

Рабочая программа утверждена  
решением Учёного совета  
ВФ НИТУ «МИСИС»  
от «30» мая 2024г.  
протокол № 7-24

учреждения высшего образования

«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»

## Рабочая программа дисциплины (модуля) Техника и технология спец электрометаллургии

Закреплена за кафедрой  
Направление подготовки  
Профиль

Электрометаллургии  
22.03.02 Metallургия  
Metallургия черных металлов

Квалификация **бакалавр**  
Форма обучения **очная**  
Общая трудоемкость **4 ЗЕТ**

Часов по учебному плану 144  
в том числе: экзамен 7  
аудиторные занятия 72  
самостоятельная работа 43  
часов на контроль 27

Формы контроля в семестрах:

### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	7 (4.1)		Итого	
	УП	РП		
Неделя	19			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	36	36	36	36
Практические	36	36	36	36
Контроль самостоятельной работы	2	2	2	2
Итого ауд.	72	72	72	72
Контактная работа	74	74	74	74
Сам. работа	43	43	43	43
Часы на контроль	27	27	27	27
Итого	144	144	144	144

Программу составил(и):

*дтн, Проф., Сафонов Владимир Михайлович*

Рабочая программа

**Техника и технология спец электрометаллургии**

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» по направлению подготовки 22.03.02 Metallургия (приказ от 02.04.2021 г. № 119 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

22.03.02 Metallургия, ЭМ-24.plx Metallургия черных металлов, утвержденного Ученым советом ВФ НИТУ "МИСИС" 28.12.2023, протокол № 5-23

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

**Электрометаллургии**

Протокол от 27.05.2024 г., № 9

Зав. кафедрой Еланский Д.Г.

**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ**1.1 | **Дать знания по основам электрометаллургии спецстали****2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Цикл (раздел) ОП: | Б1.В.ДВ.03

**2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося:**

2.1.1 | Экология металлургического производства

2.1.2 | Металлургические технологии

2.1.3 | Оборудование металлургических цехов

2.1.4 | Математика

2.1.5 | Информатика

**2.2 Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:**

2.2.1 | Проектирование металлургических цехов

2.2.2 | Подготовка к процедуре защиты и процедура защиты ВКР

**3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ****ПК-1: Способен определять организационные и технические меры для выполнения производственных заданий в подразделениях электросталеплавильного цеха****ПК-1.2: Проводит анализ причин изменений параметров и показателей процессов выплавки и разлива стали****Знать:**

ПК-1.2-31 основные способы производства спец сталей

**ПК-1.1: Проводит контроль текущих отклонений от заданных величин параметров и показателей процессов производства непрерывнолитых заготовок и (или) слитков стали****Знать:**

ПК-1.1-31 методы анализа и синтеза изучаемых явлений и процессов

**ПК-1.2: Проводит анализ причин изменений параметров и показателей процессов выплавки и разлива стали****Уметь:**

ПК-1.2-У1 обосновывать выбор оборудования для производства спец сталей

**ПК-1.1: Проводит контроль текущих отклонений от заданных величин параметров и показателей процессов производства непрерывнолитых заготовок и (или) слитков стали****Уметь:**

ПК-1.1-У1 выбирать и разрабатывать технологическую схему производства спецстали, обосновать избранную технологию расчетами

**ПК-1.2: Проводит анализ причин изменений параметров и показателей процессов выплавки и разлива стали****Владеть:**

ПК-1.2-В1 опытом написания и редактирования отчета о результатах исследования

**ПК-1.1: Проводит контроль текущих отклонений от заданных величин параметров и показателей процессов производства непрерывнолитых заготовок и (или) слитков стали****Владеть:**

ПК-1.1-В1 навыками улучшения технологии производства спец сталей

**4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ**

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература и эл. ресурсы	Примечание
	Раздел 1. Стали и сплавы с особыми свойствами. Пути обеспечения заданных служебных свойств стали и сплавов.					

