

Рабочая программа дисциплины

ВОДОРОДНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРОИЗВОДСТВЕ МЕТАЛЛИЗОВАННОГО СЫРЬЯ

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 металлизированного сырья
Квалификация	Магистр
Форма обучения	<u>Очная</u>
Общая трудоемкость	5 ЗЕТ

Часов по учебному плану 180

в том числе:

аудиторные занятия 34

самостоятельная работа 110

часов на контроль 36

Формы контроля в семестрах:

Экзамен 2

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр	I		Итого	
	УП	РП	УП	РП
Лекции	17	17	17	17
Практические занятия	17	17	17	17
Контактная работа	34	34	34	34
Сам. работа	110	110	110	110
Контроль	36	36	36	36
Итого:	144	144	144	144

Год набора 2025.

В редакции 2025г

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



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

подпись

Рабочая программа дисциплины

Водородные технологии в производстве металлизированного сырья

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 Metallurgy (уровень магистратуры) (приказ от 02.04.2021 г. № 119 о.в.)

Составлена на основании учебного плана 2025 года набора:

22.4.02 Metallurgy

Профиль: 27.105-Производство железорудных окатышей, утвержденного Ученым советом СТИ НИТУ «МИСИС»
24.06.2025. протокол 26.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

Металлургии и металловедения им. С.П. Угаровой

наименование кафедры

Протокол от « 05 » июня 2025 г.

Зав. кафедрой ММ им. С.П. Угаровой

аббревиатура наименования кафедры

« 05 » июня 2025 г.



подпись

А.В. Сазонов

И.О. Фамилия

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

должность, уч. ст., уч. зв.

«05» июня 2025 г.



подпись

А.В. Сазонов

И.О. Фамилия

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ	
Цель освоения дисциплины состоит в формировании системы знаний в области современных процессов газопереработки и применения в прямом восстановлении железа	
Задачи дисциплины: - научить обучающихся применять теоретические знания к расчетам процесса получения водорода; - научить пользоваться методами решения оптимизационных задач; - научить анализу применения наиболее эффективного варианта технологии водорода в прямом восстановлении железа	

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	
Цикл (раздел) ОП:	Б1.В.1.1
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:
2.1.1.	Современные проблемы металлургии и материаловедения
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:
2.2.1	Процессы вторичного окисления железа
2.2.2	Теплофизика получения металлизированного продукта
2.2.3	Физико-химические основы реформирования газа
2.2.4	Научно-исследовательская работа
2.2.5	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы, включая, подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты

3. ИНДИКАТОРЫ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ, СОВМЕЩЕННЫЕ С РЕЗУЛЬТАТАМИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	
ОПК-1: Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи, на основе фундаментальных знаний, знаний в междисциплинарных областях в области металлургии	
Знать:	ОПК-1-31 Основные расчеты по химическим реакциям, демонстрируя знания химии, физики, математики
Уметь:	ОПК-1-У1 Использовать физико-математический аппарат для решения задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности;
Владеть:	ОПК-1-В1 Применением теории и практики в сочетании для решения инженерных задач по получению водорода
УК-1: 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:	Применение аналитических, вычислительных и экспериментальных методов в металлургии
Уметь:	Выбрать и применить наиболее актуальный метод для технологии водорода в применении к прямому восстановлению железа
Владеть:	Анализом новых технологий получения водорода и применения его в металлургии
УК-2: 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 Средства измерений в соответствии с требуемой точностью и условиями эксплуатации
Уметь:	УК-2 –У1 Интегрировать знания и принимать решения в сложных ситуациях;
Владеть:	УК-2-В1 Навыками находить и перерабатывать информацию о технологическом процессе получения водорода и управлять работой команды по усовершенствованию процесса.
ОПК-1: Анализ и совершенствование металлургических процессов	
Знать:	ПК-1-31 Хорошо технологию производства металлизированных окатышей и анализировать процессы получения окатышей;
Уметь:	ПК-1У1 Анализировать данные технической документации по производству окатышей и получению восстановительного газа
Владеть:	ПК-1-В1 теорией и технологией производства и применением водорода с применением новых технологий по его получению
ОПК-2: Способен разрабатывать научно-техническую, проектную и служебную документацию, оформлять научно-технические отчеты, обзоры, публикации, рецензии, проектировать и разрабатывать продукцию,	

