



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И.
Носова»



УТВЕРЖДАЮ
Директор ИММиМ
А.С. Савинов

05.02.2026 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

***МЕТАЛЛОВЕДЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПОЛУЧЕНИЯ
ПЕРСПЕКТИВНЫХ СПЛАВОВ***

Направление подготовки (специальность)
22.04.02 Metallurgy

Направленность (профиль/специализация) программы
Искусственный интеллект в металлургии

Уровень высшего образования - магистратура

Форма обучения
очная

Институт/ факультет	Институт металлургии, машиностроения и материалобработки
Кафедра	Литейных процессов и материаловедения
Курс	2
Семестр	3

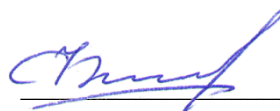
Магнитогорск
2026 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - магистратура по направлению подготовки 22.04.02 Metallургия (приказ Минобрнауки России от 24.04.2018 г. № 308)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Литейных процессов и материаловедения

22.01.2026, протокол № 4

Зав. кафедрой

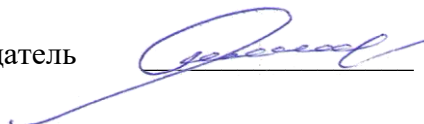


Н.А. Феоктистов

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИММиМ

05.02.2026 г. протокол № 5

Председатель



А.С. Савинов

Рабочая программа составлена:

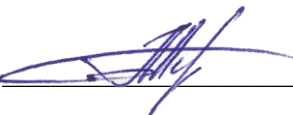
доцент кафедры кафедры ЛПИМ, канд. техн. наук



А.Б. Бойко

Рецензент:

доцент кафедры ПЭиБЖД, канд. техн. наук



А.Ю

Перятинский

Лист актуализации рабочей программы

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2027 - 2028 учебном году на заседании кафедры Литейных процессов и материаловедения

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ Н.А. Феоктистов

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2028 - 2029 учебном году на заседании кафедры Литейных процессов и материаловедения

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ Н.А. Феоктистов

1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Подготовка к решению профессиональных задач в соответствии с профильной направленностью образовательной программы магистратуры и видами профессиональной деятельности.

2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина *Металловедческие основы получения перспективных сплавов* входит в часть учебного плана формируемую участниками образовательных отношений образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

Методология и методы научного исследования

Инновационное предпринимательство

Моделирование и оптимизация технологических процессов

Специальные чугуны и стали

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена

3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины (модуля) «Металловедческие основы получения перспективных сплавов» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ПК-4	Способен проводить анализ технологических процессов для выработки предложений по управлению качеством и свойствами продукции
ПК-4.1	Знает: современные методы исследования материалов и процессов; металлургические основы технологических процессов производства изделий; современные конструкционные и инструментальные материалы; методы повышения качества продукции модифицированием их поверхности; технологические процессы, их влияние на качество продукции; технологические процессы, принципы их компьютерного моделирования и влияние на качество продукции; технологические процессы, принципы построения их цифровых двойников; автоматизированные технологические агрегаты прокатного производства
ПК-4.2	Умеет: проводить анализ технологических процессов для выработки предложений по управлению качеством и свойствами продукции, используя современные методы исследования материалов и процессов, компьютерное моделирование и цифровые технологии
ПК-4.3	Имеет практический опыт: анализа технологических процессов для выработки предложений по управлению качеством и свойствами продукции, используя современные методы исследования материалов и процессов, компьютерное моделирование; анализа технологических процессов для разработки требований к цифровому двойнику

4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц 108 академических часов, в том числе:

- контактная работа – 39,05 академических часов;
- аудиторная – 38 академических часов;
- внеаудиторная – 1,05 академических часов;
- самостоятельная работа – 68,95 академических часов;
- в форме практической подготовки – 0 академических часов;

Форма аттестации - зачет с оценкой

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в академических часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1. Перспективные сплавы на основе железа								
1.1 Структурные и фазовые превращения при создании перспективных сталей	3	11		11	28	Самостоятельное изучение литературы	Устный опрос	ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3
1.2 Структурные и фазовые превращения при создании специальных чугунов		4		4	18,95	Самостоятельное изучение литературы	Устный опрос. Контрольное тестирование	ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3
Итого по разделу		15		15	46,95			
2. Перспективные цветные сплавы								
2.1 Структурные и фазовые превращения при создании перспективных цветных сплавов	3	4		4	20	Самостоятельное изучение литературы	Устный опрос. Контрольное тестирование	ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3
Итого по разделу		4		4	22			
Итого за семестр		19		19	66,95		зачет	
Итого по дисциплине		19		19	68,95		зачет с оценкой	