1.1	Достоинства и недостатки углеродистых сталей. Пути повышения эксплуатационных характеристик стали. Классификация сталей. Маркировка сталей. Стандартизация. Примеси и их классификация. Неметаллические включения. Влияние примесей и неметаллических включений на свойства легированных сталей. Влияние серы. Влияние фосфора. Влияние водорода. Влияние азота. Влияние кислорода. Металлургическое качество сталей. Влияние вакуума на поведение примесей. Рафинирование стали шлаком. Получение жидкой стали высокого качества. Кристаллизация и строение слитка обычной разливки. Способы повышения качества слитка обычного производства. Получение слитка вертикально направленным формированием. Экономическая эффективность применения легированных марок стали. /Лек/	7	6	ПК-1.1 ПК-1.2	Л1.1 Л1.2 Э1 Э2	
1.2	Изучение маркировки стали по стандартам: ГОСТ, ASTM, JIS, DIN. Классификация легирующих элементов. Влияние легирующих элементов на критические точки сталей. Влияние легирующих элементов на температуру критических точек А1, А3, А4. Изучение диаграмм «Fe – легирующий элемент». /Пр/	7	6	ПК-1.1 ПК-1.2	Л1.1 Л1.2 Э1 Э2	
1.3	Проработка лекционного источников материала, самостоятельное изучение литературы, самостоятельное изучение рекомендованных открытых. Выполнение ДЗ 1 /Ср/	7	12	ПК-1.1 ПК-1.2	Л1.1 Л1.2 Э1 Э2	
	<b>Раздел 2. Стали и сплавы с особыми свойствами. Основные требования к составу и качеству литой заготовки. Технология выплавки, внепечной обработки и разливки сталей и сплавов с особыми свойствами</b>					
2.1	Конструкционные и коррозионностойкие стали с особыми свойствами. Оценка возможностей применения традиционных сталеплавильных агрегатов для выплавки различных марок стали и сплавов с особыми свойствами. Проблемы и методы их решения. Выплавка особонизкоуглеродистых конструкционных сталей типа IF в кислородном конвертере с применением ковшовой вакуумной обработки. Выплавка коррозионностойких сталей с особо низким содержанием примесей (в т.ч., суперферритов) с применением ковшовой вакуум-кислородной и аргонокислородной обработки. Особенности формирования структуры слитков и непрерывно-литых заготовок специальных сталей. Особенности разливки специальных сталей. Способы повышения качества слитков и литых заготовок /Лек/	7	10	ПК-1.1 ПК-1.2	Л1.1 Л1.2 Э1 Э2	

2.2	Расчет содержания углерода при производстве особонизкоуглеродистых конструкционных сталей типа IF с применением ковшовой вакуумной обработки. Расчет содержания углерода и хрома при выплаве коррозионностойких сталей с особо низким содержанием примесей с применением ковшовой вакуум-кислородной и аргонокислородной обработки. Применение программного комплекса GIBBS выбора технологии выплавки спецстали. /Пр/	7	6	ПК-1.1 ПК-1.2	Л1.1 Л1.2 Э1 Э2	
2.3	Проработка лекционного материала, самостоятельное изучение литературы, самостоятельное изучение рекомендованных открытых источников /Ср/	7	12	ПК-1.1 ПК-1.2	Л1.1 Л1.2 Э1 Э2	
<b>Раздел 3. Вакуумно-индукционная плавка</b>						
3.1	Раскисление металла углеродом в вакуумной индукционной печи. Восстановление неметаллических включений и взаимодействие металла с огнеупорной футеровкой. Раскисление металла газообразными реагентами. Раскисление в вакууме металлическими раскислителями. Процессы дегазации. Испарение компонентов при плавке в вакууме. Испарение из металла при плавке в вакуумной индукционной печи. Десульфурация в вакууме. Конструкции вакуумных индукционных печей. Принцип действия индукционных печей. Классификация и обозначение индукционных плавильных электропечей. Открытые индукционные печи. Вакуумные индукционные печи. Обозначение индукционных плавильных печей. Применение вакуумных индукционных печей для выплавки специальных сталей и сплавов на основе никеля. /Лек/	7	10	ПК-1.1 ПК-1.2	Л1.1 Л1.2 Э1 Э2	
3.2	Расчет равновесной концентрации кислорода в металле при взаимодействии с углеродом в вакуумной индукционной печи. Расчет возможности восстановления неметаллических включений и взаимодействия металла с огнеупорной футеровкой в ВИП. Раскисление металла газообразными реагентами. Раскисление в вакууме металлическими раскислителями. Оценка возможности дегазации стали в ВИП. Выполнение ДЗ 2 /Пр/	7	10	ПК-1.1 ПК-1.2	Л1.1 Л1.2 Э1 Э2	
3.3	Проработка лекционного материала, самостоятельное изучение литературы, самостоятельное изучение рекомендованных открытых источников /Ср/	7	11	ПК-1.1 ПК-1.2	Л1.1 Л1.2 Э1 Э2	
<b>Раздел 4. Переплавные процессы.</b>						

