

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»



УТВЕРЖДАЮ:

Первый проректор

 А.А. Каракозов

(подпись)

«март» 2023 года

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.02 «Теоретические основы сталеплавильных процессов»

(код и наименование дисциплины согласно учебному плану)

Направление подготовки: 22.03.02 Металлургия
(код и наименование направления подготовки / специальности)

Направленность(профиль): Электрометаллургия стали
(наименование профиля / магистерской программы / специализации)

Программа: бакалавриат
(бакалавриат, магистратура, специалитет)

Форма обучения: Очная, заочная
(очная, заочная, очно-заочная)

| Форма обучения: | Очная | Заочная |
|---|-------|---------|
| Семестр(ы) | 4 | 5 |
| Общая трудоёмкость в з.е./часах | 5/180 | 5/180 |
| Контактная работа (час.), в том числе: | 70 | 14 |
| лекции (час.) | 34 | 4 |
| лабораторные работы (час.) | - | - |
| практические (семинарские) занятия (час.) | 34 | 4 |
| Самостоятельная работа (час.), в том числе: | 110 | 166 |
| курсовой проект (работа) (семестр/час.) | 2 | 6 |
| Контроль (экзамен, час./зачёт) | Зачет | Зачет |

Донецк, 2023г.

Рабочая программа дисциплины **«Теоретические основы сталеплавильных процессов»** составлена в соответствии с учебными планами по направлению подготовки 22.03.02 Metallurgy (направленность (профиль): «Электromеталлургия стали») для 2023 года приёма по очной и заочной формам обучения.

Составитель:

Старший преподаватель

кафедры «Электromеталлургия» _____ В.И. Симоненко

Рабочая программа рассмотрена и принята на заседании кафедры «Электromеталлургия»

Протокол от 02.03.2023г. № 8

И.о. заведующего кафедрой _____ В.И. Заика
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа одобрена учебно-методической комиссией ГОУВПО «ДОННТУ» по направлению подготовки 22.03.02 Metallurgy.

Протокол от «29» марта 2023 года № 2

Председатель _____ Снитко С.А.
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа продлена для 20__ года приёма на заседании кафедры «Электromеталлургия».

Протокол от «____» _____ 20__ года № _____

Заведующий кафедрой _____
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа продлена для 20__ года приёма на заседании кафедры «Электromеталлургия».

Протокол от «____» _____ 20__ года № _____

Заведующий кафедрой _____
(подпись) (Ф.И.О.)

1 ОБЪЕКТ, ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины - формирование инженерного мышления и современного представления о теории и практике технологии производства стали.

В результате освоения дисциплины студент должен:

знать: основные физико-химические свойства металла и шлака; основные сведения о роли углерода, кремния, марганца, серы, фосфора и хрома в сталеплавильных процессах, изменении концентрации их в металле по ходу плавки; основные принципы получения заданного содержания примесей в стали.

уметь: осуществлять и корректировать технологические процессы в металлургии; разработать современную энерго- и ресурсосберегающую технологию выплавки стали; использовать фундаментальные общинженерные знания; сочетать теорию и практику для решения инженерных задач; осуществлять и корректировать технологические процессы в металлургии.

владеть: методиками разработки и управления проектом; методами оценки потребности в ресурсах и расчета эффективности проекта; контролем основных параметров работы технологического оборудования, агрегатов и машин металлургического производства; анализом влияния качества сырья и работоспособности оборудования на технологию производственного процесса и качество продукции.

Требования к уровню освоения содержания дисциплины.

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-1 Способен выполнять анализ отдельных технологических процессов в производстве сталей и сплавов

2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЕ

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений. Блока 1 дисциплин (модулей) учебного плана.

Базируется на знаниях, умениях и навыках, которые студент приобрел при освоении предшествующих дисциплин: математика, физика, химия, физическая химия.

Знания, умения и навыки, приобретенные при освоении данной дисциплины, реализуются студентом при изучении последующих дисциплин « Теория и технология электростали», «Разливка и затвердевание металлов» и др., прохождении учебной и производственной практики, прохождении государственной итоговой аттестации.

3 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Распределение учебных часов по темам дисциплины и видам занятий

