

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Котова Дарина Анатольевна  
Должность: Директор филиала  
Дата подписания: 14.02.2023 15:51:57  
Уникальный программный ключ:  
10730ffe6b1ed036b744b6e9d97700b86e5c04a7

## МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
"Национальный исследовательский университет «МИСиС»  
Новотроицкий филиал

Рабочая программа утверждена  
решением Ученого совета  
НИТУ «МИСиС»  
от «31» августа 2020 г.  
протокол № 1-20

# ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВЫБОРУ Б1.В.ДВ.3 Теория и технология производства стали рабочая программа дисциплины (модуля)

|                         |   |                          |  |
|-------------------------|---|--------------------------|--|
| Закреплена за кафедрой  | <b>Кафедра металлургических технологий и оборудования (Новотроицкий филиал)</b>   |                          |  |
| Учебный план            | 22.03.02_18_Металлургия_Pr1_заоч_2020.plz.xml<br>Направление подготовки 22.03.02 Металлургия Профиль. Металлургия черных металлов |                          |  |
| Квалификация            | <b>Бакалавр</b>   |                          |  |
| Форма обучения          | <b>заочная</b>  |                          |  |
| Общая трудоемкость      | <b>5 ЗЕТ</b>  |                          |  |
| Часов по учебному плану | 180   | Виды контроля на курсах: |  |
| в том числе:            |   | экзамены 4               |  |
| аудиторные занятия      | 38  | курсовые работы 4        |  |
| самостоятельная работа  | 133   |                          |  |
| часов на контроль       | 9   |                          |  |

### Распределение часов дисциплины по курсам

| Курс              | 4   |     | Итого |     |
|-------------------|-----|-----|-------|-----|
|                   | уп  | рп  |       |     |
| Лекции            | 20  | 20  | 20    | 20  |
| Лабораторные      | 6   | 6   | 6     | 6   |
| Практические      | 12  | 12  | 12    | 12  |
| В том числе инт.  | 12  | 12  | 12    | 12  |
| Итого ауд.        | 38  | 38  | 38    | 38  |
| Контактная работа | 38  | 38  | 38    | 38  |
| Сам. работа       | 133 | 133 | 133   | 133 |
| Часы на контроль  | 9   | 9   | 9     | 9   |
| Итого             | 180 | 180 | 180   | 180 |

Программу составил(и):

к.т.н., зав. каф., Шаповалов А.Н. \_\_\_\_\_

Рабочая программа дисциплины

**Теория и технология производства стали**

разработана в соответствии с ОС ВО НИТУ «МИСиС»:

Образовательный стандарт высшего образования НИТУ "МИСиС" по направлению подготовки 22.03.02 Metallургия (уровень бакалавриата). Утвержден приказом НИТУ "МИСиС" от 02 декабря 2015г. №602о.в.

составлена на основании учебного плана:

Направление подготовки 22.03.02 Metallургия Профиль. Metallургия черных металлов  
утвержденного учёным советом вуза от 21.05.2020 протокол № 10/зг.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

**Кафедра металлургических технологий и оборудования (Новотроицкий филиал)**

Протокол от 18.06.2020 г. № 11

Срок действия программы: 2020-2021 уч.г.

Зав. кафедрой к.т.н., доцент, Шаповалов А.Н.

\_\_\_\_\_  
*подпись*

\_\_\_\_\_  
*И.О. Фамилия*

Руководитель ОПОП ВО

\_\_\_\_\_  
*подпись*

\_\_\_\_\_  
*И.О. Фамилия*

**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ, ПРАКТИКИ, НИР)**

|     |  |
|-----|--|
| 1.1 | Подготовить выпускников к производственно-технологической деятельности, связанной с эксплуатацией агрегатов по выплавке и выпечной обработке стали.  |
| 1.2 | Изучить основные типы сталеплавильных агрегатов, современные технологические процессы выплавки стали и выпечной обработки, обеспечивающие получение качественных сталей с минимальными энергозатратами и воздействиями на окружающую среду.  |
| 1.3 | Научить пониманию принципов работы агрегатов сталеплавильного передела, включая теоретические основы производства стали, конструкции основных сталеплавильных агрегатов, технологические операции и показатели плавки, теплотехнические процессы: кинетика, термодинамика, тепло- и массообмен, гидро- и аэродинамика. |
| 1.4 | Сформировать способности видения проблем и тенденций развития современного сталеплавильного производства и определения основных технических показателей работы металлургических агрегатов, используемых для производства стали.  |

**2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ, ПРАКТИКИ, НИР) В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО**

|                    |  |
|--------------------|--|
| Цикл (раздел) ООП: | Б1.В.ДВ.3  |
| <b>2.1</b>         | <b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>   |
| 2.1.1              | Материаловедение   |
| 2.1.2              | Металлургические технологии  |
| 2.1.3              | Теория металлургических процессов  |
| 2.1.4              | Термодинамика и кинетика металлургических процессов  |
| 2.1.5              | Теплотехника   |
| <b>2.2</b>         | <b>Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b> |
| 2.2.1              | Курсовая научно-исследовательская работа (часть 3)   |
| 2.2.2              | Оборудование аглодоменного и сталеплавильного производств  |
| 2.2.3              | Проектирование сталеплавильных и доменных цехов  |
| 2.2.4              | Разливка и кристаллизация стали  |
| 2.2.5              | Теория и технология разливки стали   |

**3. ЦЕЛИ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ, ПРАКТИКИ, НИР), СООТНЕСЕННЫЕ С СООТВЕТСТВУЮЩИМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ, КОТОРЫЕ ДОЛЖНЫ БЫТЬ ДОСТИГНУТЫ ОБУЧАЮЩИМСЯ****ПК-3.1 : Способность осуществлять и корректировать технологические процессы в металлургии и материалообработке****Знать:**

|           |   |
|-----------|---|
| Уровень 1 | Устройство, принцип действия и правила эксплуатации тех-нологического оборудования для выплавки и ковшевой обра-ботки стали |
| Уровень 2 |   |
| Уровень 3 |   |

**Уметь:**

|           |   |
|-----------|---|
| Уровень 1 | Осуществлять технологический процесс производства жидкой стали с учетом особенностей оборудования и требований к качеству продукции |
| Уровень 2 |   |
| Уровень 3 |   |

**Владеть:**

|           |   |
|-----------|---|
| Уровень 1 | Методами расчета шихты, материального и теплового ба-лансов сталеплавильных процессов |
| Уровень 2 |   |
| Уровень 3 |   |

**ПСК-2 : Способность анализировать и совершенствовать технологические процессы получения жидкой стали и сплавов****Знать:**

|           |  |
|-----------|--|
| Уровень 1 | Влияние технологических параметров плавки и конструктивных особенностей плавильного оборудования на технико-экономические показатели производства жидкой стали |
| Уровень 2 |  |
| Уровень 3 |  |

**Уметь:**

|           |  |
|-----------|--|
| Уровень 1 | Анализировать и совершенствовать технологические процессы производства стали в современных |
|-----------|--|

|   |  |
|---|--|
|   | плавильных агрегатах   |
| Уровень 2   |  |
| Уровень 3   |  |
| <b>Владеть:</b>   |  |
| Уровень 1   | Методикой определения оптимальных технологических параметров выплавки стали в современных плавильных агрегатах   |
| Уровень 2   |  |
| Уровень 3   |  |
| <b>УК-11.1 : Способность управлять своей профессиональной деятельностью или проектами в соответствующей профессиональной сфере, брать на себя ответственность за принятие решений</b> |  |
| <b>Знать:</b>   |  |
| Уровень 1   | Основные закономерности химических и физико-химических процессов сталеплавильного производства, современные тех-нологии производства стали требуемого качества |
| Уровень 2   |  |
| Уровень 3   |  |
| <b>Уметь:</b>   |  |
| Уровень 1   | Рассчитывать и анализировать химические и физико-химические процессы, связанные с производством стали  |
| Уровень 2   |  |
| Уровень 3   |  |
| <b>Владеть:</b>   |  |
| Уровень 1   | Методами выбора рациональных способов производства стали с учетом решения задач энерго- и ресурсосбережения, и охраны окружающей среды                         |
| Уровень 2   |  |
| Уровень 3   |  |