5 Образовательные технологии

В процессе преподавания дисциплины применяются традиционная, интерактивная и информационно-коммуникационные образовательные технологии. При использовании традиционных образовательных технологий учебные занятия выполняются в форме практических занятий. Теоретический материал закрепляется в ходе практических работ, на которых выполняются групповые или индивидуальные задания по пройденной теме.

Реализация компетентного подхода предусматривает использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся.

Самостоятельная работа студентов направлена на самостоятельное изучение учебной и научной литературы, а также самостоятельную проработку тем в процессе подготовки к текущему и промежуточному контролю.

6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Представлено в приложении 1.

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Представлены в приложении 2.

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) Основная литература:

1. Физическое материаловедение. Основы строения материалов : учебное пособие / Н. А. Семенюк, К. Н. Полещенко, А. А. Теплоухов [и др.]. — Омск : ОмГТУ, 2024. — 88 с. — ISBN 978-5-8149-3824-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/504263> (дата обращения: 20.01.2026).

2. Зубарев, Ю. М. Современные инструментальные материалы : учебник / Ю. М. Зубарев. — 2-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 304 с. — ISBN 978-5-8114-0832-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/210758> (дата обращения: 20.01.2026).

б) Дополнительная литература:

1. Белов, Н. А. Фазовый состав промышленных и перспективных алюминиевых сплавов : монография / Н. А. Белов. — Москва : МИСИС, 2010. — 511 с. — ISBN 978-5-87623-375-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/117082> (дата обращения: 20.01.2026).

2. Оглезнева, С. А. Материаловедение и технологии современных и перспективных материалов : учебное пособие / С. А. Оглезнева. — Пермь : ПНИПУ, 2012. — 307 с. — ISBN 978-5-398-00861-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/160557> (дата обращения: 20.01.2026).

в) Методические указания:

1. Сошина, Т. О. Новые материалы и технологии : учебное пособие для вузов / Т. О. Сошина, В. Н. Трофимов. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2026. — 196 с. — ISBN 978-5-507-54398-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/508071> (дата обращения: 20.01.2026).

2. Материаловедение : учебное пособие / Ю. П. Земсков, Ю. С. Ткаченко, Л. Б. Лихачева, Б. Н. Квашнин. — Воронеж : ВГУИТ, 2013. — 200 с. — ISBN 978-5-89448-972-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/72035> (дата обращения: 20.01.2026).

3. Сканирующая зондовая микроскопия: лабораторный практикум / Ю.Ю. Ефимова, М.А. Полякова, А.Е. Гулин. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2017. 41 с.

4. Определение механических свойств металла и построение кривых упрочнения по диаграмме растяжения: метод. указ. / В.Г. Дорогобид. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2008. 49 с.

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Программное обеспечение

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое	бессрочно
FAR Manager	свободно распространяемое	бессрочно
Браузер Yandex	свободно распространяемое	бессрочно

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования	URL: https://www.elibrary.ru/
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности»	URL: http://www1.fips.ru/
Российская Государственная библиотека. Каталоги	https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	https://host.megaprolib.net/MP0109/Web
Международная реферативная и полнотекстовая справочная база данных научных изданий	https://www.nature.com/siteindex

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

1. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа оснащена:
- техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории: мультимедийными средствами хранения, передачи и представления учебной информации;
- специализированной мебелью.

2. Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий оснащены:
Лаборатория пробоподготовки ЦКП ФГБОУ ВО "МГТУ им. Г.И. Носова"
(ул. Ленинградская, 79)

1. Линия пробоподготовки фирмы Buehler (включающая абразивный отрезной станок DELTA ABRASIMET, автоматический запрессовочный станок Simplimet 1000, шлифовально-полировальную машину PHOENIX 4000, линейный прецизионный отрезной станок IZOMET 4000);

2. Микротвердомер Buehler Micromet с механизированным столиком

3. Универсальный твердомер (для измерения твердости по Бринелю, Роквеллу и Виккерсу) M4C075G3 EmcoTest

4. Универсальные гидравлические разрывные машины для испытаний на сжатие-растяжение

5. Копер маятниковый МК300

6. Установки для испытаний на изнашивание.