| Наименование тем (содержательных модулей) | Количество часов (очная/заочная форма) | | | | |
|---|---|-------------|------------|------------|-------------|
| | Всего | В том числе | | | |
| | | Лекции | Лабор. | Практ. | СРС |
| Тема 1. Природа и свойства жидкого железа и его сплавов. | 9/11 | 2/2 | 0/0 | 2/0 | 5/9 |
| Тема 2. Процессы, протекающие при твердении стальных слитков и заготовок. | 9/11 | 2/2 | 0/0 | 2/0 | 5/9 |
| Тема 3. Окисление примесей сталеплавильной ванны продувкой газообразным кислородом, кислородом газовой фазы агрегата и твердых окислителей. | 11/9 | 2/0 | 0/0 | 4/0 | 5/9 |
| Тема 4. Химический состав сталеплавильных шлаков. | 11/9 | 2/0 | 0/0 | 4/0 | 5/9 |
| Тема 5. Химические свойства сталеплавильных шлаков. | 9/9 | 2/0 | 0/0 | 2/0 | 5/9 |
| Тема 6. Шлакообразование в основных сталеплавильных агрегатах. | 9/9 | 2/0 | 0/0 | 2/0 | 5/9 |
| Тема 7. Поверхностная энергия границы раздела фаз и ее влияние на протекание химических реакций. | 9/9 | 2/0 | 0/0 | 2/0 | 5/9 |
| Тема 8. Окисление углерода в сталеплавильных процессах. Термодинамика реакций. | 10/9 | 2/0 | 0/0 | 2/0 | 6/9 |
| Тема 9. Окисление углерода в сталеплавильных процессах. Механизм и скорость реакций. | 10/9 | 2/0 | 0/0 | 2/0 | 6/9 |
| Тема 10. Тепловые эффекты реакций окисления углерода и их влияние на организацию плавки. | 10/11 | 2/0 | 0/0 | 2/2 | 6/9 |
| Тема 11. Окисление и восстановление кремния в сталеплавильных процессах. | 10/9 | 2/0 | 0/0 | 2/0 | 6/9 |
| Тема 12. Окисление и восстановление марганца в сталеплавильных процессах. | 10/10 | 2/0 | 0/0 | 2/0 | 6/10 |
| Тема 13. Физико-химические основы десульфурации металла в сталеплавильных процессах. | 10/12 | 2/0 | 0/0 | 2/2 | 6/10 |

| | | | | | |
|---|----------------|-------------|------------|-------------|----------------|
| Тема 14. Окисление и восстановление фосфора | 12/10 | 4/0 | 0/0 | 2/0 | 6/10 |
| Тема 15. Окисление и восстановление хрома | 12/10 | 4/0 | 0/0 | 2/0 | 6/10 |
| Контактная работа (дополнительная) | 2/6 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 |
| Курсовая работа (проект) | 27/27 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 27/27 |
| Итого по видам занятий | 180/180 | 34/4 | 0/0 | 34/4 | 110/166 |
| Контроль | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 |
| ИТОГО: | 180/180 | 34/4 | 0/0 | 34/4 | 110/166 |

Формирование компетенций в результате освоения тем дисциплины

| Компетенции | Темы дисциплины, нацеленные на формирование компетенции |
|-------------|---|
| ПК-1 | Темы №1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15. |

3.2 Лекции

Тема 1. Природа и свойства жидкого железа и его сплавов.

Содержание темы 1:

Строение жидкого железа, ближний и дальний порядки, координационные числа, кластеры. Аллотропические превращения железа. Основные физические свойства железа: температура плавления, температура кипения, зависимость давления насыщенного пара железа от температуры, динамическая и кинетическая вязкость, плотность, теплоемкость и энтальпия, поверхностное натяжение железа и стали. Растворимость элементов в железе. Термическая устойчивость оксидов железа. Выход годного стали и расход металлической шихты на производство 1 т стали. Главные статьи доходной и расходной частей материального баланса железа при производстве стали.

Литература к теме: [1, 2, 3].

Тема 2. Процессы, протекающие при твердении стальных слитков и заготовок.

Содержание темы 2:

Переохлаждение и усадка металла при кристаллизации. Скорость затвердевания стали. Причины возникновения ликвации при твердении стальных слитков и заготовок. Зональная и дендритная ликвация. Склонность отдельных элементов к ликвации в расплавах железа, коэффициент ликвации. Влияние условий твердения на развитие ликвационных процессов. Концентрационное переохлаждение при затвердевании металла.

Литература к теме: [1, 2, 3].

Тема 3. Окисление примесей сталеплавильной ванны продувкой газообразным кислородом, кислородом газовой фазы агрегата и твердых окислителей.

Содержание темы 3:

Первичная и вторичная реакционные зоны при продувке ванны газообразным кислородом. Химические реакции в первичной и вторичной реакционных зонах. Последовательность окисления примесей металла при продувке кислородом. Скорость реакций во вторичной реакционной зоне и технологические способы ее регулирования. Механизм реакций окисления примесей металла кислородом газовой фазы сталеплавильного агрегата. Механизм реакций при окислении примесей металла с помощью твердых окислителей.

Литература к теме: [[1](#), [2](#), [3](#)].

Тема 4. Химический состав сталеплавильных шлаков.

Содержание темы 4:

Металлургические шлаки. Источники образования шлаков. Главные требования к химическому составу и свойствам сталеплавильных шлаков. Основные и кислые шлаки. Процессы, протекающие при образовании шлаков. Химический состав основных и кислых сталеплавильных шлаков в разных периодах плавки.

Литература к теме: [[1](#), [2](#), [3](#)].

Тема 5. Химические свойства сталеплавильных шлаков.

