

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
**СТАРООСКОЛЬСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМ. А.А. УГАРОВА**  
(филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»  
**СТИ НИТУ «МИСИС»**

Рабочая программа утверждена  
решением Ученого совета  
СТИ НИТУ «МИСИС»  
от «27» июня 2024\_г.  
протокол № 16\_\_\_\_

## Рабочая программа дисциплины

# Окислительный обжиг и восстановление железа

Закреплена за кафедрой	Кафедра металлургии и металловедения им. С.П. Угаровой
Направление подготовки	22.04.02 Металлургия
Профиль	Прогрессивные металлургические технологии -27.105-Технология производства металл- зованного сырья
Квалификация	<b>Магистр</b>
Форма обучения	<b><u>Очная</u></b>
Общая трудоемкость	<b>4 ЗЕТ</b>

Часов по учебному плану	<u>144</u>	Формы контроля в семестрах:
в том числе:		экзамен 3
аудиторные занятия	<u>34</u>	
самостоятельная работа	<u>74</u>	
часов на контроль	<u>36</u>	

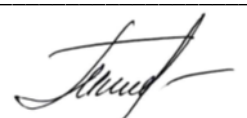
### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр	3		Итого	
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Практические занятия	17	17	17	17
Лабораторные работы	17	17	17	17
Контактная работа	34	34	34	34
Сам. работа	74	74	74	74
Часы на контроль	36	36	36	36
Итого:	144	144	144	144

Год набора 2023  
В редакции 2024г.

Программу составил(и):  
профессор, кандидат технических наук, доцент  
Тимофеева Анна Стефановна

*Должность, уч. ст., уч. зв. ФИО полностью*



*подпись*

Рабочая программа дисциплины

**Окислительный обжиг и восстановление железа**

*наименование*

Разработана в соответствии с ОС ВО НИТУ «МИСИС»:  
Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования - магистратура,  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» по направлению подготовки 22.04.02 Металлургия (уровень магистратуры) (приказ от 02.04.2021 г. № 119 о.в.)

Составлена на основании учебного плана 2024года набора:

22.4.02 Металлургия

Профиль: Производство металлизированного сырья 27.105-Производство железорудных окатышей утвержденного Ученым советом СТИ НИТУ «МИСИС» 27.06.2024 протокол №16

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

**Металлургии и металловедения им. С.П. Угаровой**

*наименование кафедры*

Протокол от « 05 » июня 2024г. №9/24

Зав. кафедрой ММ им. С.П. Угаровой

*аббревиатура наименования кафедры*



*подпись*

А.А. Кожухов

*И.О. Фамилия*

«05» июня 2024г.

Руководитель ОПОП ВО  
заведующий кафедрой ММ им. С.П. Угаровой,  
доктор технических наук, доцент

*должность, уч. ст., уч. зв.*



*подпись*

А. А. Кожухов

*И.О. Фамилия*

«05» июня 2024г.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ	
Подготовка обучающихся в области окисления железа при обжиге окатышей, формирование у обучающихся способности к расчетам по окислению и восстановлению железа, к применению данного материала на практике в реальных условиях металлургического производства, к формированию навыков экспериментальных исследований в области окисления и прямого восстановления железа.	
<b>Задачи дисциплины:</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- научить анализировать процессы окисления и прямого восстановления железа;</li> <li>- научить обучающихся выявлять виды окисления железа;</li> <li>- научить проводить расчеты по окислительному обжигу окатышей и прямому восстановлению железа.</li> </ul>	

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	
Цикл (раздел) ОП:	Б1.В.
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>
2.1.1	Теплофизика получения металлизированного продукта
2.1.2.	Теплофизика получения окисленных окатышей
2.1.3.	Прикладная термодинамика и кинетика металлургических процессов
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>
2.2.1	Окислительный обжиг и восстановление железа;
2.2.2	Научно-исследовательская работа
2.2.3	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы, включая, подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты

