

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Миллионщиков М.Д.

Должность: Ректор

Дата подписания: 23.09.2025 13:41:12

Уникальный программный ключ:

236bcc35c296f119d6aafdc22836b21db52dbc07971a86865a5825f9fa4304cc

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени академика М.Д. Миллионщикова

«УТВЕРЖДАЮ»



Первый проректор – проректор ОД

И.Г. Гайрабеков

«*И.Г.*»

2025г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

«Технология конструкционных материалов»

Направление

15.03.02 Технологические машины и оборудование

Направленность (профиль)

«Оборудование нефтегазопереработки»

Квалификация

бакалавр

Год начала подготовки - 2025

Грозный – 2025

1. Цели и задачи дисциплины

Цель – познание современных технологий и методов получения и обработки конструкционных материалов, а также познание свойств этих материалов в зависимости от состава, структуры и обработки, методов их упрочнения для наиболее эффективного использования в технике.

Основные задачи дисциплины «Технология конструкционных материалов»:

- изучение сущности процессов получения металлов и их сплавов;
- изучение основ заготовительного производства, методов обработки металлов давлением;
- изучение основ сварочного производства и порошковой металлургии;
- установить зависимость между составом, строением и свойствами материалов;
- изучить теорию и практику различных способов упрочнения материалов для повышения надёжности и долговечности деталей, инструмента и изделий;
- изучить основные группы современных материалов, их свойства и области применения;
- дать понятия о современных методах исследования структуры и прогнозирования эксплуатационных свойств материалов и изделий.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Технология конструкционных материалов» является общепрофессиональной дисциплиной в структуре образовательной программы. «Технология конструкционных материалов» относится к базовой части профессионального цикла Б1.О.20 «ТКМ» - одна из основных дисциплин, определяющих уровень подготовки бакалавров в высших учебных заведениях. Значение этой дисциплины определяется широким диапазоном материалов, используемых в практической деятельности во всех отраслях народного хозяйства. Достаточные знания, полученные в области «Технология конструкционных материалов», должны обеспечивать в производственных процессах рациональное, эффективное использование материалов при соблюдении требований экономики, экологии и безопасности труда.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Выпускник программы бакалавриата с присвоением квалификации «бакалавр» в результате освоения дисциплины «Технология конструкционных материалов» должен обладать следующими компетенциями, соответствующими виду (видам) профессиональной деятельности, на который (которые) ориентирована программа бакалавриата (табл. 1).

Таблица 1

Код по ФГОС	Индикаторы достижения	Планируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВ)
Общепрофессиональные		
ОПК-5. Способен находить и перерабатывать информацию, требуемую для принятия решений в научных исследованиях и в	ОПК-5.1. сопоставляет технологию проведения типовых экспериментов на стандартном оборудовании в лаборатории и на производстве ОПК-5.2. обрабатывает результаты научно-исследовательской деятельности, используя стандартное оборудование, приборы и материалы	Знать: - основы металлургического производства; - закономерности процессов кристаллизации и структурообразования

практической технической деятельности, проводить патентный анализ и трансфер технологий	ОПК-5.3. владеет техникой экспериментирования с использованием пакетов программ	металлов и сплавов, основы их термообработки, способы защиты металлов от коррозии; - классификацию и способы получения композиционных материалов; - принципы выбора конструкционных материалов для практического применения; - строение и свойства металлов, методы их исследования; - классификацию материалов, металлов и сплавов, их области применения; - методы обработки материалов; - методику расчета и назначения режимов резания для различных видов работ. Уметь: - распознавать и классифицировать конструкционные и сырьевые материалы по внешнему виду, происхождению, свойствам; - определять виды конструкционных материалов; - выбирать марки материала для изготовления из него деталей машин, расшифровки марок основных машиностроительных материалов; - определять метод и способ получения заготовки с учетом применяемого материала и требований; - выбирать способ сварки и ее параметры для соединения деталей; - проводить исследования и испытания материалов,
--	--	--

		рассчитывать и назначать оптимальные режимы резания и т.п. Владеть: - методами структурного анализа качества материалов; - информацией о свойствах и применении различных материалов; - навыками правильного выбора материалов исходя из анализа условий эксплуатации и производства; - навыками составления технологического процесса заготовок и механической обработки деталей; - некоторыми экспериментальными методиками и техникой материаловедческих исследований; - навыками работы с технической и справочной литературой и документацией; - информацией о свойствах и применении различных материалов; - навыками работы с технической и справочной литературой и документацией.
Профессиональные		
ПК-2. Способность проводить работы по диагностике, техническому обслуживанию, ремонту и эксплуатации технологического оборудования в соответствии с выбранной сферой профессиональной деятельности	ПК-2.1. знать назначение, правила эксплуатации и ремонта нефтегазового оборудования ПК-2.2. знать принципы организации и технологии ремонтных работ, методы монтажа, регулировки и наладки оборудования ПК-2.3. уметь анализировать параметры работы технологического оборудования ПК-2.4. уметь разрабатывать и планировать внедрение нового оборудования ПК-2.5. владеть методами диагностики и технического обслуживания технологического оборудования (наружный и внутренний осмотр) в соответствии с	

	требованиями промышленной безопасности и охраны труда	
--	---	--

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Таблица 1

Вид учебной работы		Всего часов/ зач. ед.		Семестры	
				ОФО	ЗФО
		ОФО	ЗФО	6	4
Контактная работа (всего)		51	14	51	14
В том числе:					
Лекции		17	8	17	8
Практические занятия					
Семинары					
Лабораторные работы		34	6	34	6
Самостоятельная работа (всего)		57	94	57	94
В том числе:					
Курсовая работа (проект)					
Расчетно-графические работы					
ИТР					
Рефераты		20		20	
Доклады		20		20	
Презентации					
Подготовка к лабораторным работам					
Подготовка к практическим занятиям		10	60	10	60
Подготовка к зачету		7	34	7	34
Подготовка к экзамену					
Вид отчетности		зачет	зачет	зачет	зачет
Общая трудоемкость дисциплины	ВСЕГО в часах	108	108	108	108
	ВСЕГО в зач. единицах	3	3	3	3

5. Содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Таблица 2

№ п/п	Наименование раздела дисциплины по семестрам	Лекц. занятия часы ОФО/ЗФО	Лаборат. занятия часы ОФО/ЗФО	Прак зан-я часы	Семина зан-я часы	Всего часов ОФО/ЗФО
1.	Современное металлургическое производство и его продукция. Производство чугуна и стали.	2/2	4/2			6/4
2.	Способы разливки стали. Способы повышения качества стали.	2	4			6
3.	Заготовительное и литейное производство.	2	4			6
4.	Технология обработки металлов давлением. Сварочное производство.	2	4			6
5.	Металлы. Атомно-кристаллическое строение металлов. Железо и его сплавы.	2/2	4/2			6/4
6.	Свойства металлов. Определение механических свойств металлов.	3/2	6/-			9/2
7.	Теория и технология термической обработки металлов.	2/2	4/2			6/4
8.	Химико-термическая обработка стали. Методы упрочнения металлов.	2	4			6
	Итого	17	34			51/14

5.2. Лекционные занятия

Таблица 3

№ п/п	Наименование раздела дисциплины по семестрам	Содержание разделов дисциплины
1.	Современное металлургическое производство и его продукция. Производство чугуна и стали.	1.1 Конструкционные материалы и их классификация. 1.2 Структура современного металлургического производства. 1.3 Основная и побочная продукция металлургического производства.