Содержание темы 5:

Основность сталеплавильных шлаков. Окислительная способность сталеплавильных шлаков. Зависимость окислительной способности шлака от содержания оксида железа, температуры, основности шлака и химического состава металла. Нейтральные и восстановительные шлаки.

Литература к теме: [[1](#), [2](#), [3](#)].

Тема 6. Шлакообразование в основных сталеплавильных агрегатах.

Содержание темы 6:

Металлургические флюсы и их свойства. Механизм растворения извести в сталеплавильных шлаках. Средства интенсификации шлакообразования в основных сталеплавильных агрегатах.

Литература к теме: [[1](#), [2](#), [3](#)].

Тема 7. Поверхностная энергия границы раздела фаз и ее влияние на проте-

вание химических реакций.

Содержание темы 7:

Влияние поверхностной энергии границы раздела фаз на протекание гетерогенных химических реакций. Пресыщения раствора при образовании зародышей новой фазы. Влияние межфазного натяжения, плотности и размеров неметаллических включений в нужную для протекания химической реакции величину пересыщения раствора. Критический радиус неметаллических включений в стали. Зависимость критического радиуса неметаллических включений от величины пересыщения раствора, межфазного натяжения и плотности неметаллических включений.

Литература к теме: [[1](#), [2](#), [3](#)].

Тема 8. Окисление углерода в сталеплавильных процессах. Термодинамика реакций.

Содержание темы 8:

Роль углерода в сталеплавильных процессах. Растворимость углерода в жидкой и твердом железе и его сплавах, активность и форма существования углерода в металле. Общая термодинамическая характеристика реакции окисления углерода. Возможная глубина обезуглероживания стали в открытых сталеплавильных агрегатах, при вакуумной обработке и продувке инертным газом. Содержание СОг в газах, выделяемых из сталеплавильной ванны, и его влияние на расход кислорода при обезуглероживании металла.

Литература к теме: [[1](#), [2](#), [3](#)].

Тема 9. Окисление углерода в сталеплавильных процессах. Механизм и скорость реакций.

Содержание темы 9:

Зависимость скорости обезуглероживания от температуры и химического состава металла. Скорость окисления углерода при производстве стали в кислородных конверторах, мартеновских и электросталеплавильных печах с окислением примесей ванны кислородом газовой фазы печи, продувкой газообразным кислородом, подачей твердых окислителей и возможности ее регулирования.

Литература к теме: [[1](#), [2](#), [3](#)].

Тема 10. Тепловые эффекты реакций окисления углерода и их влияние на организацию плавки.

Содержание темы 10:

Тепловые эффекты реакций окисления углерода растворенным в металле кислородом, газообразным кислородом и кислородом твердых окислителей. Изменение температуры ванны вследствие окисления углерода в идеальных условиях и в реальных металлургических процессах. Технологические методы синхронизации процессов обезуглероживания и нагрева металла.

Литература к теме: [1, 2, 3].

Тема 11. Окисление и восстановление кремния в сталеплавильных процессах.

Содержание темы 11:

Роль кремния в сталеплавильных процессах. Главные физико-химические свойства кремния. Общая термодинамическая характеристика реакций окисления кремния. Изменение содержания кремния в металле в ходе выплавки стали в агрегатах с основной и кислой футеровкой. Общие принципы обеспечения заданного содержания кремния в стали.

Литература к теме: [1, 2, 3].

Тема 12. Окисление и восстановление марганца в сталеплавильных процессах.

Содержание темы 12:

Роль марганца в сталеплавильных процессах. Главные физико-химические свойства марганца. Общая термодинамическая характеристика реакций окисления марганца. Изменение содержания марганца в металле в ходе выплавки стали в конверторах, мартеновских и электропечах. Распределение марганца между шлаком и металлом при окислительном рафинировании.

Общие принципы обеспечения заданного содержания марганца в стали.

Литература к теме: [1, 2, 3].

Тема 13. Физико-химические основы десульфурации металла в сталеплавильных процессах.

Содержание темы 13:

Красноломкость, анизотропия механических свойств и другие дефекты,

обусловленные присутствием серы в стали. Растворимость и активность серы в жидком железе и его сплавах. Термодинамическая оценка возможности удаления серы из расплавов железа при окислительном рафинировании. Механизм реакций десульфурации металла шлаком. Сульфидная емкость шлака. Определение сульфидной емкости шлака с использованием экспериментальных диаграмм и на основании величины оптической основности шлака. Общая термодинамическая характеристика реакции десульфурации металла шлаком. Влияние основности и окисленности шлака на величину коэффициента распределения серы между шлаком и металлом. Изменение содержания серы в металле в ходе выплавки стали в конверторах, мартеновских и электропечах. Особенности поведения серы при использовании чугуна, который подвергался глубокой внедоменной десульфурации. Общие принципы обеспечения заданного содержания серы в стали.

Литература к теме: [1, 2, 3].

Тема 14. Окисление и восстановление фосфора в сталеплавильных процессах.