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ, ПРАКТИКИ, НИР)

| Код занятия | Наименование разделов и тем /вид занятия/   | Семестр / Курс | Часов | Компетен-ции         | Литература                       | Примечание                                 |
|-------------|---|----------------|-------|----------------------|----------------------------------|--|
|             | <b>Раздел 1. Основы теории сталеплавильных процессов.</b>   |                |       |                      |                                  |  |
| 1.1         | Предмет и задачи курса. Продукты сталеплавильного производства и их свойства. Шихтовые материалы сталеплавильных процессов. /Лек/   | 4              | 2     | ПСК-2 ПК-3.1 УК-11.1 | Л1.1<br>Л1.2Л2.1<br>Э1 Э2 Э3     |  |
| 1.2         | Основные реакции сталеплавильных процессов и их влияние на ход плавки. Реакция обезуглероживания, ее роль в процессах тепло- и массопереноса в сталеплавильных процессах. /Лек/ | 4              | 2     | ПСК-2 ПК-3.1 УК-11.1 | Л1.1<br>Л1.2Л2.1<br>Э1 Э2 Э3     |  |
| 1.3         | Окисление марганца, кремния. Процессы десульфурации и дефосфорации в сталеплавильных процессах. /Лек/   | 4              | 2     | ПСК-2 ПК-3.1 УК-11.1 | Л1.1<br>Л1.2Л2.1<br>Э1 Э2 Э3     |  |
| 1.4         | Расчет окисления примесей металлошихты при окислительном рафинировании. /Пр/  | 4              | 2     | ПСК-2 ПК-3.1 УК-11.1 | Л1.1<br>Л1.2Л3.3<br>Э1 Э2 Э3     | по форме "Технология проблемного обучения" |
| 1.5         | Расчет расхода флюсов для наведения шлака требуемой основности. /Пр/  | 4              | 2     | ПСК-2 ПК-3.1 УК-11.1 | Л1.1<br>Л1.2Л3.3<br>Э1 Э2 Э3     |  |
| 1.6         | Самоподготовка по разделу "Основы теории сталеплавильных процессов" /Ср/  | 4              | 24    | ПСК-2 ПК-3.1 УК-11.1 | Л1.1<br>Л1.2Л2.1Л3.3<br>Э1 Э2 Э3 |  |
|             | <b>Раздел 2. Конвертерное производство стали.</b>   |                |       |                      |                                  |  |
| 2.1         | История развития конвертерного способа производства стали. Сущность кислородно-конвертерной плавки и устройство современного конвертера с верхней продувкой. /Лек/              | 4              | 2     | ПСК-2 ПК-3.1 УК-11.1 | Л1.1<br>Л1.2Л2.1<br>Э1 Э2 Э3     |  |

|  |  |   |    |                      |  |  |
|--|--|---|----|----------------------|--|--|
| 2.2  | Технология кислородно-конвертерной плавки. Дутьевой режим и его влияние на ход конвертерного процесса. /Лек/   | 4 | 2  | ПСК-2 ПК-3.1 УК-11.1 | Л1.1<br>Л1.2Л2.1<br>Э1 Э2 Э3             |  |
| 2.3  | Материальный и тепловой балансы кислородно-конвертерной плавки. Охладители конвертерного процесса и способы увеличения доли лома в металлошихте. /Лек/   | 4 | 2  | ПСК-2 ПК-3.1 УК-11.1 | Л1.1<br>Л1.2Л2.1<br>Э1 Э2 Э3             |  |
| 2.4  | Кислородно-конвертерные процессы с донной и комбинированной продувкой: конструкция, технология, особенности. /Лек/   | 4 | 2  | ПСК-2 ПК-3.1 УК-11.1 | Л1.1<br>Л1.2Л2.1<br>Э1 Э2 Э3             |  |
| 2.5  | Расчет материального и теплового балансов конвертерного процесса. /Пр/   | 4 | 2  | ПСК-2 ПК-3.1 УК-11.1 | Л1.1<br>Л1.2Л3.3<br>Э1 Э2 Э3             | по форме "Технология проблемного обучения" |
| 2.6  | Расчет основных параметров конвертерного процесса. /Пр/  | 4 | 2  | ПСК-2 ПК-3.1 УК-11.1 | Л1.1<br>Л1.2Л3.3<br>Э1 Э2 Э3             |  |
| 2.7  | Изучение процесса взаимодействия кислородной струи с жидкой ванной. /Лаб/  | 4 | 2  | ПСК-2 ПК-3.1 УК-11.1 | Л1.1<br>Л1.2Л3.2<br>Э1 Э2 Э3             | по форме "Групповая работа"                |
| 2.8  | Имитационное моделирование продувки металла в кислородном конвертере с верхней подачей дутья. /Лаб/  | 4 | 2  | ПСК-2 ПК-3.1 УК-11.1 | Л1.1<br>Л1.2Л3.2<br>Э1 Э2 Э3             | по форме "Компьютерный имитатор"           |
| 2.9  | Выполнение курсовой работы на тему: "Технология и расчет плавки стали в кислородных конвертерах". /Ср/   | 4 | 48 | ПСК-2 ПК-3.1 УК-11.1 | Л1.1<br>Л1.2Л3.1<br>Э1 Э2 Э3             |  |
| 2.10   | Самоподготовка по разделу "Конвертерное производство стали" /Ср/   | 4 | 25 | ПСК-2 ПК-3.1 УК-11.1 | Л1.1<br>Л1.2Л2.1Л3.3<br>Э1 Э2 Э3         |  |
| <b>Раздел 3. Подовые сталеплавильные процессы. Ковшевая обработка стали.</b> |  |   |    |                      |  |  |
| 3.1  | Теория и технология производства стали в подовых процессах. /Лек/  | 4 | 3  | ПСК-2 ПК-3.1 УК-11.1 | Л1.1<br>Л1.2Л2.1<br>Э1 Э2 Э3             |  |
| 3.2  | Ковшевая обработка стали (раскисление, легирование и модифицирование стали; газы и неметаллические включения в стали; обработка металла в ковше инертными газами; обработка стали рафинировочными смесями; вакуумная обработка стали в ковше). /Лек/ | 4 | 3  | ПСК-2 ПК-3.1 УК-11.1 | Л1.1<br>Л1.2Л2.1<br>Э1 Э2 Э3             |  |
| 3.3  | Расчет количества твердых окислителей в завалку мартеновской печи при скрап-рудном процессе. /Пр/  | 4 | 2  | ПСК-2 ПК-3.1 УК-11.1 | Л1.1<br>Л1.2Л3.3<br>Э1 Э2 Э3             |  |
| 3.4  | Расчет расхода ферросплавов для раскисления и легирования стали. /Пр/  | 4 | 2  | ПСК-2 ПК-3.1 УК-11.1 | Л1.1<br>Л1.2Л3.3<br>Э1 Э2 Э3             | по форме "Технология проблемного обучения" |
| 3.5  | Имитационное моделирование процесса обработки стали на агрегате доводки стали. /Лаб/   | 4 | 2  | ПСК-2 ПК-3.1 УК-11.1 | Л1.1<br>Л1.2Л3.2<br>Э1 Э2 Э3             | по форме "Компьютерный имитатор"           |
| 3.6  | Подготовка к экзамену по дисциплине /Ср/   | 4 | 36 | ПСК-2 ПК-3.1 УК-11.1 | Л1.1<br>Л1.2Л2.1<br>Л2.2Л3.3<br>Э1 Э2 Э3 |  |
| 3.7  | Экзамен по дисциплине /Экзамен/  | 4 | 9  | ПСК-2 ПК-3.1 УК-11.1 |  |  |

### 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

#### 5.1. Контрольные вопросы для самостоятельной подготовки к промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины (модуля, практики, НИР)

Текущий контроль результатов освоения УД в соответствии с рабочей программой и календарно-тематическим планом

происходит при использовании следующих обязательных форм контроля: выполнение и защита лабораторных работ в виде устного опроса по контрольным вопросам. Рабочей программой УД предусмотрено проведение 3-х лабораторных работ. По каждой лабораторной работе оформляется отчет, который защищается индивидуально по контрольным вопросам лабораторного практикума. Защищенные лабораторные работы являются допуском к промежуточной аттестации в форме экзамена.

