качеств, а также формирование компетенций в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки бакалавров 22.03.02 Metallurgy. Профессиональный стандарт 27.030 - Плавильщик ферросплавов.

Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю).

В результате освоения дисциплины (модуля) у слушателей должны быть сформированы следующие компетенции:

| Структурный элемент компетенции                                                                                                        | Планируемые результаты обучения                                                                                                                                                                        |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>ПК-1 - способностью к анализу и синтезу</b>                                                                                         |                                                                                                                                                                                                        |
| Знать                                                                                                                                  | основные понятия, классификацию и способы производства ферросплавов                                                                                                                                    |
| Уметь                                                                                                                                  | совершенствовать навыки, переносить результаты в область материально-практической, технической деятельности                                                                                            |
| Владеть                                                                                                                                | способностью абстрактно мыслить, анализировать, систематизировать получаемую информацию                                                                                                                |
| <b>ПК-3 готовностью использовать физико-математический аппарат для решения задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности</b> |                                                                                                                                                                                                        |
| Знать                                                                                                                                  | основы и различные методы производства ферросплавов, а также технические и технологические средства реализации процессов                                                                               |
| Уметь                                                                                                                                  | выявлять физическую сущность явлений и процессов в агрегатах различных типов и выполнять применительно к ним простые технические расчеты                                                               |
| Владеть                                                                                                                                | расширенным инструментарием решения технических задач инструментарием решения физических задач в области черной металлургии, методами анализа физических явлений в технических устройствах и системах. |

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                                   |
| Введение             | Значение и области применения ферросплавов. Классификация ферросплавов. Конструкция шахтных электродуговых печей (1) |                                                                            | Изучение теоретического лекционного |

|                                |                                                                                                                                                                                                     |                                                 |                                      |
|--------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|--------------------------------------|
|                                |                                                                                                                                                                                                     |                                                 | материалов и интернет источников (3) |
| Шихтовые материалы. Технология | Шихтовые материалы для выплавки ферросилиция. Технология плавки, основные ТЭП (2)                                                                                                                   |                                                 |                                      |
| Шихтовые материалы. Технология | Шихтовые материалы для выплавки углеродистого ферромарганца. Технология плавки, основные ТЭП. Шихтовые материалы для выплавки низкоуглеродистого ферромарганца. Технология плавки, основные ТЭП (2) | Расчет выплавки ферросилиция (6)                |                                      |
| Шихтовые материалы. Технология | Шихтовые материалы для выплавки феррохрома. Технология плавки, основные ТЭП (2)                                                                                                                     | Расчет выплавки углеродистого ферромарганца (8) |                                      |
| Шихтовые материалы. Технология | Шихтовые материалы для выплавки феррованадия. Технология плавки, основные ТЭП (2)                                                                                                                   | Расчет выплавки углеродистого феррохрома (6)    |                                      |
| Шихтовые материалы. Технология | Шихтовые материалы для выплавки ферровольфрама. Технология плавки, основные ТЭП (2)                                                                                                                 | Расчет выплавки ферроникеля (6)                 |                                      |
| Шихтовые материалы. Технология | Шихтовые материалы для выплавки ферротитана. Технология плавки, основные ТЭП (2)                                                                                                                    |                                                 |                                      |

Оценка качества освоения дисциплины (модуля):

2.3.1. Форма промежуточной аттестации (экзамен)

2.3.2. Оценочные материалы

Примерные вопросы к экзамену:

1. Применение ферросилиция
2. Шихтовые материалы для выплавки ферросилиция
3. Физико-химические условия получения ферросилиция
4. Ферросилиций FeSi. Производство ферросилиция
5. Влияние количества восстановителя в шихте на ход плавки
6. Выпуск и разливка ферросилиция
7. Ферросилиций FeSi. Рафинирование ферросилиция от алюминия и кальция
8. Ферросилиций FeSi. Удельный расход электроэнергии и материалов при выплавке ферросилиция
9. Сплавы хрома. Феррохром FeCr. Применение

10. Феррохром FeCr. Шихтовые материалы для производства феррохрома
11. Феррохром FeCr. Производство углеродистого феррохрома
12. Феррохром FeCr. Низкоуглеродистый феррохром. Обезуглероживание феррохрома
13. Применение сплавов марганца
14. Шихтовые материалы для выплавки ферромарганца и силикомарганца
15. Производство углеродистого ферромарганца
16. Выплавка малофосфористого шлака
17. Производство силикомарганца
18. Технология производства малоуглеродистого ферромарганца и металлического марганца
19. Технология производства средне- и высокоуглеродистого ферромарганца
20. Технология производства металлического марганца

#### 4.3.3. Методические материалы

1. Бигеев В.А., Пантелеев А.В. Расчет выплавки ферротитана: Метод.указания по выполнению расчетной работы студентами спец.150101 по дисциплине «Электрометаллургия стали и ферросплавов». Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ», 2008. 26с.
2. Бигеев В.А., Пантелеев А.В. Потапова М.В. Расчет выплавки ферроникеля: Метод.указания по выполнению курсовой работы студентами спец.150101 по дисциплине «Электрометаллургия стали и ферросплавов». Магнитогорск: ФГБОУ ВПО «МГТУ», 2011. 26с.
3. Бигеев В.А., Пантелеев А.В. Расчет выплавки ферросилиция: Метод.указания по выполнению курсовой работы студентами спец.150101 по дисциплине «Электрометаллургия стали и ферросплавов». Магнитогорск: ФГБОУ ВПО «МГТУ», 2011. 32с.
4. Бигеев В.А., Пантелеев А.В. Расчет выплавки ферромарганца: Метод.указания по выполнению курсовой работы студентами спец.150101 по дисциплине «Электрометаллургия стали и ферросплавов». Магнитогорск: ФГБОУ ВПО «МГТУ», 2011. 18с.

Организационно-педагогические условия реализации дисциплины (модуля):

##### а) Материально-технические условия

| Вид ресурса             | Характеристика ресурса                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Аудитория               | Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и практических занятий<br>Технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории: мультимедийные средства хранения, передачи и представления учебной информации. Специализированная мебель |
| Компьютерный класс      | Стационарный на 10 посадочных мест, доступ в Интернет                                                                                                                                                                                                                                        |
| Программное обеспечение | MS Windows 7<br>MS Office 2007<br>Kaspersky Endpoint Security для бизнеса-Стандартный                                                                                                                                                                                                        |

##### б) Учебно-методическое и информационное обеспечение

| Вид ресурса | Характеристика ресурса |
|-------------|------------------------|
|-------------|------------------------|

|            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Литература | <p>1. Дашевский, В.Я. Ферросплавы : теория и технология : учебное пособие / В.Я. Дашевский. — Москва : МИСИС, 2014. — 362 с. — ISBN 978-5-87623-806-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/117114">https://e.lanbook.com/book/117114</a></p> <p>2. Лякишев, Н.П. Металлургия ферросплавов : учебное пособие / Н.П. Лякишев, М.И. Гасик, В.Я. Дашевский. — Москва : МИСИС, [б. г.]. — Часть 1 : Металлургия сплавов кремния, марганца и хрома — 2006. — 117 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/1842">https://e.lanbook.com/book/1842</a></p> |
|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

в) Кадровые условия

Кадровое обеспечение осуществляют:

преподавательский состав из числа докторов, кандидатов наук кафедры металлургии и химических технологий.

## Дисциплина 11. Прочностные расчеты сложных механических систем

Цель освоения дисциплины (модуля).

Получение навыков теоретической оценки прочности сложных механических систем.

Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю).

В результате освоения дисциплины у обучающегося должны быть сформированы компетенции при решении профессиональных вопросов в области прочностных расчетов сложных механических систем

В результате освоения дисциплины (модуля) у слушателей должны быть сформированы следующие компетенции:

| Структурный элемент компетенции                                                                                                                                  | Планируемые результаты обучения                                                                                                                                                                                                                                                                |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ОПК-1. Способен решать задачи профессиональной деятельности, применяя методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общетехнические знания |                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Знать                                                                                                                                                            | Основные фундаментальные законы механики деформируемого тела для построения теории расчета на прочность сложных механических систем                                                                                                                                                            |
| Уметь:                                                                                                                                                           | Производить оценку работы исследуемого объекта с целью выявления видов деформирования рассматриваемых систем. Рассчитывать напряженно деформированное состояние при сложном сопротивлении в механических системах, применять гипотезы прочности исходя из условий работы исследуемых объектов. |
| Владеть:                                                                                                                                                         | Основными методами расчета напряженно-деформированного состояния при сложном нагружении. Методами оценки работы изделия без потери его функциональности.                                                                                                                                       |

Содержание дисциплины (модуля):

| №, наименование темы                       | Содержание лекций (количество часов)                                                                                                 | Наименование практических занятий или семинаров или др. (количество часов) | Виды СРС (количество часов) |
|--------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
| 1. Определение внутренних силовых факторов | Взаимосвязь внутренних и внешних силовых факторов. Возникновение напряженно – деформированного состояния в механических системах (2) | -                                                                          |                             |
| 2. Деформация растяжения и сжатия стержней | Виды деформаций. Связь напряжений с деформацией. Опасное сечение тела и способы его определения (2)                                  | -                                                                          |                             |

|                                                  |                                                                                                                           |                                                                               |                                                                                                    |
|--------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3. Механические характеристики материалов        | Сопротивление деформации пластического и упруго-пластических материалов. (2)                                              | -                                                                             |                                                                                                    |
| 4. Механические характеристики материалов        | Упрочнение. Механические характеристики материалов. Сопротивление деформации хрупких материалов. (2)                      | -                                                                             |                                                                                                    |
| 5. Расчеты на прочность                          | Критические напряжения, понятия о допуске напряжений, коэффициент запаса прочности. (2)                                   | -                                                                             |                                                                                                    |
| Условия прочности                                | Условия прочности при различных видах нагружения. (2)                                                                     | -                                                                             |                                                                                                    |
| 7. Геометрические характеристики плоских сечений | Понятие о геометрических характеристиках тела(2)                                                                          | -                                                                             | Контрольная самостоятельная работа по определению геометрических характеристик плоских сечений (2) |
| 8 Геометрические характеристики плоских сечений  | Оценка прочности, грузоподъемности и поиск рационального сечения при деформациях кручения, растяжения, сжатия, изгиба (2) | Решение задач на определение геометрических характеристик плоских сечений (3) |                                                                                                    |
| 9. Теории прочности                              | Гипотезы прочности. Выбор гипотез прочности в зависимости от напряженно деформированного состояния (2)                    | Решение задач на определение опасного сечения (2)                             |                                                                                                    |
| 10. Теории прочности                             | Оценка прочности плоских рам (2)                                                                                          | Расчет рам (2)                                                                |                                                                                                    |

|                                   |                                                                                                                                |                                          |  |
|-----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|--|
| 11. Деформация изгиба             | Оценка прочности механических систем при сложном напряженном состоянии. Косой изгиб. Изгиб с растяжением сжатием (2)           | Решение задач на изгиб (2)               |  |
| 12. Сложное напряженное состояние | Оценка прочности механических систем при сложном напряженном состоянии – внецентренное сжатие (2)                              | Решение задач на внецентренное сжатие(2) |  |
| 13. Сложное напряженное состояние | Оценка прочности механических систем при сложном напряженном состоянии- кручение с изгибом, кручение с растяжением сжатием (2) | Решение задач на кручение(2)             |  |

Оценка качества освоения дисциплины (модуля):

2.3.1. Форма промежуточной аттестации (зачет)

2.3.2. Оценочные материалы

Внешние и внутренние силы. Виды сил. Классификация сил.

Возникновение напряжений при различных видах деформаций

Напряжения. Виды напряжений.

Эпюры внутренних силовых факторов. Опасное сечение стержня

Опытное изучение свойств материала

Коэффициент запаса прочности. Выбор допускаемых напряжений.

Расчет на прочность конструкций при центральном растяжении

Построение эпюр в статически неопределимых балках при центральном растяжении-сжатии

Статический момент сечения.