Содержание темы 14:

Роль фосфора в сталеплавильных процессах. Главные физико-химические свойства фосфора. Механизм реакций окислительной дефосфорации металла. Общая термодинамическая характеристика реакции дефосфорации. Коэффициент распределения фосфора между шлаком и металлом. Изменение содержания фосфора в металле в ходе выплавки стали в кислородных конверторах, мартеновских и электропечах. Восстановление фосфора в ходе раскисления, выпуска и разлива стали. Особенности организации плавки при переработке высокофосфористых чугунов. Общие принципы обеспечения заданного содержания фосфора в стали.

Литература к теме: [1, 2, 3].

Тема 15. Окисление и восстановление хрома в сталеплавильных процессах.

Содержание темы 15:

Роль хрома в сталеплавильных процессах. Главные физико-химические свойства хрома. Общая термодинамическая характеристика реакций окисления хрома. Влияние окисленности и основности шлака на величину коэффициента распределения хрома между шлаком и металлом. Изменение содержания хрома в металле в сталеплавильных процессах. Теоретические основы технологии глубокого обезуглероживания расплавов с высоким содержанием хрома. Общие принципы получения заданного содержания хрома в стали.

Литература к теме: [1, 2, 3].

3.3 Практические (семинарские) занятия

| № п/п | Тема занятия | Объем, час. | Лите ратура |
|----------|---|----------------|----------------|
| 1 | Окисление примесей сталеплавильной ванны продувкой газообразным кислородом, кислородом газовой фазы агрегата и твердых окислителей. | 7/1 | [1, 2, 3,4] |
| 2 | Расчеты содержания кислорода в железе в равновесии со шлаком с использованием экспериментальной диаграммы активности оксида железа в сталеплавильном шлаке. | 8/1 | [1, 2, 3,4] |
| 3 | Окисление углерода в сталеплавильных процессах. Термодинамика реакций. Определение равновесного содержания кислорода в металле заданного химического состава. | 10/2 | [1, 2, 3,4] |
| 4 | Окисление кремния в сталеплавильных процессах. Расчеты содержания кремния в металле в равновесии с окислительным шлаком с использованием экспериментальной диаграммы активности оксида железа в сталеплавильном шлаке. | 10/1 | [1, 2, 3,4] |
| 5 | Окисление марганца в сталеплавильных процессах. Расчеты содержания марганца в металле в равновесии с окислительным шлаком с использованием экспериментальной диаграммы активности оксида железа в сталеплавильном шлаке. | 6/1 | [1, 2, 3,4] |
| 6 | Десульфурация металла в сталеплавильных процессах. Расчеты величины равновесного парциального давления в газовой фазе при окислительной десульфурации металла. Расчеты концентрации серы в шлаке в равновесии с металлом заданного химического состава. | 5/1 | [1, 2, 3,4] |
| 7 | Окисление и восстановление фосфора в сталеплавильных процессах. Расчет коэффициента распределения фосфора между шлаком и металлом. Определение условий дефосфорации металла. | 6/1 | [1, 2, 3,4] |
| | ИТОГО | 52 /8 | |

3.4 Лабораторные работы(в учебном плане не запланированы)

3.5 Самостоятельная работа студента

| № п/п | Виды самостоятельной работы студента | Объем, час. |
|----------|--------------------------------------|----------------|
| 1 | Изучение лекционного материала | 40/80 |
| 2 | Подготовка к практическим занятиям | 43/59 |
| 3 | Подготовка к лабораторным работам | 0/0 |
| 4 | Выполнение курсовой работы | 27/27 |
| Итого | | 110/166 |

3.6 Курсовой проект (работа), индивидуальное задание

В соответствии с индивидуальным заданием производятся следующие расчеты: расчет константы равновесия обратимой реакции, расчет температуры начала реакции, расчет активностей компонентов металлического расплава (по Вагнеру), расчет активностей компонентов шлакового расплава (метод МКЭ), расчет состава металлического расплава равновесного заданному составу шлака, расчет десульфурации металла синтетическим шлаком (формула Морозова), расчет дефосфорации металла синтетическим шлаком с подбором состава шлака. Все расчеты выполняются в ПО Excel.

4 ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

4.1 Критерии и шкалы для интегрированной оценки уровня сформированности компетенций

Составляющая компетенции – полнота знаний

- нулевой уровень: неверные, не аргументированные, с множеством грубых ошибок ответы на вопросы. Уровень знаний ниже минимальных требований;
- минимальный уровень: даны не полные, неточные и неаргументированные ответы на вопросы. Допущено много грубых ошибок. Уровень знаний ниже минимальных требований;
- пороговый уровень: даны недостаточно полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Плохо знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено много негрубых ошибок;
- средний уровень: даны достаточно полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. В целом знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько негрубых ошибок;
- продвинутый уровень: даны полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько негрубых ошибок;
- высокий уровень: даны полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько неточностей.