Промежуточная аттестация по УД осуществляется при использовании следующих обязательных форм контроля:

1. Выполнение и защита курсовой работы в устной форме по контрольным вопросам и заданиям, или в виде компьютерного тестирования по тестовым заданиям в среде LMS Canvas.
2. Экзамен, который может проводиться в устной форме по билетам, включающим теоретические вопросы и задачи, охватывающие все разделы УД, или в тестовой форме по тестовым заданиям в среде LMS Canvas.

Перечень вопросов и заданий по видам текущего контроля и промежуточной аттестации представлен ниже.

- 1). Контрольные вопросы для защиты лабораторных работ (УК-11.1-31, У1; ПК-3.1-31, У1; ПСК-2-31, У1)

В ходе защиты отчетов по лабораторным работам обучающийся должен ответить на контрольные вопросы:

Л.р. № 2 Изучение процесса взаимодействия кислородной струи с жидкой ванной

- 1 Цель и задачи работы.
- 2 Почему работа проводится методом моделирования?
- 3 Какие гидродинамические силы определяют глубину образующейся лунки внутри струи газа в жидкость?
- 4 Какими силами можно пренебречь при моделировании взаимодействия струй газа с жидкостью?
- 5 Объясните зависимость размеров лунки от высоты фурмы над ванной и конструкции фурмы.
- 6 Как влияет режим продувки на рафинировочные процессы в кислородном конвертере?
- 7 Реакционная зона при продувке в реальном кислородном конвертере и ее элементы.
- 8 Какой критерий необходимо брать за определяющий при моделировании взаимодействия струй газа с жидкостью?
- 9 Почему требуется видоизменение известного критерия моделирования взаимодействия газовых струй с жидкостью?
- 10 Как определяется и контролируется расход газа в данной работе?
- 11 Почему при задачах моделирования необходимо находить зависимости, в которых в качестве функции и аргументов фигурируют безразмерные величины?
- 12 Какие величины обычно используются в качестве аргумента при гидродинамическом моделировании?
- 13 Какие физические величины необходимо фиксировать во время экспериментов при выполнении данной работы?
- 14 Сколько типов фурм исследуются в лабораторной работе?
- 15 Какие требования по технике безопасности необходимо соблюдать при выполнении работы?
- 16 Какие расчеты выполняются в данной лабораторной работе?
- 17 Какие основные конечные задачи должны быть решены после полного выполнения работы?
- 18 Какие основные недостатки гидродинамического моделирования металлургических процессов как инструмента для исследования?

Л.р. №3 Имитационное моделирование продувки металла в кислородном конвертере с верхней подачей дутья

- 1 Порядок загрузки шихтовых материалов в конвертер.
- 2 Структура конвертерной ванны перед продувкой.
- 3 Изменение средней температуры ванны во время продувки.
- 4 Структура первичной реакционной зоны.
- 5 Структура вторичной реакционной зоны.
- 6 Структура конвертерной ванны в середине продувки.
- 7 Роль газо-шлако-металлической эмульсии в конвертере.
- 8 Участки преимущественного окисления углерода в конвертерной ванне.
- 9 Факторы, определяющие окисленность конвертерного шлака.
- 10 Выбросы из конвертера: причины их возникновения и меры борьбы с ними.
- 11 Явление "сворачивания" шлака, его последствия и способы устранения.
- 12 Распределение присадок неметаллических материалов по ходу продувки.
- 13 Характер и причины изменения положения фурмы по ходу продувки.
- 14 Действия оператора для повышения температуры металла.
- 15 Действия оператора для снижения содержания серы в металле.
- 16 Определение момента окончания продувки.
- 17 Критерии оптимальности периода продувки.

Л.р. №5 Имитационное моделирование процесса обработки стали на агрегате доводки стали

- 1 Что такое раскисление стали и с какой целью оно проводится?
- 2 Что такое легирование стали и с какой целью оно проводится?
- 3 Какие раскислители используются при раскислении кипящей, полуспокойной и спокойной стали?
- 4 Какие факторы влияют на угар элементов при раскислении?
- 5 Какие задачи решаются при обработке металла на агрегате доводки?
- 6 Назначение и технология продувки металла инертными газами?
- 7 Назначение и технология обработки металла порошкообразными реагентами?
- 8 Способы корректировки температуры металла на АДС металла и их эффективность?

## 9 Технологические особенности обработки металла на АДС?

2). Теоретические вопросы и практические задания, используемые при защите курсовой работы в форме устного опроса (УК-11.1-31, У1, В1; ПК-3.1-31, У1, В1; ПСК-2-31, У1, В1)

Теоретические вопросы для защиты курсовой работы (УК-11.1-31, У1; ПК-3.1-31, У1; ПСК-2-31, У1):

1. Дайте определение стали
2. Укажите функции основного сталеплавильного шлака.
3. Перечислите свойства шлака и способы выражения основности.
4. Как на практике оценивают окислительную способность (окисленность) шлака?
5. Насколько полно окисляется кремний металлошихты в условиях основного сталепла-вильного процесса?
6. Какие требования предъявляют к составу шлаку для удаления фосфора из металла?
7. Какие требования предъявляют к составу шлаку для удаления серы из металла?
8. Дайте определение «классического» кислородно-конвертерного процесса.
9. Чем определяется расход кислородного дутья на проведение конвертерной плавки?
10. Когда и с какой целью проводят раскисление стали?
11. Чем определяется расход металлического лома на плавку стали в кислородном конвер-тере?
12. В какой период плавки, и какое топливо используется при выплавке стали в кислород-ном конвертере?
13. Перечислите приходные и расходные статьи теплового баланса кислородно-конвертерной плавки.
14. Перечислите приходные и расходные статьи теплового баланса кислородно-конвертерной плавки.
15. Перечислите статьи потерь массы металлошихты. Укажите величину выхода годного.
16. С какой целью используют известь конвертерной плавке?
17. Перечислите параметры дутьевого режима конвертерной плавки и их величины.
18. Укажите давление дутья перед соплами в фурмах конвертеров и скорость кислородной струи.
19. Какую основную роль выполняет металлический лом в конвертерной плавке?
20. Величина расхода лома на плавку и способы его повышения.
21. Положение фурмы в процессе продувки ванны и её корректировка
22. Перечислите основные факторы, которые необходимо учитывать при расчете расхода металлического лома на плавку стали в конвертере?
23. С какой целью используют окатыши в конвертерной плавке?
24. Как следует изменить расход металлического лома для корректировки требуемой темпе-ратуры металла на выпуске?
25. От чего зависит продолжительность продувки в кислородном конвертере?
26. Перечислите в правильной последовательности технологические операции конвертер-ной плавки.
27. Поведение элементов металлошихты и условия шлакообразования в период продувки.
28. Перечислите основные условия удаления фосфора из металла в шлак
29. Перечислите основные условия удаления серы из металла в шлак
30. От чего зависит степень окисления марганца в условиях «классического» кислородно-конвертерного процесса?
31. От чего зависит окисления марганца в условиях кислородно-конвертерного процесса с донной продувкой?
32. От чего зависит удельный расход кислорода в «классическом» варианте кислородно-конвертерного процесса и какие величины он принимает?
33. Перечислите параметры, определяющие удельный расход кислорода на плавку
34. При каком положении фурмы начинают период продувки в «классическом» варианте кислородно-конвертерного процесса?
35. В каких случаях осуществляют изменение рабочего положения фурмы в период продув-ки
36. Каковы потери металла с выносами и выбросами в кислородно-конвертерном процессе?
37. Каковы потери массы металлошихты в «классическом» варианте кислородно-конвертерного процесса?
38. Что необходимо учитывать при определении требуемой температуры металла на выпус-ке?
39. С какой целью используется плавиковый шпат в кислородно-конвертерном процессе?
40. Каким образом определяют момент окончания продувки?
41. От каких факторов зависит продолжительность продувки?
42. В какой период продувки наблюдается максимальная скорость окисления углерода?
43. Как изменяется скорость окисления углерода в период продувки?
44. Какие основные технологических параметра металла должны быть достигнуты в конце продувки?
45. Как следует изменить расход лома на плавку при увеличении расчетного расхода твер-дых окислителей?
46. Какова степень удаления серы из металла при кислородно-конвертерной плавке с верх-ней продувкой?
47. Какова степень удаления фосфора из металла при кислородно-конвертерной плавке с верхней продувкой?
48. Укажите какое количество углерода металлошихты окисляется по реакции неполного горения?
49. В каких пределах изменяют основность шлака в конвертерной плавке?
50. Технология раскисления стали на выпуске, порядок ввода раскислителей и их угар.