3. ИНДИКАТОРЫ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ, СОВМЕЩЕННЫЕ С РЕЗУЛЬТАТАМИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	
<b>УК-1:</b> Способен осуществлять критический анализ новых и сложных инженерных объектов, процессов и систем в междисциплинарном контексте, проблемных ситуаций на основе системного подхода, выбрать и применить наиболее подходящие и актуальные методы из существующих аналитических, вычислительных и экспериментальных методов или новых и инновационных методов, вырабатывать стратегию действий	
Знать:	УК-1-31 Виды продукции, подвергающиеся прямому восстановлению железа и окислительному обжигу;
Уметь:	УК-1-У1 Анализировать влияние различных факторов на окислительный обжиг и прямое восстановление железа;
Владеть:	УК-1-В1 Расчетами и нахождением данных окислительного обжига и прямого восстановления железа как теоретическим, так и экспериментальным методами..
<b>УК-2: Способен:</b> Способен интегрировать знания и принимать решения в сложных ситуациях, формулировать суждения на основе неполной или ограниченной информации, управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	
Знать:	УК-2-31 Источники информации об окислительном обжиге и прямом восстановлении железа
Уметь:	УК-2-У1 Применять базы данных и источники информации критически подходя к ним;
Владеть:	УК-2-31 Умением работать экспериментально по определению параметров окислительного обжига и прямого восстановления железа..
<b>УК-6: Способен:</b> Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки, участвовать в обучении на протяжении всей жизни	
Знать:	УК-6-31 Основные фундаментальные законы, применяющиеся для определения окисления;
Уметь:	УК -6-У1 Развивать свой интеллектуальный и профессиональный уровень в течение всей жизни;
Владеть:	УК-6-В1 Способами совершенствования собственной деятельности на основе самооценки.
<b>ОПК-1:</b> Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи, на основе фундаментальных знаний, знаний в междисциплинарных областях в области металлургии	
Знать:	ОПК-1-31 Факторы, влияющие на окислительный обжиг и прямое восстановление железа;
Уметь:	ОПК-1-У1 Выделять основные преимущества, недостатки окислительного обжига и прямого восстановления железа;
Владеть:	ОПК-1-В1 Терминологией в области окислительного обжига и прямого восстановления железа.
<b>Пк-1</b>	

Анализ и совершенствование металлургических процессов	
Знать:	ПК-1-31 Теория и технология производства железорудных окатышей
Уметь:	ПК-1-У1 Оценивать возможные производственные риски и принимать меры по их минимизации в технологических процессах производства окатышей
Владеть:	ПК-1-В1 Определением и контролем исполнения мер по выполнению производственной программы подготовки и окомкования железорудных концентратов
<b>ПК-2:Определение сферы применения результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ</b>	
Знать:	ПК-2-31 Проведение анализа научных данных, результатов экспериментов и наблюдений
Уметь:	ПК-2-У1 Оформлять результаты научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ
Владеть:	ПК-2-В1Проведение работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ						
Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр	Количество часов	Компетенции	Литература и электронные ресурсы	Примечание
	<b>Раздел 1.</b> <b>Введение.Теоретические основы окисления железа при обжиге окатышей</b>					
1.1	<b>Практические занятия.</b> Окисление окатышей при обжиге. Самостоятельное изучение литературы «Химические реакции окисления при обжиге» - Подготовка к ПЗ - Подготовка к КР№1 - Подготовка реферата	3	5  16  4 2 2 2	УК-1-У1 УК-1-31 УК-1-В1 ОПК-1-У1 ОПК-1-31 ОПК-1-В1	Л. 1.1 Л.1.2 Л.1.5 Л.2.1 Л3.2	
1.2	<b>Лабораторная работа</b> «Определение реакционной способности металлизированного продукта»  Самостоятельная работа - Подготовка к ЛР	3	6  4 4	УК-1-У1 УК-1-31 УК-1-В1 УК-2-31 УК-2-У1 УК-2-В1	Л3.3 Л.1.3 Л.1.4 Л.3.1 Л.2.1.	
2.	<b>Раздел 2</b> <b>Прямое восстановление железа</b>					
2.1	<b>Практические занятия.</b> Процессы прямого восстановления железа  Самостоятельная работа - Самостоятельное изучение литературы: «Влияние различных факторов на производительность прямого восстановления железа»  - Подготовка к контрольной работе№2  - Подготовка к ПЗ	3	<b>6</b>  <b>24</b>  13  5  6	УК-1-У1 УК-1-31 УК-1-В1 ОПК-1- У1 ОПК-1- 31 ОПК-1-,В1	Л. 1.1 Л.1.3 Л.1.5 Л.2.1 Л3.2 Э1,Э2	

