

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.		Стр.
Предисловие к третьему изданию . . .	7	3.3. Применение РЭМ в металлургических исследованиях . . .	68
Предисловие к первому тому . . .	8	3.3.1. Металлография . . .	68
Термическая обработка в металлургии	9	3.3.2. Фрактография . . .	69
1. Методы исследования макро- и микро- структуры (А. Г. Рахштадт, Б. А. Клыпин)	15	3.3.3. Локальный анализ . . .	70
1.1. Исследование макроструктуры (макроанализ)	15	3.3.4. Изучение кристаллографической и дислокационной структуры металлов . . .	70
1.2. Исследование микроструктуры (микроанализ)	17	3.3.5. Другие области использования	71
1.2.1. Приготовление микрошлифов	17	3.3.6. Перспективы развития РЭМ	72
1.2.2. Методы световой микроскопии	24	Библиографический список . . .	72
1.2.3. Методы микроскопического исследования металлов . . .	26	4. Стереология (количественная металлография) (К. С. Чернявский)	72
1.2.4. Основные типы и конструктивные особенности металлографических микроскопов . . .	28	4.1. Основные понятия и принципы . . .	72
1.2.5. Количественные анализаторы структуры . . .	31	4.2. Объекты и техника стереологического анализа . . .	75
1.2.6. Исследование микроструктуры при повышенных температурах	33	4.2.1. Объекты стереологического анализа . . .	75
1.2.7. Основные методы микроанализа . . .	33	4.2.2. Анализ с участием оператора	77
Библиографический список . . .	47	4.2.3. Автоматический анализ . . .	78
2. Просвечивающая электронная микроскопия (М. П. Усиков, Л. М. Утевский)	47	4.3. Характеристики размеров частиц . . .	81
2.1. Конструкция микроскопа и принципы его работы . . .	47	4.3.1. Распределение размеров частиц . . .	81
2.2. Методы электронно-микроскопического исследования металлов и сплавов . . .	50	4.3.2. Средний размер \bar{D} , число частиц в единице объема N_V . . .	83
2.2.1. Косвенный метод . . .	50	4.3.3. Погрешности стереологической реконструкции характеристик размеров частиц . . .	84
2.2.2. Полупрямой метод . . .	50	4.4. Описание формы частиц . . .	85
2.2.3. Прямой метод . . .	51	4.4.1. Непосредственная реконструкция . . .	85
2.3. Сведения, получаемые при исследовании металлов и сплавов методом тонких фольг . . .	54	4.4.2. Статистическая реконструкция . . .	85
2.3.1. Микродифракционный фазовый анализ . . .	54	4.4.3. Факторы формы K_Φ . . .	86
2.3.2. Определение ориентировки кристаллов, разориентировки зерен и субзерен и ориентационных соотношений . . .	54	4.5. Характеристики поверхностей раздела . . .	87
2.3.3. Структурные особенности фазовых превращений . . .	56	4.5.1. Протяженность (удельная поверхность) S_V . . .	87
2.3.4. Диффузное рассеяние электронов . . .	58	4.5.2. Кривизна . . .	88
2.3.5. Изучение дислокационной структуры . . .	59	4.5.2.1. Средняя кривизна H . . .	88
2.3.6. Прямое изучение процессов, происходящих в тонкой фольге . . .	60	4.5.2.2. Средняя гауссова кривизна K . . .	88
2.4. Тенденции и перспективы развития метода . . .	61	4.5.3. Двугранные углы θ . . .	89
Библиографический список . . .	61	4.6. Характеристики линейных элементов . . .	89
3. Растровая электронная микроскопия (Е. А. Шур)	62	4.6.1. Плотность L_V . . .	89
3.1. Растровый электронный микроскоп . . .	62	4.6.2. Характеристики искривленности . . .	90
3.1.1. Принцип работы . . .	62	4.7. Объемная доля . . .	90
3.1.2. Классификация РЭМ . . .	63	4.8. Характеристики размещения элементов структуры в пространстве . . .	91
3.1.3. Место РЭМ в микроскопии . . .	63	4.8.1. Ориентировка . . .	91
3.1.4. Конструкция РЭМ . . .	64	4.8.2. Расстояния между элементами структуры . . .	92
3.1.5. Формирование контраста изображения . . .	66	4.8.3. Связанность . . .	92
3.2. Методика исследования металлов с помощью РЭМ . . .	67	4.9. Фрактографические характеристики . . .	93
		4.9.1. Поверхность разрушения . . .	93
		4.9.2. След разрушения на случайном сечении . . .	93
		Библиографический список . . .	94
		5. Рентгеноструктурный анализ (Ю. А. Скаков)	94
		5.1. Задачи рентгеноструктурного анализа в исследованиях и контроле качества металлических материалов . . .	94
		5.2. Принципы дифракционных методов анализа и аппаратура . . .	95
		5.2.1. Основные определения и формулы структурной кристаллографии. Структура кристаллов . . .	95

	Стр.		Стр.
