

В.Г. Шепелевич

Физика металлов и металловедение

Лабораторный практикум

*Допущено
Министерством образования
Республики Беларусь
в качестве учебного пособия
для студентов учреждений
высшего образования
по физическим и техническим
специальностям*



Минск
«Вышэйшая школа»
2012

УДК 669.017(075.8)
ББК 34.2я73
Ш48

Рецензенты: кафедра экспериментальной физики УО «Белорусский государственный педагогический университет имени Максима Танка» (заведующий кафедрой доктор физико-математических наук, профессор *И. С. Ташлыков*); заведующий кафедрой «Машины и технология обработки металлов давлением» Белорусского национального технического университета доктор технических наук, профессор *К. Е. Белявин*

Все права на данное издание защищены. Воспроизведение всей книги или любой ее части не может быть осуществлено без разрешения издательства.

ISBN 978-985-06-2191-7

© Шепелевич В. Г., 2012
© Оформление. УП «Издательство
“Вышэйшая школа”», 2012

ПРЕДИСЛОВИЕ

Применение металлов в различных областях деятельности человека обуславливается их свойствами, техническими и эксплуатационными параметрами изделий, изготавливаемых из них. Свойства металлов зависят от их химического состава и структуры. В связи с этим важно приобрести навыки и умения в измерении свойств металлов и определении параметров структуры, установить их зависимость от химического состава, условий получения и различных видов обработки.

В предлагаемом лабораторном практикуме, состоящем из четырех глав, приведено описание 22 лабораторных работ, которые являются основой учебного практикума по физике металлов и металловедению.

В *первой главе* представлены лабораторные работы по изучению и применению методов определения основных параметров микроструктуры металлов: объемной доли фаз в сплаве, удельной поверхности межфазной границы, плотности линейных элементов. При выполнении данных работ применяются специальные планшеты (тренажеры) с изображением структуры металла, позволяющие рационально проводить занятия без использования дорогостоящего оборудования и затрат времени на изготовление образцов.

В лабораторных работах *второй главы* изучаются фазы и фазовые превращения в металлах, что предполагает построение диаграммы состояния сплавов бинарной системы, приобретение навыков работы с разными типами диаграмм состояния, исследование структуры углеродистых сталей, определение концентрации углерода в сталях микроскопическим методом. Студенты знакомятся с термическим и дифференциальным термическим методами исследования фазовых превращений в металлах, выращивают монокристаллы методом Бриджмена и определяют их кристаллографическую ориентировку, осваивают методы работы с оптическим металлографическим микроскопом и прибором для измерения твердости по Виккерсу, изучают процессы старения и коалесценции дисперсных частиц в сплавах.

Пластическая деформация и упрочнение металлов, их деформированное состояние исследуются при выполнении лабораторных работ, приведенных в *третьей главе*. Студенты

знакомятся с различными механизмами пластической деформации и упрочнения металлов, а также с процессами, протекающими при отжиге деформированного металла, учатся работать с испытательной разрывной машиной.

Основные механические и физические свойства металлов и методы их измерения рассмотрены в *четвертой главе*. Студенты приобретают опыт измерения упругих свойств, удельного электросопротивления, дифференциальной термо-ЭДС, намагниченности, коэрцитивной силы, магнетосопротивления, коэффициента Холла и линейного коэффициента теплового расширения различных сплавов.

В данном лабораторном практикуме представлены не только известные лабораторные работы, но и новые, которые в изданной учебной литературе не рассматривались. К их числу относятся: «Выращивание монокристаллов», «Коалесценция дисперсных частиц в сплаве», «Двойникование в кристаллах», «Ползучесть металлов», «Электросопротивление сплавов», «Термоэлектрические явления», «Тепловое расширение твердых тел». Внедрение новых лабораторных работ в учебный процесс, несомненно, способствует более глубокому пониманию и усвоению теоретического материала, излагаемого в лекционных курсах. Эти работы также могут быть использованы в учебном практикуме по общей физике и практикумах при подготовке специалистов в области материаловедения в технических и технологических университетах.

При постановке лабораторных работ применяется как стандартное оборудование и техническое описание к нему (металлографические микроскопы МИМ-7, ММУ-3, приборы для измерения твердости металлов по методам Роквелла (модель ТК-14-250) и Виккерса (модель ТПП-2), разрывная машина Р-0,5, прибор УЗИС-ЛЭТИ и др.), так и устройства, разработанные в Белорусском государственном университете.

Выражаю искреннюю благодарность преподавателям и лаборантам кафедры физики твердого тела БГУ, которые поддерживали разработку новых лабораторных работ, сделали ценные замечания и уточнения к описанию работы приборов и выбору материалов.