2.2	<b>Лабораторная работа</b> «Исследование температуры самовозгорания металлizedованного продукта»  <b>Самостоятельная работа</b> - Подготовка к Лаб	3	<b>5</b>  <b>6</b> 6	УК-1-У1 УК-1-31 УК-1-В1 УК-2-31 УК-2-У1 УК-2-В1	Л 3.3 Л.1.3 Л.1.4 Л .2.1 Л. 3.1	
3	<b>Раздел 3</b> <b>Вторичное окисление железа. Способы защиты железа от окисления.</b>	3				
3.1	<b>Практические занятия</b> <b>Самостоятельная работа</b>  - Самостоятельное изучение литературы: «Сравнительная характеристика скорости окисления железа в зависимости от различных факторов» - Подготовка к контрольной работе №3 - Подготовка к ПЗ - Выполнение ДЗ	3	<b>6</b>  <b>18</b>  8  4 4 2	УК-1-У1 УК-1-31 УК-1-В1 УК-6-У1. УК-6-31 УК-6-В1 ОПК-1- У1 ОПК-1- 31 ОПК-1-,В1	Л. 1.1 Л.1.3 Л1.4 Л.1.5 Л.2.1 Л.3.2 Л.3.3	
3.2	<b>Лабораторная работа</b> «Исследование окисления железа в зависимости от температуры, формы и времени»  <b>Самостоятельная работа</b> - Подготовка к ЛР	3	<b>6</b>  <b>6</b> 6	ПК-1-У1 ПК-1-31 ПК-1-В1. ПК-2-У1 ПК-2-31; ПК-2-В1;	Л.3.1 Л.2.1 Л.1.4	
	Часы на контроль /Контроль/	3	36			

## 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

### 5.1. Вопросы для самостоятельной подготовки к экзамену (зачёту с оценкой)

#### Перечень вопросов для промежуточной аттестации (экзамен)

1. Виды окисления железа. (УК-1-У1,УК-1-31,УК-1-В1,ОПК-1-У1,ОПК-1-31,ОПК-1-В1).
2. Возможность протекания реакции вторичного окисления железа (УК-1-У1,УК-1-31,УК-1-В1,ОПК-1-У,ОПК-1-31
3. ОПК-1-В1).
4. Механизм окисления металлizedованного продукта. (УК-1-У1,УК-1-31,УК-1-В1,ОПК-1-У1,ОПК-1-31,ОПК-1-В).
5. Пассивационная пленка. (УК-2-У1; УК-2-31; УК-2-В1; УК-4-У1; УК-4-31; УК-4- В1).
6. Математические модели вторичного окисления железа (УК-1-У1,УК-1-31,УК-1-В1,ОПК-1-У1,ОПК-1-31,ОПК-1-В1).
7. Расчет реакционной способности металлizedованного продукта. (УК-1-У1,УК-1-31,УК-1-В1,УК-2-31,УК-2-У1,УК-2-В1).
8. Состав окислительной атмосферы. (ОПК-1-31, ОПК-1-У1, ОПК-1В1. УК-1-У1,УК-1-31,УК-1-В1).
9. Окисление при повышенных температурах. (УК-1-У1,УК-1-31,УК-1-В1,УК-2-31,УК-2-У1,УК-2-В1)
10. Расчет угара металла при высокотемпературном нагреве. (УК-1-У1,УК-1-31,УК-1-В1,УК-2-31,УК-2-У1,УК-2-В1).
11. Влияние температуры восстановления на вторичное окисление железа. (УК-1-У1,УК-1-31,УК-1-В1,ОПК-1- У1).
12. Влияние температуры окружающей среды на вторичное окисление. (ПК-2-У1; ПК-2-31; ПК-2-В1; УК-2-В1).
13. Влияние влажности на вторичное окисление металлizedованного продукта. (УК-1-У1,УК-1-31,УК-1-В1,ОПК-1- У1
14. ОПК-1- 31).
15. Расчет вторичного окисления металлizedованного сырья. (УК-1-У1,УК-1-31,УК-1-В1,ОПК-1-У1,ОПК-1- 31,ОПК-1-,В1).
16. Расчет критических параметров вторичного окисления железа. Определение параметров кинетического уравнения реакции окисления. (УК-1-У1,УК-1-31,УК-1-В1,ОПК-1-У1,ОПК-1-31,ОПК-1-В1).