Определение центра тяжести плоского сечения

Моменты инерции сечения

Моменты инерции простых сечений

Моменты сопротивления сечения

Рациональные формы поперечного сечения

Косой изгиб

Изгиб с растяжением (сжатием)

Внецентренное растяжение сжатие

Кручение с изгибом

Кручение с растяжением

Понятие о статической неопределимости

Статически неопределимые системы при кручении

Статически неопределимые системы при растяжении – сжатии

Статически неопределимые балки

Метод сил  
 Статически неопределимые рамы  
 Расчет на прочность при изгибе  
 Виды напряженного состояния  
 I-III гипотезы прочности и их применение  
 IV гипотеза прочности и гипотеза прочности Мора

Вопросы для зачета

Какой изгиб называется косым?

Может ли балка круглого поперечного сечения испытывать косой изгиб?

Сочетанием, каких видов изгиба является косой изгиб?

По каким формулам определяются нормальные напряжения в поперечных сечениях бруса при косом изгибе? Как устанавливаются знаки этих напряжений? Выведите соответствующие формулы.

Как определяются касательные напряжения в поперечных сечениях балки при косом изгибе

Как находится положение нейтральной оси при косом изгибе? Выведите соответствующую формулу.

Что представляют собой опасные точки в сечении и как определяется их положение при косом изгибе?

Какое сложное сопротивление называется внецентренным растяжением (или сжатием)?

По каким формулам определяются нормальные напряжения в поперечных сечениях бруса при внецентренном растяжении и сжатии?

Как определяется положение нейтральной оси при внецентренном растяжении и сжатии?

Чему равно нормальное напряжение в центре тяжести поперечного сечения при внецентренном растяжении сжатии?

Что называется ядром сечения?

Как строится ядро сечения?

Какие напряжения возникают в поперечном сечении бруса при изгибе с кручением?

Какие точки круглого поперечного сечения являются опасными при изгибе с кручением? Какое напряженное состояние возникает в этих точках?

Какие точки бруса круглого поперечного сечения являются опасными при растяжении (или сжатии) с кручением?

Как ведется расчет на прочность бруса круглого сечения при кручении с растяжением (или сжатием)?

Как определяются внутренние усилия, действующие в поперечных сечениях пространственных брусьев с ломаной осью, и как строятся эпюры этих усилий?

### 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 | <b>1.1</b>                                    |
| Канцелярские товары     | Флип-чарт, маркеры                            |

б) Учебно-методическое и информационное обеспечение

| Вид ресурса | Характеристика ресурса                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|-------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Литература  | <p>1. Сопротивление материалов / Е. Г. Макаров. - М. : Новый Диск, 2008. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <a href="https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=162.pdf&amp;show=dcatalogues/1/1052263/162.pdf&amp;view">https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=162.pdf&amp;show=dcatalogues/1/1052263/162.pdf&amp;view</a></p> <p>2. Ибрагимов, Ф. Г. Механика деформируемых стержней : учебное пособие [для вузов] / Ф. Г. Ибрагимов, А. С. Постникова ; МГТУ. - Магнитогорск :</p> |

|                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                        | <p>МГТУ, 2019. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL : <a href="https://magtu.informsistema.ru/uploader/fileUpload?name=3877.pdf&amp;show=dcatalogues/1/1530012/3877.pdf&amp;view">https://magtu.informsistema.ru/uploader/fileUpload?name=3877.pdf&amp;show=dcatalogues/1/1530012/3877.pdf&amp;view</a></p> <p>3. Кашникова, Ю. А. Сопротивление материалов : курс лекций. Ч. I. Простое сопротивление / Ю. А. Кашникова, В. П. Дзюба ; МГТУ, [каф. ТМиСМ]. - Магнитогорск, 2010. - 52 с. : ил., табл. - URL: <a href="https://magtu.informsistema.ru/uploader/fileUpload?name=460.pdf&amp;show=dcatalogues/1/1080671/460.pdf&amp;view">https://magtu.informsistema.ru/uploader/fileUpload?name=460.pdf&amp;show=dcatalogues/1/1080671/460.pdf&amp;view</a></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Электронные ресурсы    | <p>1. Савинов, А. С. Практикум по сопротивлению материалов : практикум / А. С. Савинов, О. А. Осипова, А. С. Постникова ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2017. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <a href="https://magtu.informsistema.ru/uploader/fileUpload?name=3242.pdf&amp;show=dcatalogues/1/1137007/3242.pdf&amp;view=true">https://magtu.informsistema.ru/uploader/fileUpload?name=3242.pdf&amp;show=dcatalogues/1/1137007/3242.pdf&amp;view=true</a></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Методические материалы | <p>1. Деформация. Кручение : методические указания к проведению практической и самостоятельной работы по дисциплине "Сопротивление материалов" для студентов очной и заочной формы обучения 150400.62, 150700.62, 151000.62, 140400.62 / сост. : Степанищев А. Е. ; МГТУ ; Белорецкий филиал. - Магнитогорск : МГТУ, 2014. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <a href="https://magtu.informsistema.ru/uploader/fileUpload?name=3103.pdf&amp;show=dcatalogues/1/1135518/3103.pdf&amp;view">https://magtu.informsistema.ru/uploader/fileUpload?name=3103.pdf&amp;show=dcatalogues/1/1135518/3103.pdf&amp;view</a></p> <p>2. Деформация, растяжение-сжатие : методические указания к проведению практической и самостоятельной работы по дисциплине "Сопротивление материалов" для студентов очной и заочной формы обучения 150400.62, 150700.62, 151000.62, 140400.62 / сост. : Степанищев А. Е. ; МГТУ ; Белорецкий филиал. - Магнитогорск : МГТУ, 2014. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <a href="https://magtu.informsistema.ru/uploader/fileUpload?name=3104.pdf&amp;show=dcatalogues/1/1135522/3104.pdf&amp;view">https://magtu.informsistema.ru/uploader/fileUpload?name=3104.pdf&amp;show=dcatalogues/1/1135522/3104.pdf&amp;view</a></p> <p>3. Дьяченко, Д. Я. Прямой поперечный изгиб : сборник заданий / Д. Я. Дьяченко ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2010. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <a href="https://magtu.informsistema.ru/uploader/fileUpload?name=1257.pdf&amp;show=dcatalogues/1/1123435/1257.pdf&amp;view">https://magtu.informsistema.ru/uploader/fileUpload?name=1257.pdf&amp;show=dcatalogues/1/1123435/1257.pdf&amp;view</a></p> |

в) Кадровые условия

Кадровое обеспечение осуществляют:

преподавательский состав из числа докторов, кандидатов наук кафедры механики.

## Дисциплина 12. Управление технологическими процессами производства чугуна в доменных печах

Цель освоения дисциплины (модуля).

Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю).

В результате освоения дисциплины (модуля) у слушателей должны быть сформированы следующие **компетенции**:

| Структурный элемент компетенции                                                                           | Планируемые результаты обучения                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК-10 способностью осуществлять и корректировать технологические процессы в металлургии                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Знать                                                                                                     | организацию технического контроля в доменном производстве;<br>общие принципы работы автоматизированной системы управления технологическим процессом (АСУТП) и прикладного программного обеспечения;<br>принципы коррекции хода доменного процесса                                                    |
| Уметь                                                                                                     | использовать системы автоматического управления технологическим процессом;<br>находить причины нарушений доменной технологии и пути их коррекции;<br>оценивать состояние технологического процесса производства чугуна;<br>осуществлять и корректировать технологический процесс производства чугуна |
| Владеть                                                                                                   | основными методиками контроля доменного процесса;<br>методиками оценки состояния доменного процесса;<br>навыками управления и коррекции доменного процесса;<br>методиками осуществления технологического процесса производства чугуна                                                                |
| ПК-13 готовностью оценивать риски и определять меры по обеспечению безопасности технологических процессов |                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Знать                                                                                                     | причины возможных аварий доменного процесса, планы их ликвидации;<br>взаимосвязь режима технологических процессов и качества продуктов плавки                                                                                                                                                        |
| Уметь                                                                                                     | определять возможность возникновения нарушений в технологическом процессе производства чугуна;<br>принимать технологические решения при возникновении нарушений в технологическом процессе производства чугуна                                                                                       |
| Владеть                                                                                                   | навыками устранения нарушений в технологическом процессе производства чугуна;<br>способами определения возникновения аварий и нарушений доменного процесса;<br>методиками ликвидации последствий аварий и нарушений доменного процесса                                                               |

Содержание дисциплины (модуля):

| №, наименование темы | Содержание лекций (количество часов) | Наименование практических занятий или семинаров или др. (количество часов) | Виды СРС (количество часов) |
|----------------------|--------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
|                      |                                      |                                                                            |                             |

|                                                       |                                                                                       |                                               |                                               |
|-------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| 1. Параметры и принципы управления доменным процессом | 1.1. Управление процессом задувки и выдувки доменных печей (3)                        |                                               |                                               |
|                                                       | 1.2 Управление процессом загрузки доменных печей (3)                                  |                                               |                                               |
|                                                       | 1.3 Управление дутьевым и газодинамическим режимами доменного процесса (3)            |                                               |                                               |
|                                                       | 1.4. Управление процессом выпуска чугуна и шлака (3)                                  |                                               |                                               |
| 2. Управление ходом доменной печи                     | 2.1 Ровный ход доменной печи, виды расстройств хода, контролируемые параметры (8)     | Оценка работы доменной печи по диаграммам (7) | Оценка работы доменной печи по диаграммам (2) |
|                                                       | 2.2 Контроль хода доменной печи по показателям КИП, способы управления ходом печи (6) | Практика ведения доменного процесса (6)       | Практика ведения доменного процесса (1)       |

Оценка качества освоения дисциплины (модуля):

2.3.1. Форма промежуточной аттестации (экзамен)

2.3.2. Оценочные материалы

Примерные вопросы к экзамену:

- Определение задувки доменной печи.
- Этапы задувки.
- Функции и особенности приемки оборудования.
- Функции и особенности сушка воздухонагревателей и доменной печи. Необходимая продолжительность сушки.
- Функции и особенности подготовка горна к загрузке задувочной шихты.
- Понятие ровного хода доменной печи. Причины нарушения его.
- Датчики, место расположения их для замера количества дутья и давления горячего дутья. Характер диаграмм при ровном ходе печи.
- Контроль работы печи по визуальным наблюдениям.
- Расположение датчиков и места отбора импульса для замера температуры и давления колошникового газа. Характерные диаграммы при ровном ходе печи и расстройствах его.
- Контроль уровня и очертания поверхности засыпи.
- Причины нижних подвисаний шихты. Пути снижения их вероятностей.
- Перечислить виды расстройств хода доменной плавки. Подробно о загромождении горна: причины, признаки, методы предупреждения и устранения.
- Перечислить виды расстройств хода доменной плавки. Подробно о верхних подвисаниях: причины, признаки, методы предупреждения и устранения
- Перечислить виды нарушения газораспределения в доменной печи. Подробно о периферийном ходе: причины, признаки, методы предупреждения и устранения.
- Перечислить виды нарушения газораспределения в доменной печи. Подробно о канальном ходе: причины, признаки, методы предупреждения и устранения.
- Методы регулирования доменной плавкой “сверху”. Подробно о режиме загрузки: масса подачи, система, уровень засыпи.
- Методы регулирования доменной плавки “сверху”. Подробно о регулировании рудной нагрузкой и регулировании окружного распределения “ВРШ”.
- Перечислить методы регулирования хода доменной печи “сверху”. Подробно о новых способах регулирования: переменный уровень засыпи, ступенчатое открывание большого

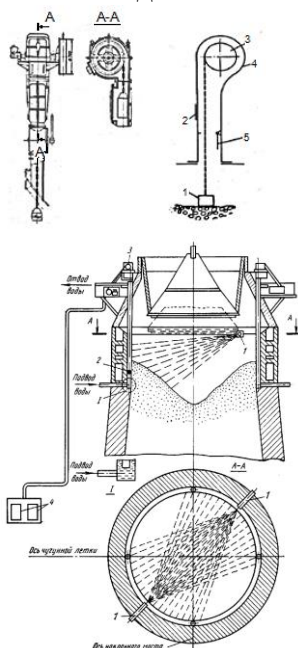
конуса, применение подвижных плит колошника