4.1	<p>Электрошлаковый переплав. Шлаковая ванна как источник теплоты. Схема установки и вариант технологического процесса ЭШП. Энергетические особенности ЭШП. Особенности формирования слитка при ЭШП. Metallургические особенности ЭШП. Качество и сортамент металла, полученного ЭШП. Вакуумно-дуговой переплав. Электрический дуговой разряд как источник теплоты. Конструктивно-технологические особенности печи ВДП. Энергетические особенности ВДП. Характерные особенности формирования слитка. Особенности протекания металлургических процессов при ВДП. Критерии качества и сортамента металла, получаемого при ВДП. Выплавка особонизкоуглеродистых конструкционных мартенситостареющих сталей с применением вакуумно-дугового переплава. Электроннолучевой переплав. / Электронный луч как источник теплоты Варианты схем электронно-лучевых установок. Энергетические закономерности и особенности формирования слитка. Metallургические особенности, качество и сортамент металла. Выплавка особонизкоуглеродистых конструкционных мартенситостареющих сталей с применением электроннолучевого переплава. Плазменно-дуговой переплав. Особенности трансформации электрической энергии в тепловую в плазменной (сжатой) дуге. Конструктивно-технологические особенности. Энергетические закономерности и особенности формирования слитка. Metallургические особенности, качество и сортамент металла. Выплавка высокоазотистых коррозионностойких сталей, в т.ч., с применением плазменно-дугового переплава /Лек/</p>	7	10	ПК-1.1 ПК-1.2	Л1.1 Л1.2 Э1 Э2	
4.2	<p>Оценка степени десульфурации при ЭШП. Оценка скорости кристаллизации и особенностей формирования обычных и наплавляемых слитков. Определение связи между глубиной жидкой ванны и скоростью плавки при переплавных процессах. Расчет продолжительность полного затвердевания стального слитка. Оценка связи между расположением структурных зон в наплавляемом слитке и режимом переплава. Определение допустимой глубины жидкой фазы в заготовке и максимально допустимой скорости разлива при непрерывной разливке металла /Пр/</p>	7	14	ПК-1.1 ПК-1.2	Л1.1 Л1.2 Э1 Э2	
4.3	<p>Проработка лекционного материала, самостоятельное изучение литературы, самостоятельное изучение рекомендованных открытых источников /Ср/</p>	7	8	ПК-1.1 ПК-1.2	Л1.1 Л1.2 Э1 Э2	

## 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

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

Вопросы к экзамену ПК-1.1, ПК-3.2, ОПК-4.1

1. Классификация электропечей по преобразованию электрической энергии в тепловую.
2. Применение СЭМ в развитии современной техники.