Автор

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ.....	3
------------------	---

Глава 1. МЕТАЛЛОГРАФИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ СТРУКТУРЫ МЕТАЛЛОВ 5

<i>Лабораторная работа 1. Определение объемной доли фазы в сплаве планиметрическим методом</i>	<i>5</i>
Задания	9
Контрольные вопросы	9
Литература	9

<i>Лабораторная работа 2. Определение параметров сплава методом случайных секущих</i>	<i>10</i>
Задания	13
Контрольные вопросы	14
Литература	14

<i>Лабораторная работа 3. Точечный метод определения объемной доли структурных составляющих сплава</i>	<i>14</i>
Задания	16
Контрольные вопросы	17
Литература	17

<i>Лабораторная работа 4. Определение плотности линейных элементов пространственной структуры</i>	<i>17</i>
Задания	23
Контрольные вопросы	23
Литература	23

Глава 2. ФАЗЫ И ФАЗОВЫЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ В МЕТАЛЛАХ..... 24

<i>Лабораторная работа 5. Изучение диаграмм состояния бинарных сплавов</i>	<i>24</i>
Задания	35
Контрольные вопросы	36
Литература	36

<i>Лабораторная работа 6. Построение диаграммы состояния сплавов по кривым охлаждения</i>	36
Задания	39
Контрольные вопросы	40
Литература	40
<i>Лабораторная работа 7. Выращивание монокристаллов</i>	40
Задания	46
Контрольные вопросы	46
Литература	46
<i>Лабораторная работа 8. Изучение структуры и определение содержания углерода в сталях</i>	47
Задания	54
Контрольные вопросы	54
Литература	54
<i>Лабораторная работа 9. Изучение фазовых превращений дифференциальным термическим методом</i>	55
Задания	60
Контрольные вопросы	60
Литература	60
<i>Лабораторная работа 10. Коалесценция дисперсных частиц в сплаве</i>	61
Задания	67
Контрольные вопросы	67
Литература	67
<i>Лабораторная работа 11. Старение алюминиевых сплавов</i>	68
Задания	74
Контрольные вопросы	75
Литература	75
Глава 3. ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ МЕТАЛЛОВ	76
<i>Лабораторная работа 12. Испытание металлов растяжением</i>	76
Задания	83
Контрольные вопросы	83
Литература	83

<i>Лабораторная работа 13. Двойникование в кристаллах</i>	83
Задания	89
Контрольные вопросы	89
Литература	89
<i>Лабораторная работа 14. Ползучесть металлов</i>	90
Задания	95
Контрольные вопросы	95
Литература	96
<i>Лабораторная работа 15. Упрочнение сталей</i>	96
Задания	103
Контрольные вопросы	103
Литература	103
<i>Лабораторная работа 16. Рекристаллизация деформированного металла</i>	104
Задания	108
Контрольные вопросы	108
Литература	108

Глава 4. МЕХАНИЧЕСКИЕ И ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МЕТАЛЛОВ. 109

<i>Лабораторная работа 17. Модули упругости твердых тел</i>	109
Задания	118
Контрольные вопросы	118
Литература	118
<i>Лабораторная работа 18. Электросопротивление сплавов</i> . . .	119
Задания	124
Контрольные вопросы	124
Литература	124
<i>Лабораторная работа 19. Термоэлектрические явления</i>	125
Задания	132
Контрольные вопросы	133
Литература	133
<i>Лабораторная работа 20. Ферромагнитные свойства сталей</i> . .	134
Задания	140
Контрольные вопросы	140
Литература	140

<i>Лабораторная работа 21. Гальваномагнитные явления</i>	140
Задания	150
Контрольные вопросы	151
Литература	151
<i>Лабораторная работа 22. Тепловое расширение</i>	
твердых тел	151
Задания	157
Контрольные вопросы	157
Литература	158
ПРИЛОЖЕНИЕ. Статистическое описание	
структуры металла	159
Литература	162

Учебное издание

Шепелевич Василий Григорьевич

ФИЗИКА МЕТАЛЛОВ И МЕТАЛЛОВЕДЕНИЕ

Лабораторный практикум

Учебное пособие

Редактор *А.В. Новикова*

Художественный редактор *Т.В. Шабунько*

Технический редактор *Н.А. Лебедевич*

Корректор *В.И. Аверкина*

Компьютерная верстка *А.И. Стебули*

Подписано в печать 28.11.2012. Формат 84×108/32.

Бумага офсетная. Гарнитура «Newton».

Офсетная печать. Усл. печ. л. 8,82. Уч.-изд. л. 10,55.

Тираж 400 экз. Заказ 2720.

Республиканское унитарное предприятие «Издательство “Вышэйшая школа”».

ЛИ № 02330/0494062 от 03.02.2009. Пр. Победителей, 11, 220048, Минск.

E-mail: market@vshph.com [Http://vshph.com](http://vshph.com)

Филиал № 1 открытого акционерного общества «Красная звезда».

ЛП № 02330/0494160 от 03.04.2009. Ул. Советская, 80, 225409, Барановичи.

Шепелевич, В. Г.
Ш48 **Физика металлов и металловедение. Лабораторный практикум : учеб. пособие / В. Г. Шепелевич. — Минск : Выш. шк., 2012. — 166 с. : ил.**
ISBN 987-985-06-2191-7.

Содержится описание лабораторных работ по курсам «Физическое металловедение», «Физика неравновесных процессов», «Структурно-фазовые превращения в металлах», «Фононные и электронные процессы в кристаллах».

Рассмотрены методы формирования и исследования структуры металлов, ее влияние на их механические и физические свойства.

Для студентов учреждений высшего образования по физическим и техническим специальностям.

Будет полезно магистрантам и аспирантам, специализирующимся в области физики металлов и металловедения.

УДК 669.017(075.8)
ББК 34.2я73