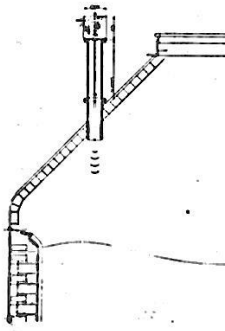
- Перечислить методы регулирования доменной плавки “снизу”. Подробно о регулировании расходом дутья и соотношением природный газ- технологический кислород.
- Нижние подвисяния шихты. Причины, пути снижения их вероятности.
- Анализ работы доменной печи по диаграмме изменения содержания  $\text{CO}_2$  по сечению колошника.
- Анализ работы доменной печи по диаграмме изменения температуры газа по сечению колошника
- Необходимость кратковременных остановок доменных печей: примеры.
- Необходимость длительных остановок доменных печей: примеры.
- Необходимость вынужденных остановок доменных печей: примеры.
- Задувка доменных печей. Последовательность операций.
- Определение задувочных шихт доменных печей. Особенности. Необходимость использования специальных задувочных шихт.
- Загрузка задувочных шихт по высоте доменной печи.
- Собственно задувка. Особенности (температура и расход дутья, наличие дополнительного топливной добавки, влажность дутья).
- Понятие раздувочного периода.
- Первый выпуск жидких продуктов плавки. Особенности.
- Продолжительность задувочного периода и выход печи на проектную мощность.
- Остановка печи для смены воздушной фурмы. Последовательность операций.
- Особенности выдувки доменной печи перед ремонтом I разряда
- Выпуск козлового чугуна из доменной печи.
- Ремонт доменной печи II разряда.
- Ремонт доменной печи III разряда.
- Ремонт доменной печи I разряда.
- Оценка теплового состояния доменного процесса по химическому составу жидких продуктов плавки.
- Визуальная оценка теплового состояния доменного процесса по внешнему виду жидких продуктов плавки.
- По данным КИП идет повышение температуры колошниковога газа. О чем это говорит? Дать развернутое объяснение.
- По данным КИП идет понижение температуры колошниковога газа. О чем это говорит? Дать развернутое объяснение.
- По данным КИП идет понижение содержания  $\text{CO}_2$  колошниковога газа по периферии. О чем это говорит? Дать развернутое объяснение.
- По данным КИП наблюдается замедленное и неравномерное срабатывание подач. О чем это говорит? Дать развернутое объяснение.
- По данным КИП наблюдается падение содержания  $\text{CO}_2$  только в одной точке колошника. О чем это говорит? Дать развернутое объяснение.
- По визуальным наблюдениям на фурмы стали приходить темные куски кокса. О чем это говорит? Дать развернутое объяснение.
- По анализу химического состава чугуна наблюдается понижение содержания марганца в нем. О чем это говорит? Дать развернутое объяснение.
- По анализу химического состава чугуна наблюдается понижение содержания серы в нем. О чем это говорит? Дать развернутое объяснение.
- По анализу химического состава чугуна наблюдается понижение содержания кремния в нем. О чем это говорит? Дать развернутое объяснение.
- По анализу химического состава шлака наблюдается понижение основности его. О чем это говорит? Дать развернутое объяснение.
- По анализу химического состава шлака наблюдается повышение основности его. О чем это говорит? Дать развернутое объяснение.

- Проанализировать работу доменной печи по диаграмме изменения содержания  $\text{CO}_2$  по сечению колошника.
- Оценить тепловое состояние доменного процесса по химическому составу жидких продуктов плавки: по представленным химическим составам чугуна определить, при выплавке какого чугуна температурный уровень процесса был выше. Дать развернутое объяснение.

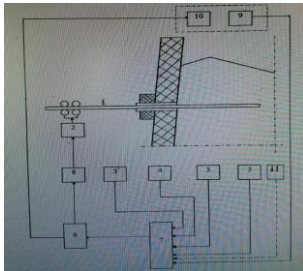
| Чугун | Fe, % | Si, % | Mn, % | P, % | S, %  |
|-------|-------|-------|-------|------|-------|
| 1     | 94    | 0,60  | 0,55  | 0,07 | 0,018 |
| 2     | 94    | 0,50  | 0,44  | 0,07 | 0,020 |

- Визуально оценить тепловое состояние доменного процесса по внешнему виду жидких продуктов плавки: по представленным образцам чугуна и шлака определить тепловой уровень процесса, при котором были выплавлены эти образцы
- Перечислить виды расстройств хода доменной плавки.
- Перечислить виды нарушения газораспределения в доменной печи.
- Возникновение периферийного хода: причины, признаки, методы предупреждения и устранения.
- Возникновение осевого хода: причины, признаки, методы предупреждения и устранения.
- Возникновение канального хода: причины, признаки, методы предупреждения и устранения.
- Возникновение горячего хода: причины, признаки, методы предупреждения и устранения.
- Возникновение холодного хода: причины, признаки, методы предупреждения и устранения.
- Возникновение тугого хода: причины, признаки, методы предупреждения и устранения.
- Возникновение верхнего подвисания: причины, признаки, методы предупреждения и устранения.
- Возникновение нижнего подвисания: причины, признаки, методы предупреждения и устранения.
- Загромождение горна: причины, признаки, методы предупреждения и устранения.
- Прорыв горна: причины, признаки, методы предупреждения и устранения.
- Настыли: причины, признаки, методы предупреждения и устранения.
  - Взаимосвязь теплового состояния доменного процесса и качества продуктов плавки.
- Описать принцип действия представленного оборудования для контроля схода столба шихты на доменных печах:

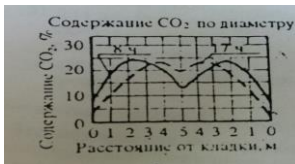
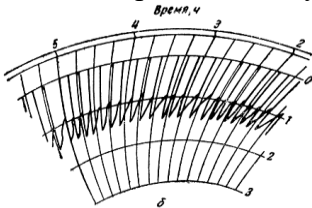




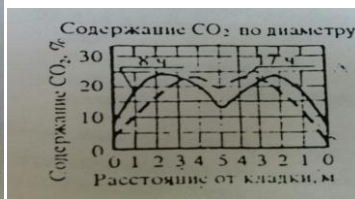
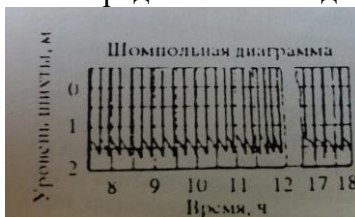
- Описать принцип контроля схода шихтовых материалов по представленной схеме

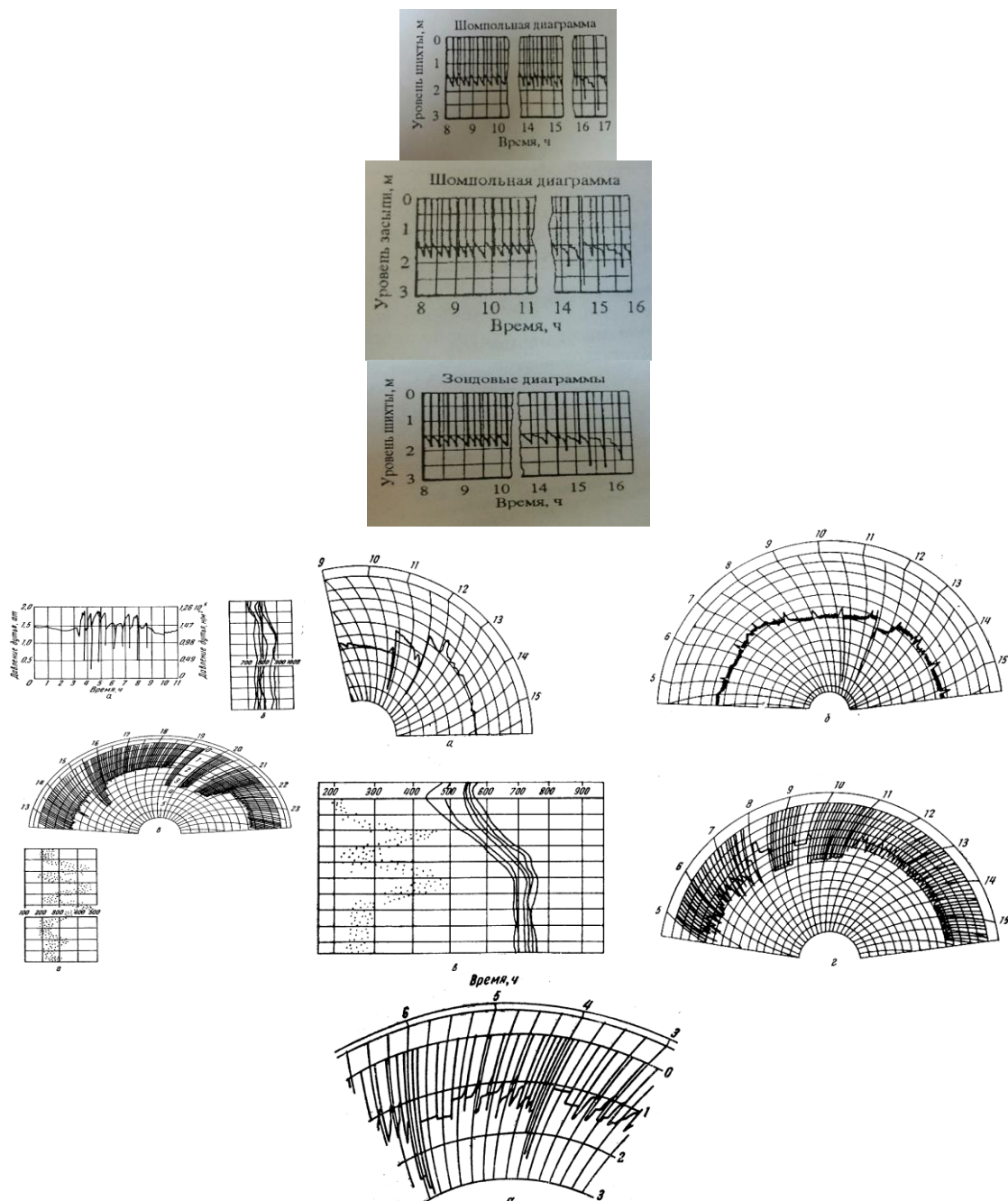


- Описать представленную диаграмму, принцип ее построения



- По представленным диаграммам определить тип расстройтва хода доменной печи





### 2.3.3. Методические материалы

#### Методические указания

1.

Организационно-педагогические условия реализации дисциплины (модуля):

а) Материально-технические условия

| Вид ресурса        | Характеристика ресурса                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|--------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Аудитория          | Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и практических занятий<br>Технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории: мультимедийные средства хранения, передачи и представления учебной информации. Специализированная мебель |
| Компьютерный класс | Стационарный на 10 посадочных мест, доступ в Интернет                                                                                                                                                                                                                                        |

|                         |                                                                                       |
|-------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Программное обеспечение | MS Windows 7<br>MS Office 2007<br>Kaspersky Endpoint Security для бизнеса-Стандартный |
|-------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|

б) Учебно-методическое и информационное обеспечение

| Вид ресурса            | Характеристика ресурса                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Литература             | <p>1. Шайнович, О.И. Индустриальные системы и оборудование в металлургии : учебное пособие / О.И. Шайнович. — Москва : МИСИС, 2011. — 144 с. — ISBN 978-5-87623-502-2. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/117401">https://e.lanbook.com/book/117401</a></p> <p>2. Основы металлургического производства : учебник / В.А. Бигеев, К.Н. Вдовин, В.М. Колокольников, В.М. Салганик. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 616 с. — ISBN 978-5-8114-2486-3. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/90165">https://e.lanbook.com/book/90165</a></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Методические материалы | <p>Контроль хода, организация и регулирование доменной плавки. Методические указания к практическим занятиям по курсу «Эксплуатация доменных печей» / Дружков В.Г., Ваганов А.И., Сибатуллин С.К. — Магнитогорск: МГМА, 2009, 9 с.</p> <p>2. Состояние футеровки печи после выдувки ее на ремонт (стенд, ауд.033).</p> <p>3 Сибатуллин С.К., Ваганов А.И., Коноплёв А.Д. Распределение материалов по окружности в колошниковом пространстве доменной печи. Инструкция. Магнитогорск: ФГБОУ ВПО «МГТУ им. Г.И. Носова». 2011. — 15 с.</p> <p>4. Ваганов А.И., Сибатуллин С.К., Макарова И.В., Коноплёв А.Д. Распределение материалов на колошнике доменной печи при загрузке с использованием колошниковых плит. Инструкция. Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ им. Г.И. Носова», 2008. — 10 с.</p> <p>5 Кротов В.К., Ваганов А.И., Коноплёв А.Д., Макарова И.В. Изучение распределения давления шихты в моделях. Методические указания для выполнения лабораторных работ. Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ им. Г.И. Носова», 2005. — 18 с.</p> |
| Раздаточные материалы  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |

в) Кадровые условия

Кадровое обеспечение осуществляют:

преподавательский состав из числа докторов, кандидатов наук кафедры металлургии и химических технологий.