Практические задания для защиты курсовой работы (общие формулировки) (УК-11.1-У1, В1; ПК-3.1-У1, В1; ПСК-2-У1, В1):

1. Рассчитайте продолжительность продувки в конвертере (в минутах) вместимостью 200 тонн, если удельный расход кислорода составляет 50 м<sup>3</sup>/т, а интенсивность продувки 800 м<sup>3</sup>/мин, а удельная интенсивность 4 м<sup>3</sup>/(т·мин).
2. Определите потребность в кислороде (м<sup>3</sup>) на окисление кремния, если его исходное со-держание в металлошихте 0,6 %. Масса металлошихты 100 тонн, основность шлака 2,5 ед., молекулярные массы кремния и кислорода 28 и 16 г/моль, соответственно.

3. Определите объем образующегося монооксида углерода (м<sup>3</sup>) при окислительном рафинировании 100 кг металлошихты, если исходное и конечное содержание углерода составляют 3,5 и 0,5 %, соответственно? Считать, что углерод окисляется только по реакции с образованием CO. Основность шлака 3,5 ед., молекулярные массы углерода и кислорода 12 и 16 г/моль, соответственно?
  4. Определите расход алюминия для раскисления спокойной стали, если остаточное содержание углерода в металле составляет 0,3 %?
  5. Определите расход ферромарганца марки ФМн65 для раскисления стали массой 1000 кг при начальном содержании марганца 0,08 %, если содержание углерода на выпуске составляет 0,05 %, а требуемое содержание марганца в стали 0,5 %.
  6. Определите расход извести для наведения шлака основностью 3 ед, если на момент её подачи в 100 тонном конвертере сформировался шлак в количестве 8 тонн, содержащий 25 % SiO<sub>2</sub> и 3% CaO? В извести содержится 90% CaO и 1% SiO<sub>2</sub>.
  7. Определите расход ферросилиция марки ФС75 для раскисления стального полупродукта, полученного в результате плавки стали в кислородном конвертере емкостью 160 тонн, если содержание углерода на выпуске составляет 0,05 %, а требуемое содержание кремния в стали 0,3%.
  8. Определите количество образующегося при окислительном рафинировании 100 тонн металлошихты кремнезема (в тоннах), если исходное содержание кремния в металлошихте составляет 0,7 %, конечное содержание углерода в стальном полупродукте 0,3%, основность шлака 3,0 ед., молекулярные массы кремния и кислорода 28 и 16 г/моль, соответственно.
  9. Определите потребность в кислороде (м<sup>3</sup>) на окисление марганца, если его исходное содержание в металлошихте 0,5 %. Масса металлошихты 100 тонн, конечное содержание углерода в стальном полупродукте 0,3 %, основность шлака 2,5 ед., молекулярные массы марганца и кислорода 55 и 16 г/моль, соответственно.
  10. Определите количество образующегося при окислительном рафинировании 150 тонн металлошихты монооксида марганца (в тоннах), если исходное содержание марганца в металлошихте составляет 0,4 %, конечное содержание углерода в стальном полупродукте 0,05%, основность шлака 3,0 ед., молекулярные массы марганца и кислорода 55 и 16 г/моль, соответственно.
  11. Определите потребность в кислороде (м<sup>3</sup>) на окисление фосфора, если его исходное содержание в металлошихте 0,2 %. Масса металлошихты 100 тонн, конечное содержание углерода в стальном полупродукте 0,03 %, основность шлака 3,0 ед., молекулярные массы фосфора и кислорода 31 и 16 г/моль, соответственно.
  12. Определите количество образующегося при окислительном рафинировании 100 тонн металлошихты пентаоксида фосфора (в тоннах), если исходное содержание фосфора в металлошихте составляет 0,3 %, конечное содержание углерода в стальном полупродукте 0,3%, основность шлака 3,0 ед., молекулярные массы фосфора и кислорода 31 и 16 г/моль, соответственно.
  13. Определите объем дутья на плавку стали в кислородном конвертере емкостью 300 тонн, если удельный расход кислорода составляет 53 м<sup>3</sup>/т, содержание кислорода в дутье 99,5%, а его усвоение 95%.
  14. Определите выход жидкого металла перед раскислением, если расход металлошихты на плавку составил 100 тонн, суммарное количество окислившихся примесей – 3,2 % от массы металлошихты, потери массы металлошихты с пылью и выбросами по 1 % от массы металлошихты, потери железа со шлаком в виде оксидов FeO и Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – соответственно 15 и 4 % от массы шлака – 10 тонн. Другие возможные потери массы металлошихты не учитывать.
- 3). Теоретические вопросы и практические задания для проведения экзамена в устной форме (УК-11.1-31, У1, В1; ПК-3.1-31, У1, В1; ПСК-2-31, У1, В1)

Теоретические вопросы экзаменационных билетов (УК-11.1-31, У1; ПК-3.1-31, У1; ПСК-2-31, У1):

1. Классификация сталей по способу производства, по назначению, по качеству стали, по химическому составу и по степени раскисленности.
2. Источники образования и роль шлака в сталеплавильных процессах. Общие принципы установления оптимального шлакового режима плавки.
3. Механизмы окислительного рафинирования в сталеплавильных процессах.
4. Окисление углерода: роль, влияние на свойства стали, основные реакции окисления и минимальное остаточное содержание углерода в стали.
5. Влияние параметров сталеплавильного процесса на скорость окисления углерода.
6. Основы синхронизации процессов обезуглероживания и нагрева металла.
7. Поведение кремния в сталеплавильных процессах: основные реакции, остаточное содержание кремния и его влияние на свойства стали.
8. Поведение марганца в сталеплавильных процессах: основные реакции, остаточное содержание марганца и его влияние на свойства стали, достижение заданного содержания марганца.
9. Поведение фосфора в сталеплавильных процессах: основные реакции и особенности де-фосфорации в основных и кислых процессах, условия дефосфорации и влияние фосфора на свойства стали.
10. Удаление серы в сталеплавильных процессах: основные реакции и условия десульфурации, влияние серы на свойства стали.
11. Развитие конвертерного способа производства стали. Томасовский процесс.
12. Развитие конвертерного способа производства стали. Бессемеровский процесс.
13. Устройство кислородного конвертера. Основные параметры, определяющие возможность работы конвертера без выбросов.
14. Устройство кислородного конвертера. Футеровка конвертера: условия службы, требования, материалы, стойкость и способы продления срока службы.
15. Шихтовые материалы кислородно-конвертерной плавки. Требования к компонентам металлошихты.