Составляющая компетенции – умения

- нулевой уровень: полное отсутствие понимания сути методики решения задачи, допущено множество грубейших ошибок / задания не выполнены вообще;
- минимальный уровень: слабое понимание сути методики решения задачи, допущены грубые ошибки. Решения не обоснованы. Не умеет использовать нормативно-техническую литературу
- пороговый уровень: достаточное понимание сути методики решения задачи, допущены ошибки. Решения не всегда обоснованы. Умеет использовать нормативно-техническую литературу. Слабо ориентируется в специальной научной литературе;

- средний уровень: в целом понимает суть методики решения задачи, допущены ошибки. Решения не всегда обоснованы. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу;
- продвинутый уровень: в целом понимает суть методики решения задачи, допущены неточности. Способен обосновать решения. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу;
- высокий уровень: понимает суть методики решения задачи. Способен обосновать решения. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу, передовой опыт.

Составляющая компетенции – владение навыками

- нулевой уровень: не демонстрирует владение навыками выполнения профессиональных задач. Не может выполнить задания;
- минимальный уровень: не демонстрирует владение навыками выполнения профессиональных задач. Испытывает существенные трудности при выполнении отдельных заданий;
- пороговый уровень: владеет навыками выполнения профессиональных задач на пороговом уровне. Задания выполняет медленно и некачественно;
- средний уровень: владеет навыками выполнения профессиональных задач. Задания выполняет на среднем уровне по скорости и качеству;
- продвинутый уровень: владеет уверенными навыками выполнения профессиональных задач. Быстро и качественно выполняет задания, иногда допуская незначительные погрешности;
- высокий уровень: владеет уверенными навыками выполнения профессиональных задач. Быстро и качественно выполняет задания, при необходимости демонстрируя творческий подход.

Обобщенная оценка сформированности компетенций

- нулевой уровень: на нулевом уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на более высоком уровне;
- минимальный уровень: на минимальном уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на более высоком уровне;
- пороговый уровень: на пороговом уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на более высоком уровне;
- средний уровень: на среднем уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на более высоком уровне;
- продвинутый уровень: на продвинутом уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на высоком уровне;
- высокий уровень: на высоком уровне сформированы все составляющие компетенций.

4.2 Вопросы к экзамену и пример экзаменационного билета

1. Современные представления о строении расплавленных шлаков. Определение активности компонента шлака методом А.Г. Пономаренко.
2. Современные представления о строении расплавленного железа
3. Процессы, протекающие при формировании шлака. Растворение CaO .
4. Окисление примесей металла продувкой газообразным кислородом. Первичная реакционная зона
5. Общая термодинамическая характеристика реакции окисления кремния
6. Современные представления о строении расплавленных шлаков.
4. Распределение фосфора между шлаком и металлом
5. Процессы, протекающие при формировании шлака. Растворение SiO_2 .
6. Источники формирования шлака
7. Современные представления о строении расплавленных шлаков.
8. Изменение содержания марганца в металле по ходу плавки
9. Последовательность окисления примесей металлической ванны при продувке кислородом.
10. Окисление примесей металла продувкой газообразным кислородом.
11. Химический состав сталеплавильных шлаков
12. Основные принципы получения заданного содержания кремния в стали.
13. Аллотропические превращения железа
14. Процессы, протекающие при формировании шлака. Растворение P_2O_5
15. Роль серы в сталеплавильных процессах.
16. Основные физические свойства железа
17. Металлургические флюсы
18. Поведение марганца в сталеплавильных процессах.
19. Десульфурация металла
20. Основные принципы получения заданного содержания марганца в стали
21. Общая термодинамическая характеристика реакции окисления углерода.
22. Последовательность окисления примесей металлической ванны при продувке кислородом
23. Распределение серы между шлаком и металлом
24. Поведение углерода в сталеплавильных процессах.
25. Растворение извести в сталеплавильных шлаках
26. Минимальное остаточное содержание углерода при плавке в открытых сталеплавильных агрегатах
27. Основные реакции дефосфорации металла
28. Неметаллических включения в стали
29. Процессы, протекающие при формировании шлака. Растворение MgO
30. Основные принципы получения заданного содержания серы в стали
31. Роль кремния в сталеплавильных процессах
32. Основность шлака и ее роль в рафинировании металла
33. Окисление примесей металла кислородом газовой фазы агрегата

Пример экзаменационного билета

Программа подготовки

-

бакалавриат*(бакалавриат, специалитет, магистратура)*

Направление подготовки:

22.03.02 «Металлургия»*(код, название)*

Направленность:

«Электрометаллургия»

(название)

Семестр:

4 / 4

Учебная дисциплина:

Теоретические основы сталеплавильных процессов

ГОУВПО

«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»**Экзаменационный билет №1**

1. Современные представления о строении расплавленных шлаков. Определение активности компонента шлака методом А.Г. Пономаренко.
2. Современные представления о строении расплавленного железа
3. Процессы, протекающие при формировании шлака. Растворение СаО.

Утверждено на заседании кафедры

Электрометаллургия*(наименование кафедры полностью)*

Протокол

№ от20 г.