7. Инвертированный металлургический микроскопы Meiji Techno IM7200

8. Компьютерные системы анализа изображений ThixometPro

9. Стереомикроскоп Meiji Techno RZ-B

10. Сканирующий электронный микроскоп JEOL JSM-6490LV с приставками:

11. INCA Energy – для микрорентгеноспектрального анализа,

INCA Crystal400 – для анализа картин дифракции обратнорассеянных

электронов

12. Исследовательский комплекс Gleeble 3500 для моделирования процессов плавления, термической и химико-термической обработки, нагрева, холодной и горячей пластической деформации, пластической деформации, сварки.

13. Рентгеновский дифрактометр Shimadzu XRD-7000

14. Рентгенофлюоресцентный спектрометр

15. Дифференциально-сканирующий калориметр

Лаборатория пробоподготовки (ауд.207)

1. Оборудование для приготовления шлифов:

2. Отрезные, шлифовальные и полировальные круги.

3. Оборудование для травления шлифов.

Лаборатория механических испытаний (ауд.212 пр-т Ленина 38)

1. Машины универсальные испытательные на растяжение, сжатие, скручивание.

2. Мерительный инструмент.

3. Приборы для измерения твердости по методам Бринелля и Роквелла.

4. Микротвердомер.

5. Установки для испытаний на кручение, выдавливание, перегиб

Лаборатория термической обработки (ауд.205 пр-т Ленина 38)

1. Печи термические

2. Установка плазменной закалки

3. Приборы для измерения твердости по методу Роквелла

Лаборатория металлографии (ауд.203,209,211 пр-т Ленина 38)

1. Металлографические микроскопы Неофот, МЕТАМ 32М

2. Инвертированный металлургический микроскоп MeijiTechno IM7200

3. Компьютерные системы анализа изображений SIAMS-600 и ThixometPro

1. Плавильные и термические печи
2. Оборудование для приготовления формовочных смесей

3. Учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации оснащена:

- компьютерной техникой с пакетом MS Office, с подключением к сети «Интернет» и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета;

- специализированной мебелью.

4. Помещение для самостоятельной работы оснащено:

- компьютерной техникой с пакетом MS Office, с подключением к сети «Интернет» и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета;

- специализированной мебелью.

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

По дисциплине «Металловедческие основы получения перспективных сплавов» предусмотрено выполнение практических и аудиторных самостоятельных работ обучающихся.

Аудиторная самостоятельная работа студентов предполагает решение контрольных задач на практических занятиях.

Методические указания по подготовке к тестированию

Успешное выполнение тестовых заданий является необходимым условием итоговой положительной оценки в соответствии с рейтинговой системой обучения. Выполнение тестовых заданий предоставляет студентам возможность самостоятельно контролировать уровень своих знаний, обнаруживать пробелы в знаниях и принимать меры по их ликвидации. Форма изложения тестовых заданий позволяет закрепить и восстановить в памяти пройденный материал. Предлагаемые тестовые задания охватывают узловые вопросы теоретических и практических основ по дисциплине. Для формирования заданий использована закрытая форма. У студента есть возможность выбора правильного ответа или нескольких правильных ответов из числа предложенных вариантов. Для выполнения тестовых заданий студенты должны изучить лекционный материал по теме, соответствующие разделы учебников, учебных пособий и других литературных источников. Контрольные тестовые задания выполняются студентами на практических занятиях. Репетиционные тестовые задания содержатся в рабочей учебной программе дисциплины. С ними целесообразно ознакомиться при подготовке к тестированию.

Пример тестового задания

Выберите один правильный ответ.

1. Какова основная физическая причина дисперсионного упрочнения при введении мелких частиц второй фазы?

- А) Увеличение модуля упругости матрицы за счет легирования
- Б) Торможение движения дислокаций частицами, которые они не могут легко преодолеть
- В) Изменение межатомного расстояния в кристаллической решетке по всему объему
- Г) Снижение плотности материала, облегчающее движение дислокаций

2. Чем характеризуется когерентная граница раздела «частица-матрица»?