16. Шихтовые материалы кислородно-конвертерной плавки. Требования к флюсам.
17. Шихтовые материалы кислородно-конвертерной плавки. Требования к окислителям.
18. Технологические операции кислородно-конвертерной плавки с верхней подачей дутья и их содержание.
19. Технологические операции кислородно-конвертерной плавки с верхней подачей дутья и варианты корректировки плавки по химическому составу и температуре.
20. Взаимодействие кислородной струи с жидкой ванной при верхней и донной подаче кис-лорода. Структура реакционной зоны и процессы, протекающие при продувке.
21. Параметры дутьевого режима кислородно-конвертерной плавки и их влияние на показате-ли плавки.
22. Поведение составляющих чугуна при продувке металла кислородом.
23. Параметры шлакового режима и требования, предъявляемые к шлаку кислородно-конвертерного процесса.
24. Условия формирования шлака и шлаковый режим кислородно-конвертерной плавки.
25. Динамика шлакообразования в ходе конвертерной плавки.
26. Поведение железа и его потери при кислородно-конвертерной плавке. Выход годного.
27. Перечислите приходные и расходные части теплового баланса кислородно-конвертерной плавки с верхней продувкой.
28. Охлаждающие добавки при кислородно-конвертерной плавки, их преимущества и недо-статки.
29. Основные приходные и расходные статьи материального и теплового балансов кисло-родно-конвертерной плавки.
30. Способы повышения доли лома в металлической шихте кислородных конвертеров.
31. Влияние различных факторов на расход лома при кислородно-конвертерной плавке.
32. Преимущества и недостатки кислородных процессов с верхней и донной продувкой кислородом. Перечислите варианты конвертерных процессов с комбинированной про-дувкой и дайте их краткую характеристику.
33. Преимущества и недостатки кислородных процессов с верхней и донной продувкой кислородом.
34. Конструктивные особенности конвертеров с донной продувкой.
35. Особенности технологии кислородно-конвертерной плавки с донной подачей дутья.
36. Перечислите приходные и расходные части материального баланса кислородно-конвертерной плавки с верхней продувкой.
37. Принцип работы мартеновской печи.
38. Устройство мартеновской печи.
39. Особенности мартеновского процесса: недостаток тепла процесса, характер атмосферы, участие в процессе шлака и подины.
40. Основные разновидности (варианты) мартеновского процесса: рудный, скрап-рудный процесс, скрап-процесс и скрап-угольный мартеновский процесс. Их характеристика.
41. Назначение и устройство конструктивных элементов мартеновской печи: рабочее про-странство, головки, шлаковики, регенераторы, борова.
42. Основные периоды мартеновской плавки и их значение.
43. Перечислите основные периоды мартеновской плавки. Подробно изложите содержание операции по завалке твердых шихтовых материалов и их прогреву.
44. Перечислите основные периоды мартеновской плавки. Подробно изложите содержание операций плавления и доводки.
45. Определения расхода твердых окислителей в завалку при скрап-рудном мартеновском процессе без продувки кислородом.
46. Основные факторы, влияющие на расход твердых окислителей в период завалки.
47. Отличия скрап-кислородного от скрап-рудного и других вариантов мартеновского про-цесса.
48. Особенности проведения скрап-кислородного варианта мартеновского процесса.
49. Поведение кремния и марганца в мартеновской плавке.
50. Шлакообразование и шлаковый режим мартеновской плавки.
51. Тепловая работа (тепловая нагрузка и КПД использования топлива) и отопление марте-новских печей
52. Устройство и сущность работы двухванного сталеплавильного агрегата.
53. Технология плавки стали в двухванных печах: основные технологические операции и их совмещение.
54. Перечислите технологии ковшевой обработки стали. Подробно изложите способы рас-кисления стали.
55. Перечислите технологии ковшевой обработки стали. Подробно изложите способы уда-ления водорода и азота из стали.
56. Перечислите технологии ковшевой обработки стали. Укажите причины образования не-металлических включений в стали и способы борьбы с ними.
57. Перечислите технологии ковшевой обработки стали. Подробно изложите технологию продувки металла инертным газом.
58. Перечислите технологии ковшевой обработки стали. Подробно изложите способы обра-ботки металла вакуумом.
59. Перечислите технологии ковшевой обработки стали. Подробно изложите варианты об-работки стали синтетическими шлаками, твердыми шлаковыми смесями и порошкооб-разными материалами.
60. Перечислите технологии ковшевой обработки стали. Подробно изложите технологию комплексной обработки стали.

Практические задания экзаменационных билетов (общие формулировки) (УК-11.1-У1, В1; ПК-3.1-У1, В1; ПСК-2-У1, В1):

1. Для условий основного (кислого) кислородного конвертера определить расход кислоро-да на окисление С, Si, Mn, P чугуна и количество продуктов реакции окисления. Состав чугуна и другие необходимые данные принять самостоятельно. Расчет вести на 100кг чу-гуна.
2. Для условий основного сталеплавильного процесса определить количество СаО, необхо-димое на связывание

переводимой в шлак серы чугуна и количество продуктов реакции десульфурации. Состав чугуна и другие необходимые данные принять самостоятельно. Расчет вести на 100кг чугуна.

3. Определить расход извести (известняка) для наведения шлака заданной основности в кислородном конвертере (мартеновской печи), если после трети длительности периода продувки (плавки) известно текущее содержание в шлаке кремнезема и оксида кальция. Необходимые для расчета данные принять самостоятельно. Вычисления проводить на 100кг чугуна.

4. Определить состав шлака, образующегося при продувке в основном кислородном конвертере 1т жидкого чугуна заданного состава. Остаточное содержание углерода в стали указывается в задании. Необходимые для расчета данные принять самостоятельно.

5. Определить продолжительность продувки в конвертере (в минутах) при известной массе плавки, удельном расходе кислорода и интенсивности продувки.

6. Определите расход ферросплавов для раскисления плавки стали известной массы при известных начальном и требуемом содержании элементов-раскислителей, а также известном содержании углерода в полупродукте на выпуске.

4). Тестовые вопросы и задания для проведения этапов промежуточной аттестации в форме компьютерного тестирования (УК-11.1-31, У1, В1; ПК-3.1-31, У1, В1; ПСК-2-31, У1, В1)

Тестовые вопросы (УК-11.1-31; ПК-3.1-31; ПСК-2-31):

1. Отметьте 2 верных определения стали.
2. Укажите 2 положительные функции основного сталеплавильного шлака.
3. Основность шлака в сталеплавильных процессах определяется из выражения...
4. Как на практике оценивают окислительную способность (окисленность) шлака?
5. Насколько полно окисляется кремний металлошхты в условиях основного сталепла-вильного процесса?
6. Укажите требования к составу шлаку для удаления фосфора из металла?
7. Укажите требования к составу шлаку для удаления серы из металла?
8. Кислородно-конвертерный процесс - это...
9. Чем определяется расход кислородного дутья на проведение конвертерной плавки?
10. Когда и с какой целью проводят раскисление стали?
11. Чем определяется расход металлического лома на плавку стали в кислородном конвер-тере?
12. В какой период плавки, и какое топливо используется при выплавке стали в кисло-родном конвертере?
13. Укажите две основные приходные статьи теплового баланса кислородно-конвертерной плавки.
14. Выход жидкого металла в конвертере с верхней продувкой составляет...
15. С какой целью используют известь конвертерной плавке?
16. Давление дутья перед соплами в фурмах конвертеров составляет...
17. Укажите основную роль металлического лома в конвертерной плавке?
18. Расход лома в конвертере с верхней продувкой составляет...
19. Во время продувки в конвертере фурма располагается...
20. Укажите 4 фактора, которые необходимо учитывать при расчете расхода металличе-ского лома на плавку стали в конвертере?
21. С какой целью используют окатыши в конвертерной плавке?
22. Как следует изменить расход металлического лома для повышения темпера-туры металла на выпуске на 30-40°С?
23. Продолжительность продувки в конвертере составляет...
24. Расположите технологические операции конвертерной плавки в правильном порядке, начиная с операции по осмотру конвертера и ремонту футеровки.
25. Укажите 3 главных условия удаления фосфора из металла в шлак
26. Укажите 3 главных условия удаления серы из металла в шлак
27. Укажите степень окисления марганца в условиях «классического» кислородно-конвертерного процесса
28. Укажите степень окисления марганца в условиях кислородно-конвертерного процесса с донной продувкой
29. Удельный расход кислорода в «классическом» варианте кислородно-конвертерного про-цесса составляет
30. Укажите 2 параметра, определяющих удельный расход кислорода на плавку
31. При каком положении фурмы начинают период продувки в «классическом» варианте кислородно-конвертерного процесса?
32. В каком случае в ходе продувки вынуждены изменять положение фурмы?
33. Потери металла с выносами и выбросами в кислородно-конвертерном процессе обычно составляют
34. Потери массы металлошхты в «классическом» варианте кислородно-конвертерного процесса составляют
35. Что необходимо учитывать при определении требуемой температуры металла на выпус-ке?
36. С какой целью используется плавиковый шпат в кислородно-конвертерном процессе?
37. Каким образом определяют момент окончания продувки?
38. От каких двух факторов зависит продолжительность продувки?
39. В какой период продувки наблюдается максимальная скорость окисления углерода?
40. Скорость окисления углерода в середине периода продувки составляет
41. Какие 2 основных технологических параметра металла должны быть достигнуты в кон-це продувки?
42. Как следует изменить расход лома на плавку при увеличении расчетного расхода твер-дых окислителей?
43. Степень удаления серы из металла при кислородно-конвертерной плавке с верх-ней про-дувкой составляет
44. Степень удаления фосфора из металла при кислородно-конвертерной плавке с верх-ней продувкой составляет
45. Укажите какое количество углерода металлошхты окисляется по реакции неполного горения?
46. Основность шлака в конвертерной плавке обычно изменяется в пределах

47. Угар марганца (из ферросплава) при раскислении стали в ковше составляет  
 48. Угар кремния (из ферросплава) при раскислении стали в ковше составляет