### Дисциплина 13. Планирование эксперимента в металлургии черных металлов

Цель освоения дисциплины (модуля).

Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю).

В результате освоения дисциплины (модуля) у слушателей должны быть сформированы следующие **компетенции**: (указать компетенции).

| Структурный элемент компетенции                                                                                                               | Планируемые результаты обучения                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ОПК-4 готовностью сочетать теорию и практику для решения инженерных задач                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Знать                                                                                                                                         | <ul style="list-style-type: none"><li>- основные определения планирования эксперимента;</li><li>- классификацию способов выбора плана эксперимента, теоретические основы расчета коэффициентов эмпирических уравнений регрессии;</li><li>- основы составления матриц полного и дробного факторного эксперимента;</li><li>- методику расчета коэффициента конкордации тной области знания</li></ul> |
| Уметь                                                                                                                                         | <ul style="list-style-type: none"><li>- эффективно применять методы планирования эксперимента;</li><li>- использовать методику математического планирования эксперимента;</li><li>- составлять матрицу полного и дробного факторного эксперимента;</li><li>- применять в работе экспертную оценку значимости факторов, определяющих функцию отклика</li></ul>                                      |
| Владеть                                                                                                                                       | <ul style="list-style-type: none"><li>- практическими навыками по применению метода планирования эксперимента;</li><li>- методами физического и геометрического подобия;</li><li>- профессиональным языком предметной области знаний</li></ul>                                                                                                                                                     |
| ПК-2 способностью выбирать методы исследования, планировать и проводить необходимые эксперименты, интерпретировать результаты и делать выводы |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Знать                                                                                                                                         | <ul style="list-style-type: none"><li>- методы планирования экспериментов разного уровня;</li><li>- способы составления планов математического эксперимента;</li><li>- процедуры поиска оптимальных решений</li></ul>                                                                                                                                                                              |
| Уметь                                                                                                                                         | <ul style="list-style-type: none"><li>- применять методы планирования экспериментов разного уровня ;</li><li>- составлять планы математического эксперимента;</li><li>- находить оптимальные решения известными методами</li></ul>                                                                                                                                                                 |
| Владеть                                                                                                                                       | <ul style="list-style-type: none"><li>- методами планирования экспериментами разного уровня;</li><li>- методикой полного и дробного математического эксперимента;</li><li>- методами определения экстремальных значений при поиске оптимальных значений</li></ul>                                                                                                                                  |

Содержание дисциплины (модуля):

| №, наименование темы | Наименование практических занятий или семинаров или др. (количество часов) | Виды СРС (количество часов) |
|----------------------|----------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
| 1. Выборка данных    | Практическая первичная обработка выборки случайной величины (2)            |                             |
|                      | Корреляционный анализ выборки (4)                                          |                             |
|                      | Отсеивание незначимых фактор анализируемой выборки (2)                     |                             |

|                              |                                                                             |   |
|------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|---|
|                              | АКР 4. Расчет коэффициентов регрессионного уравнения (4)                    |   |
| 2. Планирование эксперимента | Проведение корректировки точности уравнения регрессии в течении времени (4) | 3 |
|                              | Построение матрицы полного факторного эксперимента (6)                      | 3 |

Оценка качества освоения дисциплины (модуля):

2.3.1. Форма промежуточной аттестации (зачетО)

2.3.2. Оценочные материалы

2.3.3. Методические материалы

Организационно-педагогические условия реализации дисциплины (модуля):

а) Материально-технические условия

| Вид ресурса             | Характеристика ресурса                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Аудитория               | Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и практических занятий<br>Технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории: мультимедийные средства хранения, передачи и представления учебной информации. Специализированная мебель |
| Компьютерный класс      | Стационарный на 10 посадочных мест, доступ в Интернет                                                                                                                                                                                                                                        |
| Программное обеспечение | MS Windows 7<br>MS Office 2007<br>Kaspersky Endpoint Security для бизнеса-Стандартный                                                                                                                                                                                                        |

б) Учебно-методическое и информационное обеспечение

| Вид ресурса            | Характеристика ресурса                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Литература             | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Мельниченко, А.С. Анализ данных в материаловедении : учебное пособие / А.С. Мельниченко. — Москва : МИСИС, [б. г.]. — Часть 1 — 2013. — 72 с. — ISBN 978-5-87623-666-1. — Текст: электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/117168">https://e.lanbook.com/book/117168</a>.</li> <li>2. Адлер, Ю.П. Методология и практика планирования эксперимента в России : монография / Ю.П. Адлер, Ю.В. Грановский. — Москва : МИСИС, 2016. — 182 с. — ISBN 978-5-87623-990-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/93686">https://e.lanbook.com/book/93686</a></li> <li>3. Мельниченко, А.С. Математическая статистика и анализ данных : учебное пособие / А.С. Мельниченко. — Москва : МИСИС, 2018. — 45 с. — ISBN 978-5-906953-62-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/108035">https://e.lanbook.com/book/108035</a></li> <li>4. Степанов, П.Е. Планирование эксперимента : учебно-методическое пособие / П.Е. Степанов. — Москва : МИСИС, 2017. — 22 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/108113">https://e.lanbook.com/book/108113</a></li> </ol> |
| Методические материалы | 1. Статистические методы обработки и ана-                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>лиза числовой информации, контроля и управления качеством проката/М.И. Румянцев, С.А. Левандовский, Н.А. Ручинская, К.Е. Черкасов, А.В. Логинов. – Учебное пособие. – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2014. 257 с.</p> <p>2. Молочкова О.С. Варианты заданий по анализу числовой информации для бакалавров. – Методические указания. - Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2017. 15 с</p> |
|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

в) Кадровые условия

Кадровое обеспечение осуществляют:

преподавательский состав из числа докторов, кандидатов наук кафедры металлургии и химических технологий.

## Дисциплина 14. Производственный менеджмент

### Цель освоения дисциплины (модуля).

Изучение наиболее рациональных форм создания и функционирования предприятия, организации производственного процесса на промышленном предприятии с целью повышения эффективности использования трудовых, материальных и финансовых ресурсов предприятия.

### Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю).

В результате освоения дисциплины (модуля) у слушателей должны быть сформированы следующие **компетенции**:

- Способен планировать и организовывать работу структурного подразделения с целью повышения эффективности производственных процессов, а также проводить оценку экономической эффективности принимаемых организационно-технических решений.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать:

- основные методы исследований, используемых в области производственного менеджмента

Уметь:

- приобретать знания в области производственного менеджмента;
- обосновывать принятие управленческих решений в профессиональной деятельности.

Владеть:

- навыками обобщения результатов организационно - управленческих решений;
- навыками оценки экономической эффективности принимаемых организационно-технических решений.

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 производственного менеджмента                     | 1ч Цели, задачи и функции производственного менеджмента.                                                                                                                                                                               | -                                                                                                                               |                                                                                    |
| 2. Производственное предприятие как объект производственного менеджмента  | 1ч Понятие и классификация предприятий.<br>Цели и задачи предприятия.<br>Организационно-правовые формы предприятий.<br>Производственные ресурсы предприятия. Оценка эффективности использования производственных ресурсов предприятия. | 2ч Оценка эффективности использования производственных ресурсов предприятия. Анализ себестоимости продукции и пути ее снижения. | 2ч самостоятельное изучение учебной литературы; работа с электронными библиотеками |
| 3. Организация производства                                               | 2ч Типы и методы организации производства. Принципы организации производственных процессов. Производственная программа предприятия.                                                                                                    | 1ч Расчет производственной мощности и производственной программы предприятия.                                                   |                                                                                    |
| 4. Основы бережливого производства                                        | 2ч История возникновения бережливого производства. Инструменты и методы бережливого производства.                                                                                                                                      | 2ч Инструменты и методы бережливого производства. Диаграмма Парето. Построение диаграммы Ямазуми.                               |                                                                                    |
| 5. Организация труда и заработной платы. Мотивация трудовой деятельности. | 2ч Организация труда и заработной платы. Пути повышения эффективности использования трудовых ресурсов на предприятия.                                                                                                                  | 2ч Организация труда и заработной платы.                                                                                        |                                                                                    |

|                                                                                 |                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                   |  |
|---------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
|                                                                                 | тии.                                                                            |                                                                                                                                                                                                                   |  |
| 6. Методы оценки экономической эффективности организационно-технических решений | 3ч Методы оценки экономической эффективности организационно-технических решений | 1ч Оценка экономического эффекта от проводимых организационно-технических решений<br>1ч Расчет сметы капитальных затрат<br>2ч Оценка экономической эффективности разработанных организационно-технических решений |  |

Оценка качества освоения дисциплины (модуля):

### 2.3.1. Форма промежуточной аттестации (зачет)

Аттестация по дисциплине «Производственный менеджмент» включает практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме зачета.

Зачет проводится по результатам текущего контроля успеваемости.

Показатели и критерии оценивания зачета:

– на оценку «зачтено» – обучающийся демонстрирует сформированность компетенций  
– знание учебного материала, навыки выполнения практические заданий, умение оперировать знаниями и навыками

– на оценку «не зачтено» – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

### 2.3.2. Оценочные материалы

КЗ 1 «Расчет годового фонда оплаты труда»

Используя тарифную сетку ПАО «ММК» рассчитать ГФОТ производственного рабочего

|                                             |                                                           |                        |             |
|---------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|------------------------|-------------|
| Наименование профессии                      |                                                           | 1                      | рабочий     |
| Отношение к производству                    |                                                           | 2                      | ПР          |
| Разряд                                      |                                                           | 3                      |             |
| Часовая тарифная ставка                     |                                                           | 4                      |             |
| Система оплаты труда                        |                                                           | 5                      | Повр.-прем. |
| График работы                               |                                                           | 6                      | 1-Н         |
| Количество рабочих по рабочим местам        |                                                           | 7                      | 1           |
| Фонд рабочего времени, ч                    | Всего на 1 человека                                       | 8                      |             |
|                                             | Переработка по графику                                    | 9                      |             |
|                                             | Ночные смены                                              | 10                     |             |
|                                             | Праздничные дни                                           | 11                     |             |
| Основная заработная плата, руб.             | По тарифу                                                 | 12                     |             |
|                                             | премия                                                    | %                      | 13          |
|                                             |                                                           | сумма                  | 14          |
|                                             | доплата                                                   | Переработка по графику | 15          |
|                                             |                                                           | Ночные смены           | 16          |
|                                             |                                                           | Праздничные дни        | 17          |
|                                             | Итого (гр. 12,14,15,16,17)                                |                        | 18          |
|                                             | Всего основная зарплата с учетом $K_{\text{район}}$ (15%) |                        | 19          |
| Доп.з/пл                                    | %                                                         |                        | 20          |
|                                             | сумма                                                     |                        | 21          |
| Годовой фонд оплаты труда на 1 рабочего     |                                                           | 22                     |             |
| Среднемесячная заработная плата             |                                                           | 23                     |             |
| Годовой фонд оплаты труда по рабочим местам |                                                           | 24                     |             |

КЗ 2 Рассчитать смету капитальных затрат на проведение реконструкции (модернизации).

| Наименование<br>оборудования и монтажных работ                                                                                                                       | количество | Стоимость единицы, руб. |                 |                                |                                            |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|-------------------------|-----------------|--------------------------------|--------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                      |            | оборудования            | монтажных работ |                                |                                            |
|                                                                                                                                                                      |            |                         | Всего           | в том числе<br>зарботная плата |                                            |
|                                                                                                                                                                      |            |                         |                 | монтажников                    | рабочих по<br>эксплуатации<br>оборудования |
| 1. Наименование оборудования                                                                                                                                         |            |                         |                 |                                |                                            |
| Запасные части                                                                                                                                                       |            |                         |                 |                                |                                            |
| Транспортные расходы                                                                                                                                                 |            |                         |                 |                                |                                            |
| Заготовительно-складские<br>расходы                                                                                                                                  |            |                         |                 |                                |                                            |
| Затраты на комплектацию оборудо-<br>вания                                                                                                                            |            |                         |                 |                                |                                            |
| Затраты на монтаж                                                                                                                                                    |            |                         |                 |                                |                                            |
| Поправки к стоимости монтажных<br>работ:<br>а). на стесненность и вредные усло-<br>вия<br>б). районный коэффициент<br>в). накладные расходы<br>г). косвенные расходы |            |                         |                 |                                |                                            |
| Плановые накопления                                                                                                                                                  |            |                         |                 |                                |                                            |
| Всего стоимость монтажных работ                                                                                                                                      |            |                         |                 |                                |                                            |
| Итого капитальных затрат                                                                                                                                             |            |                         |                 |                                |                                            |

КЗ 3 В результате проведенных организационно-технических мероприятий в цехе

- затраты на топливо снизятся на 5%.
  - годовой объем производства увеличится на 15%.
- Годовой объем производства до реконструкции - 2,5 млн. т.

