

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
(ВлГУ)

Институт машиностроения и автомобильного транспорта



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«МЕТАЛЛОГРАФИЯ»

направление подготовки / специальность
22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов»

направленность (профиль) подготовки
Материаловедение и цифровые производственные технологии

г. Владимир

Год 2021

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины – приобретение профессиональных компетенций, предусмотренных требованиями ФГОС ВО, связанных формированием знаний и навыков в исследовании макро- и микроструктуры металла для нахождения связи «структура–свойство», а также установление закономерностей образования структуры для прогнозирования на основе этой связи свойств новых сплавов.

Задачи:

изучение влияния на структуру явлений, происходящих в металлических материалах в условиях производства под воздействием внешних факторов (нагрева, охлаждения и др.), а структуры – на свойства;

изучение влияния условий кристаллизации, пластической деформации и рекристаллизации на структуру и свойства металлов и сплавов;

установление взаимосвязи между качественными и количественными характеристиками структуры, и физическими, химическими, механическими, технологическими и эксплуатационными свойствами металлических материалов;

устанавливая закономерности образования структуры, прогнозировать свойства новых сплавов.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Металлография» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП (компетенциями и индикаторами достижения компетенций).

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине, в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	
ПК-2. Способен применять навыки использования принципов и методик комплексных исследований, испытаний и диагностики материалов, изделий и процессов их производства, обработки и модификации, включая стандартные и сертификационные испытания	ПК-2.1. Знает принципы сбора, отбора и обобщения информации включая стандартные и сертификационные	Знает влияние на структуру явлений, происходящих в металлических материалах в условиях производства под воздействием внешних факторов (нагрева, охлаждения и др.), а структуры – на свойства; закономерности образования структуры, изменения механических, технологических и эксплуатационных свойств металлов и сплавов в зависимости от изменения его структуры.	Устные и тестовые вопросы, практические задания
	ПК-2.2. Умеет применять навыки использования принципов и методик комплексных исследований, испытаний и диагностики материалов, изделий и процессов их производства, обработки и модификации,	Умеет использовать на практике современные представления наук о материалах; устанавливать взаимосвязь между качественными и количественными характеристиками структуры, и физическими, химическими, механическими, технологическими и эксплуатационными свойствами металлических материалов; работать на световом микроскопе; изготавливать микрошлифы; выявлять на шлифах типичные структурные составляющие, проводить металлографический анализ промышленных	

	включая стандартные и сертификационные испытания	сталей и чугунов, цветных металлов и сплавов.	
	ПК-2.3. Владеет навыками комплексных исследований, испытаний и диагностики материалов, изделий и процессов их производства, обработки и модификации	Владеет способностью выполнять комплексные исследования и испытания при изучении металлических материалов: практическими навыками металлографического исследования	

4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 часа.

Тематический план форма обучения – очная

№ п/п	Наименование тем и/или разделов/тем дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Контактная работа обучающихся с педагогическим работником				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	в форме практической подготовки		
1	Раздел 1. Характеристика реального металла. Затвердевание металлов.	5	1-2	2				11	
2	Раздел 2. Практическая металлография.	5	3-4	6		8	2	20	Рейтинг-контроль 1
			5-6						
			7-8						
3	Раздел 3. Металлография сплавов на основе железа.	5	9-10	6		6		30	Рейтинг-контроль 2
			11-12						
			13-14						
4	Раздел 4. Металлография цветных металлов и сплавов.	5	15-16	4		4	2	20	Рейтинг-контроль 3
			17-18						
Всего за 5 семестр		5	18	18		18		81	Экзамен
Наличие в дисциплине КП/КР									—
Итого по дисциплине		5	18	18		18		81	Экзамен

Содержание лекционных занятий по дисциплине

Раздел 1. Характеристика реального металла. Затвердевание металлов.

Тема 1.1. Значение, цель и задачи курса «Металлография». Характеристика реального металла: Примеси в металлах.

Тема 1.2. Затвердевание металлов: Структура жидких металлов. Процесс затвердевания. Форма кристаллов, образующих при затвердевании металла. Возникновение дефектов решетки при затвердевании.