Зав. кафедрой

*(подпись)*Троянский А.А.*(Ф.И.О.)*

Экзаменатор

*(подпись)*Симоненко В.И.*(Ф.И.О.)***4.3 Критерии оценивания**

Оценивание знаний обучающихся выполняется путем суммирования количества баллов, полученных за текущее обучение, итоговый письменный контроль по дисциплине и научную (самостоятельную) работу. Все формы контроля тесно взаимосвязаны и организованы таким образом, чтобы стимулировать у обучающихся эффективную научную (самостоятельную) работу в течение семестра и обеспечить объективное оценивание их знаний, полученных на протяжении всего периода изучения дисциплины.

СТРУКТУРА ОЦЕНИВАНИЯ ЗНАНИЙ

Оценивания знаний студентов и распределение баллов по соответствующим формам контроля осуществляется по следующим категориям.

1. Текущее оценивание обучающихся на занятиях

Текущий контроль систематичности и активности работы студентов над изучением дисциплины определяется как сумма баллов, полученных в результате оценивания соответствующих форм контроля, к которым относятся: присутствие

на занятиях (с наличием конспекта лекций), оценивание уровня подготовленности к занятиям, оценка за выполнение индивидуального задания (расчетного или учебно-исследовательского) в соответствии с таблицей.

2. Промежуточный письменный контроль

Предусматривается проведение двух промежуточных письменных контрольных работ (№1 и №2) в виде контрольной, перечень вопросов которых охватывает по 50% содержательных тем, определенных рабочей программой. Каждый промежуточный контроль оценивается и в «Журнале ведения учета знаний студентов за семестр» выставляется соответствующее количество баллов.

3. Индивидуальное расчетное или учебно-исследовательское задание

4. Научная работа

Студенты, которые принимали активное участие в работе студенческого научного общества, представляли свои научные работы на конференциях или конкурсах по дисциплине или смежным дисциплинам (если таковые имели место в течение текущего семестра), имеют право дополнительно получить определенное количество баллов к общей оценке итогового контроля

успеваемости.

5. Итоговый контроль по дисциплине

Итоговый контроль знаний студентов в соответствии с учебным планом осуществляется в виде экзамена.

Задачей экзамена является проверка понимания студентом программного материала в целом, логики и взаимосвязей между отдельными разделами, способности творчески использовать накопленные знания.

Объектом итогового контроля знаний являются результаты выполнения письменных и устных (при необходимости) экзаменационных задач.

Обязательным условием итогового контроля является то, что в случае завершения дисциплины формой контроля “экзамен” – количество баллов, полученных по результатам сдачи письменной экзаменационной работы, должно быть больше «0». Сдача экзамена в виде автоматического выставления оценки за текущее обучение как стимул регулярного и ритмичного обучения – не допускается.

При оценке результатов экзамена следует руководствоваться следующими рекомендациями:

1. **«27-30 баллов»** заслуживает студент, обнаруживший всестороннее, систематическое и глубокое знание материалов изученной дисциплины, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоивший основную и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной программой. Как правило, **«27-30 баллов»** выставляется студенту, проявившему творческие способности в понимании, изложении и использовании материалов изученной дисциплины, безупречно ответившему не только на вопросы билета, но и на дополнительные вопросы (при необходимости) в рамках ос-

новой программы дисциплины экзамена, правильно выполнившему практическое задание;

2. **«21-26 баллов»** заслуживает студент, обнаруживший полное знание материала изученной дисциплины, успешно выполняющий предусмотренные в программе задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную в программе. Как правило, **«21-26 баллов»** выставляется студенту, показавшему систематический характер знаний по дисциплине, ответившему на все вопросы билета правильно выполнившему практическое задание, но допустившему при этом не принципиальные ошибки;

3. **«15-20 баллов»** заслуживает студент, обнаруживший знание материала изученной дисциплины в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии справляющийся с выполнением заданий, предусмотренных программой, знакомый с основной литературой, рекомендованной программой. Как правило, **«15-20 баллов»** выставляется студентам, допустившим погрешность в ответе на теоретические вопросы и/или при выполнении практических заданий, но обладающим необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя, либо неправильно выполнившему практическое задание, но по указанию экзаменатора выполнившим другие практические задания из того же раздела дисциплины;

- **«1-14 баллов»** выставляется студенту обнаружившему серьезные пробелы в знаниях основного материала изученной дисциплины, допустившему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий. Как правило, **«1-14 баллов»** ставится студентам, которые не могут продолжить обучение или приступить к профессиональной деятельности по окончании вуза без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине, не ответившим на все вопросы билета и дополнительные вопросы, и неправильно выполнившим практическое задание. Неправильное выполнение только практического задания не является однозначной причиной для выставления **«1-14 баллов»**.

«0 баллов» выставляется если студент:

- после начала экзамена отказался его сдавать;
- нарушил правила сдачи экзамена (списывал, подсказывал, обманом пытался получить более высокую оценку и т.д.).