Тестовые задачи (УК-11.1-У1, В1; ПК-3.1-У1, В1; ПСК-2-У1, В1):

- 1 Рассчитайте продолжительность продувки в конвертере (в минутах) вместимостью 200 тонн, если удельный расход кислорода составляет 50 м<sup>3</sup>/т, а интенсивность продувки 800 м<sup>3</sup>/мин, а удельная интенсивность 4 м<sup>3</sup>/(т·мин). Ответ в минутах указать с точностью до де-сятых.
- 2 Определите потребность в кислороде (м<sup>3</sup>) на окисление кремния, если его исходное содержание в металлошихте 0,6 %. Масса металлошихты 100 тонн, основность шлака 2,5 ед., молекулярные массы кремния и кислорода 28 и 16 г/моль, соответственно. Полученный ре-зультат в метрах кубических округлить до целого значения и указать без единиц измерения.
- 3 Определите объем образующегося монооксида углерода (м<sup>3</sup>) при окислительном рафинировании 100 кг металлошихты, если исходное и конечное содержание углерода составляют 3,5 и 0,5 %, соответственно? Считать, что углерод окисляется только по реакции с образова-нием СО. Основность шлака 3,5 ед., молекулярные массы углерода и кислорода 12 и 16 г/моль, соответственно? Полученный результат округлить до целого значения и указать в кубических метрах (цифрой без единиц измерения).
- 4 Определите расход алюминия для раскисления спокойной стали, если остаточное содержание углерода в металле составляет 0,3 %? Результат приведите в граммах на тонну стали (цифрой без единиц измерения).
- 5 Определите расход ферромарганца марки ФМн65 для раскисления стали массой 1000 кг при начальном содержании марганца 0,08 %, если содержание углерода на выпуске состав-ляет 0,05 %, а требуемое содержание марганца в стали 0,5 %. Результаты расчета необходимо округлить до целого числа и указать в килограммах (цифрой без единиц измерения).
- 6 Определите расход извести для наведения шлака основностью 3 ед, если на момент её по-дачи в 100 тонном конвертере сформировался шлак в количестве 8 тонн, содержащий 25 % SiO<sub>2</sub> и 3% CaO. В извести содержится 90% CaO и 1% SiO<sub>2</sub>. Результат указать в килограммах (округлить до целых и привести без единиц измерения).
- 7 Определите расход ферросилиция марки ФС75 для раскисления стального полупродукта, полученного в результате плавки стали в кислородном конвертере емкостью 160 тонн, если содержание углерода на выпуске составляет 0,05 %, а требуемое содержание кремния в ста-ли 0,3 %. Результаты расчета в килограммах округлить до целого и указать в поле ответа без единиц измерения.
- 8 Определите количество образующегося при окислительном рафинировании 100 тонн ме-таллошихты кремнезема (в тоннах), если исходное содержание кремния в металлошихте со-ставляет 0,7 %, конечное содержание углерода в стальном полупродукте 0,3%, основность шлака 3,0 ед., молекулярные массы кремния и кислорода 28 и 16 г/моль, соответственно. Полученный результат в килограммах округлить до целого и указать в поле ответа без еди-ниц измерения.
- 9 Определите потребность в кислороде (м<sup>3</sup>) на окисление марганца, если его исходное со-держание в металлошихте 0,5 %. Масса металлошихты 100 тонн, конечное содержание угле-рода в стальном полупродукте 0,3 %, основность шлака 2,5 ед., молекулярные массы мар-ганца и кислорода 55 и 16 г/моль, соответственно. Полученный результат в метрах кубиче-ских округлить до целого значения и указать в поле ответа без единиц измерения.
- 10 Определите количество образующегося при окислительном рафинировании 150 тонн ме-таллошихты монооксида марганца (в тоннах), если исходное содержание марганца в ме-таллошихте составляет 0,4 %, конечное содержание углерода в стальном полупродукте 0,05%, основность шлака 3,0 ед., молекулярные массы марганца и кислорода 55 и 16 г/моль, соответственно. Полученный результат в килограммах округлить до целого значения и ука-зать в поле ответа без единиц измерения.
- 11 Определите потребность в кислороде (м<sup>3</sup>) на окисление фосфора, если его исходное со-держание в металлошихте 0,2 %. Масса металлошихты 100 тонн, конечное содержание угле-рода в стальном полупродукте 0,03 %, основность шлака 3,0 ед., молекулярные массы фос-фора и кислорода 31 и 16 г/моль, соответственно. Полученный результат в метрах кубиче-ских округлить до целого значения и указать в поле ответа без единиц измерения.
- 12 Определите количество образующегося при окислительном рафинировании 100 тонн ме-таллошихты пентаоксида фосфора (в тоннах), если исходное содержание фосфора в ме-таллошихте составляет 0,3 %, конечное содержание углерода в стальном полупродукте 0,3%, основность шлака 3,0 ед., молекулярные массы фосфора и кислорода 31 и 16 г/моль, соответ-ственно. Полученный результат в килограммах округлить до целого значения и указать в поле ответа без единиц измерения.
- 13 Определите объем дутья на плавку стали в кислородном конвертере емкостью 300 тонн, если удельный расход кислорода составляет 53 м<sup>3</sup>/т, содержание кислорода в дутье 99,5%, а его усвоение 95%. Ответ привести в тысячах метров кубических дутья без указания единиц измерения.
- 14 Определите выход жидкого металла перед раскислением, если расход металлошихты на плавку составил 100 тонн, суммарное количество окислившихся примесей – 3,2 % от массы металлошихты, потери массы металлошихты с пылью и выбросами по 1 % от массы ме-таллошихты, потери железа со шлаком в виде оксидов FeO и Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – соответственно 15 и 4 % от массы шлака – 10 тонн. Другие возможные потери массы металлошихты не учитывать. Ответ указать в тоннах с точностью до целых (без единиц измерения).

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

Курсовая работа на тему: "Технология и расчет плавки стали в кислородных конвертерах" по вариантам (УК-11.1-31, У1, В1; ПК-3.1-31, У1, В1; ПСК-2-31, У1, В1). Варианты заданий приведены в методических указаниях по выполнению курсовой работы.

Задание на выполнение курсовой работы выдается на установочной сессии. Срок сдачи на проверку – за 2 недели до экзаменационной сессии. Консультации по вопросам, связанным с выполнением курсовой работы проводятся по согласованию с преподавателем, ведущим дисциплину, в соответствии с расписанием.

Оформленная в соответствии со стандартами курсовая работа сдается на кафедру металлургических технологий и оборудования. Правильно выполненная работа допускается к защите. Работа, не допущенная к защите, возвращается

студенту на доработку.

Защита курсовой работы может проводиться в устной форме по контрольным вопросам и заданиям, или в виде компьютерного тестирования по тестовым заданиям в среде LMS Canvas.

### 5.3. Оценочные материалы (оценочные средства), используемые для экзамена

Текущий контроль результатов освоения УД в соответствии с рабочей программой и календарно-тематическим планом происходит при использовании следующих обязательных форм контроля:

1). Выполнение и защита лабораторных работ в виде устного опроса по контрольным вопросам (УК-11.1-31, У1; ПК-3.1-31, У1; ПСК-2-31, У1);

Промежуточная аттестация по УД осуществляется при использовании следующих обязательных форм контроля:

1). Выполнение и защита курсовой работы в устной форме по контрольным вопросам и заданиям, или в виде компьютерного тестирования по тестовым заданиям в среде LMS Canvas (УК-11.1-31, У1, В1; ПК-3.1-31, У1, В1; ПСК-2-31, У1, В1). Тесты для защиты курсовой работы генерируются системой LMS Canvas из банка тестовых вопросов и заданий. Тест состоит из 10 теоретических вопросов (1 балл за правильный ответ) и 2-х задач (5 балла за правильный ответ). Время прохождения теста ограничено - 20 минут.

2). Экзамен, который может проводиться в устной форме по билетам, включающим теоретические вопросы и задачи, охватывающие все разделы УД, или в тестовой форме по тестовым заданиям в среде LMS Canvas (УК-11.1-31, У1, В1; ПК-3.1-31, У1, В1; ПСК-2-31, У1, В1).