3. Пути повышения эксплуатационных характеристик стали.
  4. Классификация процессов спецэлектрометаллургии (СЭМ).
  5. Краткое описание преимуществ методов СЭМ.
  6. Основные тенденции развития требований к качеству сверхнизкоуглеродистых марок стали
  7. Вакуумная индукционная печь (ВИП). Применение, преимущества, недостатки, конструкция.
  8. Электронно-лучевой переплав (ЭЛП). Особенности плавления, применение.
  9. Процессы рафинирования при ВДП.
  10. Электрошлаковый переплав (ЭШП). Отличия от других способов плавления, схема установки, особенности, требования при переплаве.
  11. Технология выплавки особо низкоуглеродистой стали.
  12. Способы выплавки нержавеющей стали.
  13. Элементы конструкции ВДП. Требования к расходному электроду.
  14. Технология и возможности выплавки нержавеющей стали в ДСП.
  15. Схема плазменно-дуговой печи. Способ плавления в плазменно-дуговой печи.
  16. Требования к шлакам (флюсам) ЭШП. Как достигнуть получения чистого металла при ЭШП.
  17. Источники электропитания ВИП.
  18. Источники электропитания ИП.
  19. Конструкция конвертера АОД. Применение, способы выплавки.
  20. Недостатки и преимущества ВИП от других плавильных агрегатов.
  21. Принципиальные особенности плавки нержавеющей стали.
  22. Применение СЭМ в развитии современной техники.
  23. ВИП. Конструкция. Преимущества и недостатки. Особенности.
  24. Процессы рафинирования при ВДП.
  25. Процессы рафинирования при ЭЛП.
  26. Процессы рафинирования при ВИП.
  27. ИП. Применение. Преимущества и недостатки. Особенности.
  28. Процессы рафинирования шлаком при ЭШП.
  29. Комбинированные способы выплавки нержавеющей стали.
  30. Особенности разлива и охлаждения слитка при выплавке в ВИП.
  31. Особенности наплавления и охлаждения слитка при ВДП.
  32. Особенности наплавления и охлаждения слитка при ЭШП.
  33. Технология плавки при ВИП. Преимущества и недостатки.
  34. Технология ВДП. Элементы конструкции. Крепления расходного электрода. Требования к электроду.
  35. Вакуумный дуговой переплав (ВДП). Способ плавления, особенности, применение, преимущества, недостатки.
  36. Схема плазменно-дуговой печи. Способ плавления в плазменно-дуговой печи.
  37. Источники питания ВДП, управление переплавом.
  38. Дефекты структуры слитка ВДП.
  39. Пути повышения технико-экономических показателей ВДП.
  40. Плазменная плавка (ПП). Общая характеристика способа плавления. Особенности процесса. Преимущества.
1. По какому стандарту маркирована сталь S45C?
    - ГОСТ
    - ASTM
    - JIS
    - DIN
  2. По какому стандарту маркирована сталь 16MnCr5?
    - ГОСТ
    - ASTM
    - JIS
    - DIN
  3. По какому стандарту маркирована сталь 20ХН3А?
    - ГОСТ
    - ASTM
    - JIS
  4. По какому стандарту маркирована сталь E3310?
    - ГОСТ
    - ASTM
    - JIS
    - DIN
  5. По какому стандарту маркирована сталь SNC631?
    - ГОСТ
    - ASTM
    - JIS
    - DIN
  6. По какому стандарту маркирована сталь 14NiCr10?
    - ГОСТ
    - ASTM
    - JIS
    - DIN

7. По какому стандарту маркирована сталь 4135?

- ГОСТ
- ASTM
- JIS
- DIN

8. Что означают цифры в марке стали 34CrMoS4?

- Содержание углерода, умноженное на 100, и содержание всех легирующих элементов
- Содержание углерода, умноженного на 100 и содержание основного легирующего элемента
- Содержание углерода, умноженного на 100, и содержание легирующих элементов, умноженных на коэффициент
- Содержание углерода и содержание всех легирующих элементов Содержание углерода, умноженного на 10, и содержание легирующих элементов, умноженных на коэффициент

9. По какому стандарту маркирована сталь 1008?

- ГОСТ
- ASTM
- JIS
- DIN

10. По какому стандарту маркирована сталь St12?

- ГОСТ
- ASTM
- JIS
- DIN

11. По какому стандарту маркирована сталь 45?