17. Экспериментальное определение окисления железа при высокотемпературном нагрев. (УК-1-У1,УК-1-31,УК-1-В1,УК-2-31,УК-2-У1,УК-2-В1).
18. Самовозгорание металлизированного продукта. (ПК-1-У1,ПК-1-31,ПК-1-В,ПК-2-У1).
19. Влияние атмосферных условий на самовозгорание металлизированного продукта. (ПК-2-У1; ПК-2-31; ПК-2-В1; ПК-1-31; ПК-1-У1)
20. Экспериментальное определение температуры самовозгорания металлизированного продукта. (ПК-2-У1; ПК-2-31; ПК-2-В1; УК-2-В1).
21. Соблюдение правил безопасности при вторичном окислении. (УК-1-У1,УК-1-31,УК-1-В1,УК-6-У1,УК-6-31,УК-6-В1,ОПК-1- У1,ОПК-1- 31,ОПК-1-,В1).
22. Способы защиты металлизированного продукта от вторичного окисления. (ПК-1-У1,ПК-1-31,ПК-1-В1,ПК-2-У1)

#### Задачи:

1. Определить скорость высокотемпературного окисления металла и определить по какому параметру размера и при какой температуре скорость выше, если при нагреве образца в виде цилиндра имеются следующие данные:

T, °C	D, мм	H, мм	m, г	m после печи	m окал/ изм.	T, мин
950	12,97	37,8	38,7	39	2	45
1100	13,75	40	47,7	48,8	4,7	45
1200	14,03	40,25	50,4	52,5	7,6	45

2. Прямовосстановленное железо (ГБЖ) с химическим составом  $Fe_{me}=85,47\%$ ,  $Fe_{общ}=90,9\%$ ,  $SiO_2=3,78\%$ ,  $CaO=0,98\%$ ,  $MgO=0,35\%$ ,  $Al_2O_3=0,84\%$ ,  $K_2O=0,052\%$ ,  $Na_2=0,67\%$ ,  $TiO_2=0,073\%$ ,  $C=1,33\%$ , лежит на складе в течение месяца (30 суток). Определить до какой степени возможна потеря  $Fe_{me}$  (или снижение степени металлизации), если известно, что при экспериментальном определении реакционной способности были получены следующие результаты: 100г металлизированного железа поглощают  $0,15\text{см}^3$  кислорода в течение 20 минут.
3. Найти реакционную способность ГБЖ, если данные условия следующие

Время. час	0	18,00	36,00	54,00	72,00
Показ. манометра, мм. вод. ст., левый	26	-7	-10	-10	-10
правый	-26	7	10	10	10

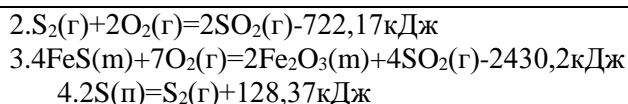
4. Определить реакционную способность металлизированной мелочи, которая определялась экспериментально, и построить график зависимости реакционной способности мелочи от времени, если они имеют следующие данные: масса 0,5кг

Время. мин	20	40	60	80	100	120
$\Delta P$ , мм. Вод. Ст.	2	3	3	2	3	1
$\Delta O_2$ , $\text{см}^3$	0,1	0,15	0,15	0,1	0,15	0,5

5. Рассчитать до какой температуры может разогреться 8т ГБЖ при условии отсутствия теплообмена с окружающей средой, если  $C_p=720\text{кДж}/(\text{кг}\cdot\text{К})$  при стандартных условиях
6. Определить реакционную способность металлизированных окатышей в зависимости от времени и построить график, если масса окатышей составляла 500г и данные измерения представлены в таблице:

Время. мин	20	40	60	80	100	120
$\Delta P$ , мм. Вод. Ст.	19,3	23,2	25,2	24,8	24,3	19,1
$V O_2$ , $\text{см}^3$	0,965	1,16	1,26	1,24	1,215	0,955

7. Рассчитать до какой температуры может разогреться в течение 8 суток 5т металлизированных окатышей при условии 1% теплообмена с окружающей средой, если  $C_p=720\text{кДж}/(\text{кг}\cdot\text{К})$  при стандартных условиях.
8. Рассчитайте теплоту окисления 1 моля  $FeS_2$ , протекающего по реакции:  
 $2FeS_2(m)+5,5O_2(g)=Fe_2O_3(m)+4SO_2(g)+\Delta H$ , если известны тепловые эффекты реакций  
 $1.FeS_2(m)=FeS(m)+S(p)+76,98\text{кДж}$ .