5.2.2. Геометрия дифракционных картин и обратная решетка кристаллов	110	8.4.1. Сверхтонкая структура спектра	163
5.2.3. Интенсивность рассеяния рентгеновских лучей кристаллом	115	8.4.2. Изомерный сдвиг (положение) линии	164
5.2.4. Техника получения и регистрации дифракционных картин. Аппаратура	116	8.4.3. Ширина линии	165
5.2.5. Дозиметрия и техника безопасности в лабораториях рентгеноструктурного анализа	123	8.4.4. Высота линии	165
5.3. Анализ фазового состава	124	8.5. Некоторые применения ЯГР-спектроскопии	166
5.3.1. Фазовый (качественный и количественный) анализ	124	8.5.1. Электронная структура	166
5.3.2. Анализ твердых растворов	127	8.5.2. Аналитические применения (фазовый и химический анализы)	167
5.3.3. Построение диаграмм состояния	130	8.5.3. Фазовые превращения и упорядочение	167
5.3.4. Анализ фазового состава стали после термической обработки	131	8.5.4. Динамика решетки	168
5.4. Анализ структурного состояния металлических материалов	136	8.5.5. Дефекты и диффузия	170
5.4.1. Анализ текстур	136	Библиографический список	171
5.4.2. Анализ напряжений	138	9. Радиоспектроскопия (Ю. Я. Лилеева)	171
5.4.3. Анализ субструктуры в отожженных и слабо деформированных материалах	139	9.1. Ядерный магнитный резонанс	171
5.4.4. Анализ дефектов кристаллического строения по эффекту уширения линий рентгенограмм	141	9.1.1. Условие возникновения ядерного магнитного резонанса (ЯМР)	171
Библиографический список	142	9.1.2. Ширина линии спектра ЯМР и времена релаксации	173
6. Рентгеноспектральный микроанализ (В. Г. Костоногов)	144	9.1.3. Сдвиг резонансной частоты	175
6.1. Устройство рентгеноспектрального микроанализатора	144	9.2. Квадрупольные эффекты и квадрупольный резонанс	176
6.2. Основные параметры метода	145	9.2.1. Квадрупольные взаимодействия, форма линии спектра ЯМР	176
6.2.1. Определяемые элементы	145	9.2.2. Квадрупольный резонанс	177
6.2.2. Локальность РСМА	146	9.2.3. Приложения ЯМР-спектроскопии к решению некоторых металлофизических задач	178
6.2.3. Чувствительность метода (предел обнаружения)	146	9.3. Электронный парамагнитный резонанс (ЭПР)	179
6.2.4. Точность количественного РСМА	146	9.3.1. Структура линий ЭПР	179
6.3. Возможности метода	146	9.3.2. Основные параметры линии ЭПР	179
6.4. О поправках при количественном РСМА	149	9.3.3. Применение метода ЭПР	181
6.5. Подготовка образцов и эталонов	150	9.4. Ферромагнитный и антиферромагнитный резонансы	182
Библиографический список	150	9.4.1. Ферромагнитный резонанс (ФМР)	182
7. Методы исследования поверхностей в металлах (Б. С. Бокштейн)	151	9.4.2. Антиферромагнитный резонанс	182
7.1. Введение	151	Библиографический список	183
7.2. Принципы методов и их особенности	151	9.5. Приложение	184
7.3. Аналитические характеристики и сравнение методов	155	10. Сведения о механических свойствах металлов (Я. Б. Фридман)	185
7.4. Некоторые методические и конструктивные требования	157	10.1. Деформация и разрушение	185
7.5. Примеры применения	158	10.2. Основные стадии процесса деформации	185
7.5.1. Сегрегация примесей	158	10.3. Основные закономерности упругой и пластической деформации и разрушения	185