- ГОСТ
- ASTM
- JIS
- DIN

12. По какому стандарту маркирована сталь S15C?

- ГОСТ
- ASTM
- JIS
- DIN

13. По какому стандарту маркирована сталь 5140H?

- ASTM
- JIS
- DIN

14. По какому стандарту маркирована сталь 39CrMoV139?

- ГОСТ
- ASTM
- JIS
- DIN

15. По какому стандарту маркирована сталь SACM645?

- ASTM
- JIS
- DIN

16. Что означают цифры в марке стали 39CrMoV139?

- Содержание углерода, умноженное на 100, и содержание всех легирующих элементов
- Содержание углерода, умноженного на 100 и содержание основного легирующего элемента
- Содержание углерода, умноженного на 100, и содержание легирующих элементов, умноженных на коэффициент
- Содержание углерода и содержание всех легирующих элементов Содержание углерода, умноженного на 10, и содержание легирующих элементов, умноженных на коэффициент

17. Что означают цифры в марке стали 15Cr13?

- Содержание углерода, умноженное на 100, и содержание всех легирующих элементов
- Содержание углерода, умноженного на 100 и содержание основного легирующего элемента
- Содержание углерода, умноженного на 100, и содержание легирующих элементов, умноженных на коэффициент
- Содержание углерода и содержание всех легирующих элементов Содержание углерода, умноженного на 10, и содержание легирующих элементов, умноженных на коэффициент

18. Что означают цифры в марке стали 14NiCr10

- Содержание углерода, умноженное на 100, и содержание всех легирующих элементов
- Содержание углерода, умноженного на 100 и содержание основного легирующего элемента
- Содержание углерода, умноженного на 100, и содержание легирующих элементов, умноженных на коэффициент
- Содержание углерода и содержание всех легирующих элементов Содержание углерода, умноженного на 10, и содержание легирующих элементов, умноженных на коэффициент

19. Какой из способов направлен на очищение стали от примесей и неметаллических включений

- ЭШП
- ДСП
- ХТО

20. Какие из представленных примесей являются вредными?

- Si (0,17-0,37 %)

- Mn (0,5-0,8 %)
  - N (до 0,002 %)
  - S
21. Какие параметры регламентируются для сталей группы А?
- Механические свойства
  - Химический состав
  - Механические свойства и химический состав
  - Никакие параметры не регламентируются
22. Что означает буква "А" в стали 40Х2Н2МА?
- Легирующий элемент азот
  - Сталь автоматная
  - Сталь высококачественная
  - Ничего не означает
23. К какому классу относится сталь У9А?
- Конструкционная
  - Пружинная
  - Углеродистая инструментальная
  - Инструментальная низколегированная
24. К какому классу относится сталь Р6М5
- Конструкционная
  - Жаропрочная
  - Инструментальная
  - Инструментальная быстрорежущая
25. Какая сталь подвергается азотированию?
- 18ХГТ
  - 20
  - 38ХМЮА
  - 25ХМ
26. Какая сталь подвергается цементации?
- 20ХГНР
  - 40ХФА
  - 40Х
  - 38ХМЮА
27. Что означает буква "Р" в стали 20ХГНР
- Быстрорежущая сталь
  - Сталь легирована бором
  - Сталь особовысококачественная
  - Сталь жаропрочная
28. Какое предельное содержание бора допустимо в стали?
- 0,1 %
  - 0,01 %
  - 0,007 %
  - 0,005 %
29. Что означает буква "Н" в стали 8625Н?
- Сталь легирована никелем
  - Важным показателем является прокаливаемость
  - Способ выплавки стали
  - Сталь с пониженным содержанием вредных примесей
30. Какая сталь является жаропрочной?
- Х17Н35ВТЮ
  - 30Х13
  - 10Х11Н20ТЗР
  - 38ХН3МФА
31. Какая сталь является коррозионностойкой?
- 12Х1МФ
  - ШХ15
  - 08Х18Н10Т
  - 40Х2Н2МА
32. Какие из представленных примесей являются вредными?
- Si (0,17-0,37 %)
  - Mn (0,5-0,8 %)
  - N (до 0,008 %)
  - P
33. Что означает буква "А" в стали АС15?
- Легирующий элемент азот
  - Сталь автоматная
  - Сталь высококачественная
  - Ничего не означает