процессы и системы в условиях неопределенности и альтернативных решений в междисциплинарных областях	
Знать:	ОПК-2-31 Методы и средства планирования и организации исследований и разработок
Уметь:	ОПК-2-У1 Оформлять результаты научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ
Владеть:	ОПК-2-В1 Проведение работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований
ОПК-4: Способен находить и перерабатывать информацию, требуемую для принятия решений в научных исследованиях и в практической технической деятельности, осуществлять моделирование, анализ и эксперименты в целях проведения детального исследования для решения сложных задач в профессиональной области	
Знать:	УК-6-31 Хорошо технологию производства водорода и его применение
Уметь:	УК-6-У1 находить и перерабатывать необходимую информацию, моделировать процессы
Владеть:	УК-6-В1 проведением экспериментов в профессиональной деятельности;
ОПК-5: Способен оценивать результаты научно-технических разработок, научных исследований и обосновывать собственный выбор, систематизируя и обобщая достижения в отрасли металлургии и смежных областях	
Знать:	Проведение научных исследований и предъявляемые к ним требования;
Уметь:	Обосновывать собственный вывод, основываясь на знаниях, полученных в институте
Владеть:	Систематизацией и обобщением любого технического материала в металлургии

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ						
Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр	Количество часов	Компетенции	Литература и электронные ресурсы	Примечание
	Раздел 1. Водород и его свойства .Получение водорода	2				
1.	Лекция 1 Водородная энергетика. Водород и его свойства: теплопроводность, высокая температура воспламенения, растворение в металлах, восстановительное свойство, энергетическое свойство при сгорании, Самостоятельная работа: - Изучение литературы «Основные свойства водорода, которые необходимы для прямого восстановления железа». - Подготовка реферата - Подготовка к лекции Лекция 2-3 Получение водорода в лабораториях: -взаимодействие активных металлов с кислотами-неокислителями; -взаимодействие алюминия(или цинка) с водными растворами щелочей; В промышленном производстве: -электролиз воды и водных растворов; -пропускание паров воды над раскаленным углем при 1000°C; -паровая и парокислородная конверсия метана; -газификация угля. -использование ядерной энергетики; -использование альтернативных источников. Самостоятельная работа: - Изучение литературы		27 12 8 4 27			

	«Получение водорода в лабораторных и промышленных условиях и их различие» - Подготовка реферата - Подготовка к Лекции 2-3		12 8			
	Практическое занятие 1-2. Самостоятельная работа: - Подготовка к ПЗ - Подготовка к КР№1					
	Раздел 2. Новые направления в получении водорода					
1.	Лекция 4-5 -усовершенствование методов электролиза; -способ использования вещества мантии Земли для получения водорода; - Перспективы развития водородной энергетики на основе алюминия; -Водородная энергетика :сравнительный анализ способов получения водорода (водородные и металлгибридные энерготехнологии) Самостоятельная работа: - Изучение литературы «Физхимия процессов реформирования газов для прямого восстановления железа» - Подготовка к ПЗ - Подготовка реферата		4 27 12 8	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ОПК-1-У1 ОПК-1-31 ОПК-1-В1	Л.1.1 Л.1.2; Л 2.1 Л.3.1 Э1 Э2	
	Практические занятия 3-5 Самостоятельная работа: - Изучение литературы «Физхимия процессов реформирования газов» - Подготовка к ПЗ - Подготовка реферата					
	Раздел 3 Применение водорода в энергетике и металлургии					
	Лекция 6-7. Применение водорода в энергетике и металлургической промышленности Условия внедрения водородных технологий в металлургии России. Основные направления научно-поисковых работ в области водородной энергетики Самостоятельная работа: - Изучение литературы «Применение новых технологий получения водорода для получения металлизированного сырья» - Подготовка реферата - Подготовка к ПЗ		4 27 12 8			
	Практические занятия 6-7					
	- Изучение литературы - Подготовка к ПЗ	1/1	5 9	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л.1.1 Л.1.3 Л 2.1	