Определить:

- полную себестоимость 1 т продукции до реконструкции;
- полную себестоимость 1 т продукции после реконструкции;
- годовой экономический эффект от изменения себестоимости.

#### Калькуляция себестоимости 1т продукции

| Наименование статей                                     | до реконструкции |                       |                | после реконструкции |                   |                | доля<br>пост.<br>расх.<br>(а) |
|---------------------------------------------------------|------------------|-----------------------|----------------|---------------------|-------------------|----------------|-------------------------------|
|                                                         | кол-во,<br>т     | цена,<br>руб./ед<br>. | сумма,<br>руб. | кол-<br>во,<br>т    | цена,<br>руб./ед. | сумма,<br>руб. |                               |
| I. Задано в производство:<br>Сырье и основные материалы | 1,164            | 4786,0                |                |                     |                   |                | -                             |
| <b>Итого задано</b>                                     |                  | -                     |                |                     |                   |                | -                             |
| II. Отходы и потери (-)                                 | 0,164            | 568,17                |                |                     |                   |                | -                             |
| <b>Итого задано (-) отходы и потери</b>                 | <b>1.000</b>     | -                     |                | <b>1,000</b>        | -                 |                | -                             |
| III. Расходы по переделу                                |                  |                       |                |                     |                   |                | -                             |
| 3.1 Добавочные материалы                                | -                | -                     | 27,3           |                     | -                 |                | -                             |
| 3.2 Топливо технологическое                             | -                | -                     | 44,63          |                     | -                 |                | -                             |
| 3.3 Энергетические затраты                              | -                | -                     | 143, 56        |                     | -                 |                | -                             |
| 3.4 Фонд оплаты труда                                   | -                | -                     | 112,71         |                     | -                 |                | 0,7                           |
| 3.5 Единый социальный налог                             | -                | -                     | 29,31          |                     | -                 |                | 0,7                           |
| 3.6 Сменное оборудование                                | -                | -                     | 68,91          |                     | -                 |                | 1,0                           |
| 3.7 Текущий ремонт и содержание<br>основных средств     | -                | -                     | 776,27         |                     | -                 |                | 0,8                           |
| 3.8 Работа транспортных цехов                           | -                | -                     | 53,67          |                     | -                 |                | -                             |
| 3.9 Амортизация                                         | -                | -                     | 119,82         |                     | -                 |                | 1,0                           |
| <b>Итого расходов по переделу</b>                       | -                | -                     |                |                     | -                 |                |                               |
| 4. Общепроизводственные расходы                         | -                | -                     | 62,45          |                     | -                 |                |                               |
| 5. Коммерческие расходы                                 |                  |                       | 246,13         |                     |                   |                |                               |

|                                   |  |  |  |  |  |  |  |
|-----------------------------------|--|--|--|--|--|--|--|
| <b>Итого полная себестоимость</b> |  |  |  |  |  |  |  |
|-----------------------------------|--|--|--|--|--|--|--|

#### КЗ 4 Построение диаграммы Ямазumi

Предположим, что предприятию А необходимо проанализировать работу линии, которая состоит из 4 операций. Заданное время такта – 10 минут. Распределение рабочего времени по ценности операций можно увидеть в таблице 1 (все данные приведены в минутах). Построить диаграмму Ямазumi и определить «узкие» места работы линии.

|             | Операции, добавляющие стоимость продукту | Операции, не добавляющие, но необходимые | Операции, не добавляющие и не нужные (потери) |
|-------------|------------------------------------------|------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| Операция 1  | 9                                        | 5                                        | 0                                             |
| Операция 2  | 7                                        | 2                                        | 1                                             |
| Операция 3  | 4                                        | 4                                        | 4                                             |
| Операция 4  | 6                                        | 2                                        | 0                                             |
| Общее время | 26                                       | 14                                       | 5                                             |

#### 2.3.3. Методические материалы

1. Пономарева, О. С. Экономика и управление производством : практикум / О. С. Пономарева, С. В. Куликов ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2015. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://magtu.informsistema.ru/uploader/fileUpload?name=1265.pdf&show=dcatalogues/1/1123443/1265.pdf&view=true> (дата обращения: 14.05.2020). - Макрообъект. - Текст : доступны также на CD-ROM.
2. Пономарева, О. С. Экономика. Финансы и организация производства: практикум / О. С. Пономарева ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2017. - 62 с. : ил. табл. - URL: <https://magtu.informsistema.ru/uploader/fileUpload?name=3458.pdf&show=dcatalogues/1/1514281/3458.pdf&view=true> (дата обращения: 14.05.2020). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Имеется печатный аналог.

Организационно-педагогические условия реализации дисциплины (модуля):

##### а) Материально-технические условия

| Вид ресурса             | Характеристика ресурса                        |
|-------------------------|-----------------------------------------------|
| Аудитория               | Лекционная, оборудованная проектором, экраном |
| Компьютерный класс      | Стационарный, доступ в Интернет               |
| Программное обеспечение | Windows, Linux                                |
| Канцелярские товары     | -                                             |

##### б) Учебно-методическое и информационное обеспечение

| Вид ресурса                          | Характеристика ресурса                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|--------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Нормативные правовые акты/регламенты | Информационная система – Единое окно доступа к информационным ресурсам. - URL: <a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a> .                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Литература                           | 1. Герасимов, Б.Н. Производственный менеджмент: Учебное пособие / Б.Н. Герасимов, К.Б. Герасимов. - М.: Вузовский учебник, 2018. - 159 с.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Электронные ресурсы                  | 1. Измайлова, А. С. Производственный менеджмент : учебное пособие [для вузов] / А. С. Измайлова, Ю. В. Литовская ; Магнитогорский гос. технический ун-т им. Г. И. Носова. - Магнитогорск : МГТУ им. Г. И. Носова, 2019. - 1 CD-ROM. - ISBN 978-5-9967-1712-5. - Загл. с титул. экрана. - URL : <a href="https://magtu.informsistema.ru/uploader/fileUpload?name=4016.pdf&amp;show=dcatalogues/1/1532646/4016.pdf&amp;view=true">https://magtu.informsistema.ru/uploader/fileUpload?name=4016.pdf&amp;show=dcatalogues/1/1532646/4016.pdf&amp;view=true</a> (дата обращения: 14.05.2020). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.<br>2. Майорова, Т. В. Производственный менеджмент : учебное пособие / Т. |

|                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                        | В. Майорова, О. С. Пономарева ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2014. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <a href="https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=1347.pdf&amp;show=dcatalogues/1/1123799/1347.pdf&amp;view=true">https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=1347.pdf&amp;show=dcatalogues/1/1123799/1347.pdf&amp;view=true</a> (дата обращения: 14.05.2020). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Методические материалы | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Пономарева, О. С. Экономика и управление производством : практикум / О. С. Пономарева, С. В. Куликов ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2015. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <a href="https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=1265.pdf&amp;show=dcatalogues/1/1123443/1265.pdf&amp;view=true">https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=1265.pdf&amp;show=dcatalogues/1/1123443/1265.pdf&amp;view=true</a> (дата обращения: 14.05.2020). - Макрообъект. - Текст : доступны также на CD-ROM.</li> <li>2. Пономарева, О. С. Экономика. Финансы и организация производства: практикум / О. С. Пономарева ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2017. - 62 с. : ил. табл. - URL: <a href="https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=3458.pdf&amp;show=dcatalogues/1/1514281/3458.pdf&amp;view=true">https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=3458.pdf&amp;show=dcatalogues/1/1514281/3458.pdf&amp;view=true</a> (дата обращения: 14.05.2020). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Имеется печатный аналог.</li> </ol> |

в) Кадровые условия

Кадровое обеспечение осуществляют:

преподавательский состав из числа докторов, кандидатов наук кафедры менеджмента.

### Дисциплина 15. Разливка и кристаллизация стали

Цель освоения дисциплины (модуля): развитие у студентов личностных качеств, а также формирование компетенций в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки бакалавров 22.03.02 Metallurgy. Профессиональный стандарт: 27.034 - Специалист по кислородно-конвертерному производству стали.

Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю).

В результате освоения дисциплины (модуля) у слушателей должны быть сформированы следующие **компетенции**:

| Структурный элемент компетенции                                                                                            | Планируемые результаты обучения                                                                                                                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК-4 готовностью использовать основные понятия, законы и модели термодинамики, химической кинетики, переноса тепла и массы |                                                                                                                                                                                                                    |
| Знать                                                                                                                      | основные закономерности процессов массопереноса применительно к процессам разливки стали, описывать, рассчитывать и анализировать процессы переноса тепла и массы, выделять факторы, определяющие их интенсивность |
| Уметь                                                                                                                      | распознавать эффективное решение от неэффективного, при решении задач сложного теплообмена                                                                                                                         |
| Владеть                                                                                                                    | методами расчета процессов конвективного тепло- и массопереноса, передачи тепла излучением и молекулярной теплопроводностью                                                                                        |

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 Затвердевание стали                                         | Затвердевание стальных слитков и непрерывнолитых заготовок. Расчет затвердевания стальных слитков и непрерывнолитых заготовок (4) | Практическая работа №1 «Изучение истечения стали из ковша на модели» (5)                      |                             |
| 2 Кристаллизация стали                                        | Современная теория кристаллизации. Кристаллическая структура литой стали (3)                                                      |                                                                                               |                             |
| 3 Макроструктура металла                                      | Макроструктура слитков кипящей, полуспокойной и спокойной стали. Макроструктура непрерывнолитых заготовок (4)                     | Практическая работа №2 «Изучение внутреннего строения стальной непрерывнолитой заготовки» (6) |                             |
| 4 Химическая неоднородность металла, включения и газы в стали | Дендритная и зональная химическая неоднородность слитков и непрерыв-                                                              |                                                                                               |                             |

|                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                               |  |                         |
|--------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|-------------------------|
|                                                        | нолитых заготовок. Неметаллические включения и газы в слитках и непрерывнолитых заготовках (4)                                                                                                                                                                                |  |                         |
| 5 Дефекты стальных слитков и непрерывнолитых заготовок | Внутренние дефекты. Поверхностные дефекты. Дефекты формы (4)                                                                                                                                                                                                                  |  |                         |
| 6 Разливочные ковши. Истечение металла из ковша        | Сталеразливочные ковши: конструкция, огнеупорная футеровка, ковшевые затворы, эксплуатация. Гидродинамика истечения металла из ковша. Скорость и продолжительность разлива стали. Промежуточные ковши: конструкция, огнеупорная футеровка, ковшевые затворы, эксплуатация (3) |  | Изучение литературы (3) |
|                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                               |  |                         |

Оценка качества освоения дисциплины (модуля):

2.3.1. Форма промежуточной аттестации (экзамен)

2.3.2. Оценочные материалы

Примерные задачи для подготовки к экзамену

1. Сталь марки 60С2А разливается из 180-тонного сталеразливочного ковша на четырехручьева МНЛЗ радиального типа. Поперечное сечение слэбов 150×150 мм. Каким должен быть диаметр канала стаканов в промежуточном ковше для того, чтобы можно было поддерживать скорость вытягивания заготовок из кристаллизатора в пределах 1,9–3,1 м/мин? Провести классификацию данной марки стали.

2. Сталь марки 80 разливается из 120-тонного сталеразливочного ковша на четырехручьева МНЛЗ вертикального типа. Поперечное сечение заготовок 180×250 мм. Каким должен быть диаметр канала стакана в сталеразливочном ковше для того, чтобы можно было поддерживать скорость вытягивания заготовок из кристаллизатора в пределах 1,4–2,3 м/мин? Провести классификацию данной марки стали.