- А) На границе обязательно присутствует слой аморфной фазы
- Б) Кристаллические решетки частицы и матрицы полностью сопряжены без нарушения сплошности
- В) Между решетками частицы и матрицы существует большой угол разориентировки
- Г) Частица имеет газовую пористую структуру

3. Какое влияние на прочность оказывают некогерентные частицы, если модуль сдвига материала частицы больше модуля сдвига матрицы?

- А) Упрочнение будет отсутствовать, так как частица мягче матрицы
- Б) Дислокации будут притягиваться к частице, разупрочняя материал
- В) Частица будет отталкивать дислокации, создавая дополнительное поле напряжений и повышая прочность
- Г) Прочность будет определяться только размером зерна матрицы, свойства частиц не важны

4. От каких параметров зависит напряжение, необходимое для преодоления дислокацией скопления частиц по механизму Орована (огибание)?

- А) Только от химического состава матрицы
- Б) От расстояния между частицами и модуля сдвига матрицы
- В) От температуры плавления частиц
- Г) От цвета частиц в оптическом микроскопе

5. Какие факторы НЕ играют определяющей роли при расчете напряжения перерезания частиц дислокациями (механизм перерезания)?
- Размер и объемная доля частиц
 - Энергия дефекта упаковки частиц и модули сдвига фаз
 - Наличие вакуума в колонне микроскопа
 - Внутренняя структура частиц (когерентность, упорядоченность)
6. Укажите возможные механизмы взаимодействия частиц с дислокациями:
- Только диффузионный массоперенос
 - Огибание (Орован), перерезание, взаимодействие упругих полей
 - Только образование пор и трещин
 - Только скольжение по границам зерен
7. В каком случае происходит торможение дислокаций упругими полями напряжений?
- При наличии сверхпроводимости в материале
 - Если частица имеет иной атомный радиус и модуль сдвига, создавая вокруг себя поле искажений
 - Только при нагреве материала выше температуры рекристаллизации
 - Если частица находится в жидком состоянии
8. Какие параметры определяют величину эффекта дисперсионного упрочнения?
- Размер, объемная доля, расстояние между частицами и природа границы раздела
 - Только цвет металла в отраженном свете
 - Только температура плавления матрицы
 - Исключительно скорость коррозии в агрессивной среде
9. Какие частицы наиболее эффективны для дисперсионного твердения?
- Мягкие, аморфные частицы, склонные к коагуляции
 - Газовые пузыри неправильной формы
 - Мелкие, твердые, тугоплавкие частицы, равномерно распределенные в матрице
 - Крупные включения размером более 100 мкм
10. Какую роль играют титан, ниобий и ванадий при микролегировании стали?
- Они снижают прочность стали для улучшения свариваемости
 - Они образуют карбонитриды (TiC, NbC, VN), тормозящие рост зерна и упрочняющие сталь
 - Они выводят углерод из стали, делая ее полностью безуглеродной
 - Они способствуют коррозии и разрушению защитного слоя

Вопросы для устного опроса:

- Расскажите о расположении микролегирующих элементов в таблице Д.И. Менделеева
- Что такое ряд карбидообразующих элементов? По какому принципу он строится?
- Каковы особенности электронного строения атомов микролегирующих элементов?
- Укажите свойства элементов IV-VI групп
- Назовите недостатки элементов этой группы: у циркония, гафния, тантала.
- Как влияют микролегирующие элементы в твердом растворе на процессы в стали при нагреве?
- Как влияет разница в размерах атомов микролегирующего элемента и атома железа на твердорастворное упрочнение?
- Как влияют микролегирующие элементы на полиморфное превращение?
- Какое влияние на полиморфное превращение оказывают частицы карбонитридных фаз микролегирующих элементов, выделившиеся до превращения?
- Как влияет размер выделившихся частиц карбонитридных фаз на полиморфное превращение?

Вопросы к аттестации (зачету):

- Назовите элементы, которые нашли практическое применение в качестве микролегирующих
- Какую роль играет растворимость элементов в аустените?