## 5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине

В семестре 3 по курсу предусмотрен экзамен .По ходу изучения дисциплины обучающийся должен выполнить следующие работы:

1) *Контрольная работа № 1 по материалам занятий раздела 1.. . (УК-1-У1,УК-1-31,УК-1-В1,ОПК-1-У1,ОПК-1-31,ОПК-1-В1, УК-2-31,УК-2-У1,УК-2-В1).*

*Перечень вопросов для подготовки к контрольной работе:*

- 1.Обжиг окатышей и изменения , происходящие в окатыше при обжиге.
- 2 .Возможность протекания реакции окисления железа при обжиге
- 3.Механизм окисления окатышей.
- 4.Реакции окисления, протекающие в зоне обжига окатшей
5. Значение этих реакций для качества окатышей
- 6.Расчет тепловых эффектов для окислительного обжига
- 7.Последовательность окисления железа, с чем она связана?
- 8.Решение задач Л.1.2.Задачи для самостоятельного решения №

2) *Контрольная работа № 2 по материалам занятий раздела 2(УК-1-У1,УК-1-31,УК-1-В1,ОПК-1-У1,ОПК-1-31,ОПК-1-В1, УК-2-31,УК-2-У1,УК-2-В1)..*

1. Процесс прямого восстановления железа
2. Реакции прямого восстановления железа в процессах «MIDREX» и «HYLL-III».
- 3.Факторы, влияющие на прямое восстановление железа в окисленных окатышах
4. Требования, предъявляемые к шихте при прямом восстановлении железа
5. Требования, предъявляемые к металлizedованному продукту.
6. Различия в процессах прямого получения железа
7. Решение задач по разделу

3) *Контрольная работа № 3 по материалам занятий раздела 3 (УК-1-У1,УК-1-31,УК-1-В1,УК-6-У1.УК-6-31,УК-6-В1,ОПК-1- У1,ОПК-1- 31,ОПК-1-В1, ПК-2-У1; ПК-2-31;ПК-2-В1).*

- 1.Основные факторы, влияющие на вторичное окисление и почему?
2. Реакции, происходящие при вторичном окислении железа и расчет тепловых эффектов.
3. Скорость вторичного окисления, как ее рассчитать
- 4.Самовозгорание металлizedованного продукта и его безопасность.
5. Какие существуют методы защиты железа от окисления
- 6.Условия транспортировки и хранения металлizedованного продукта
- 7.Решение задач по разделу 3.

*В 3 семестре предусмотрено 2 домашних задания*

**Домашнее задание №1 . Подготовка реферата с презентацией (ПК-2-У1; ПК-2-31; ПК-2-В1; УК-2-В1)**

**Темы рефератов:**

1. Физико-химические процессы, протекающие при окислительном обжиге окатышей
2. Механизм окисления железа при обжиге
3. Влияние различных факторов на процессы окисления
5. Влияние окислительного обжига на прочностные свойства окатышей
6. Современные виды агрегатов окислительного обжига окатышей
7. Виды процессов прямого восстановления железа и их отличия.
8. Получение горячебрикетированного железа и требования, предъявляемые к нему.
9. Получение металлizedованных окатышей в процессах MIDREX и HYL-III, их отличие.
- 10.Экспериментальные методы определения окислительной способности металлizedованного продукта
- 11 Расчеты физико-химических процессов вторичного окисления железа
12. Способы защиты от вторичного окисления
- 13.Технология транспортировки металлizedованного сырья
14. Критические параметры окисления и их определение
15. Современные методы защиты железа от окисления
- 16.Возможность протекания реакций вторичного окисления
- 17 Температура самовозгорания и ее определение
18. Тепловые эффекты при окислении железа
19. Расчет уменьшения степени металлizationа железа при окислении
20. Влияние процесса прямого восстановления железа на процесс вторичного окисления

21. Требования к качеству губчатого железа (хим. состав, физ. свойства, хранение и транспортировка), направления их совершенствования.
22. Методика расчета окисления железа

**Домашнее задание №2 .Решение задач и ответы на теоретические вопросы. (ПК-2-У1; ПК-2-31; ПК-2-В1; УК-2-В1) -** Все материалы по домашнему заданию №2 представлены в пособии Л.3.3.

### **Вопросы к практическим занятиям**

#### **1 раздел. Введение. Теоретические основы окисления железа при обжиге окатышей**

- 1.Технология производства окисленных окатышей
- 2.Окислительный обжиг и реакции, происходящие при этом.
- 3.Расчет тепловых эффектов реакций при окислительном обжиге
- 4.Почему обжиг окатышей еще называется упрочняющим?
- 5.Какой химический состав сырых окатышей и каков обожженных? За счет чего он меняется?
6. Решение задач. по пособию Л.3.2. Задачи для самостоятельного решения задача №1-5,7стр.44-45.