Ниже представлен образец экзаменационного билета.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
«Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»  
НОВОТРОИЦКИЙ ФИЛИАЛ

Кафедра металлургических технологий и оборудования

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 0

Дисциплина: «Теория и технология производства стали»

Направление подготовки бакалавров: 22.03.02 «Металлургия»

Профиль подготовки: «Металлургия черных металлов»

Форма обучения: заочная

Форма проведения экзамена: устная

1 вопрос. Источники образования и роль шлака в сталеплавильных процессах. Общие принципы установления оптимального шлакового режима плавки.

2 вопрос. Устройство кислородного конвертера. Основные параметры, определяющие возможность работы конвертера без выбросов.

Задача. Для условий основного кислородного конвертера определить расход кислорода на окисление кремния чугуна и количество продуктов реакции окисления. Состав чугуна и другие необходимые данные принять самостоятельно. Расчет вести на 100кг чугуна.

Составил:

зав. кафедрой МТиО \_\_\_\_\_ А.Н. Шаповалов

Тесты для экзамена генерируются системой LMS Canvas из банка тестовых вопросов и заданий. Тест состоит из 20 теоретических вопросов (1 балл за правильный ответ) и 4-х задач (5 балла за правильный ответ). Время прохождения теста ограничено - 40 минут.

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

1). Критерии оценки защиты отчетов по лабораторным работам

«зачтено» - выполнены все задания лабораторной работы, студент ответил на все контрольные вопросы

«не зачтено» - студент не выполнил или выполнил неправильно задания лабораторной работы, студент ответил на контрольные вопросы с ошибками или не ответил на контрольные вопросы.

2). Критерии оценки защиты курсовой работы в устной форме

«Отлично» - работа содержит грамотно изложенную расчетную базу, характеризуется отсутствием ошибок в расчетах, логичным и последовательным изложением материала в пояснительной части. При защите работы студент показывает глубокие знания вопросов темы; свободно оперирует расчетными данными; легко отвечает на поставленные вопросы.

«Хорошо» - работа содержит грамотно изложенную расчетную базу, характеризуется отсутствием ошибок в расчетах, логичным и последовательным изложением материала в пояснительной части. При защите работы студент показывает знания вопросов темы; без особых затруднений отвечает на поставленные вопросы.

«Удовлетворительно» - работа содержит расчетную базу, характеризуется наличием отдельных ошибок в расчетах. При защите студент проявляет неуверенность, показывает слабое знание вопросов темы, не дает полного, аргументированного ответа на заданные вопросы.

«Неудовлетворительно» - работа не содержит расчетную базу, не отвечает требованиям, изложенным в методических указаниях, имеет значительные ошибки в расчетах. При защите студент затрудняется отвечать на поставленные вопросы по теме, не знает теории вопроса, при ответе допускает существенные ошибки.

3). Критерии защиты курсовой работы в форме тестирования:

«Отлично» - получение более 90 % баллов по тесту при выполнении теста за регламентированное время

«Хорошо» - получение от 75 до 90 % баллов по тесту при выполнении теста за регламентированное время

«Удовлетворительно» - получение от 50 до 75 % баллов по тесту при выполнении теста за регламентированное время  
 «Неудовлетворительно» - получение менее 50 % баллов по тесту

4). Критерии оценки экзамена в устной форме:

«Отлично» - студент демонстрирует системные теоретические знания, владеет терминологией, делает аргументированные выводы и обобщения, приводит примеры, показывает свободное владение монологической речью и способность быстро реагировать на уточняющие вопросы.

«Хорошо» - студент демонстрирует прочные теоретические знания, владеет терминологией, делает аргументированные выводы и обобщения, приводит примеры, но при этом делает несущественные ошибки, которые быстро исправляет самостоятельно или при незначительной коррекции преподавателем.

«Удовлетворительно» - студент демонстрирует неглубокие теоретические знания, проявляет слабо сформированные навыки анализа явлений и процессов, недостаточное умение делать аргументированные выводы и приводить примеры, показывает не достаточно свободное владение терминологией, логичностью и последовательностью изложения, делает ошибки, которые может исправить только при коррекции преподавателем.

«Неудовлетворительно» - студент демонстрирует незнание теоретических основ предмета, не умеет делать аргументированные выводы и приводить примеры, не владеет терминологией, проявляет отсутствие логичности и последовательностью изложения, делает ошибки, которые не может исправить даже при коррекции преподавателем.

5). Критерии оценки экзамена в форме компьютерного тестирования:

«Отлично» - получение более 90 % баллов по тесту при выполнении теста за регламентированное время

«Хорошо» - получение от 75 до 90 % баллов по тесту при выполнении теста за регламентированное время

«Удовлетворительно» - получение от 50 до 75 % баллов по тесту при выполнении теста за регламентированное время

«Неудовлетворительно» - получение менее 50 % баллов по тесту

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ,

### 6.1. Рекомендуемая литература

#### 6.1.1. Основная литература

|      | Авторы, составители | Заглавие  | Издательство, год, эл. адрес  | Кол-во |
|------|---------------------|---|---|--------|
| Л1.1 | Кудрин В.А.         | Теория и технология производства стали: Учебник для вузов | М.: "Мир", ООО "Издательство АСТ", 2003,  | 13     |
| Л1.2 | Шаповалов А.Н.      | Теория и технология производства стали: Учебное пособие   | Новотроицк: НФ НИТУ "МИСиС", 2015,<br><a href="http://elibrary.misis.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&amp;fDocumentId=10572">http://elibrary.misis.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&amp;fDocumentId=10572</a> | 18     |

#### 6.1.2. Дополнительная литература

|      | Авторы, составители   | Заглавие  | Издательство, год, эл. адрес  | Кол-во |
|------|---|---|---|--------|
| Л2.1 | Айзатулов Р.С.,<br>Харлашин П.С.,<br>Протопопов Е.В.,<br>Назюта, Л.Ю. | Теоретические основы сталеплавильных процессов: Учебное пособие                   | Изд. Дом МИСиС, 2002,<br><a href="http://elibrary.misis.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&amp;fDocumentId=3132">URL://elibrary.misis.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&amp;fDocumentId=3132</a> | 31     |
| Л2.2 | Лузгин В.П., Семин А.Е.,<br>Комолова О.А.                             | Теория и технология металлургии стали. Внепечная обработка стали: Учебное пособие | Изд. Дом МИСиС, 2010,<br><a href="http://elibrary.misis.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&amp;fDocumentId=7522">URL://elibrary.misis.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&amp;fDocumentId=7522</a> | 2      |

#### 6.1.3. Методические разработки

|      | Авторы, составители | Заглавие   | Издательство, год, эл. адрес  | Кол-во |
|------|---------------------|--|---|--------|
| Л3.1 | Шаповалов А.Н.      | Технология и расчет плавки стали в кислородных конвертерах: Методические указания для выполнения курсовой работы | Новотроицк: НФ НИТУ "МИСиС", 2020,<br><a href="http://elibrary.misis.ru/view.php?fDocumentId=10578">http://elibrary.misis.ru/view.php?fDocumentId=10578</a> | 30     |
| Л3.2 | Шаповалов А.Н.      | Металлургия стали: Лабораторный практикум  | НФ НИТУ "МИСиС", 2020,<br><a href="http://elibrary.misis.ru/view.php?fDocumentId=10552">http://elibrary.misis.ru/view.php?fDocumentId=10552</a>             | 0      |
| Л3.3 | Шаповалов А.Н.      | Теория и технология производства стали: Методические указания для проведения практических занятий                | Новотроицк: НФ НИТУ «МИСиС», 2020,<br><a href="http://elibrary.misis.ru/view.php?fDocumentId=12609">http://elibrary.misis.ru/view.php?fDocumentId=12609</a> | 0      |

| <b>6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"</b> |  |
|--|--|
| Э1   | Сайт НФ НИТУ "МИСиС"   |
| Э2   | НЭБ НИТУ "МИСиС"   |
| Э3   | Российская научная электронная библиотека                                    |
| <b>6.3.1 Перечень программного обеспечения</b>                                   |  |
| 6.3.1.1  | 1. Microsoft Office;   |
| 6.3.1.2  | 2. Операционная система Windows;   |
| 6.3.1.3  | 3. Электронный образовательный ресурс LMS Canvas                             |
| 6.3.1.4  | 4. Система видеоконференцсвязи Microsoft Teams или Zoom                      |
| 6.3.1.5  | 5. Компьютерный тренажер кислородно-конвертерной плавки.                     |
| 6.3.1.6  | 6. Компьютерный тренажер процесса обработки стали на агрегате доводки стали. |
| <b>6.3.2 Перечень информационных справочных систем</b>                           |  |