	- Подготовка реферата		5 4	УК-6-31 УК-6-У1 УК-6-В1		
2.1	Получение газа каталитическим реформированием Самостоятельная работа: - Выполнение 2 части курсовой работы	1/1	7 28 12 8 4 4	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1	Л.1.1 Л.1.2. Л.1.3; Л 2.1 Л.3.1	
2.2	Практические работы Самостоятельная работа: - Подготовка к ПЗ - Подготовка к КР №2	1/1	7 10 8 2	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1 УК-2-31 УК-2-У1 УК-2-В1	Л.1.1 Л.1.2 Л.1.3 Л 2.1	
3						
3.1	Семинарские занятия Получение газа и факторы, влияющие на конечный результат реформирования Самостоятельная работа: - Выполнение 3 части курсовой работы - Подготовка к СЗ - Подготовка реферата - Изучение литературы «Способы улучшения работы реформера»	1/1	5 24 12 3 3 4	ПК-1-У1 ПК-1-31 ПК-1-В1 УК-1-У1 УК-2-31 УК-2-В1	Л.1.1 Л.1.2 Л.1.3; Л 2.1 Л.3.1	
3.2	Практические работы Самостоятельная работа: - Подготовка к ПЗ - Подготовка к КР №3 - Защита курсовой работы	1/1	5 12 6 2 4	УК-2-У1 УК-2-31 УК-2-В1 ОПК-1-У1 ОПК-1-31 ОПК-1-В1	Л.1.1 Л.1.2 Л.1.3 Л 2.1	

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

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

- Виды переработки углеводородных газов** (ОПК-1-31,ОПК-1-У1,ОПК-1-В1,ПК-1-У1, ПК-1-31, ПК-1-В1, ПК-2-31, ПК-2-У1,ПК-2-В1,УК-6-31,УК-6-У1,УК-6-В1).
1. Каталитическое реформирование газа
 2. Требования к исходным газам, поступающим на реформирование.
 3. Реакции, протекающие в трубах реформера.
 4. Свойства, требования, предъявляемые к катализаторам
 5. Оценка состояния катализатора.
 6. Негативные процессы, возникающие при реформинге газа.
 7. Температурные режимы реформирования газа.
 8. Требования к реформированному газу.
 9. Факторы, влияющие на процесс реформирования
 10. Основные процессы, происходящие в трубах реформера, . Описать каждый из них.
- Требования к реформированному газу в различных конверсиях** (УК-6-31, УК-6-В1, УК-6-У1, ПК-1-31,ПК-1-31, ОПК-1-31, ОПК-1-У1, ОПК-1-В1, ОПК-4-31 , ПК-2-У1 , ПК-2-В1.).
11. Требования к реформированному газу в углекислотной конверсии
 11. Требования к реформированному газу в паровой конверсии.
 12. Виды реакций и их расчет при реформировании.
- Процессы и реакции ,происходящие при получении синтез-газа**(ОПК-1-У1, ОПК-1-В1, ОПК-1-31, ПК-2-У1, ПК-2-В1 , ПК-2-31, (ПК-1-31, ПК-1-У1, УК-2-31 , УК-2 –У1, УК-6 ,УК-6-31).
14. Удаление серы из реформированного газа.
 15. Удаление воды из реформированного газа.

16. Что такое восстановительный потенциал газа и как его определить? -
17. Как можно добиться чтобы реакция не была обратной? ,
- 18.Как влияет сера на отравление углеродом катализаторов. .
- 19.Признаки выпадения углерода с участием СО и высоких содержаний сложных углеводородов..
- Теплопередача в трубах реформера..** ОПК-1-У1, ОПК-1-В1, ОПК-1-31,ПК-1-31, ПК-1-У1,ПК-1В1, УК-2-31 , УК-2-У1, УК-6-31,УК-6-У1,УК-6В1).
- 4.Расчет распределения температуры газа по высоте труб реформера в зависимости от высоты неактивного катализатора.
- 21.Расчет распределения температуры газа по высоте реакционной трубы реформера в зависимости от высоты активного катализатора.
22. Расчет безопасности катализатора,
- 23.Расчет активности катализатора.,

5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине

В семестре 1 по курсу предусмотрен зачет с оценкой. Возможна приостановка зачета на основе результатов текущей аттестации в течение семестра.

В 1 семестре предусмотрены::

3 контрольных работы:

Контрольная работа №1. (ОПК-1-У1, ОПК-1-31, ОПК-1-В1, ПК-1-31, ПК-1-У1,ПК-1-В1,УК-6-31,УК-6-У1,УК-6-В1).