		1.4 Материалы для доменного производства. 1.5 Подготовка руд к доменной плавке. 1.6 Выплавка чугуна. 1.7 Продукты доменной плавки. 1.8 Процессы прямого получения железа из руд. 1.9 Современные способы получения стали. 1.10 Сущность процесса получения стали. 1.11 Производство стали в конверторах. 1.12 Производство стали в мартеновских печах. 1.13 Производство стали в электропечах.
2.	Способы разливки стали. Способы повышения качества стали.	2.1 Способы разливки стали. 2.2 Разливка стали в изложницу. 2.3 Непрерывная разливка стали на МНЛЗ. 2.4 Модифицирование стали. 2.5 Обработка металла синтетическим шлаком. 2.6 Вакуумная дегазация стали. 2.7 Электрошлаковый переплав. 2.8 Вакуумно-дуговой переплав. 2.9 Внешние физические воздействия на затвердевающий металл.
3.	Заготовительное и литейное производство.	3.1 Выбор метода и способа получения заготовок. 3.2 Общие принципы выбора заготовок. 3.3 Основные факторы, влияющие на выбор способа получения заготовок. 3.4 Классификация литых заготовок и литейные сплавы. 3.5 Схема получения отливок. 3.6 Способы изготовления литейных форм. 3.7 Формовочные и стержневые смеси.
4.	Технология обработки металлов давлением. Сварочное производство.	4.1 Классификация процессов обработки давлением. 4.2 Прокат и его производство. 4.3 Прессование. 4.4 Волочение. 4.5 Ковка и штамповка. 4.6 Сварка плавлением. Ручная дуговая сварка. 4.7 Автоматическая дуговая сварка под флюсом. Дуговая сварка в защитных газах. 4.8 Плазменная и электрошлаковая сварка. 4.9 Лучевые способы сварки. Электронно-лучевая, лазерная и газовая сварка. 4.10 Сварка давлением и контактная сварка. 4.11 Диффузионная сварка. Сварка трением и взрывом. 4.12 Специальные термические процессы в сварочном производстве: наплавка, напыление и пайка.
5.	Металлы. Атомно-кристаллическое строение металлов. Железо и его сплавы.	5.1 Пространственная (кристаллическая) решетка металлов. 5.2 Разновидности и дефекты кристаллической структуры металлов. 5.3 Диффузия в металлах. 5.4 Классификация металлов.

		5.5 Диаграмма состояния железо-углерод. 5.6 Компоненты и структурные составляющие системы железо-углерод. 5.7 Превращения на линиях диаграммы железо-углерод. 5.8 Правило концентраций и отрезков. 5.9 Классификация и маркировка сталей.
6.	Свойства металлов. Определение механических свойств металлов.	6.1 Физические свойства металлов. 6.2 Химические свойства металлов. 6.3 Механические свойства металлов. 6.4 Технологические свойства металлов. 6.5 Эксплуатационные свойства металлов. 6.6 Способы определения механических свойств. 6.7 Определение прочности и пластичности. 6.8 Определение твердости, вязкости и усталостной прочности.
7.	Теория и технология термической обработки металлов.	7.1 Классификация видов термической обработки. 7.2 Превращения, протекающие в стали при нагреве и охлаждении. 7.3 Нагрев при термообработке. Химическое действие на металл нагревающей среды. 7.4 Отжиг. Назначение и разновидности. 7.5 Закалка. Назначение и способы. 7.6 Отпуск стали. Назначение и разновидности.
8.	Химико-термическая обработка стали. Методы упрочнения металлов.	8.1 Цементация. 8.2 Азотирование. 8.3 Цианирование или нитроцементация. 8.4 Диффузионная металлизация. 8.5 Термомеханическая обработка стали. 8.6 Поверхностное упрочнение стальных деталей. 8.7 Старение. 8.8 Обработка стали холодом. 8.9 Упрочнение методом пластической деформации.

5.3. Лабораторные занятия

Таблица 4

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ
1	Кристаллизация металлов.	Макроскопический анализ строения металлов.
2	Железо и его сплавы.	Диаграмма состояния системы «железо-углерод».
3	Кристаллизация металлов.	Кристаллизация и термический анализ металлов.
4	Теория и технология термической обработки стали.	Технология термической обработки углеродистых сталей.

5	Теория и технология термической обработки стали.	Технология термической обработки легированных сталей.
6	Механические свойства металлов.	Способы определения твердости металлов.
7	Механические свойства металлов.	Способы определения прочности, упругости и пластичности металлов.
8	Механические свойства металлов.	Определение ударной вязкости металлов.
9	Технология обработки металлов давлением.	Разновидности прокатного производства: ковка и штамповка.
10	Сварочное производство.	Ручная дуговая и газовая сварка.

5.4. Практические занятия (не предусмотрены учебным планом)

6. Самостоятельная работа студентов по дисциплине.

Целью самостоятельной работы является формирование личности студента, развитие его способности к самообучению и повышению своего профессионального уровня.

Самостоятельная работа заключается в изучении содержания тем курса по конспектам, учебникам и дополнительной литературе, подготовке к лабораторным и практическим занятиям, к рубежным контролям, к экзамену, оформлении лабораторных работ. Она может включать в себя практику подготовки рефератов, презентаций и докладов по ним. Тематика рефератов должна иметь проблемный и профессионально ориентированный характер, требующий самостоятельной творческой работы студента.

Темы докладов:

1. Изготовление заготовок методами порошковой металлургии.
2. Одностороннее и двухстороннее прессование. Гидростатическое прессование.
3. Прокатка как один из способов обработки металлов и металлических сплавов давлением.
4. Волочение, ковка и штамповка металлов.
5. Обработка металлов резанием.
6. Виброимпульсные методы обработки металлов.
7. Обоснование выбора метода получения заготовок.
8. Доменный процесс.
9. Кислородно-конвертерный процесс.
10. Производство стали в мартеновских печах.
11. Электросталеплавильные печи и их разновидности.
12. Схемы и способы разливки стали, их достоинства и недостатки.
13. Литье по выплавляемым и выжигаемым моделям.
14. Литье в кокиль и под давлением.
15. Изготовление отливок центробежным и непрерывным литьем.
16. Коррозия металлов: разновидности и методы борьбы.
17. Композитные материалы в науке и технике.

