

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие редактора перевода . . . . .	5
Предисловие Р. Бозорта . . . . .	15
<b>Глава 1. ОСНОВНЫЕ ПРОБЛЕМЫ МАГНЕТИЗМА</b> ( <i>Дж. Ван-Флек</i> )	17
§ 1. Пять типов магнетизма . . . . .	17
§ 2. Ферриты . . . . .	18
§ 3. Металлы группы железа и металлические сплавы . . . . .	20
§ 4. Изотропное обменное взаимодействие . . . . .	21
§ 5. Анизотропное обменное взаимодействие . . . . .	26
§ 6. Классическое дипольное магнитное взаимодействие . . . . .	27
§ 7. Сравнение моделей коллективизированных и связанных электронов . . . . .	28
§ 8. Распределение $3d$ -электронов . . . . .	31
Литература . . . . .	38
<b>Глава 2. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЯ ОСНОВНЫХ МАГНИТНЫХ СВОЙСТВ</b> ( <i>С. Бин и Р. Де-Блуа</i> ) . . . . .	40
§ 1. Определение основных магнитных свойств . . . . .	40
§ 2. Магнитная структура как основное свойство . . . . .	42
§ 3. Измерение основных свойств . . . . .	45
§ 4. Измерения в очень сильных магнитных полях . . . . .	46
§ 5. Измерения энергии граничных слоев между доменами . . . . .	49
§ 6. Ферромагнитный резонанс в нитевидных кристаллах железа . . . . .	55
§ 7. Заключение . . . . .	59
Литература . . . . .	59
<b>Глава 3. СТРУКТУРЫ ФЕРРОМАГНИТНЫХ ДОМЕНОВ</b> ( <i>Х. Вильямс и Р. Шервуд</i> ) . . . . .	61
§ 1. Методы наблюдения доменов . . . . .	61
§ 2. Энергия, связанная с доменной структурой . . . . .	63
§ 3. Домены в кубических кристаллах . . . . .	64
§ 4. Домены в гексагональных кристаллах . . . . .	68
§ 5. Орторомбические кристаллы . . . . .	71
§ 6. Тонкие пленки . . . . .	75
Литература . . . . .	82

Глава 4. ЯДЕРНЫЙ МАГНИТНЫЙ РЕЗОНАНС В МАГНИТНЫХ КРИСТАЛЛАХ ( <i>Р. Шульман</i> ) . . . . .	84
§ 1. Условия резонанса . . . . .	85
§ 2. Магнитные электроны и химические связи . . . . .	87
§ 3. Магнитные свойства . . . . .	96
Литература . . . . .	98
Глава 5. СВЯЗЬ МЕЖДУ СТРУКТУРОЙ ФЕРРОМАГНИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ИХ МАГНИТНЫМИ СВОЙСТВАМИ ( <i>Дж. Беккер</i> ) . . . . .	99
§ 1. Роль доменной структуры . . . . .	99
§ 2. Потери на гистерезис и аномалия вихревых токов . . . . .	101
§ 3. Наблюдение смещения границ доменов . . . . .	107
§ 4. Зерна, домены и магнитные монокристаллы . . . . .	114
§ 5. Суперпарамагнетизм в сплавах . . . . .	118
§ 6. Ферримагнетизм и смещенные петли гистерезиса в сплавах . . . . .	122
§ 7. Заключение . . . . .	127
Литература . . . . .	128
Глава 6. МАГНИТНЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ В МЕТАЛЛУРГИИ ( <i>Дж. Голдман и А. Арротт</i> ) . . . . .	130
§ 1. Химический состав и электронная структура . . . . .	133
§ 2. Микроскопические дефекты . . . . .	138
1. Атомы внедрения и вакансии (141).	
§ 3. Макроскопические равновесные явления . . . . .	145
§ 4. Макроскопические дефекты . . . . .	149
Литература . . . . .	152
Глава 7. МАГНИТНЫЕ СВОЙСТВА ТОНКИХ ПЛЕНОК ( <i>Дж. Гудинаф и Д. Смит</i> ) . . . . .	153
§ 1. Анизотропия . . . . .	153
1. Феноменологическое описание (153). 2. Физическая природа магнитной анизотропии в плоскости пленок (159).	
§ 2. Спиновые волны в тонких пленках . . . . .	167
1. Уравнение движения векторного поля $M$ (167).	
2. Теория спиновых волн (171). 3. Изменение $M_s$ с температурой и толщиной образца (173). 4. Спиноволновой резонанс (176). 5. Зависимость затухания от частоты (180).	
§ 3. Границы между доменами в пермаллое . . . . .	186