- 1.Нарисуйте схемы получения синтез-газа
- 2.Что понимают под конверсией?
- 3.Какова функция катализатора? Какие виды катализаторов бывают
- 4.Назовите две основные секции реформера.Их назначение и работа
- 5.Как происходит загрузка катализатора в трубы?
- 6.Требования к реформированному газу
- 7.От чего зависит выбор материала для труб реформера
8. Напишите реакции реформинга.
9. Какой катализатор чаще всего применяется в реформинге метана паром?

Примеры задач:

- 1.Задача. Найти количество тепла, необходимое для нагрева 1 м³ (при нормальных условиях) газовой смеси следующего объемного состава: CO₂=14,5%, O₂=6,5%, N₂=79,0% от 200 до 1200⁰С при P=const и нелинейной зависимости теплоемкости от температуры.
2. Задача. Определить среднюю массовую теплоемкость углекислого газа при постоянном давлении в пределах 0-825⁰С, считая зависимость от температуры нелинейной.
- 3 .Задача. Найти количество тепла, необходимое для нагрева 1 м³ (при нормальных условиях) газовой смеси следующего объемного состава: CO₂=14,5%, O₂=6,5%, N₂=79,0% от 200 до 1200⁰С при P=const и нелинейной зависимости теплоемкости от температуры.

Контрольная работа №2. (УК-6-31, УК-6-В1, УК-6-У1, ПК-1-31,ПК-1-31, УК-6-31, УК-6-В1, УК-6-У1, ОПК-1-31, ОПК-1-У1, ОПК-1-В1).

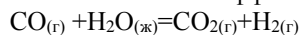
Вариант 1.

1. Как можно предотвратить осаждение углерода на катализаторе с никелевой основой?
2. Какие соединения являются “отравляющими” для катализатора реформинга и каким образом их можно исключить?
3. Какие газы являются восстанавливающими в процессе MIDREX? в процессе HYL III?
4. Каким образом можно удалить H₂O? Каким образом можно удалить CO₂?
5. Какой углеводород чаще всего используется в каталитическом паровом реформинге? Требования к газу
6. Напишите реакцию Будуара и объясните ее влияние на реакции восстановления
7. Углеводородная основа должна быть очищена от серы. Почему?
8. В некоторых реформерах в качестве окислителя для реформинга природного газа используется не пар, а CO₂. Что необходимо для предотвращения осаждения углерода?
9. Что такое активный и неактивный катализатор. Требования к катализаторам

Примеры задач:

1. Задача. Рассчитав на основании табличных данных ΔG и ΔS, определите тепловой эффект реакции: 2 NO_(г) + Cl₂_(г) ↔ 2 NOCl_(г).

2. Задача. Найти тепловой эффект реакции

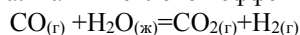


При постоянном давлении и температуре 0⁰С

Терм. св-ва	СО	Н ₂ Ож	СО ₂	Н ₂ Ож	Н ₂ Г
-------------	----	-------------------	-----------------	-------------------	------------------

ΔH_{298}^0 кДж/моль	-110,53	-285,83	-393,51	-285,83	0
-----------------------------	---------	---------	---------	---------	---

3. Задача. Найти тепловой эффект реакции



при 1000K, если молярные теплоемкости компонентов равны:

$$C_p^{\text{CO}} = 28,41 + 0,0041T - 0,0046T^5 \text{ Дж/(моль K)}$$

$$C_p^{\text{H}_2\text{O}} = 30,00 + 0,01071T - 33000T^{-2} \text{ Дж/(моль K)}$$

$$C_p^{\text{CO}_2} = 44,14 + 0,009T - 85300T^{-2} \text{ Дж/(моль K)}$$

$$C_p^{\text{H}_2} = 27,28 + 0,004326T - 50200T^{-2} \text{ Дж/(моль K)}$$

Стандартные теплоты образования CO, CO₂, H₂O соответственно равны: -110,5; -393,4; и 285,8 Дж/моль

Контрольная работа №3. (УК-6 –У1, УК-6-В1, УК-6-31, УК-2-У1,УК2-31, ОПК-1-31, ОПК-1-У1, ОПК-1-В1)