7.5.2. Коррозия и окисление	159	10.4. Хрупкое и пластичное состояние материалов	187
Библиографический список	160	10.5. Характеристики механических свойств металлов	187
8. Ядерный гамма-резонанс (эффект Мессбауэра) (Б. С. Бокштейн)	161	10.6. Связь между различными механическими свойствами	189
8.1. Введение	161	Библиографический список	190
8.2. Сущность эффекта	161	11. Статические испытания металлов (Я. Б. Фридман)	190
8.3. Методика съемки ЯГР-спектров поглощения	162	11.1. Испытание на одноосное растяжение	190
8.4. Параметры спектров и методика их определения	163	11.1.1. Машины и образцы для испытания на растяжение	190
		11.1.2. Диаграммы деформации при растяжении	191

	Стр.		Стр.
11.1.3. Определение характеристик прочности	193	испытании на изгиб образцов с надрезом	225
11.1.4. Определение характеристик пластичности	194	Библиографический список	225
11.2. Испытание на сжатие	194	14. Циклические испытания механических свойств (Л. М. Школьник)	226
11.3. Испытание на изгиб	195	Библиографический список	234
11.4. Испытание на кручение	196	15. Определение сопротивления разрушению (О. Н. Романив)	235
11.5. Микромеханические испытания	197	15.1. Общие сведения о сопротивлении разрушению и методах его оценки	235
11.6. Определение твердости	198	15.2. Методы интегральной оценки сопротивления разрушению	235
11.7. Механические свойства при длительных статических нагрузках	202	15.3. Испытания на вязкость разрушения	237
11.8. Испытание на двухосное растяжение	203	15.4. Влияние различных факторов на вязкость разрушения сталей	240
Библиографический список	204	15.5. Оценка трещиностойкости при циклическом нагружении	243
12. Методы определения модулей упругости металлов (А. Г. Рахштадт, Е. Е. Попова)	205	15.6. Статическая трещиностойкость. Учет воздействия рабочих сред	246
12.1. Статические методы определения модулей упругости	206	Библиографический список	248
12.2. Динамические методы определения модулей упругости	207	16. Специальные испытания (Ю. Г. Векслер, Л. Г. Коршунов)	249
Библиографический список	208	16.1. Классификация и терминология	249
13. Динамические испытания металлов (Б. А. Дроздовский)	209	16.1.1. Коррозия	249
13.1. Понятие «динамические испытания»	209	16.1.2. Изнашивание	250
13.2. Назначение динамических испытаний	209	16.2. Характеристика коррозионных процессов	250
13.3. Высокоскоростные машины для динамических испытаний	210	16.2.1. Химическая коррозия	250
13.4. Копры для динамических (ударных) испытаний	211	16.2.2. Электрохимическая коррозия	252
13.5. Образцы для обычных ударных испытаний	215	16.2.3. Влияние внешних факторов на коррозию	253
13.6. Образцы для испытания падающим грузом (ИПГ) (DWTT) и взрывом	218	16.3. Характеристика трения и процессов изнашивания	255
13.7. Испытание стандартных образцов с надрезом и трещиной на изгиб	218	16.4. Методы испытаний	261
13.7.1. Испытания на маятниковых копрах по ГОСТ 9454—78	218	16.4.1. Испытания на коррозионную стойкость	261
13.7.2. Испытание образцов с трещиной на статический изгиб	219	16.4.2. Испытания на кавитационную стойкость	265
13.8. Методические вопросы динамических испытаний	219	16.4.3. Испытания в газовых потоках	266