Раздел 2. Практическая металлография.

Тема 2.1. Металлографические микроскопы: Увеличение объекта. Принципиальная схема микроскопа. Разрешающая способность микроскопа. Объективы и окуляры. Общие правила обращения с микроскопом.

Тема 2.2. Приготовление микрошлифов: Отбор образцов для металлографического исследования. Шлифование и полировка шлифов. Выявление структуры травлением. Особенности приготовления микрошлифов различных сплавов. Хранение микрошлифов. Техника безопасности при приготовлении шлифов.

Тема 2.3. Методы выявления микроструктуры металлов: Основы выявления микроструктуры. Различные способы выявления микроструктуры. Химическое травление. Взвешивание химических веществ для приготовления реактивов. Электролитическое травление. Техника безопасности при травлении шлифов.

Тема 2.4. Методы определения неметаллических включений: Источники образования включений. Классификация неметаллических включений. Металлографические методы изучения неметаллических включений. Методы выделения и последующего изучения неметаллических включений.

Тема 2.5. Методы количественной металлографии: Определение величины зерна. ГОСТ 5639-82 «Стали и сплавы. Методы выявления и определения величины зерна». Определение фазового состава сплавов.

Тема 2.6. Измерение микротвердости. Область применения метода микротвердости.

Тема 2.7. ГОСТ 10243-75 «Методы испытаний и оценки макроструктуры».

Раздел 3. Металлография сплавов на основе железа.

Тема 3.1. Макро- и микроструктура литой и горячедеформированной углеродистой стали.

Тема 3.2. Микроструктуры сталей при различных термических обработках (отжиг, закалка, отпуск, химико-термическая обработка). Влияние цементации и последующей термической обработки на структуру и свойства цементованного слоя. Влияние азотирования на структуру и свойства поверхностного слоя.

Тема 3.3. Металлография сварных швов. Металлографический контроль сварных швов. Зона термического влияния.

Тема 3.4. Микроструктура легированных сталей. Типовые диаграммы равновесия Fe-M. Структура марганцевой стали. Структура хромистой стали. Структура никелевой стали. Структура кремнистой стали.

Тема 3.5. Макро- и микроструктура чугунов. ГОСТ 3443-87 «Отливки из чугуна с различной формой графита. Методы определения структуры».

Раздел 4. Металлография цветных металлов и сплавов.

Тема 4.1. Микроструктура меди и ее сплавов.

Тема 4.2. Микроструктура алюминия и его сплавов.

Тема 4.3. Микроструктура титана и его сплавов.

Заключение.

Содержание лабораторных занятий по дисциплине

Раздел 2. Практическая металлография.

Тема 2.1. Металлографические микроскопы: Увеличение объекта. Принципиальная схема микроскопа. Разрешающая способность микроскопа. Объективы и окуляры. Общие правила обращения с микроскопом.

Содержание лабораторных занятий.

Изучение металлографического микроскопа

Тема 2.4. Методы определения неметаллических включений: Источники образования включений. Классификация неметаллических включений. Металлографические методы

изучения неметаллических включений. Методы выделения и последующего изучения неметаллических включений.

Тема 2.5. Методы количественной металлографии: Определение величины зерна. ГОСТ 5639-82 «Стали и сплавы. Методы выявления и определения величины зерна». Определение фазового состава сплавов.

Содержание лабораторных занятий.

Количественный металлографический анализ.

Тема 2.6. Измерение микротвердости. Область применения метода микротвердости.

Содержание лабораторных занятий.

Измерение микротвердости.

Раздел 3. Металлография сплавов на основе железа.

Тема 3.3. Металлография сварных швов. Металлографический контроль сварных швов. Зона термического влияния.

Содержание лабораторных занятий.

Металлография сварных швов.

Тема 3.5. Макро- и микроструктура чугунов. ГОСТ 3443-87 «Отливки из чугуна с различной формой графита. Методы определения структуры».

Содержание лабораторных занятий.