3. Как происходит растворение карбидных и нитридных фаз в аустените?
4. Что характеризует произведение растворимости?
5. Сравните растворимость карбидов, карбонитридов и нитридов в аустените.
6. Почему важно контролировать размер зерна аустенита, образовавшегося при нагреве микролегированных сталей?
7. Что необходимо обеспечить при нагреве под прокатку микролегированных сталей?
8. Как влияют микролегирующие элементы, растворенные в аустените, на рост зерна аустенита?
9. В каком случае влияние микролегирования на рост зерна аустенита наиболее эффективно?
10. Укажите температуры, до которых заторможен рост зерна аустенита в сталях, микролегированных титаном, ниобием, ванадием.
11. Какой размер зерна аустенита и феррита можно обеспечить в сталях с микродобавками карбидо- или нитридообразующих элементов?
12. Каково влияние микродобавок титана на склонность к росту зерна аустенита в ниобий-содержащих микролегированных сталях?
13. Расположите V, Nb, Ti по возрастанию сдерживающего влияния на рост зерна аустенита.
14. Что называют температурой начала остановки рекристаллизации?
15. Как влияют микролегирующие элементы на кинетику рекристаллизации горячедеформированного аустенита низкоуглеродистой стали?
16. Каково различие титана и ниобия во влиянии на кинетику рекристаллизации горячедеформированного аустенита низкоуглеродистой стали?
17. Как температура аустенитизации влияет на рекристаллизацию аустенита?
18. Как температура горячей деформации влияет на рекристаллизацию аустенита?

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
ПК-4: Способен проводить анализ технологических процессов для выработки предложений по управлению качеством и свойствами продукции		
ПК-4.1	<p>Знает: современные методы исследования материалов и процессов; металловедческие основы технологических процессов производства изделий; современные конструкционные и инструментальные материалы; методы повышения качества продукции модифицированием их поверхности; технологические процессы, их влияние на качество продукции; технологические процессы, принципы их компьютерного моделирования и влияние на качество продукции; технологические процессы, принципы построения их цифровых двойников; автоматизированные технологические агрегаты прокатного производства</p>	<p>Теоретические вопросы:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Чем объясняется дисперсионное упрочнение при микролегировании? 2. Чем различаются когерентные, полукogerентные и некогерентные границы «частица-матрица»? Какую роль они играют в дисперсионном упрочнении? 4. Каков механизм упрочнения некогерентными частицами с модулем сдвига больше модуля сдвига матрицы? 5. Какие параметры определяют напряжение, необходимое для реализации механизма Орована? 6. Какие параметры определяют напряжение, необходимое для реализации механизма перерезания частиц? <p>Пример тестовых заданий: Выберите один правильный ответ.</p> <p>1. Какова основная физическая причина дисперсионного упрочнения при введении мелких частиц второй фазы?</p> <p>А) Увеличение модуля упругости матрицы за счет легирования Б) Торможение движения дислокаций частицами, которые они не могут легко преодолеть В) Изменение межатомного расстояния в кристаллической решетке по всему объему Г) Снижение плотности материала, облегчающее движение дислокаций</p> <p>2. Чем характеризуется когерентная граница раздела «частица-матрица»?</p> <p>А) На границе обязательно присутствует слой аморфной фазы Б) Кристаллические решетки частицы и матрицы полностью сопряжены без нарушения сплошности В) Между решетками частицы и матрицы существует большой угол разориентировки</p>

		<p>Г) Частица имеет газовую пористую структуру</p> <p>3. Какое влияние на прочность оказывают некогерентные частицы, если модуль сдвига материала частицы больше модуля сдвига матрицы?</p> <p>А) Упрочнение будет отсутствовать, так как частица мягче матрицы</p> <p>Б) Дислокации будут притягиваться к частице, разупрочняя материал</p> <p>В) Частица будет отталкивать дислокации, создавая дополнительное поле напряжений и повышая прочность</p> <p>Г) Прочность будет определяться только размером зерна матрицы, свойства частиц не важны</p> <p>4. От каких параметров зависит напряжение, необходимое для преодоления дислокацией скопления частиц по механизму Орована (огибание)?</p> <p>А) Только от химического состава матрицы</p> <p>Б) От расстояния между частицами и модуля сдвига матрицы</p> <p>В) От температуры плавления частиц</p> <p>Г) От цвета частиц в оптическом микроскопе</p> <p>5. Какие факторы НЕ играют определяющей роли при расчете напряжения перерезания частиц дислокациями (механизм перерезания)?</p> <p>А) Размер и объемная доля частиц</p> <p>Б) Энергия дефекта упаковки частиц и модули сдвига фаз</p> <p>В) Наличие вакуума в колонне микроскопа</p> <p>Г) Внутренняя структура частиц (когерентность, упорядоченность)</p> <p>6. Каково типичное разрешение атомно-силового микроскопа (АСМ) по вертикали (оси Z), используемого для изучения морфологии частиц?</p> <p>А) Миллиметры (мм)</p> <p>Б) Микрометры (мкм)</p> <p>В) Нанометры (нм) или ангстремы (Å)</p> <p>Г) Зависит только от громкости звука в помещении</p> <p>7. Что из перечисленного НЕ является типичным механизмом упрочнения при дисперсионном твердении?</p> <p>А) Механизм Орована (огибание частиц)</p> <p>Б) Механизм перерезания частиц</p> <p>В) Механизм двойникования при комнатной температуре</p> <p>Г) Упрочнение за счет разности модулей</p>
--	--	---