18. Экспериментальные методы построения диаграмм состояний и анализ их основных типов.
19. Порошковые материалы.
20. Тугоплавкие металлы и сплавы на их основе.
21. Получение монокристаллов и аморфных металлов.
22. Взаимосвязь между совершенствованием материалов и развитием науки и техники.
23. Физико-механические свойства металлов и способы определения их количественных характеристик.
24. Наноматериалы в современном мире: вред или польза.
25. Применение керамических материалов в современной технике.
26. Медицинские материалы: требования к ним и свойства.
27. Фтор-полимеры: свойства и применение.
28. Неметаллические материалы.
29. Взаимосвязь между совершенствованием материалов и развитием науки и техники.
30. Технология производства деталей методом порошковой металлургии.

Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы студентов:

1. Пасютина О.В. Материаловедение : учебное пособие / Пасютина О.В.. — Минск : Республиканский институт профессионального образования (РИПО), 2020. — 276 с. — ISBN 978-985-7234-48-6. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/100385.html> (дата обращения: 07.03.2021). — Режим доступа: для авторизир. пользователей
2. Мельников А.Г. Материаловедение : учебное пособие для СПО / Мельников А.Г., Хворова И.А., Чинков Е.П.. — Саратов : Профобразование, 2021. — 223 с. — ISBN 978-5-4488-0919-4. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/99930.html> (дата обращения: 07.03.2021). — Режим доступа: для авторизир. пользователей
- Бондаренко Г.Г. Основы материаловедения: учебник / Бондаренко Г.Г., Кабанова Т.А., Рыбалко В.В. — Москва: Лаборатория знаний, 2020. — 761 с. — ISBN 978-5-00101-755-4.
3. Электронные ресурсы. Режим доступа: http://www.gumer.info/bibliotek_Buks/Science/metr/01.php; <http://libgost.ru/1.php>.

7. Оценочные средства

7.1. Вопросы к первой рубежной аттестации

1. Что такое конструкционные материалы (КМ)? Классификация КМ.
2. Современное металлургическое производство и его продукция.
3. Материалы для доменного производства.
4. Подготовка руд к доменной плавке.
5. Производство чугуна. Устройство и работа доменной печи.
6. Основные и побочные продукты доменной плавки.
7. Основные современные способы получения стали.
8. Производство стали в конверторах.
9. Производство стали в мартеновских печах.

10. Производство стали в электропечах.
11. Способы разливки стали.
12. Материаловедение. Общая характеристика металлов.
13. Атомно-кристаллическое строение металлов.
14. Дефекты кристаллической структуры металлов.
15. Диффузия в металлах.
16. Классификация металлов.
17. Энергетические условия процесса кристаллизации.
18. Механизм процесса кристаллизации.
19. Гомогенное и гетерогенное зародышеобразование.
20. Модифицирование металлов.
21. Полиморфные превращения в металлах.
22. Форма кристаллов и строение слитков.
23. Понятие о сплавах и методах их получения. Основные понятия в теории сплавов.
24. Особенности строения, кристаллизации и свойств сплавов:
механических смесей, твердых растворов, химических соединений
25. Диаграмма состояния двухкомпонентного сплава.
26. Порядок построения диаграмм состояния сплавов.
27. Основные типы диаграмм состояния сплавов.
28. Связь между свойствами сплавов и типом диаграммы состояния
(правило Курнакова Н.С.)
29. Диаграмма состояния железо - углерод. Компоненты системы $Fe-Fe_3C$.
30. Характеристика структурных составляющих системы $Fe-Fe_3C$.
31. Превращения на линиях диаграммы $Fe - Fe_3C$.
32. Структуры и фазы на диаграмме $Fe - Fe_3C$.
33. Правило концентраций и отрезков.
34. Классификация и маркировка углеродистых сталей.
35. Виды деформаций и напряжений.
36. Пластическая деформация.
37. Механизм пластической деформации металлов.
38. Механизм деформационного упрочнения металлов.
39. Влияние нагрева на строение деформированного металла.
40. Основные свойства металлов: физические, химические, механические, технологические и эксплуатационные.
41. Механическое разрушение твердых тел.
42. Разрушение материалов в процессе износа.
43. Коррозионное разрушение материалов.
44. Способы повышения конструкционной прочности материалов.
45. Прочность и пластичность и методы их определения.
46. Твердость. Методы определения твердости.
47. Вязкость. Определение вязкости и ее зависимость от температуры.
48. Выносливость. Основные характеристики выносливости.
49. Классификация видов термической обработки.
50. Превращения, протекающие в стали при нагреве и охлаждении.
51. Нагрев при термообработке. Химическое воздействие нагревающей среды на металл.
52. Отжиг и нормализация. Назначение и режимы.
53. Закалка. Назначение и виды. Закалочные среды.

Билет к 1-ой рубежной аттестации № 1

Дисциплина **Технология конструкционных материалов**

ИНГ __ Группа НП __ семестр ____

1. Конструкционные материалы (КМ) и их классификация.
2. Атомно-кристаллическое строение металлов.

УТВЕРЖДАЮ:

« ____ » _____ 20 ____ г. Зав. кафедрой _____

7.2. Вопросы ко второй рубежной аттестации

1. Производство цветных металлов. Классификация цветных металлов.
2. Производство алюминия.
3. Производство меди.
4. Производство магния.
5. Производство никеля.
6. Производство титана.
7. Литейное производство. Классификация литых заготовок.
8. Литейные сплавы и их литейные свойства. Способы литья.
9. Технология обработки давлением. Классификация способов обработки давлением.
10. Прокат и его производство. Способы прокатки.
11. Оборудование и продукция прокатного производства.
12. Прессование. Технология и продукция прессового производства.
13. Волочение. Технология волочения и его продукция.
14. Ковка. Способы и технология ковки. Оборудование для ковки и ее продукция.
15. Объемная штамповка. Виды штамповки.
16. Сварочное производство. Способы сварки.
17. Композиционные материалы.
18. Материалы порошковой металлургии.
19. Способы закалки стали.