34. К какому классу относится сталь У12?
- Конструкционная
  - Пружинная
  - Углеродистая инструментальная
  - Инструментальная низколегированная
35. К какому классу относится сталь Р6М5К5?
- Конструкционная
  - Жаропрочная
  - Инструментальная
  - Инструментальная быстрорежущая
36. Какая сталь подвергается азотированию?
- 40ХНВА
  - 15Х
  - 15ХФ
  - 20ХН
37. Какая сталь подвергается цементации?
- 30Х3ВА
  - 40ХФА
  - 15Х
  - 38ХМЮА
38. Что означает буква "Р" в стали 18ХГР?
- Быстрорежущая сталь
  - Сталь легирована бором
  - Сталь особовысококачественная
  - Сталь жаропрочная
39. Какое предельное содержание бора допустимо в стали?
- 0,1 %
  - 0,01 %
  - 1 %
  - 0,005 %
40. Какая сталь является жаропрочной?
- ХН55ВТЮ
  - 3Х13
  - 10Х11Н20Т3Р
  - 38ХН3МФА
41. Какая сталь является коррозионностойкой?
- 12ХМ
  - ШХ15
  - 08Х18Н10Т
  - 16ХГФА
42. Какой из способов направлен на очищение стали от примесей и неметаллических включений?
- Электросталеплавильное производство
  - Обработка в ковше синтетическим шлаком
  - ТМО
  - ХТО
43. Какие из представленных примесей являются вредными?
- Si (0,17-0,37 %)
  - Mn (0,5-0,8 %)
  - N (до 0,008 %)
  - S
44. Какие параметры регламентируются для сталей группы В?
- Механические свойства
  - Химический состав
  - Механические свойства и химический состав
  - Никакие параметры не регламентируются
45. Что означает буква "А" в стали АС15?
- Легирующий элемент азот
  - Сталь автоматная
  - Сталь высококачественная
  - Ничего не означает
46. К какому классу относится сталь 60С2?
- Конструкционная
  - Пружинная
  - Углеродистая инструментальная
  - Инструментальная низколегированная
47. К какому классу относится сталь ХВГ?
- Конструкционная
  - Жаропрочная

- Инструментальная  
 Инструментальная быстрорежущая
48. Какая сталь подвергается азотированию?
- 18ХГТ  
 15ХМ  
 25ХМ  
 38ХМЮА
49. Какая сталь подвергается цементации?
- 15ХМ  
 40ХФА  
 40Х  
 38ХМЮА
50. Что означает буква "Р" в стали 18ХГР?
- Быстрорежущая сталь  
 Сталь легирована бором  
 Сталь особовысококачественная  
 Сталь жаропрочная
51. Какое предельное содержание бора допустимо в стали?
- 0,1 %  
 0,01 %  
 0,05 %  
 0,005 %
52. Что означает буква "Н" в стали 20ХНМ?
- Сталь легирована никелем  
 Важным показателем является прокаливаемость  
 Способ выплавки стали  
 Сталь с пониженным содержанием вредных примесей
53. Какая сталь является теплоустойчивой?
- 20Х13  
 10Х18Н12Т  
 65Г  
 У8
54. Какая сталь является жаропрочной?
- Х7Н77ТЮР  
 113Г13  
 10Х11Н20ТЗР  
 35ХГМ
55. Какая сталь является коррозионностойкой?
- 40Х13  
 ШХ15  
 08Х17Т  
 20хнм
56. Какие из представленных примесей являются вредными?
- Si (0,17-0,37 %)  
 Mn (0,5-0,8 %)  
 N (до 0,008 %)  
 S, P
57. Что означает буква "А" в стали 11РЗАМЗФ2?
- Легирующий элемент азот  
 Сталь автоматная  
 Сталь высококачественная  
 Ничего не означает
58. К какому классу относится сталь 35Х2АФ?
- Конструкционная  
 Пружинная  
 Углеродистая инструментальная  
 Инструментальная низколегированная
59. К какому классу относится сталь 10Х11Н20ТЗР?
- Конструкционная  
 Жаропрочная  
 Инструментальная  
 Инструментальная быстрорежущая
60. Какая сталь подвергается азотированию?
- 10  
 30ХНМА  
 12ХН3А  
 18Х2Н4МА
61. Какая сталь подвергается цементации?