Изучение структуры чугуна с различной формой графита

Раздел 4. Металлография цветных металлов и сплавов.

Тема 4.1. Микроструктура меди и ее сплавов.

Содержание лабораторных занятий.

Металлография меди и сплавов на её основе.

5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

5.1. Текущий контроль успеваемости (рейтинг-контроль 1, рейтинг-контроль 2, рейтинг-контроль 3).

Вопросы к рейтинг-контролю № 1

1. Значение, цель и задачи курса «Металлография». Характеристика реального металла: Примеси в металлах.

2. Затвердевание металлов: Структура жидких металлов. Процесс затвердевания. Форма кристаллов, образующих при затвердевании металла. Возникновение дефектов решетки при затвердевании.

3. Металлографические микроскопы: Увеличение объекта. Принципиальная схема микроскопа.

4. Разрешающая способность микроскопа. Объективы и окуляры. Общие правила обращения с микроскопом.

5. Приготовление микрошлифов: Отбор образцов для металлографического исследования. Шлифование и полировка шлифов. Выявление структуры травлением.

6. Особенности приготовления микрошлифов различных сплавов. Хранение микрошлифов. Техника безопасности при приготовлении шлифов.

7. Методы выявления микроструктуры металлов: Основы выявления микроструктуры. Различные способы выявления микроструктуры. Химическое травление. Взвешивание химических веществ для приготовления реактивов. Электролитическое травление. Техника безопасности при травлении шлифов.

Вопросы к рейтинг-контролю № 2

1. Методы определения неметаллических включений: Источники образования включений. Классификация неметаллических включений.
2. Металлографические методы изучения неметаллических включений. Методы выделения и последующего изучения неметаллических включений.
3. Методы количественной металлографии: Определение величины зерна. ГОСТ 5639-82 «Стали и сплавы. Методы выявления и определения величины зерна». Определение фазового состава сплавов.
4. Измерение микротвердости. Область применения метода микротвердости.
5. ГОСТ 10243-75 «Методы испытаний и оценки макроструктуры».
6. Макро- и микроструктура литой и горячедеформированной углеродистой стали.
7. Микроструктуры сталей при различных термических обработках (отжиг, закалка, отпуск).

Вопросы к рейтинг-контролю № 3

1. Микроструктуры сталей при различных термических обработках (задачи).
2. Микроструктуры сталей, подвергнутых химико-термической обработке. Влияние цементации и последующей термической обработки на структуру и свойства цементованного слоя. Влияние азотирования на структуру и свойства поверхностного слоя.
3. Металлография сварных швов. Металлографический контроль сварных швов. Зона термического влияния.
4. Микроструктура легированных сталей. Типовые диаграммы равновесия Fe-M.
5. Структура марганцевой стали.
6. Структура хромистой стали.
7. Структура никелевой стали.
8. Структура кремнистой стали.
9. Макро- и микроструктура чугунов. ГОСТ 3443-87 «Отливки из чугуна с различной формой графита. Методы определения структуры».
10. Микроструктура меди и ее сплавов.
11. Микроструктура алюминия и его сплавов/
12. Микроструктура титана и его сплавов.

5.2. Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины в форме экзамена.

Экзаменационные вопросы

Часть I. Теоретические вопросы

1. Значение, цель и задачи курса «Металлография». Характеристика реального металла: Примеси в металлах.
2. Затвердевание металлов: Структура жидких металлов. Процесс затвердевания. Форма кристаллов, образующих при затвердевании металла. Возникновение дефектов решетки при затвердевании.
3. Металлографические микроскопы: Увеличение объекта. Принципиальная схема микроскопа.
4. Разрешающая способность микроскопа. Объективы и окуляры. Общие правила обращения с микроскопом.
5. Приготовление микрошлифов: Отбор образцов для металлографического исследования. Шлифование и полировка шлифов. Выявление структуры травлением.
6. Особенности приготовления микрошлифов различных сплавов. Хранение микрошлифов. Техника безопасности при приготовлении шлифов.
7. Методы выявления микроструктуры металлов: Основы выявления микроструктуры. Различные способы выявления микроструктуры. Химическое травление. Взвешивание

химических веществ для приготовления реактивов. Электролитическое травление. Техника безопасности при травлении шлифов.