		сдвига частицы и матрицы
ПК-4.2	<p>Умеет: проводить анализ технологических процессов для выработки предложений по управлению качеством и свойствами продукции, используя современные методы исследования материалов и процессов, компьютерное моделирование и цифровые технологии</p>	<p>Теоретические вопросы:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Укажите возможные механизмы взаимодействия частиц с дислокациями? 2. В каком случае происходит торможение дислокаций упругими полями напряжений? 3. Какие параметры определяют величину эффекта дисперсионного упрочнения? 4. Какие частицы наиболее эффективны для дисперсионного твердения? 5. Какой принцип необходимо соблюдать при дисперсионном упрочнении стали? 6. Какую роль играет титан, ниобий и ванадий при микролегировании стали? <p>Пример тестовых заданий: Выберите один правильный ответ.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Укажите возможные механизмы взаимодействия частиц с дислокациями: <ol style="list-style-type: none"> А) Только диффузионный массоперенос Б) Огибание (Орован), перерезание, взаимодействие упругих полей В) Только образование пор и трещин Г) Только скольжение по границам зерен 2. В каком случае происходит торможение дислокаций упругими полями напряжений? <ol style="list-style-type: none"> А) При наличии сверхпроводимости в материале Б) Если частица имеет иной атомный радиус и модуль сдвига, создавая вокруг себя поле искажений В) Только при нагреве материала выше температуры рекристаллизации Г) Если частица находится в жидком состоянии 3. Какие параметры определяют величину эффекта дисперсионного упрочнения? <ol style="list-style-type: none"> А) Размер, объемная доля, расстояние между частицами и природа границы раздела Б) Только цвет металла в отраженном свете В) Только температура плавления матрицы Г) Исключительно скорость коррозии в агрессивной среде 4. Какие частицы наиболее эффективны для дисперсионного твердения? <ol style="list-style-type: none"> А) Мягкие, аморфные частицы, склонные к

		<p>коагуляции</p> <p>Б) Газовые пузыри неправильной формы</p> <p>В) Мелкие, твердые, тугоплавкие частицы, равномерно распределенные в матрице</p> <p>Г) Крупные включения размером более 100 мкм</p> <p>5. Какой принцип необходимо соблюдать при дисперсионном упрочнении стали?</p> <p>А) Частицы должны растворяться при нагреве под прокатку и выделяться при охлаждении (температурный контроль растворения и выделения)</p> <p>Б) Сталь необходимо легировать свинцом для увеличения веса</p> <p>В) Частицы не должны взаимодействовать с дислокациями</p> <p>Г) Температура плавления частиц должна быть ниже температуры эксплуатации стали</p> <p>6. Какую роль играют титан, ниобий и ванадий при микролегировании стали?</p> <p>А) Они снижают прочность стали для улучшения свариваемости</p> <p>Б) Они образуют карбонитриды (TiC, NbC, VN), тормозящие рост зерна и упрочняющие сталь</p> <p>В) Они выводят углерод из стали, делая ее полностью безуглеродной</p> <p>Г) Они способствуют коррозии и разрушению защитного слоя</p> <p>7. Что произойдет с упрочнением, если частицы второй фазы станут крупными и расстояние между ними значительно возрастет?</p> <p>А) Упрочнение усилится, так как крупные частицы лучше блокируют дислокации</p> <p>Б) Эффект упрочнения снизится (согласно механизму Орована)</p> <p>В) Прочность материала не изменится</p> <p>Г) Материал перейдет в сверхпластичное состояние</p>
ПК-4.3	Имеет практический опыт: анализа технологических процессов для выработки предложений по управлению качеством и свойствами продукции, используя современные методы исследования материалов и процессов, компьютерное моделирование; анализа технологических процессов для разработки требований к цифровому двойнику	<p>Теоретические вопросы:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Сравните растворимость карбидов, карбонитридов и нитридов в аустените. 2. Какие из карбидных и нитридных фаз микролегирующих элементов имеют самую большую растворимость в аустените? 3. Как влияет повышение содержания углерода на растворимость карбидов в аустените? 4. Как влияет температура нагрева на растворимость карбидных и нитридных фаз?