- 20ХГНР  
 40ХФА  
 20ХГНР  
 38ХМЮА
62. Какая термическая обработка назначается для стали Р9М4К8?  
 Изотермический отжиг, закалка  
 Изотермический отжиг, закалка, отпуск  
 Изотермический отжиг, закалка, 3-х кратный отпуск  
 Закалка и отпуск
63. Что означает буква "Р" в стали 20ХГНР?  
 Быстрорежущая сталь  
 Сталь легирована бором  
 Сталь особовысококачественная  
 Сталь жаропрочная
64. Какое предельное содержание бора допустимо в стали?  
 0,1 %  
 0,01 %  
 0,007 %  
 0,003 %
65. Что означает буква "Н" в стали 51В60Н?  
 Сталь легирована никелем  
 Важным показателем является прокаливаемость  
 Способ выплавки стали  
 Сталь с пониженным содержанием вредных примесей
66. Какая сталь является теплоустойчивой?  
 40Х13  
 10Х18Н12Т  
 АС20  
 55С2
67. Какая сталь является жаропрочной?  
 10Х1Н20ТЗР  
 Х17Н35ВТЮ  
 30Х13  
 38ХН3МФА
68. Какая сталь является коррозионноустойчивой?  
 12Х1МФ  
 ШХ15  
 40Х2Н2МА  
 08Х18Н10Т

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

ПК-1.1, ПК-3.2, ОПК-4.1

Домашнее задание № 1. Представить полный химический состав, механические свойства по ГОСТу или ТУ и применение стали (марка стали). Оценить влияние химического состава на свойства стали.

Домашнее задание № 2. С применением программного комплекса GIBBS разработать технологию производства марки стали (ДЗ №1) и дать краткую характеристику оборудования, на котором выплавляется данная марка стали или сплава.

Марки сталей и сплавов для домашнего задания.

№ по списку

- 1-----38ХН3МФА  
 2-----ХН28МДТ(ЭИ943)  
 3-----015Н18К9М3ТЮ-ИД  
 4-----Р6М5К5  
 5-----Р12Ф2К8М3-МП  
 6-----ХН77ТЮРУ –ВД(ЭИ437БУ-ВД)  
 7-----55Х20Г9АН4  
 8-----13Х1Н2В2МФ –Ш (ЭИ961-Ш)  
 9-----4Х5МФ1С(ЭП572)  
 10-----ШХ15-Ш  
 11. 20Х2Н4А  
 12-----Р18  
 13-----12Х18Н10Т  
 14-----40Х5МФ-ШВД  
 15-----37Х12Н8Г8МФБ  
 16-----ХН77ТЮР  
 17-----12Х18Н9

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

По курсу предусмотрен экзамен.

Экзаменационный билет состоит из пяти тестовых вопросов и теоретического вопроса из списка для самостоятельной подготовки.

Билеты для экзамена хранятся на кафедре.

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

Промежуточная аттестация по дисциплине предусмотрена в форме экзамена.

Для допуска к экзамену необходимо выполнение следующих условий:

1. Регулярное посещение лекционных и практических занятий
2. Выполнение и защита предусмотренных по дисциплине домашних заданий.

При сдаче домашнего задания предусмотрена система оценивания.

Для успешной защиты домашнего задания необходимо грамотно и верно ответить на 2 теоретических вопроса.