20. Отпуск стали. Основное оборудование для термической обработки.
21. Химико-термическая обработка. Назначение и основные виды.
22. Цементация. Способы цементации и термообработка после нее.
23. Азотирование. Назначение и разновидности.
24. Цианирование и нитроцементация.
25. Диффузионная металлизация.
26. Термомеханическая обработка стали.
27. Поверхностное упрочнение стальных деталей.
 28. Закалка ТВЧ и газоплазменная закалка.
 29. Старение. Назначение и разновидности.
 30. Обработка стали холодом.
 31. Упрочнение методом пластической деформации.
 32. Конструкционные стали и их разновидности.
 33. Влияние углерода на свойства конструкционных сталей.
 34. Типы примесей и их влияние на свойства сталей.
 35. Легированные стали. Назначение легирующих элементов.
- Классификация легированных сталей.
 36. Влияние легирующих элементов на полиморфизм железа.
 37. Влияние легирующих элементов на фазовые превращения в сталях.
 38. Цементуемые и улучшаемые стали.
 39. Высокопрочные, пружинные и шарикоподшипниковые стали.
22. Стали для изделий, работающих при низких температурах.
23. Износостойкие и автоматные стали.
24. Обычные и быстрорежущие стали для инструмента.
25. Стали для измерительных инструментов и штамповые стали.
26. Твердосплавы и алмаз как материал для изготовления инструментов.
 27. Коррозионно-стойкие стали. Классификация коррозионно-стойких сталей.
28. Жаростойкость, жаростойкие стали и сплавы.
29. Жаропрочность, жаропрочные стали и сплавы. Классификация жаропрочных сталей и сплавов.
 30. Чугун. Графитизация чугунов. Влияние состава чугуна на процесс графитизации.
31. Влияние графита и примесей на механические свойства чугунов.
32. Строение и классификация чугунов.
33. Серый чугун. Свойства, маркировка и термообработка.
34. Высокопрочный чугун с шаровидным графитом. Свойства, маркировка и термообработка.
 35. Ковкий чугун. Свойства, маркировка и термообработка.
 36. Цветные металлы. Алюминий и его сплавы.
37. Медь и ее сплавы.
38. Титан и его сплавы.
39. Магний и его сплавы.
40. Композиционные материалы.
41. Материалы порошковой металлургии.

Билет к 2-ой рубежной аттестации № 1

Дисциплина **Технология конструкционных материалов**

ИНГ__Группа НП__ семестр __5__

1. Литейное производство. Классификация литых заготовок.
2. Химико-термическая обработка. Назначение и основные виды.

УТВЕРЖДАЮ:

«__»__20__ г.

Зав. кафедрой_____

7.3. Вопросы к зачету (экзамену)

1. Что такое конструкционные материалы (КМ)? Классификация КМ.
2. Современное металлургическое производство и его продукция.
3. Материалы для доменного производства.
4. Подготовка руд к доменной плавке.
5. Производство чугуна. Устройство и работа доменной печи.
6. Основные и побочные продукты доменной плавки. Важнейшие технико-экономические показатели доменной печи.
7. Производство стали. Процессы прямого получения железа из руд.
8. Основные современные способы получения стали.
9. Производство стали в конверторах.
10. Производство стали в мартеновских печах.
11. Производство стали в электропечах.
12. Способы разлива стали.
13. Производство цветных металлов. Классификация цветных металлов.
14. Производство алюминия.
15. Производство меди.
16. Производство магния.

17. Производство никеля.
18. Производство титана.
19. Кристаллизация металлов. Энергетические условия процесса кристаллизации.
20. Механизм процесса кристаллизации.
21. Самопроизвольное (гомогенное) и гетерогенное зародышеобразование. Модифицирование металлов.
22. Кристаллизация и строение стальных слитков.
23. Дефекты стальных слитков. Способы повышения качества стали.
24. Внепечная обработка стали. Вакуумная дегазация стали.
25. Электрошлаковый переплав стали. Вакуумно-дуговой переплав стали.
26. Способы физического воздействия на процессы кристаллизации.
27. Заготовительное производство. Выбор метода и способа получения заготовки.
28. Литейное производство. Классификация литых заготовок.
29. Литейные сплавы и их литейные свойства.
30. Схема получения отливок. Изготовление литейных форм и стержней.
31. Специальные способы литья. Литье в оболочковые и металлические формы.
32. Литье по выплавляемым и выжигаемым моделям.
33. Изготовление отливок центробежным литьем и литьем под давлением.
34. Изготовление отливок электрошлаковым и непрерывным литьем.
35. Дефекты отливок и их исправление.
36. Технология обработки давлением. Классификация способов

обработки давлением.

37. Прокат и его производство. Способы прокатки.

38. Оборудование и продукция прокатного производства.

39. Прессование. Технология и продукция прессового производства.

40. Волочение. Технология волочения и его продукция.

41. Ковка. Способы и технология ковки. Оборудование для ковки и ее продукция.

42. Объемная штамповка. Виды штамповки.

43. Сварочное производство. Способы сварки.

44. Сварка плавлением. Разновидности дуговой сварки.

45. Ручная дуговая сварка.

46. Автоматическая дуговая сварка под флюсом и в защитных газах.

47. Плазменная и электрошлаковая сварка.

48. Электронно-лучевая и лазерная сварка.

49. Газовая сварка и сварка давлением.

50. Контактная и диффузионная сварка.

51. Сварка трением и взрывом.

52. Специальные термические процессы в сварочном производстве.

Напыление и пайка.

53. Композиционные материалы.

54. Материалы порошковой металлургии.

55. Материаловедение. Общая характеристика металлов.

56. Атомно-кристаллическое строение металлов.

57. Дефекты кристаллической структуры металлов.

58. Диффузия в металлах.

59. Классификация металлов.

60. Энергетические условия процесса кристаллизации.
61. Механизм процесса кристаллизации.
62. Гомогенное и гетерогенное зародышеобразование.
63. Модифицирование металлов.
64. Полиморфные превращения в металлах.
65. Форма кристаллов и строение слитков.
66. Понятие о сплавах и методах их получения. Основные понятия в теории сплавов.
67. Особенности строения, свойств и кристаллизации сплавов: механических смесей, твердых растворов, химических соединений.
68. Диаграмма состояния двухкомпонентного сплава.
69. Порядок построения диаграмм состояния сплавов.
70. Основные типы диаграмм состояния сплавов.
71. Связь между свойствами сплавов и типом диаграммы состояния (правило Курнакова Н.С.)
72. Диаграмма состояния железо - углерод. Компоненты системы Fe–Fe₃C.
73. Характеристика структурных составляющих системы Fe–Fe₃C.
74. Превращения на линиях диаграммы Fe – Fe₃C.
75. Структуры и фазы на диаграмме Fe – Fe₃C.
76. Правило концентраций и отрезков.
77. Классификация и маркировка углеродистых сталей.
78. Виды деформаций и напряжений.
78. Пластическая деформация.
80. Механизм пластической деформации металлов.
81. Механизм деформационного упрочнения металлов.
82. Влияние нагрева на строение деформированного металла.
83. Основные свойства металлов: физические, химические, механические, технологические и эксплуатационные.
84. Механическое разрушение твердых тел.