§ 4. Технические применения . . . . .	190
1. Запоминающее устройство с пленкой пермаллоя (190). 2. Информационно-логическое устройство с пленкой пермаллоя (193). 3. Пленки сплава марганец — висмут для внутренней памяти (194).	
Литература . . . . .	195
<b>Глава 8. МАГНИТНЫЕ СВОЙСТВА МЕЛКИХ ЧАСТИЦ (Т. Пейн) . . . . .</b>	<b>198</b>
§ 1. Граница между доменами . . . . .	199
§ 2. Однодоменное состояние ферромагнитных частиц . . . . .	201
§ 3. Коэрцитивная сила в мелких частицах . . . . .	204
1. Кристаллографическая анизотропия (205). 2. Анизотропия, созданная деформациями (206). 3. Анизотропия формы (207). 4. Обменная анизотропия (209).	
§ 4. Возможные процессы перемагничивания мелких частиц . . . . .	211
1. Зародыши перемагничивания (211). 2. Смещение границ доменов в многодоменных частицах (211). 3. Явление закручивания вектора намагниченности в мелких частицах (213).	
§ 5. Суперпарамагнитные частицы . . . . .	215
§ 6. Магнитные материалы из мелких частиц, используемые для изготовления постоянных магнитов . . . . .	217
§ 7. Заключение . . . . .	222
Литература . . . . .	223
<b>Глава 9. ВРЕМЕННЫЕ ЭФФЕКТЫ ПРИ НАМАГНИЧИВАНИИ (Дж. Ратенау) . . . . .</b>	<b>226</b>
§ 1. Возбуждение электронов проводимости . . . . .	226
§ 2. Ферромагнитный спиновый резонанс . . . . .	227
§ 3. Релаксация . . . . .	228
§ 4. Эффекты последствий, вызываемые диффузией внедренных атомов . . . . .	230
1. Роль типов междоузлий для атомов внедрения в металлах с объемноцентрированной кубической решеткой (231). 2. Стабилизация (235). 3. Стабилизация границ между доменами (237). 4. Стабилизация в присутствии других возвращающих сил (240). 5. Прямое измерение поля стабилизации (245). 6. Временная зависимость и времена релаксации (255). 7. Использование временного спада проницаемости в качестве метода измерения (259). 8. Энергия анизотропии (260).	
Литература . . . . .	263