| <b>7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ, ПРАКТИКИ, НИР)</b> |   |
|--|---|
| 7.1  | Для проведения лекций, практических занятий и промежуточной аттестации используются учебные аудитории, оснащенные специализированной мебелью (парты, стулья, классная доска), персональным компьютером (с программным обеспечением, с доступом в сеть интернет и в электронно-информационную среду университета), мультимедийным оборудованием. |
| 7.2  | Для проведения лабораторных работ используется лаборатория Сталеплавильного производства (217а), оснащенная макетом мартеновского цеха и лабораторным стендом для моделирования продувки стали в конвертере.  |
| 7.3  | Для проведения лабораторных работ с компьютерными симуляторами, используются компьютерные классы с установленными компьютерными тренажерами по моделированию кислородно-конвертерной плавки и процесса обработки стали на агрегате доводки стали.   |
| 7.4  | Для выполнения курсовой работы, подготовки к лабораторным работам используется аудитория для самостоятельной работы, оснащенная учебной мебелью, компьютерами с программным обеспечением, с доступом в сеть интернет и в электронно-информационную среду университета.  |

| <b>8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ, ПРАКТИКИ, НИР)</b>  |  |
|---|--|
| <p>Освоение дисциплины предполагает как проведение традиционных аудиторных занятий, так и работу в электронной информационно-образовательной среде НИТУ «МИСиС» (ЭИОС), частью которой непосредственно предназначенной для осуществления образовательного процесса является Электронный образовательный ресурс LMS Canvas.</p> <p>Рекомендации по успешному освоению курса в традиционной форме.<br/>Для успешного усвоения теоретического материала необходимо регулярно посещать лекции, перечитывать лекционный материал, значительное внимание уделять самостоятельному изучению дисциплины.<br/>Программа дисциплины включает лекционные, практические занятия и лабораторные занятия, выполнение курсовой работы.</p> <p>Курсовая работа отличается значительными затратами времени и требует от студента знаний лекционного материала, методических указаний по выполнению курсовой работы и большого внимания. В связи с этим, при планировании своей самостоятельной работы вам следует учитывать, что пропуск лекционных занятий и невнимательное отношение к изучению методических указаний существенно осложнит выполнение курсовой работы.<br/>Подготовка к выполнению курсовой работы заключается в изучении соответствующих методических указаний и стандартов по оформлению работы. Задание на выполнение курсовой работы выдается на установочной сессии. Срок сдачи на проверку – за 2 недели до экзаменационной сессии. Консультации по вопросам, связанным с выполнением курсовой работы проводятся по согласованию с преподавателем, ведущим дисциплину, в соответствии с расписанием. Оформленная в соответствии со стандартами курсовая работа сдается на кафедру металлургических технологий и оборудования. Правильно выполненная работа допускается к защите, которая проводится в устной форме на экзаменационной сессии. Работа, не допущенная к защите, возвращается студенту на доработку.</p> <p>Лабораторные работы отличаются значительными энергозатратами. Часть работ проводится при использовании высокотемпературных агрегатов, связана со значительными затратами времени, кроме того, для их полноценного выполнения требуется участие в ней нескольких студентов под руководством преподавателя или лаборанта. В связи с этим, при планировании своей учебной работы вам следует учитывать, что пропуск лабораторного занятия связан со сложностями их выполнения.<br/>Подготовка к выполнению лабораторной работы заключается в составлении теоретического введения к лабораторной работе. После выполнения лабораторной работы оформляется отчет. Работа считается полностью зачтенной после ее защиты. Защита лабораторных работ проводится на лабораторных занятиях.</p> <p>Участие в практических занятиях требует от студентов высокой степени самостоятельности и способствует более глубокому освоению теоретических положений и их практического использования. На практических занятиях студенты</p> |  |

под руководством преподавателя выполняют расчеты сталеплавильных процессов, а полученные результаты сопоставляют с реальными производственными величинами.

Подготовка к экзамену по дисциплине заключается в изучении теоретического материала по конспектам лекций, источникам основной и дополнительной литературы.

Чтобы вам было интереснее изучать металлургические дисциплины, проследить их взаимосвязь с вашей специальностью, необходимо постоянно расширять свой кругозор, в чем большую помощь может оказать периодическая литература: журналы «Известия вузов. Черная металлургия», «Металлург» и «Сталь».

Рекомендации по освоению дисциплины в дистанционной форме посредством электронной информационно-образовательной среды НИТУ «МИСиС» (ЭИОС), частью которой непосредственно предназначена для осуществления образовательного процесса является Электронный образовательный ресурс LMS Canvas.

LMS Canvas используется преимущественно для асинхронного взаимодействия между участниками образовательного процесса посредством сети «Интернет».

Чтобы эффективно использовать возможности LMS Canvas, а соответственно и успешно освоить дисциплину, нужно:

1) зарегистрироваться на курс, для чего следует перейти по ссылке, выдаваемой сотрудниками деканата или преподавателем. Логин и пароль для регистрации и работе с курсом совпадает с логином и паролем от личного кабинета НИТУ МИСиС;

2) в рубрике «В начало» ознакомиться с содержанием курса, вопросами для самостоятельной подготовки, условиями допуска к аттестации, формой промежуточной аттестации (зачет/экзамен), критериями оценивания и др.;

3) в рубрике «Модули», заходя в соответствующие разделы изучать учебные материалы, размещенные преподавателем. В т.ч. пользоваться литературой, рекомендованной преподавателем, переходя по ссылкам;

4) в рубрике «Библиотека» возможно подбирать для выполнения письменных работ (контрольные, домашние работы, курсовые работы/проекты) литературу, размещенную в ЭБС НИТУ «МИСиС»;

5) в рубрике «Задания» нужно ознакомиться с содержанием задания к письменной работе, сроками сдачи, критериями оценки. В установленные сроки выполнить работу(ы), подгрузить здесь же для проверки. Если работа содержит рисунки, формулы, то с целью сохранения форматирования ее нужно подгружать в pdf формате.

Работа, подгружаемая для проверки, должна:

- содержать все структурные элементы: титульный лист, введение, основную часть, заключение, список источников, приложения (при необходимости);

- быть оформлена в соответствии с требованиями.

Преподаватель в течение установленного срока (не более десяти дней) проверяет работу и размещает в комментариях к заданию рецензию. В ней он указывает как положительные стороны работы, так замечания. При наличии в рецензии замечаний и рекомендаций, нужно внести поправки в работу, подгрузить ее заново для повторной проверки. При этом важно следить за сроками, в течение которых должно быть выполнено задание. При нарушении сроков, указанных преподавателем возможность подгрузить работу остается, но система выводит сообщение о нарушении сроков. По окончании семестра подгрузить работу не получится;

6) в рубрике «Тесты» пройти тестовые задания, освоив соответствующий материал, размещенный в рубрике «Модули»;

7) в рубрике «Оценки» отслеживать свою успеваемость;

8) в рубрике «Объявления» читать объявления, размещаемые преподавателем, давать обратную связь;

9) в рубрике «Обсуждения» создавать обсуждения и участвовать в них (обсуждаются общие моменты, вызывающие вопросы у большинства группы). Данная рубрика также может быть использована для взаимной проверки;

10) проявлять регулярную активность на курсе.

Преимущественно для синхронного взаимодействия между участниками образовательного процесса посредством сети «Интернет» используется система видеоконференцсвязи Microsoft Teams (MS Teams) или Zoom. Вариант используемой системы ВКС указывает преподаватель. Чтобы полноценно использовать его возможности нужно установить приложение ВКС на персональный компьютер и/или телефон. Старостам нужно создать группу в MS Teams или получить идентификационный номер конференции в Zoom. Система ВКС позволяет:

- слушать лекции;

- работать на практических занятиях;

- быть на связи с преподавателем, задавая ему вопросы или отвечая на его вопросы в общем чате.

При проведении занятий в дистанционном синхронном формате нужно всегда работать с включенной камерой.

Исключение – если преподаватель попросит отключить камеры и микрофоны в связи с большими помехами. На аватарках должны быть исключительно деловые фото.