13.8.1. Способы оценки хладноломкости при динамических испытаниях	219	16.4.4. Испытания на изнашивание	269
13.8.2. Сопоставление испытаний образцов сечением 10×10 мм с V-образным надрезом и ИПГ	220	Библиографический список	274
13.8.3. Точность определения нагрузки при ударных испытаниях с осциллографированием и определение динамической вязкости разрушения	222	17. Физические методы исследования (тепловые, объемные, электрические, магнитные) (Б. Г. Лившиц, А. С. Лилев)	275
13.9. Влияние скорости нагружения на свойства материалов и виды хрупкости, выявляемые при изгибе образцов с надрезом	224	17.1. Тепловые свойства	276
13.9.1. Влияние скорости нагружения на свойства гладких образцов при растяжении	224	17.1.1. Энтальпия и теплоемкость	276
13.9.2. Влияние скорости нагружения на свойства образцов с надрезом и трещиной при изгибе	224	17.1.2. Методы измерения энтальпии и теплоемкости	277
13.9.3. Виды хрупкости, наиболее отчетливо выявляемые при	224	17.1.3. Термический анализ	280
		17.1.4. Теплопроводность	281
		17.1.5. Методы измерения теплопроводности	283
		17.1.6. Применение методов измерения тепловых свойств для исследования металлов и сплавов	286
		17.2. Плотность и термическое расширение	287
		17.2.1. Плотность и методы ее измерения	287
		17.2.2. Термическое расширение и температурный коэффициент линейного расширения	289
		17.2.3. Методы измерения коэффициента линейного расширения	290

	Стр.		Стр.
17.2.4. Применение методов измерения плотности и термического расширения при исследовании металлов и сплавов	292	17.4.5. Магнитная анизотропия и методы ее измерения	314
17.3. Электрические свойства	292	17.4.6. Измерение магнитных свойств в переменных полях	316
17.3.1. Электрическая проводимость и электрическое сопротивление металлов и сплавов	292	17.4.7. Магнетокалорический эффект	317
17.3.2. Методы измерения электрических свойств	296	17.4.8. Применение методов измерения магнитных свойств при исследовании металлов и сплавов	318
17.3.3. Термоэлектрические, гальваномагнитные и термомагнитные свойства	298	Библиографический список	319
17.3.4. Методы измерения термоэлектрических, гальваномагнитных и термомагнитных свойств	300	18. Metallургический контроль качества (М. И. Виноград, Г. М. Казичкина)	320
17.3.5. Сверхпроводимость	301	18.1. Общие положения контроля	320
17.3.6. Применение методов измерения электрических свойств при исследовании металлов и сплавов	302	18.2. Химический состав	322
17.4. Магнитные свойства	305	18.3. Внешний вид металлопродукции	323
17.4.1. Классификация магнетиков	305	18.4. Испытание на осадку	325
17.4.2. Методы измерения напряженности магнитного поля	307	18.5. Макроструктура стали	325
17.4.3. Измерение пара- и диамагнитной восприимчивости	310	18.6. Волосовины	332
17.4.4. Ферромагнитные свойства и методы их измерения	311	18.7. Неметаллические включения	333
		18.8. Величина зерна	338
		18.9. Глубина обезуглероженного слоя	338
		18.10. Микроструктура стали	341
		18.11. Альфа-фаза в нержавеющей стали	345
		18.12. Чувствительность к закалке	346
		18.13. Испытания на высокотемпературную пластичность	346
		Библиографический список	347
		Предметный указатель	348