3. Сталь марки 15пс разливается из 220-тонного сталеразливочного ковша на двухручьева МНЛЗ криволинейного типа. Поперечное сечение слэбов 190×1200 мм, а мерная длина 7 м. Рабочая скорость вытягивания была 1,25 м/мин. Через 34 мин машина была аварийно остановлена. Сколько мерных слэбов было отлито и какова их общая масса? Провести классификацию данной марки стали.

4. Определить толщину слоя затвердевшего металла в середине зоны вторичного охлаждения длиной 9,8 м при разливе стали марки Св08А в заготовки сечением 150×150 мм со скоростью 2,6 м/мин. Кристаллизатор пятиручьева МНЛЗ радиального типа имеет высоту 900 мм. Провести классификацию данной марки стали.

5. Определить длину лунки жидкой стали марки 38ХМ внутри заготовок сечением 152×170 мм при скорости вытягивания 2,8 м/мин на пятиручьева МНЛЗ радиального типа. Провести классификацию данной марки стали.

Практические задания для подготовки к экзамену

ЗАДАНИЕ 1

1. Кристаллическая структура непрерывнолитых заготовок, отлитых на МНЛЗ вертикального типа.
2. Определить продолжительность затвердевания и глубину лунки жидкого металла в непрерывнолитой заготовке с размерами поперечного сечения 190×1500 мм из стали марки 18ГС при вытягивании со скоростью 1,3 м/мин.
3. Провести классификацию данной марки стали.

#### ЗАДАНИЕ 2

1. Кристаллическая структура слитков спокойной стали при разливке стали в уширенные сверху изложницы с прибыльными надставками.
2. Определить продолжительность затвердевания и глубину лунки жидкого металла в непрерывнолитой заготовке с размерами поперечного сечения 124×124 мм из стали марки 60С2А при вытягивании со скоростью 4,1 м/мин.
3. Провести классификацию данной марки стали.

#### ЗАДАНИЕ 3

1. Факторы, влияющие на зарождение и рост кристаллов при затвердевании стали.
2. Определить продолжительность затвердевания и глубину лунки жидкого металла в непрерывнолитой заготовке с размерами поперечного сечения 160×180 мм из стали марки 38ХГНМ при вытягивании со скоростью 2,6 м/мин.
3. Провести классификацию данной марки стали.

#### ЗАДАНИЕ 4

1. Макроструктура слитков спокойной стали при разливке в уширенные книзу изложницы с теплоизоляционными вставками, величина технологических отходов при прокатке.
2. Определить толщину слоя затвердевшего металла на выходе из кристаллизатора длиной 950 мм при разливке стали марки 18ГС на криволинейной МНЛЗ со скоростью 0,8 м/мин.
3. Провести классификацию данной марки стали.

#### ЗАДАНИЕ 5

1. Макроструктура слитков кипящей стали с механическим закупориванием и технологические отходы металла при прокатке. Роль поверхностной корки плотного металла в таких слитках, механизм ее формирования.
2. Определить толщину слоя затвердевшего металла на выходе из кристаллизатора длиной 1100 мм при разливке стали марки 15ХСНД на криволинейной МНЛЗ со скоростью 0,9 м/мин.
3. Провести классификацию данной марки стали.

#### Примерные вопросы для подготовки к экзамену

1. Кристаллическая структура непрерывнолитых заготовок, отлитых на МНЛЗ вертикального типа.
2. Кристаллическая структура слитков спокойной стали при разливке стали в уширенные сверху изложницы с прибыльными надставками.
3. Макроструктура непрерывнолитого сляба при разливке стали на МНЛЗ вертикального типа, величина технологических отходов металла.
4. Факторы, влияющие на зарождение и рост кристаллов при затвердевании стали.
5. Макроструктура слитков спокойной стали при разливке в уширенные сверху изложницы с прибыльными надставками, величина технологических отходов при их прокатке.
6. Макроструктура сортовой заготовки при непрерывной разливке стали на МНЛЗ радиального типа, величина технологических отходов металла.
7. Макроструктура слитков спокойной стали при разливке в уширенные книзу изложницы с теплоизоляционными вставками, величина технологических отходов при прокатке.
8. Макроструктура слитков кипящей стали и технологические отходы металла при прокатке. Роль поверхностной корки плотного металла в таких слитках, механизм её формирования.
9. Макроструктура слитков полуспокойной стали и технологические отходы металла при их прокатке. Роль поверхностных пузырей в таких слитках и механизм их формирования.

10. Кристаллическая структура непрерывнолитых заготовок, отлитых на МНЛЗ криволинейного типа.

### 2.3.3. Методические материалы

1. Селиванов В.Н., Столяров А.М. Изучение истечения стали из ковша на модели: Методические указания для выполнения лабораторной работы по дисциплине «Разливка и кристаллизация стали» для студентов специальности 150101 специализации «Металлургия стали»: Магнитогорск, МГТУ, 2006. 8с.

2. Столяров А.М., Селиванов В.Н. Изучение внутреннего строения стальной непрерывнолитой заготовки: Методические указания по выполнению лабораторной работы по дисциплине «Разливка и кристаллизация стали» для студентов направления 150400.62 «Металлургия» квалификации «бакалавр» – Магнитогорск: изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2014. 19с.

3. Селиванов В.Н., Столяров А.М. Дефекты стального слитка: Методические указания для выполнения лабораторной работы по дисциплине «Разливка и кристаллизация стали» для студентов специальности 110100: –Магнитогорск: МГТУ, 2003. 18с.

4. Селиванов В.Н., Столяров А.М. Определение технологических параметров разливки стали на слябовой МНЛЗ / Методические указания для выполнения курсовой работы по дисциплине «Разливка и кристаллизация стали» студентами специальности 150101 «Металлургия черных металлов» –Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ», 2010. 20с.

5. Селиванов В.Н., Столяров А.М. Определение технологических параметров разливки стали на сортовой МНЛЗ / Методические указания для выполнения курсовой работы по дисциплине «Разливка и кристаллизация стали» студентами специальности 150101 «Металлургия черных металлов» – Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ», 2010. 22с.

Организационно-педагогические условия реализации дисциплины (модуля):

#### а) Материально-технические условия

| Вид ресурса             | Характеристика ресурса                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Аудитория               | Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и практических занятий<br>Технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории: мультимедийные средства хранения, передачи и представления учебной информации. Специализированная мебель |
| Компьютерный класс      | Стационарный на 10 посадочных мест, доступ в Интернет                                                                                                                                                                                                                                        |
| Программное обеспечение | MS Windows 7<br>MS Office 2007<br>Kaspersky Endpoint Security для бизнеса-Стандартный                                                                                                                                                                                                        |

#### б) Учебно-методическое и информационное обеспечение

| Вид ресурса | Характеристика ресурса                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Литература  | 1. Булгакова, А.И. Основы получения отливок из сплавов на основе железа [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А. И. Булгакова, Т. Р. Гильманшина, В. Н. Баранов, Т. Н. Степанова. - Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2014. - 220 с. - ISBN 978-5-7638-2926-6. - Текст : электронный. - URL: <a href="https://new.znaniyum.com/catalog/product/507978">https://new.znaniyum.com/catalog/product/507978</a><br>2. Столяров, А. М. Технологические расчеты по непрерывной разливке стали : учебное пособие / А. М. Столяров, В. Н. Селиванов ; МГТУ. - [2-е изд., подгот. по печ. изд. 2011 г.]. - Магнитогорск : МГТУ, 2015. - 1 электрон. опт. диск (CD- |

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | ROM). - Загл. с титул. экрана. URL:<br><a href="https://magtu.informsistema.ru/uploader/fileUpload?name=1556.pdf&amp;show=dcatalogues/1/1124795/1556.pdf&amp;view=true">https://magtu.informsistema.ru/uploader/fileUpload?name=1556.pdf&amp;show=dcatalogues/1/1124795/1556.pdf&amp;view=true</a> - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM. |
|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

в) Кадровые условия

Кадровое обеспечение осуществляют:

преподавательский состав из числа докторов, кандидатов наук кафедры металлургии и химических технологий.

## Дисциплина 16. Конструкции и проектирование сталеплавильных цехов

Целью освоения дисциплины «Конструкции и проектирование сталеплавильных цехов» является развитие у студентов личностных качеств, а также формирование компетенций в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки бакалавров 22.03.02 Металлургия. Профессиональный стандарт: 27.034 - Специалист по кислородно-конвертерному производству стали, 27.057 - Специалист по электросталеплавильному производству, а также формирование у студентов представлений об основных принципах проектирования предприятий, зданий и сооружений, общем устройстве сталеплавильных цехов, о методах выполнения конструкторских расчетов.

Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю).

В результате освоения дисциплины (модуля) у слушателей должны быть сформированы следующие **компетенции**:

| Структурный элемент компетенции                                                            | Планируемые результаты обучения                                                                    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК-2 Способен выполнять задачи по проектированию основного и вспомогательного оборудования |                                                                                                    |
| Знать                                                                                      | основные приемы проектирования<br>задачи проектирования<br>основное и вспомогательное оборудование |
| Уметь                                                                                      | распознавать эффективное решение от неэффективного при решении задач проектирования                |
| Владеть                                                                                    | методами проектирования<br>навыками построения чертежей                                            |

Содержание дисциплины (модуля):

| №, наименование темы                            | Наименование практических занятий или семинаров или др. (количество часов)                                                                                                                        | Виды СРС (количество часов) |
|-------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
| 1                                               | 2                                                                                                                                                                                                 | 3                           |
| 1. Основы организации и методики проектирования | Объекты, цели и задачи проектирования; стадийность в проектировании и процесс проектирования, документация источники принятия проектных решений; принципы и методы проектирования (2)             |                             |
| 3 Кислородно-конвертерные цехи                  | Структура и планировка современного ККЦ (6)                                                                                                                                                       |                             |
| 4 Электросталеплавильные цехи                   | Структура и планировка современного ЭСПЦ (6)                                                                                                                                                      |                             |
| 5 Реконструкция сталеплавильных цехов           | Особенности выполнения и содержания проекта реконструкции; направления, пути и технические решения по реконструкции и модернизации конвертерных, мартеновских и электросталеплавильных цехов (19) | Выполнение расчетов (9)     |

|  |    |   |
|--|----|---|
|  | 66 | 2 |
|--|----|---|

Оценка качества освоения дисциплины (модуля):

1.3.1. Форма промежуточной аттестации (зачетО)

1.3.2. Оценочные материалы

Курсовой проект является логическим завершением практических занятий, а также проверкой готовности студентов к итоговой аттестации. Темой курсового проекта является “Проект кислородно-конвертерного цеха с заданной годовой производительностью”.

Составными частями проекта являются все основные, которые имеют место при решении аналогичных вопросов в дипломном и реальном проекте:

1. Обоснование основных положений работы.
2. Конструирование кислородно-конвертерного цеха.
3. Оценка эффективности принятого конструктивного решения.

Курсовой проект состоит из чертежа цеха (план и разрез), выполненного на листе формата А1 (594 × 841 мм) и пояснительной записки. Записка (на листах формата А4 (210 × 297 мм) и чертеж оформляются в строгом соответствии с действующими общероссийскими стандартами (ГОСТами) и вузовскими нормативами (СТП).

Примерные вопросы для экзамена

1. Назначение и устройство газоочистки сталеплавильного цеха, определение её размеров.
2. Рабочее пространство кислородного конвертера и ДСП: форма, размеры, мероприятия по увеличению стойкости
3. Устройство кислородного конвертера с верхней, нижней и комбинированной подачей дутья.
4. Устройство рабочего пространства высокомошной ДСП. Основные ТЭП современной ДСП.
5. Основные аналоги существующих в РФ кислородо-конвертерных и сталеплавильных цехов

2.3.3. Методические материалы

Методические материалы не предусмотрены

Организационно-педагогические условия реализации дисциплины (модуля):

а) Материально-технические условия

| Вид ресурса             | Характеристика ресурса                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|-------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Аудитория               | Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и практических занятий<br>Технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории: мультимедийные средства хранения, передачи и представления учебной информации.<br>Специализированная мебель |
| Компьютерный класс      | Стационарный на 10 посадочных мест, доступ в Интернет                                                                                                                                                                                                                                           |
| Программное обеспечение | MS Windows 7<br>MS Office 2007<br>КОМПАС 3D<br>Kaspersky Endpoint Security для бизнеса-Стандартный                                                                                                                                                                                              |

б) Учебно-методическое и информационное обеспечение

| Вид ресурса | Характеристика ресурса                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Литература  | <p>1. 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: <a href="https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=2568.pdf&amp;show=dcatalogues/1/1130370/2568.pdf&amp;view=true">https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=2568.pdf&amp;show=dcatalogues/1/1130370/2568.pdf&amp;view=true</a> (дата обращения: 04.10.2019). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.</p> <p>2. Протасов, А. В. Машины и агрегаты металлургического производства. Агрегаты внепечной обработки жидкой стали. Курс лекций : учебное пособие / А. В. Протасов, Б. А. Сивак, Н. А. Чиченев. — Москва : МИСИС, 2009. — 182 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/1847">https://e.lanbook.com/book/1847</a></p> |

в) Кадровые условия

Кадровое обеспечение осуществляют:

преподавательский состав из числа докторов, кандидатов наук кафедры металлургии и химических технологий.