85. Разрушение материалов в процессе износа.
86. Коррозионное разрушение материалов.
87. Способы повышения конструкционной прочности материалов.
88. Прочность и пластичность и методы их определения.
89. Твердость. Методы определения твердости.
90. Вязкость. Определение вязкости и ее зависимость от температуры.
91. Выносливость. Основные характеристики выносливости.
92. Классификация видов термической обработки.
93. Превращения, протекающие в стали при нагреве и охлаждении.
94. Нагрев при термообработке. Химическое воздействие нагревающей среды на металл.
95. Отжиг и нормализация. Назначение и режимы.
96. Закалка. Назначение и виды. Закалочные среды.
97. Способы закалики стали.
98. Отпуск стали. Основное оборудование для термической обработки.
99. Химико-термическая обработка. Назначение и основные виды.
100. Цементация. Способы цементации и термообработка после нее.
101. Азотирование. Назначение и разновидности.
102. Цианирование и нитроцементация.
103. Диффузионная металлизация.
104. Термомеханическая обработка стали.
105. Поверхностное упрочнение стальных деталей.
106. Закалка ТВЧ и газоплазменная закалка.
107. Старение. Назначение и разновидности.
108. Обработка стали холодом.
109. Упрочнение методом пластической деформации.
110. Конструкционные стали и их разновидности.

111. Влияние углерода на свойства конструкционных сталей.
112. Типы примесей и их влияние на свойства сталей.
113. Легированные стали. Назначение легирующих элементов. Классификация легированных сталей.
114. Влияние легирующих элементов на полиморфизм железа.
115. Влияние легирующих элементов на фазовые превращения в сталях.
116. Цементуемые и улучшаемые стали.
117. Высокопрочные, пружинные и шарикоподшипниковые стали.
118. Стали для изделий, работающих при низких температурах.
119. Износостойкие и автоматные стали.
120. Обычные и быстрорежущие стали для инструмента.
121. Стали для измерительных инструментов и штамповые стали.
122. Твердосплавы и алмаз как материал для изготовления инструментов.
123. Коррозионностойкие стали. Классификация коррозионностойких сталей.
124. Жаростойкость, жаростойкие стали и сплавы.
125. Жаропрочность, жаропрочные стали и сплавы. Классификация жаропрочных сталей и сплавов.
126. Чугун. Графитизация чугунов. Влияние состава чугуна на процесс графитизации.
127. Влияние графита и примесей на механические свойства чугунов.
128. Строение и классификация чугунов.
129. Серый чугун. Свойства, маркировка и термообработка.
130. Высокопрочный чугун с шаровидным графитом. Свойства, маркировка и термообработка.
131. Ковкий чугун. Свойства, маркировка и термообработка.
132. Цветные металлы. Алюминий и его сплавы.
133. Медь и ее сплавы.

134. Титан и его сплавы.

135. Магний и его сплавы.

136. Композиционные материалы.

137. Материалы порошковой металлургии.

ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Билет к 2-ой рубежной аттестации № 1

Дисциплина **Технология конструкционных материалов**

ИНГ__ Группа НП__ семестр _____

1. Современное металлургическое производство и его продукция.

2. Классификация видов термической обработки металлов.

УТВЕРЖДАЮ:

«_____» _____ 20 ____ г.

Зав. кафедрой _____

7.4. Текущий контроль

Лабораторная работа №1 по ТКМ

МАКРОСКОПИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ МЕТАЛЛОВ

Цель работы: изучение влияния химического состава и различных видов обработки на структуру металлов; выявление дефектов, нарушающих сплошность металлов; определение литой структуры и химической неоднородности металлов; изучение изломов металлов.

Лабораторное оборудование и материалы: микроскоп; лупы; комплект макрошлифов из различных металлов; набор фотографий макроструктур.

Краткие теоретические сведения по теме

Макроскопический анализ (макроанализ) заключается в изучении общего строения металла путем просмотра его излома или специально подготовленной поверхности невооруженным глазом или при небольших увеличениях – до 30 раз. Это позволяет наблюдать одновременно большую поверхность и получить представление об общем строении металла и о наличии в нем определенных дефектов. Макроанализ не определяет подробностей строения и часто является предварительным, но не окончательным видом исследования. Характеризуя многие особенности строения, макроанализ позволяет выбрать те участки, которые требуют дальнейшего микроскопического исследования. Строение металлов и сплавов, определенное таким образом, называется *макроструктурой*.

Макроанализ применяют для выявления в металле дендритного строения, усадочной рыхлости, осевой пористости, газовых пузырей, трещин, пустот, плен, шлаковых включений, расположения волокон в поковках и штамповках, вид излома, ликвации серы и фосфора, структурной неоднородности, качества сварного соединения.

Для исследования макроструктуры металлов и сплавов используют метод шлифов и метод изломов. При этом вид изломов определяют непосредственно визуальным наблюдением, тогда как остальные особенности – на макрошлифах.

Образец (его еще называют темплет) металла, поверхность которого подготовлена для макроанализа, называется макрошлифом. Образец для макроанализа вырезают в определенном месте и в определенной плоскости в зависимости от того, что подвергают исследованию – отливку, поковку, штамповку, прокат, сварную или термически обработанную деталь и что требуется выявить и изучить – первичную кристаллизацию, дефекты, нарушающие сплошность металла, неоднородность структуры и т.д. В связи с этим образцы вырезают из одного или нескольких мест слитка, заготовки (детали) как в продольном, так и в поперечном направлениях. Вырезанные темплеты подвергают механической обработке, химическому травлению и исследованию.

Методы макротравления подразделяют на три группы: *глубокого травления; поверхностного травления; отпечатков.*

Сущность метода *глубокого травления* заключается в обработке поверхности макрошлифа растворами неорганических кислот, в результате чего участки, неоднородные по составу, обладающие более развитой и активизированной поверхностью, протравливаются различно. Образуется макрорельеф поверхности с участками большей и меньшей высот,

которые при большой глубине резкости невооруженного глаза или малых увеличениях могут быть идентифицированы.

Поверхностное травление имеет более ограниченный характер в макроанализе и используется для общего исследования структуры и выявления дефектов, непосредственно выходящих на поверхность, а также выявления характера ликвации в металлах. Для общего исследования структуры сталей широко применяется реактив состава: 10-20 г персульфата аммония $[(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8]$ на 100 мл воды, температура реактива 50-60°C, время выдержки 5-40 мин. Данный реактив позволяет наблюдать явления рекристаллизации, неоднородность зерен по размерам, строение сварных швов.

Преимущество метода поверхностного травления по сравнению с глубоким травлением заключается в возможности лучшего выявления отдельных деталей структуры, а также в меньшей агрессивности реактивов и простоты обращения с ними.