5. Каковы особенности растворимости карбидных и нитридных фаз при совместном микролегировании ниобием и титаном?
6. Каковы возможности, достигаемые с помощью карбидов титана, ванадия и ниобия?

Пример тестовых заданий:

Выберите один правильный ответ.

1. Сравните растворимость карбидов, карбонитридов и нитридов в аустените:

- А) Все фазы имеют одинаковую растворимость при любой температуре
Б) Нитриды, как правило, менее растворимы, чем карбиды; карбонитриды занимают промежуточное положение
В) Карбиды всегда менее растворимы, чем нитриды
Г) Растворимость не зависит от типа фазы, а только от размера зерна

2. Какие из карбидных и нитридных фаз микролегирующих элементов имеют самую большую растворимость в аустените?

- А) Нитриды титана (TiN)
Б) Карбиды ниобия (NbC)
В) Карбиды и нитриды ванадия (VC, VN)
Г) Карбиды титана (TiC)

3. Как влияет повышение содержания углерода на растворимость карбидов в аустените?

- А) Повышает растворимость карбидов
Б) Не влияет на растворимость
В) Снижает растворимость карбидов (в соответствии с произведением растворимости)
Г) Зависит только от температуры нагрева, содержание углерода не важно

4. Как влияет температура нагрева на растворимость карбидных и нитридных фаз?

- А) С повышением температуры растворимость увеличивается для всех фаз
Б) С повышением температуры растворимость уменьшается
В) Температура не влияет на растворимость
Г) Нитриды растворяются только при охлаждении

5. Каковы особенности растворимости карбидных и нитридных фаз при совместном микролегировании ниобием и титаном?

- А) Фазы растворяются независимо друг от друга

		<p>Б) Образуются сложные карбонитриды (Nb,Ti)(C,N), чья растворимость отличается от растворимости индивидуальных фаз</p> <p>В) Титан полностью подавляет образование ниобийсодержащих фаз</p> <p>Г) Растворимость становится бесконечно большой</p> <p>6. Каковы возможности, достигаемые с помощью карбидов титана, ванадия и ниобия?</p> <p>А) Только повышение коррозионной стойкости</p> <p>Б) Только изменение цвета стали</p> <p>В) Торможение роста зерна аустенита при нагреве и дисперсионное упрочнение при охлаждении</p> <p>Г) Снижение прочности для облегчения механической обработки</p> <p>7. Какая из карбонитридных фаз микролегирующих элементов является наиболее тугоплавкой и наименее растворимой в аустените?</p> <p>А) Карбид ванадия (VC)</p> <p>Б) Нитрид титана (TiN)</p> <p>В) Карбид ниобия (NbC)</p> <p>Г) Нитрид ванадия (VN)</p>
--	--	---

б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:

Промежуточная аттестация по дисциплине «Металловедческие основы получения перспективных сплавов» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме *зачета с оценкой*.

Зачет по данной дисциплине проводится в устной форме.

Показатели и критерии оценивания зачета:

– на оценку «отлично» (5 баллов) – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно выполняет практические задания, свободно оперирует знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.

– на оценку «хорошо» (4 балла) – обучающийся демонстрирует средний уровень сформированности компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

– на оценку «удовлетворительно» (3 балла) – обучающийся демонстрирует пороговый уровень сформированности компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков, обучающийся

испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

– на оценку «неудовлетворительно» (2 балла) – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

– на оценку «неудовлетворительно» (1 балл) – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