## Дисциплина 17. Ковшевая обработка стали

### Цель освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Ковшевая обработка стали» является развитие у студентов личностных качеств, а также формирование компетенций в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки бакалавров 22.03.02 Metallurgy. Профессиональный стандарт: 27.034 - Специалист по кислородно-конвертерному производству стали, 27.057 - Специалист по электросталеплавному производству, а также получение знаний по основам теории и практики технологии ковшевой обработки стали, формирование у обучающихся навыков для решения конкретных задач управления технологическими процессами в сталеплавильных цехах, рациональной эксплуатации агрегатов, применению различных способов ковшевой обработки и доводки стали, повышения эффективности существующих и разработки новых технологических процессов.

Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю).

В результате освоения дисциплины (модуля) у слушателей должны быть сформированы следующие **компетенции**:

| Структурный элемент компетенции                                                                                   | Планируемые результаты обучения                                                                                                               |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК-1 Способен выполнять технологические операции по получению металлургической продукции, ее дальнейшей обработке |                                                                                                                                               |
| Знать                                                                                                             | основные приемы ковшевой обработки стали<br>задачи ковшевой обработки стали<br>основное и вспомогательное оборудование для ковшевой обработки |
| Уметь                                                                                                             | Осуществлять технологические операции по ковшевой обработке стали                                                                             |
| Владеть                                                                                                           | методами ковшевой обработки стали                                                                                                             |

Содержание дисциплины:

| №, 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 процесса ковшевой обработки стали | 1.1. Современное состояние и пути развития ковшевой обработки стали (2)                 | -                                                                          |                             |
|                                                           | 1.2. Роль и значение ковшевой обработки в решении основных задач производства стали (2) |                                                                            |                             |
| 2 Ковшевая обработка стали нейтральными газами            | 2.1. Термодинамика и кинетика рафинирования металла, параметры продувки (2)             | Расчет по теме «Ковшевая обработка стали нейтральными газами» (3)          | 1                           |
|                                                           | 2.2. Физико-химические и тепловые процессы (1)                                          |                                                                            |                             |

|                                                      |                                                                                               |                                                          |   |
|------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|---|
|                                                      | 2.3. Техничко-экономические показатели. Качество металл (1)                                   |                                                          |   |
| 3 Вакуумирование стали                               | 3.1. Растворимость газов в стали. Дегазация металла при вакуумировании (2)                    | Расчет по теме : Вакуумирование стали заданной марки (4) | 1 |
|                                                      | 3.2. Получение стали с особонизким содержанием углерода (1)                                   |                                                          |   |
|                                                      | 3.3. Способы вакуумной обработки. Технология вакуумирования стали. Достигаемые результаты (2) |                                                          |   |
| 4 Ковшечая обработка стали шлаками                   | 4.1. Ковшечая обработка стали жидким синтетическим шлаком (2)                                 |                                                          |   |
|                                                      | 4.2. Ковшечая обработка стали твердыми шлакообразующими смесями (2)                           |                                                          |   |
|                                                      | 4.3. Особенности технологии обработки металла. Достигаемые результаты (1)                     |                                                          |   |
| 5 Ковшечая обработка стали металлическими порошками. | 5.1. Технология обработки. Достигаемые результаты (2)                                         | -                                                        |   |
| 6 Обработка стали на агрегате «ковш-печь».           | 6.1. Оборудование и технология обработки. Достигаемые результаты (2)                          | Обработка стали на агрегате «ковш-печь» (4)              | 1 |

Оценка качества освоения дисциплины:

Форма промежуточной аттестации (экзамен)

Оценочные материалы

1. Растворимость кислорода в стали.
2. Растворимость водорода в стали.
3. Растворимость азота в стали.
4. Порционный способ вакуумирования стали.
5. Циркуляционный способ вакуумирования стали.
6. Камерный способ вакуумирования стали.
7. Способы продувки стали в ковше инертным газом.
8. Технология введения в сталь порошковых материалов.
9. Технология ковшечой обработки стали твердой шлакообразующей смесью.
10. Технология ковшечой обработки стали жидким синтетическим шлаком.
11. Оборудование агрегата «ковш-печь».
12. Технология обработки стали на агрегате «ковш-печь».
13. Устройство и принцип работы вакууматора ДН.
14. Устройство и принцип работы вакууматора РН.
15. Устройство агрегата доводки стали.
16. Технология ковшечой обработки стали на АДС.
17. Особенности ковшечой обработки особонизкоуглеродистой стали.
18. Особенности ковшечой обработки особонизкосернистой трубной стали.
19. Способы ковшечой обработки стали, решаемые задачи.
20. Технология ковшечой обработки стали в процессе выпуска из кислородного конвертера.
21. Технология ковшечой обработки стали в процессе выпуска из современной дуговой сталеплавильной печи.

2.3.3. Методические материалы не предусмотрены

Организационно-педагогические условия реализации дисциплины (модуля):

а) Материально-технические условия

| Вид ресурса             | Характеристика ресурса                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Аудитория               | Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и практических занятий<br>Технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории: мультимедийные средства хранения, передачи и представления учебной информации. Специализированная мебель |
| Компьютерный класс      | Стационарный на 10 посадочных мест, доступ в Интернет                                                                                                                                                                                                                                        |
| Программное обеспечение | MS Windows 7<br>MS Office 2007<br>Kaspersky Endpoint Security для бизнеса-Стандартный                                                                                                                                                                                                        |

б) Учебно-методическое и информационное обеспечение

| Вид ресурса                          | Характеристика ресурса                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|--------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Нормативные правовые акты/регламенты | --                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Литература                           | <p>1. Основы металлургического производства [Электронный ресурс] : учебник / В.А. Бигеев [и др.]. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 616 с. — Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/90165">https://e.lanbook.com/book/90165</a>.</p> <p>2. Лузгин, В.П. Металлургия стали: Внепечная обработка стали : учебное пособие / В.П. Лузгин, С.В. Казаков. — Москва : МИСИС, 2003. — 47 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/117007">https://e.lanbook.com/book/117007</a></p> <p>3. Бигеев, В. А. Металлургические технологии в высокопроизводительном электросталеплавильном цехе : учебное пособие / В. А. Бигеев, А. М. Столяров, А. Х. Валихметов ; МГТУ. — Магнитогорск : МГТУ, 2016. — 1 электрон. Опт. Диск (CD-ROM). — Загл. С титул. Экрана. — URL: <a href="https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=2662.pdf&amp;show=catalogues/1/1131349/2662.pdf&amp;view=true">https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=2662.pdf&amp;show=catalogues/1/1131349/2662.pdf&amp;view=true</a></p> |
| Электронные ресурсы                  | --                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Методические материалы               | <p>Колесников, Ю. А. Металлургические технологии в высокопроизводительном конвертерном цехе : учебное пособие / Ю. А. Колесников, Б. А. Буданов, А. М. Столяров ; под ред. В. А. Бигеева; МГТУ. - [2-е изд., подгот. по печ. изд. 2015 г.]. - Магнитогорск : МГТУ, 2016. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <a href="https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=2674.pdf&amp;show=catalogues/1/1131421/2674.pdf&amp;view=true">https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=2674.pdf&amp;show=catalogues/1/1131421/2674.pdf&amp;view=true</a></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Раздаточные материалы                | --                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |

в) Кадровые условия

Кадровое обеспечение осуществляют:

преподавательский состав из числа докторов, кандидатов наук кафедры металлургии и химических технологий

## Дисциплина 18. Проектирование доменных печей

Цель освоения дисциплины (модуля): развитие у студентов личностных качеств, а также формирование компетенций в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки бакалавров 22.03.02 Metallurgy. Профессиональный стандарт: 27.096 - Специалист по анализу и совершенствованию технологии в доменном производстве.

В результате освоения дисциплины у обучающегося должны быть сформированы компетенции при решении профессиональных вопросов в области производства чугуна.

**В результате освоения дисциплины (модуля) у слушателей должны быть сформированы следующие компетенции:**

| ПК- принимать участие в вопросах проектирования металлургических узлов и агрегатов |                                                                                                                                                                   |
|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Знать                                                                              | устройство доменной печи и ее технические характеристики;<br>основные соотношения размеров отдельных частей профиля доменной печи;<br>методы компьютерной графики |
| Уметь                                                                              | задать необходимые параметры проектирования                                                                                                                       |
| Владеть                                                                            | методами расчета отдельных узлов доменной печи<br>методами построения чертежа                                                                                     |

Содержание дисциплины (модуля):

| №, наименование темы                     | Содержание лекций (количество часов)                                 | Наименование практических занятий или семинаров или др. (количество часов) | Виды СРС (количество часов) |
|------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
| 1. Профиль доменной печи                 | Рациональные размеры и очертания элементов профиля доменной печи (1) |                                                                            |                             |
|                                          | Размеры и очертания профилей доменных печей России и мира (2)        |                                                                            |                             |
|                                          | Влияние размеров и очертания профиля на работу доменных печей (1)    | Расчет профиля доменной печи по известному диаметру горна (6)              | 3                           |
| 1. Огнеупорная кладка доменной печи      | Разрушающие факторы, действующие на футеровку (1)                    |                                                                            |                             |
|                                          | Огнеупорные материалы для выкладки профиля доменной печи (1)         | Расчет огнеупорной футеровки доменной печи (8)                             | 3                           |
|                                          | Особенности выкладки отдельных элементов профиля (3)                 | Выполнение чертежа по данным расчета (8)                                   | 3                           |
| 2. Вспомогательное оборудование доменной | Система охлаждения доменной печи (1)                                 |                                                                            |                             |
|                                          | Арматура и металлоконструкции доменной печи (1)                      |                                                                            |                             |

|      |  |  |
|------|--|--|
| печи |  |  |
|------|--|--|

Оценка качества освоения дисциплины (модуля):

2.3.1. Форма промежуточной аттестации (зачетО)

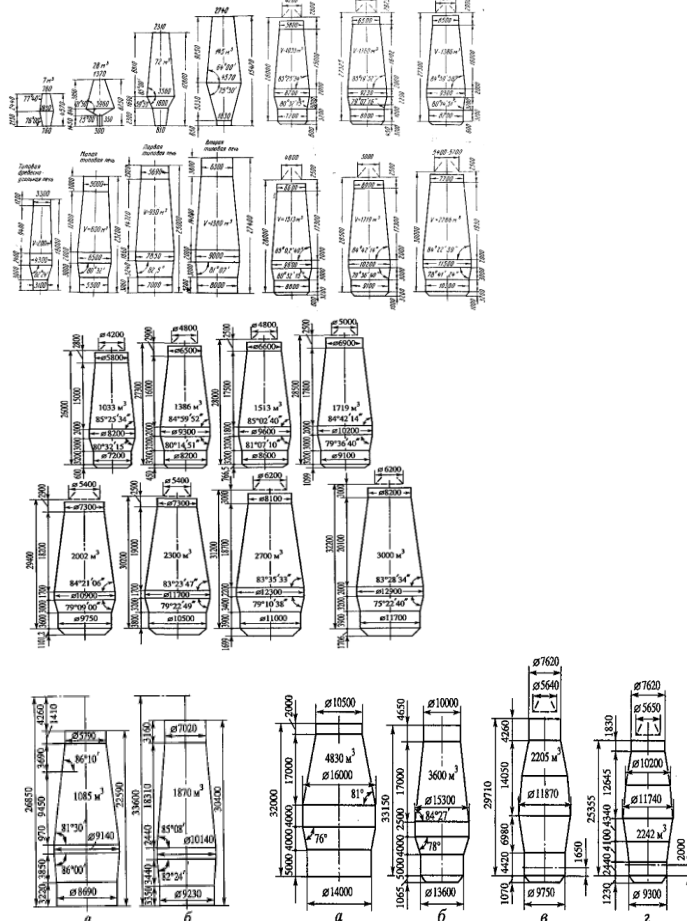
2.3.2. Оценочные материалы

#### АКР №1 «Профиль доменной печи»

1. Профиль доменной печи: определение, основные зависимости, методы расчёта
2. Назначение и устройство шахты доменной печи, определение её размеров.
3. Колошник доменной печи
4. Распар доменной печи. Основные размеры. Технологическая роль.
5. Профиль доменной печи. Рациональные размеры и очертание отдельных элементов профиля
6. Шахта и распар. Назначение. Влияние различных факторов на размеры и очертания.
7. Профиль доменной печи. Технологическая роль каждого элемента профиля