Метод отпечатков применяется для определения ликвации примесей в металлах и сплавах. В сталях наряду с фосфором наиболее вредной примесью является сера. Сера также обладает большой склонностью к ликвации, нерастворима в железе и образует с ним химическое соединение – сульфид железа (FeS), который входит в состав легкоплавкой эвтектики Fe-FeS , располагающейся отдельными включениями по границам зерен. При нагреве до температуры горячей деформации (800-1200 °C) включения эвтектики (температура плавления 988 °C) придают стали хрупкость, либо оплавляются и образуют в материале надрывы и трещины (явление красноломкости стали).

Для определения ликвации серы наибольшее распространение получил метод Баумана. В данном методе засвеченную фотобумагу выдерживают в 5 %-ом водном растворе серной кислоты в течение 5-10 мин, слегка просушивают между листами фильтровальной бумаги для удаления излишнего раствора и плотно прикладывают к макрошлифу на 25-30 минут. Снятая с макрошлифа фотобумага промывается, фиксируется в растворе гипосульфита 20-30 мин, промывается и высушивается. Полученные на фотобумаге участки коричневого цвета указывают на места, обогащенные серой (скопления сульфидов). Если фотобумага имеет равномерную окраску, следовательно, сера распределена равномерно.

Ликвацию фосфора в стали выявляют травлением отшлифованного образца в реактиве состава: 85 г хлорной меди и 53 г хлористого аммония в 1000 см³ воды. Для выявления ликвации необходимо: отшлифованную поверхность образца протереть ватой, смоченной спиртом; образец погрузить в указанный реактив и выдержать в нем 1-2 мин; при выдержке образца в реактиве железо растворяется и вытесняет медь, которая осаждается на поверхности образца; после выдержки образец вынуть из реактива; вся поверхность образца должна быть покрыта медью; струей воды смыть с поверхности слой меди и протереть макрошлиф мокрой ватой; просушить образец.

Более темные, т. е. глубоко протравленные участки, – это места, обогащенные фосфором, так как чем больше в железе фосфора, тем быстрее он растворяется. Соответственно, светлые участки на темплете – места с меньшим содержанием фосфора.

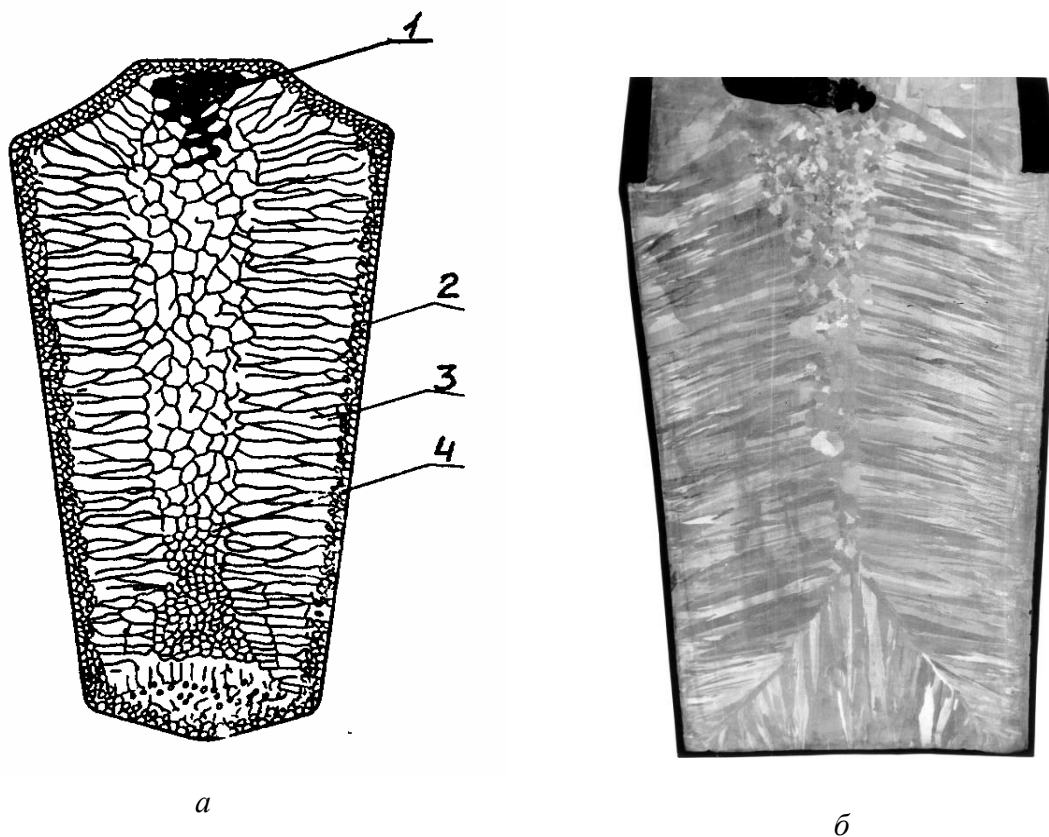
При необходимости полного макроскопического исследования, а также определения нарушений сплошности металла и дефектов строения целесообразно придерживаться следующей последовательности: сначала травить образец реактивом поверхностного травления, затем снова шлифовать и определять распределение серы по отпечатку на

фотобумаге, после чего производить глубокое травление для определения нарушений сплошности.

Выявление строения литой стали

Строение литой стали (дендритную структуру) выявляют травлением отшлифованного образца в 15 %-ом водном растворе персульфата аммония.

Для выявления дендритной структуры необходимо: отшлифованную поверхность образца протереть ватой, смоченной спиртом; нагреть реактив до 80-90°C; образец при помощи щипцов погрузить в горячий реактив и выдержать в нем 5–10 мин; после выдержки в реактиве образец при помощи щипцов вынуть из реактива, промыть водой и просушить. При анализе макрошлифа слитка стали наблюдается структура, схематически представленная на рис. 1.



1 – усадочная раковина; 2 – наружная мелкозернистая корка;
3 – зона столбчатых кристаллов; 4 – зона равноосных кристаллов.

Рис. 1. Макроструктура слитка металла:

а – схема; *б* – реальная дендритная структура слитка стали X18H9T.

Выявление дефектов, нарушающих сплошность металла

Для выявления в стали дефектов, нарушающих сплошность металла (трещин, пор, раковин), проводится глубокое травление отшлифованного образца водным раствором соляной кислоты (50 см³ HCl, 50 см³ воды) следующим образом: отшлифованную поверхность образца протереть ватой, смоченной спиртом; ванну с нагретым до температуры 60-70°C реактивом поместить в вытяжном шкафу (так как при травлении выделяются ядовитые газы;

образец при помощи щипцов погрузить в горячий реактив и выдержать в нем 10–45 мин.; после выдержки образец при помощи щипцов вынуть из реактива, промыть водой, затем 10–15 %-ым водным раствором азотной кислоты и просушить.

При глубоком травлении раствором кислоты высокой концентрации происходит стравливание дефектов, нарушающих сплошность металла – они становятся видимыми невооруженным глазом (рис. 2).