В случае получения **«0 баллов»** при сдаче экзамена итоговое количество баллов за дисциплину не может превышать **59 баллов**.

У обучающегося имеется возможность (при согласии лектора) отказаться от ранее набранного количества баллов. В этом случае итоговое оценивание осуществляется по результатам сдачи письменной работы на экзамене. Итоговое количество баллов в этом случае определяется пропорционально коэффициента

«К», определяемого по формуле:

$$K = B_{\text{Экз.}}^T \cdot (B_{\text{ауд.}} + B_{\text{Экз.}} + B_{\text{пром.}}) / (B_{\text{Экз.}} + B_{\text{сам.}})$$

– фактическое количество баллов за письменную экзаменационную

где $B_{\text{Экз.}}^T$ – общий балл за работу;

$B_{\text{ауд.}}$ – максимальное количество баллов за аудиторские занятия;

$B_{\text{Экз.}}$ – максимальное количество баллов за письменную экзаменационную работу;

$B_{\text{пром.}}$ – максимальное количество баллов за промежуточный контроль;

$B_{\text{сам.}}$ – максимальное количество баллов за самостоятельную работу.

Максимальное количество баллов, которые студент может получить по каждому содержательному модулю при изучении предмета приведено в таблице 1 «Распределение баллов, которые получают студенты при изучении предмета».

Распределение баллов, которые получают студенты при изучении предмета

| Вид деятельности | Количество баллов | |
|---|--------------------------|--------------------------|
| | Очная форма 2 сем. | Заочная форма 2 сем. |
| Аудиторные занятия*¹, в том числе: | 0-60*¹ | 0-20*¹ |
| - работа на лекционных занятиях | 0-30 | 0-10 |
| - работа на практических (семинарских) занятиях | 0-30 | 0-10 |
| - работа на лабораторных занятиях | - | - |
| Самостоятельная работа, в том числе: | 0-5 | 0-50 |
| - подготовка к аудиторным занятиям | - | - |
| - выполнение индивидуального задания | - | - |
| - ведение конспекта | 0-5 | 0-50 |
| Проведение промежуточных контрольных работ, в том числе: | 0-5 | - |
| - написание контрольной работы №1 | 0-2 | - |
| - написание контрольной работы №2 | 0-3 | - |
| Форма промежуточной аттестации, в том числе: | 0-30 | 0-30 |
| - зачет (подведение результатов работы) | - | - |
| - экзамен (письменная работа) | 0-30 | 0-30 |
| Дополнительные баллы*² | 0-10*² | 0-10*² |
| Итого | 0-100 | 0-100 |

Примечание:

4. Количество баллов за каждый содержательный раздел делится на следующие категории:

а) лекции:

- посещение занятий

50%;

- активность во время занятий
- 50%. б) практические занятия:
- посещение занятий 50%;
 - активность во время занятий 50%.

5. Дополнительно предусмотрено получения дополнительных баллов за творческий подход студентом при изучении дисциплины – максимальное количество баллов – 10 (Баллы не учитываются при получении общего суммарного количества баллов по другим видам работ более чем 100). Под творческим подходом подразумевается научная работа по направлению дисциплины (участие в олимпиадах, конкурсах, написание научных статей, написание индивидуальных творческих проектов и т.д.).

II ИТОГОВАЯ СЕМЕСТРОВАЯ ОЦЕНКА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Итоговая семестровая оценка по дисциплине по шкале ECTS и национальной выставляется на основании суммарного количества баллов, которые набрал студент в соответствии с таблицей «Шкала оценивания: национальная и ECTS».

Шкала оценивания: национальная и ECTS

| Сумма баллов за все виды учебной деятельности | Оценка ECTS | Оценка по национальной шкале |
|---|----------------------------------|---|
| 90-100 | A | отлично |
| 80-89 | B | хорошо |
| 75-79 | C | |
| 70-74 | D | |
| 60-69 | E | удовлетворительно |
| 35-59 | FX | неудовлетворительно с возможностью повторной сдачи |
| 1-34 | F* (смотри примечание) | неудовлетворительно с обязательным повторным изучением дисциплины |
| -1 | | не явился |
| -3 | | освобождение |
| -7 | | не допущен |

Примечание: * - оценка F выставляется только при сдаче экзамена (итогового семестрового модульного контроля) комиссии.

4.4 Пример текущего опроса на практических (семинарских) занятиях и лабораторных работах

На примере темы «Поведение фосфора по ходу проведения плавки на свежей шихте»:

1. Какие технологические условия способствуют быстрому окислению фосфора в период плавления?
2. Назовите оптимальные параметры для окисления фосфора в период плавления.
3. Причины рефосфорации по окончании периода плавления.
4. Методы предотвращения рефосфорации.

Ответы на вопросы входного контроля учитываются преподавателем в результатах текущего контроля работы студента.