#### АКР №2 «Рациональное очертание и размеры профиля доменной печи»

1. По представленным рисункам очертания и размеров профилей доменных печей определить наиболее рациональный.
2. По представленному рисунку описать развитие профиля доменной печи. Описать достоинства и недостатки представленных профилей



#### АКР №3 «Огнеупорные материалы»

1. Огнеупорная кладка заплечиков. Особенности.
2. Лещадь доменной печи: разновидности конструкций, диапазон их использования, применяемые огнеупорные изделия и материалы технологическая роль, особенности конструкции.
3. Огнеупорная футеровка доменной печи. Виды огнеупоров. Объяснить способы выкладки каждого элемента профиля

4. Огнеупорная кладка доменной печи: характеристика факторов, способствующих её сохранению.
5. Характеристика разрушающих факторов, действующих на огнеупорную кладку доменной печи.
6. Колошниковая защита: назначение, разновидности конструкций
7. Фундамент доменной печи: назначение, основные требования, особенности конструкции.

Курсовой проект выполняется обучающимся самостоятельно под руководством преподавателя. При выполнении курсового проекта обучающийся должен показать свое умение работать с нормативным материалом и другими литературными источниками, а также возможность систематизировать и анализировать фактический материал и самостоятельно творчески его осмысливать.

В начале изучения дисциплины преподаватель предлагает обучающимся на выбор перечень тем курсового проекта. Тематика курсового проекта по дисциплине «Проектирование доменных печей» представляет собой выполнение расчета профиля и огнеупорной кладки для доменной печи с известным диаметром горна и сырьевыми условиями работы печи. Причем, для эталона обучающемуся предлагаются показатели работы доменной печи ПАО «ММК» в период работы с наилучшими ТЭП. Каждый обучающийся имеет в качестве эталона различные доменные печи ПАО «ММК», а диаметры горна проектируемой доменной печи у обучающихся не совпадают.

После выбора темы преподаватель формулирует задание по курсовому проекту и рекомендует перечень литературы для его выполнения.

В процессе написания курсового проекта обучающийся должен разобраться в теоретических вопросах избранной темы, самостоятельно проанализировать практический материал, разобрать и обосновать практические предложения, сделать расчет профиля и огнеупорной футеровки, выполнить чертеж вертикального разреза спроектированной доменной печи на миллиметровке (ватмане) формата А1 или в программе графических редакторов на компьютере.

### 2.3.3. Методические материалы

Организационно-педагогические условия реализации дисциплины (модуля):

#### а) Материально-технические условия

| Вид ресурса             | Характеристика ресурса                               |
|-------------------------|------------------------------------------------------|
| Аудитория               | Лекционная, оборудованная проектором, экраном        |
| Компьютерный класс      | Стационарный на 5 посадочных мест, доступ в Интернет |
| Программное обеспечение | МО, Компас                                           |

#### б) Учебно-методическое и информационное обеспечение

| Вид ресурса         | Характеристика ресурса                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Литература          | 1. Основы металлургического производства : учебник / В.А. Бигеев, К.Н. Вдовин, В.М. Колокольцев, В.М. Салганик. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 616 с. — ISBN 978-5-8114-2486-3. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/90165">https://e.lanbook.com/book/90165</a> |
| Электронные ресурсы | 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                                                                                                                            |

#### 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:

Лица, успешно освоившие дополнительную профессиональную программу профессиональной переподготовки сдают итоговый междисциплинарный экзамен.

#### 3.2. Оценочные материалы

Оценка качества освоения программы осуществляется аттестационной комиссией в виде итогового междисциплинарного экзамена в устной/письменной форме на основе пятибалльной системы оценок по основным разделам программы.

Слушатель считается аттестованным, если имеет положительные оценки («удовлетворительно», «хорошо» или «отлично») по всем разделам программы, выносимым на экзамен.

Билеты для экзамена включают два вопроса, определяющих в совокупности формирование профессиональных компетенций слушателя.

Список вопросов, выносимых на итоговый междисциплинарный экзамен:

1. Схема агломерационной машины и сущность процесса агломерации.
2. Реакции в полости фурменного очага при горении кокса и природного газа.
3. Константа химического равновесия и ее определение.
4. Физико-химические и тепловые процессы во вторичной реакционной зоне при продувке металлического расплава кислородом.
5. Обработка стали на агрегате «печь-ковш»: цели, устройство агрегата, технология.
6. Основные факторы, влияющие на величину скорости вытягивания непрерывнолитой заготовки из кристаллизатора.
7. Факторы, влияющие на прочность увлажненных окатышей.
8. Физическое состояние зоны горения в доменной печи.
9. Упругость диссоциации оксидов. Сродство к кислороду главных элементов.
10. Особенности окисления углерода в кислородном конвертере.
11. Ковшовая обработка стали на агрегате доводки: цели, устройство агрегата, технология.
12. Основные функции шлакообразующей смеси в кристаллизаторе МНЛЗ.
13. Удаление вредных примесей при производстве агломерата и окатышей.
14. Определяющие зоны доменной печи по условиям движения шихты и газов.
15. Строение металлических расплавов. Активность компонентов в металлических расплавах.
16. Поведение фосфора в процессе продувки в кислородном конвертере.
17. Ковшовая обработка стали жидким синтетическим шлаком: цели, способы осуществления.
18. Кристаллическое строение слябовой непрерывнолитой заготовки, отлитой на вертикальной МНЛЗ.
19. Способы интенсификации процесса производства агломерата.
20. Основные мероприятия по совершенствованию доменной плавки.
21. Металлургические шлаки. Строение шлаковых расплавов. Активность компонентов шлакового расплава.
22. Плавка стали в дуговой сталеплавильной печи без восстановительного периода.
23. Ковшовая обработка стали твердыми шлакообразующими смесями: цели, технология.
24. Кристаллическое строение слябовой непрерывнолитой заготовки, отлитой на криволинейной МНЛЗ.
25. Высокотемпературный процесс упрочнения окатышей с участием жидких фаз и в твердой фазе.
26. Особенности теплообмена между потоками газа и шихты в доменной печи.
27. Термодинамика восстановления оксидов газами.
28. Конструкция современной дуговой сталеплавильной печи.
29. Особенности технологии ковшовой обработки стали с особонизким содержанием углерода.

30. Кристаллическое строение сортовой непрерывнолитой заготовки, отлитой на радиальной МНЛЗ.
31. Реакции между твердыми фазами и их значение при производстве агломерата и обжиге окатышей.
32. Основные показатели тепловой работы доменной печи.
33. Термодинамика восстановления оксидов твердым углеродом.
34. Электрическая дуга и ее природа.
35. Особенности технологии ковшевой обработки стали с низким содержанием серы.
36. Поверхностные трещины непрерывнолитой заготовки: разновидности, причины возникновения.
37. Факторы, оказывающие влияние на качество агломерата.
38. Факторы, оказывающие влияние на содержание серы в чугунах.
39. Термодинамика восстановления оксидов с переходом металла в раствор.
40. Значение и поведение кремния, марганца, фосфора и серы в процессе плавки стали в дуговой сталеплавильной печи.
41. Особенности технологии ковшевой обработки стали с низким содержанием азота.
42. Внутренние трещины непрерывнолитой заготовки: разновидности, причины возникновения.
43. Процесс формирования минералогического состава агломерата и влияние на него степени офлюсования и расхода топлива.
44. Реакции восстановления железа и примесей чугуна по высоте доменной печи.
45. Распределение компонентов металлургических систем между металлом и шлаком.
46. Особенности шлакового режима дуговой сталеплавильной печи.
47. Особенности технологии ковшевой обработки стали с низким содержанием водорода.
48. Схема технологической оси криволинейной слябовой МНЛЗ с указанием основных узлов и агрегатов.
50. Получение сырых окатышей в окомкователях разных типов.
51. Характер плавления и шлакообразования по высоте и сечению доменной печи.
52. Термодинамика обезуглероживания металлического расплава.
53. Основные технологические режимы (профили) выплавки стали в дуговой сталеплавильной печи.
54. Ковшовая продувка стали инертным газом: цели и способы осуществления.
55. Схема технологической оси криволинейной слябовой МНЛЗ с вертикальным участком, указать основные узлы и агрегаты.
56. Факторы, оказывающие влияние на производительность агломерационной машины.
57. Особенности выплавки ванадиевого чугуна из ванадийсодержащего титаномagnetитового сырья.
58. Десульфурация чугуна и стали.
59. Общая характеристика сопла Лавалля и принцип его работы.
60. Вакуумная обработка стали в ковше порционным способом: цели, устройство агрегата, технология.
61. Схема технологической оси радиальной сортовой МНЛЗ с указанием основных узлов и агрегатов.
62. Факторы, оказывающие влияние на качество окатышей.
63. Способы расчета удельного расхода кокса и производительности доменной печи при изменении условий работы.
64. Важнейшие термодинамические функции состояния системы: энтальпия, энтропия, энергия Гиббса и их использование в теории металлургических процессов.
65. Структура реакционной зоны при продувке металлического расплава кислородом.
66. Вакуумная обработка стали в ковше циркуляционным способом: цели, устройство агрегата, технология.
67. Основной метод непрерывной разливки стали на МНЛЗ «плавка на плавку»: сущность, преимущества, проблемы.

68. Физико-химические процессы в различных зонах конвейерной машины при обжиге сырых окатышей.
69. Оптимальность распределения шихтовых материалов на колошнике доменной печи.
70. Химическое равновесие. Смещение равновесия при внешних воздействиях на систему. Принцип Ле-Шателье.
71. Физико-химические и тепловые процессы в первичной реакционной зоне при продувке металлического расплава кислородом.
72. Ковшовая обработка стали порошкообразными материалами: цели, устройство агрегата, технология.
73. Основные требования к температуре стали в промежуточном ковше МНЛЗ.

3.3. Методические материалы не предусмотрены

#### **4 СОСТАВИТЕЛИ ПРОГРАММЫ**

**Макарова Ирина Владимировна**, доцент кафедры металлургии и химических технологий, канд. техн. наук:

**Разработанные модули:**

Особенности технологии доменной плавки в условиях ПАО «ММК»  
Выплавка стали в современных конвертерных цехах  
Английский язык в профессиональной коммуникации (металлургия черных металлов)  
Электрометаллургия стали и сплавов  
Анализ информационных источников по работе доменных печей в мировой практике  
Теория и технология подготовки сырьевых материалов к металлургическому переделу  
Моделирование процессов и объектов в металлургии  
Обработка производственных данных и анализ работы доменных печей ПАО «ММК»  
Производство ферросплавов  
Управление технологическими процессами производства чугуна в доменных печах  
Планирование эксперимента в металлургии черных металлов  
Разливка и кристаллизация стали  
Конструкции и проектирование сталеплавильных цехов  
Ковшовая обработка стали  
Проектирование доменных печей

**Юдина Светлана Владимировна**, старший преподаватель кафедры металлургии и химических технологий:

**Разработанные модули:**

Физическая химия металлургических процессов

**Харченко Максим Викторович**, аспирант кафедры механики:

**Разработанные модули:**

Прочностные расчеты сложных механических систем

**Пономарева Ольга Станиславовна**, доцент кафедры менеджмента, канд. эконом. наук:

**Разработанные модули:**

Производственный менеджмент