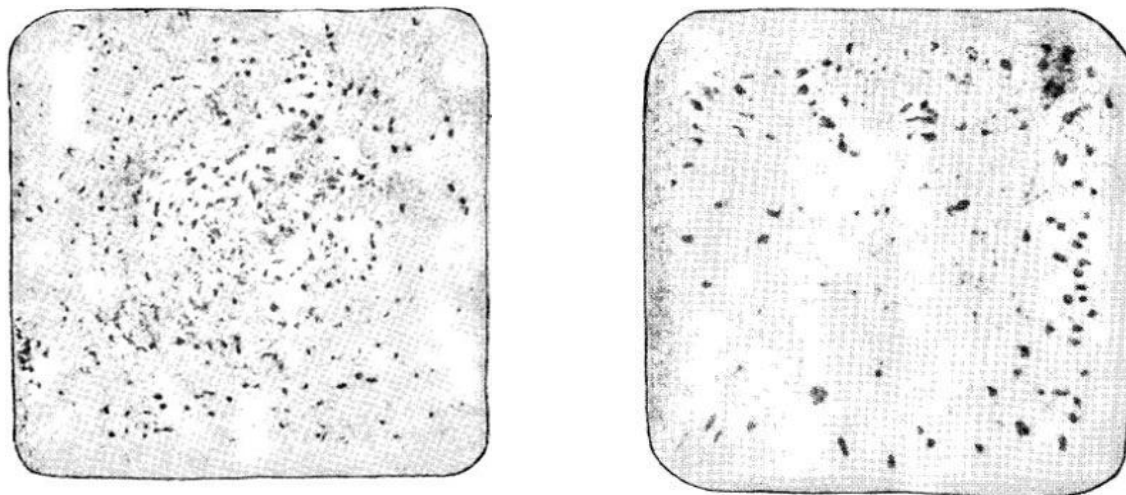


Рис. 2. Дефекты, нарушающие сплошность металла:
а – неметаллические включения; *б* – пятнистая ликвация

Изучение изломов

Внутренние дефекты, которые могут привести к разрушению изделия, выявляются при изучении изломов.

Изломом называется поверхность, образующаяся вследствие разрушения металлов. Изломы металлов могут существенно отличаться по цвету. Так, стали и белые чугуны, в которых весь углерод связан в цементите, имеют излом светло-серого цвета. У графитизированных сталей и чугунов, в которых углерод находится преимущественно в виде графита, излом черного цвета. На поверхности изломов можно видеть дефекты, которые способствовали разрушению. В зависимости от состава, строения металла, наличия дефектов, условий обработки и эксплуатации изделий изломы могут иметь *вязкий*, *хрупкий* или *усталостный* характер (рис. 3).

Вязкий (волоknистый) излом (рис. 3, *а*) имеет бугристо-сглаженный рельеф и свидетельствует о значительной пластической деформации, предшествующей разрушению. По виду вязкого излома нельзя судить о форме и размерах зерен металла.

Хрупкий (кристаллический) излом (рис. 3, *б*) характеризуется наличием на поверхности плоских блестящих участков. Так как разрушение протекает без заметной пластической деформации и форма зерна не искажается, то на хрупком изломе видны исходная форма и размер зерен металла. При хрупком изломе разрушение может происходить через зерна (транскристаллический или нафталинистый излом) либо по границам зерен (межкристаллический или камневидный излом). Разрушение по границам зерен имеет место при наличии на границах неметаллических включений (фосфиды, сульфиды, оксиды) или других выделений, ослабляющих прочность границ зерна.

Обычно изломы бывают смешанными. При смешанном изломе на его поверхности наблюдаются участки вязкого и хрупкого разрушения.

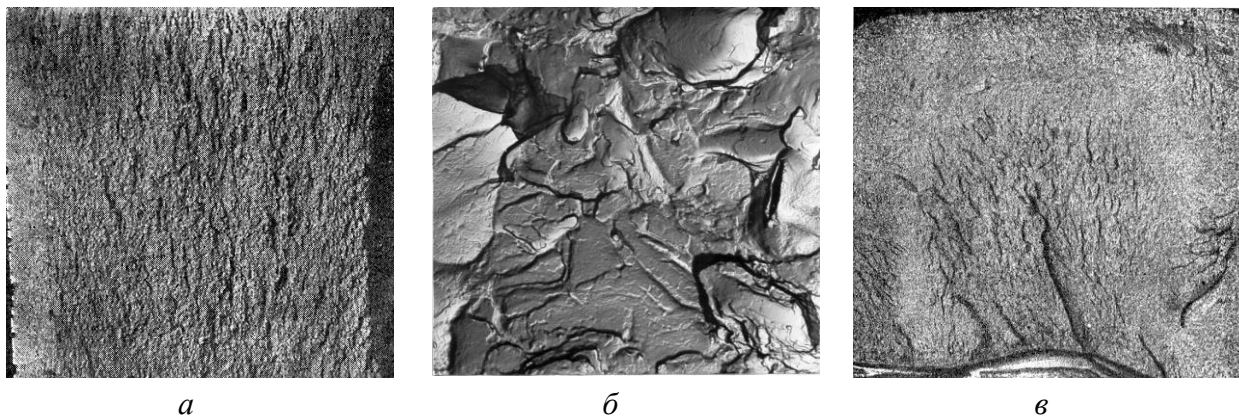


Рис. 3. Виды изломов стали:
а – вязкий; *б* – хрупкий; *в* – усталостный.

Усталостный излом (рис. 3, *в*) образуется в результате длительного воздействия на металл циклических напряжений и деформаций. Излом состоит из трех зон: зарождения трещины, собственно усталостного распространения трещины и долома. Механизм усталостного разрушения следующий: усталостная трещина возникает в местах, где имеются концентраторы напряжений или дефекты. Первая зона плоская и гладкая. Увеличиваясь при работе детали, трещина образует зону собственного усталостного распространения с характерными концентрическими бороздками или дугами и мелкозернистым, фарфоровидным изломом. Зачастую она имеет отдельные участки гладкой притертой поверхности. Долом происходит внезапно, когда ослабленное трещиной сечение детали не способно выдержать прикладываемой механической нагрузки. Долом бывает вязким или хрупким.

Порядок выполнения работы

1. Ознакомиться с методикой приготовления макрошлифов.
2. Изучить коллекцию образцов с основными дефектами, наблюдаемыми на их поверхности. Зарисовать эти дефекты.
3. Исследовать и зарисовать макроструктуру темплета литого металла.
4. Оценить ликвацию на микрошлифе по методу Баумана.
5. Изучить и зарисовать основные виды изломов (вязкий, хрупкий и усталостный).