#### **2 Раздел. Прямое восстановление железа**

- 1.Производство железа прямого восстановления
2. Требования к шихте для производства металлизированного продукта
3. Процесс прямого восстановления железа MIDREX.
4. Процесс прямого восстановления железа HYL-III.
5. Состав восстановительного газа и его влияние на восстановление железа.
6. Реакции восстановления и их тепловые эффекты
- 7.Возможность протекания реакции вторичного окисления
8. Решение задач по пособию Л.3.2. Задачи для самостоятельного решения №3,4..стр.56

#### **3 Раздел . Вторичное окисление железа. Способы защиты железа от окисления**

- 1.Вторичное окисление металлизированного продукта
2. Реакционная способность, ее расчет и определение
3. Скорость вторичного окисления Основные факторы, влияющие на вторичное окисление и как они влияют и почему?
4. Методы экспериментального определения скорости вторичного окисления
5. Механизм вторичного окисления сухого металлизированного продукта
- 6.Способы защиты железа от вторичного окисления
7. Самовозгорание металлизированного продукта
- 8.Решение задач по пособию Л.3.2 Задачи для самостоятельного решения №4 с.56

### **5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (описание билетов, тестов и т.п.)**

Экзаменационный билет включает в себя 2 теоретических вопроса из установленного перечня. Билеты хранятся на кафедре ММ им. С.П. Угаровой и утверждены ее заведующим.

Пример экзаменационного билета:

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ И РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
 СТАРООСКОЛЬСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМ. А.А. УГАРОВА  
 (филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования  
 «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»  
 Кафедра **металлургии и металловедения им. С.П. Угаровой**  
**Направление подготовки** (специальность) 22.04.02- Metallургия  
**Профиль** (специализация, направленность): Прогрессивные металлургические технологии  
 Дисциплина  
**ОКИСЛИТЕЛЬНЫЙ ОБЖИГ И ВОССТАНОВЛЕНИЕ ВОССТАНОВЛЕНИЕ ЖЕЛЕЗА**  
**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №**

1. Технология окислительного обжига.
2. Реакции прямого восстановления железа.
2. Прямое восстановление железа в процессе MIDREX
3. Задача. Рассчитать тепловой эффект реакции образования оксида железа (III) из простых веществ при стандартных условиях и стандартную энтальпию образования оксида железа (III), используя следующие термохимические уравнения:  $2\text{Fe} + \text{O}_2 = 2\text{FeO}$ ,  $\Delta H = -527,4 \text{ кДж}$

$4\text{FeO} + \text{O}_2 = 2\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\Delta H = -587,9 \text{ кДж}$  Экзаменатор \_\_\_\_\_ А.С. Тимофеева

подпись

Утверждено на заседании кафедры металлургии и металловедения им. С.П. Угаровой

Протоколом №9 \_\_\_\_\_ от \_05.06.24г

Зав. кафедрой ММ \_\_\_\_\_ А.А. Кожухов

подпись



#### 5.4. Методика оценки освоения дисциплины

Требования к оцениванию обучающегося на экзамене:

**«отлично»:**

студент показывает глубокие, исчерпывающие знания в объеме пройденной программы, уверенно действует по применению полученных знаний на практике, грамотно и логически стройно излагает материал при ответе, умеет формулировать выводы из изложенного теоретического материала, знает дополнительно рекомендованную литературу;

**«хорошо»:**

студент показывает твердые и достаточно полные знания в объеме пройденной программы, допускает незначительные ошибки при освещении заданных вопросов, правильно действует по применению знаний на практике, четко излагает материал;

**«удовлетворительно»:**

студент показывает знания в объеме пройденной программы, ответы излагает хотя и с ошибками, но уверенно исправляемыми после дополнительных и наводящих вопросов, правильно действует по применению знаний на практике;

**«неудовлетворительно»:**

студент допускает грубые ошибки в ответе, не понимает сущности излагаемого вопроса, не умеет применять знания на практике, дает неправильные или неполные ответы на дополнительные и наводящие вопросы.

**«не явка»:**

обучающийся на экзамен не явился.

**Условия допуска к экзамену по дисциплине**

##### 1. Семинары

**Зачтено:** Обучающийся освоил все вопросы, рассматриваемые на семинарских занятиях, были оформлены конспекты по все вопросам и принимал активное участие в беседах по семинарским вопросам.

**Не зачтено:** студент не был готов к большинству семинарских занятий ( не представил конспекты по занятиям, не участвовал, или участвовал, но при этом допускал много ошибок по рассматриваемым вопросам).