1. Какие вещества чаще всего применяются для абсорбции С В каком оборудовании происходит генерирование пара? O₂?
2. Перечислите теплообменники реформера
3. Требования к смешанному питающему газу
4. Каковы типичные компоненты восстановительного газа?
5. Назовите восстановительные газы и как определяется степень восстановления

Примеры задач:

1. Задача. Выполнить оценку снижения активности катализатора, исходя из следующих данных:

Состав	природного газа	реформированного газа
i	%, объемн.	
CO ₂	0,40	7,33
CH ₄	76,60	2,05
N ₂	0,80	0,16
C	16,10	
C ₃ H ₈	5,10	
C ₄ H ₁₀	0,90	
C ₅ H ₁₂	0,10	
H ₂		73,59
CO		16,87

Поток природного газа 631,477 кг*моль/час. Поток пара на реформер 2030,25 кг*моль/час. Рабочие температура и давление: T = 830°C; P = 7,4 кг/см² изб. = 7,164 атм. абс

2. Задача. Определить вероятности отложения углерода на катализаторе

Исходные данные: T₀ = 830°C; P_T = 7,164 кг/см² абс; H₂ = 360,6 моль/час; CH₄ = 10,04 моль/час; CO = 82,64 моль/час; CO₂ = 35,92 моль/час; H₂O = 167,83 моль/час; F_T = 657,8 моль/час.

Практические занятия

1 раздел. Основные положения процесса получения синтез-газа. Требования к исходным газам, поступающим на реформирование и реформированному газу

1. Что такое прямое восстановление железа?
2. Какие процессы прямого восстановления железа бывают?
4. Конструкция шахтной печи прямого восстановления процесса ХИЛ?
5. Конструкция шахтной печи прямого восстановления процесса «MIDREX»?
6. Восстановительные процессы в шахтной печи металлзации
7. Реакции, сопровождающие восстановлением железа?
8. Что такое металлзация?
9. Состав восстановительного газа
10. Как получается восстановительный газ? Его расход в «HYL-III» и «MIDREX»
11. Что такое колошниковый газ? Как он получается?

12 Решение задач. Л.1.1, задачи для самостоятельного решения №1,2,3,4,5-стр.88-89.

2 Раздел. Физико-химические процессы реформинга газа

1. Способы реформирования газа
2. Зачем нужны катализаторы в реформере
3. Для чего необходима десульфурация природного газа.
5. Что представляет реакция Будуара, условия ее прохождения
Реакции, проходящие в углекислотном реформере
- 6 Реакция водяного пара
7. Что такое крекинг метана?
8. Что представляет реакция Будуара, условия ее прохождения
- 10 Решение задач. Л.1.1., задачи для самостоятельного решения №6,7,8-стр.89.

3 Раздел. Факторы, влияющие на процесс реформирования

1. Что влияет на эффективность работы реформера?
2. Как рассчитать H_2O в реформированном газе?
3. Последовательность расчета коэффициента безопасности катализатора
4. Что такое коэффициент активности катализатора и последовательность его расчета
5. Как рассчитать вероятность осаждения углерода на катализаторе
6. Решение задач, задачи для самостоятельного решения № 1,2,4-стр.138-140.

Семинарские занятия

Семинарские занятия 1-2 Основные положения процесса получения синтез-газа. Требования к исходным газам, поступающим на реформирование и реформированному газу

1. Температура восстановительного и колошникового газа
2. Что представляет из себя газ, идущий на реформирование?
3. Чем отличается реформированный газ от восстановительного?
4. Какое влияние оказывает реформированный газ на восстановление железа?
5. Зачем нужен реформер? Какие виды реформера бывают?
6. Состав и расход реформированного газа в процессах прямого восстановления железа в процессах «HYL-III» и «MIDREX».
7. Состав и расход восстановительного газа в процессах прямого восстановления железа в процессах «HYL-III» и «MIDREX».
8. Требования к смешанному газу, идущему на реформирование в процессах «HYL-III» и «MIDREX».
9. Требования к реформированному газу в процессах «HYL-III» и «MIDREX».
10. Методы интенсификации процесса восстановления в шахтных печах металлургической.

Семинарские занятия 3-5. Физико-химические процессы, происходящие при каталитическом реформировании углеводородного газа

1. Реакции, проходящие в паровом реформере
2. Влияние температуры и давления в реформере на реакции
3. Как влияет пропускная способность реформера на ход реакций
4. Что такое «внутренний» реформинг? Как он происходит?
5. Что такое коэффициент безопасности катализатора?
6. Как происходит удаление серы из природного газа?