Шкала оценивания знаний обучающихся на экзамене:

Оценка «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.

Оценка «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.

Оценка «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;

Оценка «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.

Оценка «не явка» – обучающийся на экзамен не явился.

Возможно проставление оценки за экзамен на основе оценок контрольных мероприятий семестра

Результат освоения компетенций (частей компетенций) устанавливается следующим образом:

Оценка «Отлично» - Компетенция сформирована.

Оценка «Хорошо» - Компетенция сформирована.

Оценка «Удовлетворительно» - Компетенция сформирована.

Оценка «Неудовлетворительно» - Компетенция не сформирована.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

### 6.1. Рекомендуемая литература

#### 6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Под ред. проф. Григоряна В.А.	Электрометаллургия стали и ферросплавов. Раздел: Расчёты по технологии электроплавки.- Издание 2-е, дополненное: Сборник заданий	Методические пособия	Москва, 2001
Л1.2	Симонян Л.М.	Металлургия спецсталей. Теория и технология спецэлектрометаллургии: Курс лекций	Методические пособия	Москва, 2007

### 6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э1	Физико-химические расчёты электросталеплавильных процессов. Учеб. пособие / В.А. Григорян Л.Н. Белянчиков., А.Я. Стомахин - М.: Metallurgia, 1989.	<a href="http://elibrary.misis.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&amp;fDocumentId=2957">http://elibrary.misis.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&amp;fDocumentId=2957</a>
Э2	Гольдштейн М.И., Грачев С.В., Векслер Ю.Г. Специальные стали: Учебник. – М.: МИСиС, 1999. 212 с	<a href="http://elibrary.misis.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&amp;fDocumentId=3147">http://elibrary.misis.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&amp;fDocumentId=3147</a>

### 6.3 Перечень программного обеспечения

П.1	MS Office
П.2	LMS Canvas
П.3	Microsoft PowerPoint
П.4	Microsoft Excel
П.5	Microsoft Word
П.6	MS Teams

**6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных**И.1 Научная электронная библиотека eLIBRARY.ru – URL: <https://elibrary.ru/>**7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**

Ауд.	Назначение	Оснащение
4	Техника и технология спец электрометаллургии	компьютер, проектор, экран, интерактивная доска комплект тематических презентаций, доступ к
4	Техника и технология спец электрометаллургии	компьютер, проектор, экран, интерактивная доска комплект тематических презентаций, доступ к
4	Техника и технология спец электрометаллургии	компьютер, проектор, экран, интерактивная доска комплект тематических презентаций, доступ к
6	Техника и технология спец электрометаллургии	Компьютеры, доступ к интернету
4	Электрометаллургия спец стали	компьютер, проектор, экран, интерактивная доска комплект тематических презентаций, доступ к
4	Электрометаллургия спец стали	компьютер, проектор, экран, интерактивная доска комплект тематических презентаций, доступ к
4	Электрометаллургия спец стали	компьютер, проектор, экран, интерактивная доска комплект тематических презентаций, доступ к
6	Электрометаллургия спец стали	Компьютеры, доступ к интернету

**8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

Весь курс разделен на самостоятельные взаимосвязанные части, т.е. имеет модульное построение. Развитие самостоятельности студентов достигается индивидуализацией домашних заданий, задач и вопросов для внутрисеместрового контроля знаний.

Лекции проводятся с использованием мультимедийных технологий в специально оборудованных аудиториях, при этом лекционный материал демонстрируется с использованием графического редактора Power Point.

В конце каждого практического занятия рекомендуется проводить 10-15 минутный контроль для оценки уровня усвоения материала каждым студентом.

Дисциплина требует самостоятельной работы. Отдельные учебные вопросы выносятся на самостоятельную проработку и контролируются посредством текущей аттестации.

Перед выполнением студентами самостоятельной внеаудиторной работы преподаватель проводит инструктаж по выполнению задания, который включает: цель задания, его содержание, сроки выполнения, ориентировочный объем работы, основные требования к результатам работы, критерии оценки