8. Методы определения неметаллических включений: Источники образования включений. Классификация неметаллических включений.

9. Металлографические методы изучения неметаллических включений. Методы выделения и последующего изучения неметаллических включений.

10. Методы количественной металлографии: Определение величины зерна. ГОСТ 5639-82 «Стали и сплавы. Методы выявления и определения величины зерна». Определение фазового состава сплавов.

11. Измерение микротвердости. Область применения метода микротвердости.

12. ГОСТ 10243-75 «Методы испытаний и оценки макроструктуры».

13. Макро- и микроструктура литой и горячедеформированной углеродистой стали.

14. Микроструктуры сталей при различных термических обработках (отжиг, закалка, отпуск).

15. Микроструктуры сталей, подвергнутых химико-термической обработке. Влияние цементации и последующей термической обработки на структуру и свойства цементованного слоя. Влияние азотирования на структуру и свойства поверхностного слоя.

16. Металлография сварных швов. Металлографический контроль сварных швов. Зона термического влияния.

17. Микроструктура легированных сталей. Типовые диаграммы равновесия Fe-M.

18. Структура марганцевой стали.

19. Структура хромистой стали.

20. Структура никелевой стали.

21. Структура кремнистой стали.

22. Макро- и микроструктура чугунов. ГОСТ 3443-87 «Отливки из чугуна с различной формой графита. Методы определения структуры».

23. Микроструктура меди и ее сплавов.

24. Микроструктура алюминия и его сплавов.

25. Микроструктура титана и его сплавов.

Часть II. Задачи практического характера

Возможен следующий тип задач:

По структуре указать сталь и термическую обработку.

Назначить для указанной стали режимы термической обработки и описать структуру после каждого вида ТО.

5.3. Самостоятельная работа обучающегося.

Раздел 1. Характеристика реального металла. Затвердевание металлов.

Тема 1.2. Затвердевание металлов: Структура жидких металлов. Процесс затвердевания. Форма кристаллов, образующих при затвердевании металла. Возникновение дефектов решетки при затвердевании.

Раздел 2. Практическая металлография.

Тема 2.2. Приготовление микрошлифов: Отбор образцов для металлографического исследования. Шлифование и полировка шлифов. Выявление структуры травлением. Особенности приготовления микрошлифов различных сплавов. Хранение микрошлифов. Техника безопасности при приготовлении шлифов.

Тема 2.3. Методы выявления микроструктуры металлов: Основы выявления микроструктуры. Различные способы выявления микроструктуры. Химическое травление. Взвешивание химических веществ для приготовления реактивов. Электролитическое травление. Техника безопасности при травлении шлифов.

Тема 2.4. Методы определения неметаллических включений: Металлографические методы изучения неметаллических включений. Методы выделения и последующего изучения неметаллических включений.

Тема 2.5. Методы количественной металлографии: Определение величины зерна. ГОСТ 5639-82 «Стали и сплавы. Методы выявления и определения величины зерна».

Тема 2.6. Измерение микротвердости. Область применения метода микротвердости.

Тема 2.7. ГОСТ 10243-75 «Методы испытаний и оценки макроструктуры».

Раздел 3. Металлография сплавов на основе железа.

Тема 3.1. Макро- и микроструктура литой и горячедеформированной углеродистой стали.

Тема 3.2. Микроструктуры сталей при различных термических обработках (химико-термическая обработка). Влияние цементации и последующей термической обработки на структуру и свойства цементованного слоя. Влияние азотирования на структуру и свойства поверхностного слоя.

Тема 3.4. Типовые диаграммы равновесия Fe-M. Структура марганцевой стали. Структура хромистой стали. Структура никелевой стали. Структура кремнистой стали.

Тема 3.5. Макро- и микроструктура чугунов. ГОСТ 3443-87 «Отливки из чугуна с различной формой графита. Методы определения структуры».