Глава 10. МАГНИТОСТРИКЦИЯ ( <i>В. Карр</i> ) . . . . .	267
§ 1. Термодинамическая трактовка явления магнитострикции . . . . .	268
§ 2. Спонтанная магнитострикция . . . . .	270
1. Орторомбическая симметрия (271). 2. Тетрагональная симметрия (273). 3. Цилиндрическая симметрия (приближение первого порядка для гексагональной симметрии) (274). 4. Кубическая симметрия (275).	
§ 3. Опытные значения констант магнитострикции . . . . .	276
§ 4. Константы магнитострикции . . . . .	286
1. Основы микроскопической теории (286). 2. Температурная зависимость (287).	
§ 5. Аномалии температурной зависимости удельного объема и коэффициента теплового расширения в ферромагнетиках . . . . .	289
1. Никель и железо (291). 2. Железо-никелевые и хром-железо-никелевые сплавы (293). 3. Другие инварные сплавы (297). 4. Кобальт (301). 5. Редкие земли (301). 6. Ферриты и другие соединения (301). 7. Изменения размеров в антиферромагнитных кристаллах (302).	
§ 6. Природа аномальных изменений объема в ферромагнетиках . . . . .	303
1. Теория Зинера (303). 2. Кривые Нееля и Бете (305).	
§ 7. Истинная (вынужденная) магнитострикция . . . . .	305
§ 8. Температурная зависимость истинной магнитострикции . . . . .	312
§ 9. Зависимость между аномальным тепловым расширением и истинной магнитострикцией ферромагнетиков . . . . .	316
§ 10. Эффект формы . . . . .	318
§ 11. Магнитострикция поликристаллов и многодоменных монокристаллов . . . . .	319
Литература . . . . .	324
Глава 11. МАГНИТОМЕХАНИЧЕСКОЕ ЗАТУХАНИЕ ( <i>А. Кочард</i> ) . . . . .	328
§ 1. Явления магнитомеханического гистерезиса . . . . .	331
1. Влияние внешних напряжений на доменную структуру (331). 2. Петля магнитомеханического гистерезиса (332). 3. $\Delta E$ -эффект и магнитомеханическое затухание, вызванное гистерезисом (337). 4. Связь между затуханием, вызванным гистерезисом, и магнитными свойствами вещества (340). 5. Влияние частоты (343). 6. Влияние магнитного поля (345). 7. Влияние внешних статических напряжений (347). 8. Влияние предварительной обработки образцов (348).	

	9. Влияние амплитуды колебаний (350). 10. Влияние химического состава (352). 11. Влияние температуры (355). 12. Связь между затуханием и распределением напряжений в образце (356).	
§ 2.	Затухание, вызванное макроскопическими вихревыми токами . . . . .	359
§ 3.	Затухание, вызванное микроскопическими вихревыми токами . . . . .	360
	Литература . . . . .	361
Глава 12.	РОИ ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ ЭЛЕКТРОННЫХ СПИНОВ В ЖЕЛЕЗЕ ПРИ ТЕМПЕРАТУРАХ, БЛИЗКИХ К ТОЧКЕ КЮРИ ( <i>Б. Авербах</i> ) . . . . .	364
§ 1.	Опытные данные по дифракции нейтронов в ферромагнетиках . . . . .	366
§ 2.	Критическое магнитное рассеяние нейтронов . . . . .	371
	Литература . . . . .	373
Глава 13.	ТЕРМОМАГНИТНАЯ ОБРАБОТКА ( <i>Ч. Грэхем</i> ) . . . . .	374
§ 1.	Общие соображения . . . . .	375
§ 2.	Твердые растворы . . . . .	378
§ 3.	Теории термомагнитной обработки . . . . .	383
	1. Теория магнитострикционных напряжений (383). 2. Теория упорядочения (384). 3. Теория направленного упорядочения (386).	
§ 4.	Сплавы, подвергающиеся дисперсионному твердению . . . . .	398
	1. Экспериментальные исследования (398). 2. Теория (402).	
§ 5.	Ферриты . . . . .	403
§ 6.	Тонкие пленки . . . . .	404
§ 7.	Низкотемпературный магнитный отжиг . . . . .	405
	Литература . . . . .	409
Приложение I.	Изготовление тонких пленок . . . . .	421
Приложение II.	Магнитные измерения с тонкими пленками, помещенными во внешние магнитные поля . . . . .	423
Приложение III.	Анизотропия, обусловленная текстурой типа [111] . . . . .	430
Приложение IV.	Измерения с помощью оптического микроскопа . . . . .	432
Приложение V.	Анизотропия, обусловленная деформацией, вызванной магнитоупругими эффектами . . . . .	434
Приложение VI.	Связь между параметром обменного взаимодействия и обменным интегралом . . . . .	435
Приложение VII.	Резонансные частоты в металлических пленках . . . . .	437
Приложение VIII.	Ширина линии и резонансная частота . . . . .	440