5 РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

I. Основная литература

1. Коновалов, Ю.В. Металлургия [Электронный ресурс]: учебное пособие в трех книгах. Книга 1 Производство чугуна, железа, стали и ферросплавов / Ю.В. Коновалов, А.А. Троянский, С.Н. Тимошенко. – 21 Мб. – Донецк: ГВУЗ ДонНТУ, 2011. – 431с. - 1 файл. – Систем. требования: Acrobat Reader. <http://ed.donntu.ru/books/met/cd1007.pdf>
2. Шаповалов, А.Н. Теория и технология производства стали [Электронный ресурс]: Учебное пособие / А.Н. Шаповалов. – 2,91 Мб. – Новотроицк: НФ НИТУ «МИСиС», 2015. – 176 с. – 1 файл. – Систем. требования: Acrobat Reader. – Режим доступа: <http://ed.donntu.ru/books/19/cd9287.pdf>.
3. Рошин, В.Е. Электрометаллургия и металлургия стали [Электронный ресурс] / В. Е. Рошин, А. В. Рошин. – 4-е изд., перераб. и доп. – Челябинск: ЮУрГУ, 2013. – 572 с. – (43,9 МБ). – 1 файл. – Систем. требования: Acrobat Reader. – Режим доступа: <http://ed.donntu.ru/books/19/cd9040.pdf>

II Дополнительная литература

4. Лемешев, В.Г. Химическая технология керамики и огнеупоров [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.Г. Лемешев, Д.О. Лемешев. – 18 Мб. - М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2016. -123 с. – 1 файл. - Систем.требования: AcrobatReader. <http://ed.donntu.ru/books/cd5856.pdf>

6 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебно-методические издания, разработанные в ДОННТУ:

5. Конспект лекций по дисциплине «Теоретические основы сталеплавильных процессов» [Электронный ресурс] : для студентов очной и заочной форм обучения направления подготовки 22.03.02 «Металлургия», профиль «Электрометаллургия стали» / ГОУВПО «ДОННТУ» / Сост.: Симоненко В.И. - 2,7 Мб. - Донецк : ГОУВПО «ДОННТУ», 2021. – 1 файл. - Систем. требования: Acrobat Reader. (доступ через личный кабинет студента).
6. Методические указания к практическим занятиям по дисциплине "Теоретические основы сталеплавильных процессов" [Электронный ресурс] : по направлению подготовки: 22.03.02 "Металлургия" : профиль: "Электрометаллургия стали" : для обучающихся очной и заочной форм обучения / ГОУВПО "ДОННТУ", Каф. электрометаллургии ; сост.: А. А. Троянский [и др.]. - 1 Мб. - Донецк : ГОУВПО "ДОННТУ", 2021. - 1 файл. - Систем. требования: AcrobatReader.
<http://ed.donntu.ru/books/22/m7613.pdf>
7. Методические указания к самостоятельной и индивидуальной работе студентов по дисциплине «Теоретические основы сталеплавильных процессов» (для студентов очной и заочной форм обучения, направления подготовки 22.03.02 «Металлургия», профиль «Электрометаллургия стали») [Электронный ресурс] / Сост. : Симоненко В.И. – 214 Кб. – Донецк: ДОННТУ, 2021. – 1 файл. – Систем. требования: Acrobat Reader. .
<http://ed.donntu.ru/books/21/m73887.pdf>

Электронно-информационные ресурсы

ЭБС ДОННТУ – <http://donntu.ru/library>

ЭБС IPR SMART - <http://iprbookshop.ru>

7 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1 Лекционные занятия:

Учебная аудитория №5.264 учебный корпус 5 для проведения занятий лекционного типа. (мультимедийное оборудование: ноутбук HP Compaq nc6120, Операционная система Linux Ubuntu 16.04 (2016), LibreOffice 4.3.0 (2015) , видеопроектор Sony VPL-EX4 с экраном ProView 180x180 Matte White; специализированная мебель: доска аудиторная, столы, стулья, демонстрационные стенды, плакаты, макеты и образцы).

2 Практические занятия:

Учебная аудитория №5.264 учебный корпус 5 для проведения практических занятий. (мультимедийное оборудование: ноутбук HP Compaq nc6120, Операционная система Linux Ubuntu 16.04 (2016), LibreOffice 4.3.0 (2015), видеопроектор Sony VPL-EX4 с экраном ProView 180x180 Matte White; специализированная мебель: доска аудиторная, столы, стулья, демонстрационные стенды, плакаты, макеты и образцы).

3. Самостоятельная работа:

Помещения для самостоятельной работы с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации: читальные залы, учебные корпуса 2,3. (Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду (ЭИОС ДОННТУ) и электронно-библиотечную систему (ЭБС IPRbooks), а также возможностью индивидуального неограниченного доступа обучающихся в ЭБС и ЭИОС посредством Wi-Fi с персональных мобильных устройств. ОС- Microsoft Windows 7, OpenOffice 2.0.3 – общественная лицензия MPL 2.0/ Grub loader for ALT Linux - лицензия GNU LGPL v3/ Mozilla Firefox - лицензия MPL2.0, Moodle (Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment) - лицензия GNU GPL.