Семинарские занятия 6-8. Факторы, влияющие на процесс реформирования

1. Факторы, вызывающие отложение углерода при реакциях с CO
2. Признаки выпадения углерода с участием CO
3. Факторы, позволяющие снизить эффект осаждения углерода.
4. Что влияет на эффективность работы реформера?
5. Влияние температуры реформера на реакции
6. Влияние давления в реформере на реакции
7. Как влияет пропускная способность реформера на ход реакций
8. Влияние серы на реформирование газа и производительность реформера
9. Влияние состава природного газа на процесс реформинга

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

Предусмотрен зачет с оценкой

5.4. Методика оценки освоения дисциплины

Обучающийся получает зачет при своевременном и правильном выполнении всех видов работ, предусмотренных текущей аттестацией по дисциплине. Методика оценки знаний, умений и навыков

1. **«Отлично»**- обучающийся 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.
2. **«Хорошо»**- обучающийся 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
3. **«Удовлетворительно»**- обучающийся 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;
4. **«Неудовлетворительно»** - обучающийся допускает грубые ошибки в ответе, не понимает сущности излагаемого вопроса, не умеет применять знания на практике, дает неполные ответы на дополнительные и наводящие вопросы

Зачет может быть поставлен при условии, если:

1. Обучающийся освоил все вопросы, рассматриваемые на практических и семинарских занятиях, были оформлены конспекты по все вопросам и принимал активное участие в беседах по вопросам на занятиях, применяет свои знания при решении задач.
2. При успешном написании 3-х контрольных работ

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 Е.С. Тимофеев В.В. Федина	Физико-химические основы реформинга газов: учебное пособие	НТБ СТИ НИТУ «МИСиС»- 20экз.	Старый Оскол : "ТНТ", 2019г.- 156с.
Л 1.2	А.С. Тимофеева Т.В. Никитченко В.В. Федина А.А. Шевченко	Теплофизика получения металлизированного продукта: учебное пособие	НТБ СТИ НИТУ «МИСиС» 50экз	Старый Оскол : "ТНТ", 2018г.- 201с.

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»	Старый Оскол:Из-во кпц «РОСА»2008-280с.-50экз..

6.1.3 Методические разработки

Обозначение	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л.3.1	Тимофеева А.С. Федина В.В.	Физико-химические процессы реформинга газа : учебное пособие для вып. курсовой работы для магистрантов	НТБ СТИ НИТУ «МИСиС» электронный доступ	Старый Оскол : СТИ НИТУ МИСиС, 2017, 40с.

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э 1	Производство железорудного концентрата. https://www.youtube.com/watch?time_continue=17&v=N3yM1yZglUU&feature=emb_logo
-----	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Э 2	Производство окатышей. https://www.youtube.com/watch?time_continue=15&v=j8pkNcuo09E&feature=emb_logo
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 https://elibrary.ru/
И 2	— Научная электронная библиотека eLIBRARY https://elibrary.ru/
И 3	— Полнотекстовые деловые публикации информагентств и прессы по 53 отраслям https://polpred.com/news
И4	Иностранные базы данных (доступ с IP адресов МИСиС):
И5	— аналитическая база (индексы цитирования) Web of Science https://apps.webofknowledge.com
И6	— аналитическая база (индексы цитирования) Scopus https://www.scopus.com/
И7	— наукометрическая система InCites https://apps.webofknowledge.com
И8	— научные журналы издательства Elsevier https://www.sciencedirect.com/

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ	
7.1	Аудитория № 308 Лаборатория технической термодинамики и механики газов 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	Аудитория № 313 Лаборатория экстракции черных металлов из природного и техногенного сырья 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	Аудитория № 306 Лаборатория моделирования металлургических процессов и информационных технологий 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 "Теплофизика получения окисленных окатышей" 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.

Для подготовки к каждому практическому и семинарскому занятиям заранее выдаются тема и вопросы, которые необходимо магистрантам подготовить дома. Студенты готовят ответы, касающиеся вопросов, рассматриваемых на занятиях. Материал для подготовки представлен в литературе по этой дисциплине.