Раздел 4. Металлография цветных металлов и сплавов.

Тема 4.1. Микроструктура меди и ее сплавов.

Тема 4.2. Микроструктура алюминия и его сплавов.

Тема 4.3. Микроструктура титана и его сплавов.

Фонд оценочных материалов (ФОМ) для проведения аттестации уровня сформированности компетенций обучающихся по дисциплине оформляется отдельным документом.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Книгообеспеченность

Наименование литературы: автор, название, вид издания, издательство	Год издания	КНИГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ
		Наличие в электронной библиотеке ВлГУ
Основная литература		
1. Картонова Л.В. Основы металлографии [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Л.В. Картонова; Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых (ВлГУ). – Владимир: ВлГУ, 201. — Заглавие с титула экрана. — Имеется печатная версия с вых. дан.: Владимир, ВлГУ, 2020. – 99 с.: ил., табл. — Свободный доступ в локальной сети университета. – ISBN 978-5-9984-1047-5	2019	http://e.lib.vlsu.ru/bitstream/123456789/8308/1/01936
2. Белихов А.Б. Основы практической металлографии [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Белихов А.Б., Белкин П.Н.— Электрон. текстовые данные. – Саратов: Вузовское образование, 2013.— 56 с.	2013	http://www.iprbookshop.ru/18391
3. Картонова Л.В. Основы материаловедения металлических и неметаллических веществ/ Л. В. Картонова, В. А. Кечин. – Владимир: Владим. гос. ун-т им. А. Г. и Н. Г. Столетовых (ВлГУ), 2014. – 176 с. Издание на др. носителе: <u>Основы материаловедения металлических и неметаллических веществ [Электронный ресурс].</u> ISBN 978-5-9984-0503-7.	2014	http://dspace.www1.vlsu.ru/bitstream/123456789/4028/1/01404.pdf

Дополнительная литература		
1. Металлография металлов, порошковых материалов и покрытий, полученных электроискровыми способами: Монография / В.Н. Гадалов, В.Г. Сальников, Е.В. Агеев, Д.Н. Романенко. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 468 с. - ISBN 978-5-16-009752-7.	2016	http://znanium.com/bookread2.php?book=456122
2. Материаловедение и технология материалов: Учебник / Г.П. Фетисов, Ф.А. Гарифуллин. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 397 с.: 60x90 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат). ISBN 978-5-16-006899-2	2014	http://znanium.com/bookread2.php?book=413166

6.2. Периодические издания

Журналы «Вопросы материаловедения»,
«Материаловедение».

6.3. Интернет-ресурсы

www.materialscience.ru,
<http://xn--80aagicszezsw.xn--plai/>

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для реализации данной дисциплины имеются специальные помещения для проведения занятий лекционного типа, занятий лабораторного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы. Лабораторные работы проводятся в специализированной аудитории: аудитория 103-2, оборудованная металлографическими микроскопами. Наборы микрошлифов, альбомы микро- и макроструктур.

Лекционные аудитории оборудованы проекторами. Ноутбук.

Перечень используемого лицензионного программного обеспечения: MS Windows. MS PowerPoint.

Рабочую программу составил
доцент кафедры ТФ и КМ, к.т.н. Л.В. Картонова _____

Рецензент
Заместитель генерального директора по производству
ООО «НПО «ИнЛитТех» _____


А.А. Крещик

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ТФ и КМ
Протокол № 1 от 31.08 2021 года

Заведующий кафедрой ТФ и КМ _____ В.А. Кечин

Рабочая программа рассмотрена и одобрена
на заседании учебно-методической комиссии направления 22.03.01 «Материаловедение и
технологии материалов»
Протокол № 1 от 31.08 2021 года

Председатель комиссии _____ В.А. Кечин

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

Рабочая программа одобрена на 20____ / 20____ учебный года

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____

Рабочая программа одобрена на 20____ / 20____ учебный года

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____

Рабочая программа одобрена на 20____ / 20____ учебный года

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____