##### 2. Успешное написание 3 контрольных работ

**Зачтено:** вопросы, предложенные студенту на контрольной работе раскрыты в полном объеме, верно применил теоретические знания к решению задач.

**Не зачтено:** студент не понимает сущности излагаемого вопроса, допускает грубые ошибки при ответе, дает неполные ответы., неправильно решает задачи.

##### 3. Лабораторные работы:

**Зачтено:** если все работы выполнены самостоятельно и защищены

##### 4. Защита домашнего задания

**Зачтено:** по первому заданию представлен доклад, освещающий достаточно полно тему и проведена защита с подготовленной презентацией по докладу;

-по второму домашнему заданию студент показывает глубокое знание материала, защитил решенные задачи и ответил на вопросы, представленные в домашнем задании для каждого варианта.

**Не зачтено:** если хотя бы одно задание не выполнено, или выполнены неправильно, обучающийся не понимает сути вопроса и дает неверные ответы.

#### 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

##### 6.1. Рекомендуемая литература

##### 6.1.1 Основная литература

Обозначение	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л.1.1	А.С.Тимофеева, Т.В. Никитченко, Федина В.В	Окислительный обжиг и восстановление железа. Учебное пособие для выполнения домашнего задания для магистрантов, обучающихся по направлению «Металлургия».	Электронный доступ	Старый Оскол, СТИ НИТУ МИСиС, 2021, 18 с.
Л.1.2	А.С.Тимофеева, Т.В.Никитченко, Е.С.Тимофеев, В.В.Федина	Теплофизика получения окисленных окатышей [текст] : учебное пособие	НТБ СТИ НИТУ «МИСиС»-25экз.	Старый Оскол, «ТНТ», 2020г
Л 1.3	А.С.Тимофеева, Т.В.Никитченко, Е.С.Тимофеев, В.В.Федина	Процессы вторичного окисления железа	НТБ СТИ НИТУ «МИСиС»-25экз.	Старый Оскол:ТНТ, 2019г.
Л 1.4	А.С.Тимофеева, Е.С.Тимофеев	Теплофизические особенности производства окисленных окатышей и металлито-	НТБ СТИ НИТУ «МИСиС» 20экз	Старый Оскол:ТНТ,

		ванного продукта		2015г.
6.1.2 Дополнительная литература				
Обозначение	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л 2.1	А.С.Тимофеева В. В.Федина	Справочник теплофизика-металлурга: уч. пособие	НТБ СТИ НИТУ «МИСиС»-50экз.	Старый Оскол:Из-во кпц «РОСА» 2008.
6.1.3 Методические разработки				
Обозначение	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л 3.1	А.С.Тимофеева Т.В.Никитченко В.В.Федина	Процессы вторичного окисления железа: пособие для лабораторных работ	НТБ СТИ НИТУ «МИСиС»	Старый Оскол : СТИ НИТУ «МИСиС», 2017г.
Л 3.2	А.С.Тимофеева, Т.В.Никитченко, В.В.Федина	Теплофизмка получения окисленных окатышей и металлизированного продукта. Учебное пособие для практических занятий	Электронный доступ	Старый Оскол,СТИ НИТУ «МИСиС»,2018г
Л.3.3	А.С.Тимофеева, Т.В.Никитченко, В.В.Федина	Процессы вторичного окисления железа: уч. пособие для выполнения домашних заданий	Электронный доступ	Старый Оскол,СТИ НИТУ «МИСиС»,2018г
6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»				
Э 1	3D-визуализация комплекса ЦГБЖ-3. <a href="https://www.youtube.com/watch?time_continue=56&amp;v=WgJWhKqi12Y&amp;feature=emb_logo">https://www.youtube.com/watch?time_continue=56&amp;v=WgJWhKqi12Y&amp;feature=emb_logo</a>			
Э 2	Производство горячебрикетированного железа (ГБЖ) <a href="https://www.youtube.com/watch?v=1w4nCH-QjBU">https://www.youtube.com/watch?v=1w4nCH-QjBU</a>			
6.3. Перечень программного обеспечения				
П 1	Microsoft Windows,			
П 2	Microsoft Office.			
П 3	LMS Canvas (приказ НИТУ «МИСиС» № 387о.в. от 05.06.2018 г. «О применении в учебном процессе ЭИОС»)			
П 4	MS Teams			
6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных				
И 1	Научная электронная библиотека eLIBRARY <a href="https://elibrary.ru/">https://elibrary.ru/</a>			
И 2	— Научная электронная библиотека eLIBRARY <a href="https://elibrary.ru/">https://elibrary.ru/</a>			
И 3	— Полнотекстовые деловые публикации информагентств и прессы по 53 отраслям <a href="https://polpred.com/news">https://polpred.com/news</a>			
И4	Иностранные базы данных (доступ с IP адресов МИСиС):			
И5	— аналитическая база (индексы цитирования) Web of Science <a href="https://apps.webofknowledge.com">https://apps.webofknowledge.com</a>			
И6	— аналитическая база (индексы цитирования) Scopus <a href="https://www.scopus.com/">https://www.scopus.com/</a>			
И7	— наукометрическая система InCites <a href="https://apps.webofknowledge.com">https://apps.webofknowledge.com</a>			
И8	— научные журналы издательства Elsevier <a href="https://www.sciencedirect.com/">https://www.sciencedirect.com/</a>			