Содержание отчета

1. Цель работы.
2. Сущность макроанализа, приготовление макрошлифа.
3. Зарисовка макроструктуры литой стали.
4. Зарисовка макроструктуры образцов стали с основными дефектами, нарушающих сплошность металла.
5. Зарисовки основных видов изломов.
6. Выводы из полученных результатов.

Контрольные вопросы

1. В чем заключается сущность макроанализа?

2. Методы макротравления и их сущность?
3. Что такое макроструктура?
4. Для чего используется макроанализ?
5. Какие существуют методы макротравления?
6. Что такое краснеломкость?
7. Как выявить ликвацию серы в стали?
8. Как выявить ликвацию фосфора в стали?
9. Как выявить дендритную структуру в литых образцах?
10. Дендритная структура слитка и механизм ее формирования?
11. Что такое излом и какие виды изломов вы знаете?
12. Характерные признаки хрупкого и вязкого изломов?
13. Каков механизм усталостного разрушения?

Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкалы оценивания. **Таблица 7**

Планируемые результаты освоения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения				Наименование
	менее 41 баллов (неудовлетворите	41-60 баллов (удовлетворител	61-80 баллов (хорошо)	81-100 баллов	
ОПК-5.					
Знать: - закономерности процессов кристаллизации и структурообразования металлов и сплавов, основы их термообработки, способы защиты металлов от коррозии; - классификацию и способы получения композиционных материалов;	Фрагментарные знания	Неполные знания	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания	Сформированные систематические знания	Лабораторная работа Отчет

Уметь: - распознавать и классифицировать конструкционные и сырьевые материалы по внешнему виду, происхождению, свойствам; - проводить исследования и испытания материалов.	Частичные умения	Неполные умения	Умения полные, допускаются небольшие ошибки	Сформированные умения	
Владеть: - информацией о свойствах и применении различных материалов; - некоторыми экспериментальными методиками и техникой материаловедческих	Частичное владение навыками	Несистематическое применение навыков	В систематическом применении навыков допускаются пробелы	Успешное и систематическое применение навыков	
ПК-2					
Знать: - классификацию материалов, металлов и сплавов, области их применения.	Фрагментарные знания	Неполные знания	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания	Сформированные систематические знания	Лабораторная работа Отчет
Уметь: - определять виды конструкционных материалов; - выбирать материалы для конструкций по их назначению и условиям эксплуатации;	Частичные умения	Неполные умения	Умения полные, допускаются небольшие ошибки	Сформированные умения	
Владеть: - навыками правильного выбора материалов исходя из анализа условий эксплуатации и производства;	Частичное владение навыками	Несистематическое применение навыков	В систематическом применении навыков допускаются пробелы	Успешное и систематическое применение навыков	

8. Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для осуществления процедур текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся созданы фонды оценочных средств, адаптированные для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья и позволяющие оценить достижение ими запланированных в основной образовательной программе результатов обучения и уровень сформированности всех компетенций, заявленных в образовательной программе. Форма проведения текущей аттестации для студентов-инвалидов устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей (устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п.). При тестировании для слабовидящих студентов используются фонды оценочных средств с укрупненным шрифтом. На экзамен приглашается сопровождающий, который обеспечивает техническое сопровождение студенту. При необходимости студенту-инвалиду предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене (или зачете). Обучающиеся с ограниченными возможностями здоровья и обучающиеся инвалиды обеспечиваются печатными и электронными образовательными ресурсами (программы, учебные пособия для самостоятельной работы и т.д.) в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

1) для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья **по зрению:**

- **для слепых:** задания для выполнения на семинарах и практических занятиях оформляются рельефно-точечным шрифтом Брайля или в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением для слепых, либо зачитываются ассистентом; письменные задания выполняются на бумаге рельефно-точечным шрифтом Брайля или на компьютере со специализированным программным обеспечением для слепых либо надиктовываются ассистенту; обучающимся для выполнения задания при необходимости предоставляется комплект письменных принадлежностей и бумага для письма рельефно-точечным шрифтом Брайля, компьютер со специализированным программным обеспечением для слепых;

- **для слабовидящих:** обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс; обучающимся для выполнения задания при необходимости предоставляется увеличивающее устройство; возможно также использование собственных увеличивающих устройств; задания для выполнения заданий оформляются увеличенным шрифтом;

2) для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья **по слуху:**

- **для глухих и слабослышащих:** обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования, при необходимости обучающимся предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования; предоставляются услуги сурдопереводчика;

- **для слепоглухих** допускается присутствие ассистента, оказывающего услуги тифлосурдопереводчика (помимо требований, выполняемых соответственно для слепых и глухих);

3) для лиц с тяжелыми нарушениями речи, глухих, слабослышащих лекции и семинары, проводимые в устной форме, проводятся в письменной форме;

4) для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, **имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата:**

- для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата, нарушениями двигательных функций верхних конечностей или отсутствием верхних конечностей: письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением или надиктовываются ассистенту; выполнение заданий (тестов, контрольных работ), проводимые в письменной форме, проводятся в устной форме путем опроса, беседы с обучающимся.

9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

3. Материаловедение : учебное пособие / С.В. Давыдов [и др.].. — Москва, Вологда : Инфра-Инженерия, 2020. — 424 с. — ISBN 978-5-9729-0417-4. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/98417.html> (дата обращения: 07.03.2021). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

4. Солнцев Ю.П. Материаловедение : учебник для вузов / Солнцев Ю.П., Пряхин Е.И.. — Санкт-Петербург : ХИМИЗДАТ, 2020. — 783 с. — ISBN 078-5-93808-345-6. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/97813.html> (дата обращения: 07.03.2021). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

5. Материаловедение : учебник для СПО / А.А. Воробьев [и др.].. — Саратов, Москва : Профобразование, Ай Пи Ар Медиа, 2020. — 356 с. — ISBN 978-5-4488-0866-1, 978-5-4497-0618-8. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/96962.html> (дата обращения: 07.03.2021). — Режим доступа: для авторизир. пользователей. - DOI: <https://doi.org/10.23682/96962>

10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Чтение лекций осуществляется в аудитории № 0-29 Лаборатория кафедры оборудована наглядными пособиями в виде стендов и планшетов, размещенных на стенах, раздаточными материалами, атласами микроструктур и др. Используемое оборудование: прибор полуавтоматический для измерения твердости металлов, микроскоп школьный, измерительные инструменты, режущие инструменты, муфельная печь, термостат, разрывная машина, маятниковый копер.

Для проведения лекционных и практических занятий по дисциплине «Материаловедение» не требуется специализированного программного обеспечения.

Составитель:

Доцент кафедры «ТМО»



/Л.Х-А. Саипова./

СОГЛАСОВАНО:

Зав. кафедрой «ТМО»



/А.А. Эльмурзаев /

Директор ДУМР



/М.А. Магомаева /