<b>7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ</b>	
7.1	<b>Аудитория № 308</b> <b>Лаборатория технической термодинамики и механики газов</b> Перечень основного оборудования, учебно-наглядных пособий: комплект учебной мебели на 25 посадочных мест персональный компьютер ПЭВМ "ХОПЕР", проектор для презентаций EB-460. Программное обеспечение: Microsoft Windows, Microsoft Office, Kaspersky Endpoint Security для бизнеса.
7.2	<b>Аудитория № 313</b> <b>Лаборатория экстракции черных металлов из природного и техногенного сырья</b> Перечень основного оборудования, учебно-наглядных пособий: комплект учебной мебели на 25 посадочных мест, электропечь ТК.27.1550.3Ф,

	печь муфельная «SNOL 7,2/1300, печь муфельная «SNOL 7,2/1100, установка для определения реакционной способности металлизированных окатышей, лабораторные электронные весы ЕК6100i, анализатор кислорода портативный многофункциональный АКПМ-1-02, мультиметр Mastech MS 8209, термометр электронный HANNA HI 93530, измеритель температуры цифровой высокоточный IT-8, термометр электронный ТМ-902С (-50° +1300°С)
7.2	<b>Аудитория № 306</b> <b>Лаборатория моделирования металлургических процессов и информационных технологий</b> Перечень основного оборудования, учебно-наглядных пособий: комплект учебной мебели на 25 посадочных мест, рабочая станция Core i3-4130 – 4 шт, рабочая станция HP Z420 – 8 шт, проектор для презентаций Acer X1111 DLP Projector QSV 1032. Программное обеспечение: Microsoft Windows, Microsoft Office, Kaspersky Endpoint Security для бизнеса. AutoCAD 2020 В помещении для самостоятельной работы обучающихся имеется подключение к сети «Интернет» и доступ в электронную информационно-образовательную среду организации.

#### 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Для успешного освоения дисциплины обучающемуся необходимо:

1. Посещать все виды занятий.
2. Своевременно зарегистрироваться на рекомендованные электронные ресурсы.
3. При возникновении любых вопросов по содержанию курса и организации работы своевременно обращаться к преподавателю (в часы очных консультаций, через MS Teams или LMS Canvas).
4. Отчеты по практическим работам рекомендуется выполнять с использованием MS Office, допускается выполнять в рукописном виде.
5. Активно работать с научными базами в сети Интернет.

Качественное освоение дисциплины возможно только при систематической самостоятельной работе, что поддерживается системой текущей аттестации.

Практические занятия демонстрируют знание магистрантов расчетов процессов, протекающих при вторичном окислении железа. При этом доминирует активность учащихся в процессе обучения. Магистрантам заранее выдаются вопросы, которые необходимо подготовить к практическим занятиям и решение задач.. Каждый магистрант готовит свой реферат, который защищает на семинарском занятии по соответствующей теме. Защита состоит после разбора вопросов, рассматриваемых на семинаре, т. к. реферат готовится с учетом дополнительных сведений по рассматриваемой теме.

6. Проведение лабораторных работ по дисциплине основывается на интерактивном методе обучения, при котором студенты взаимодействуют не только с преподавателем, но и друг с другом. При этом доминирует активность учащихся в процессе обучения. Обязательно перед занятием магистранты должны получить допуск к выполнению лабораторной работы. Для обработки экспериментальных данных и их визуализации используются электронные таблицы и справочники в аудитории. Роль преподавателя в лабораторных работах сводится первоначально к демонстрации безопасных методов и способов проведения лабораторного эксперимента, в дальнейшем к направлению деятельности студентов на достижение целей работы. Все, что касается лабораторных работ по данной дисциплине, представлено в учебном пособии: Л..3.1