

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие к русскому изданию	8
Вступительное слово	12
Предисловие редакторов книги	13
1. Введение в сверхпроводящие материалы. Дью-Хьюз Д.	15
1.1. Явление сверхпроводимости и его применения	15
1.1.1. Явление сверхпроводимости	15
1.1.2. Приложения сверхпроводимости	19
1.1.3. Требования к материалам для сверхпроводящих устройств	20
1.2. Элементарные теории сверхпроводимости	21
1.2.1. Теория Лондонов	21
1.2.2. Теория Гинзбурга — Ландау (ГЛ)	23
1.2.3. Верхнее критическое поле	27
1.2.4. Критическая температура	33
1.3. Необратимые свойства сверхпроводников II рода	38
1.3.1. Пиннинг потока и критическое состояние	38
1.3.2. Теория пиннинга потока	42
1.3.3. Пиннинг потока и микроструктура	47
1.3.4. Нестабильности	49
2. Сверхпроводящие материалы для магнитов, моторов и генераторов. Даль Пер. Ф.	54
2.1. Общие сведения	54
2.2. Конструкционные требования к сверхпроводящим материалам для магнитов	56
2.2.1. Свойства, влияющие на нестабильность относительно скачков потока	56
2.2.2. Методы стабилизации	57
2.2.3. Внутренняя стабилизация	59
2.2.4. Композитные сверхпроводники, с высокой токнесущей способностью	62
2.2.5. Требования к сильноточным сверхпроводникам, вытекающие из условий эксплуатации магнитов	64
2.2.6. Многожильные композитные проводники на основе соединений со структурой A15	65
3. Металлургия ниобийтитановых проводников, Мак-Инторф А.Д.	67
3.1. Система Nb—Ti	68
3.2. Связь между микроструктурой и плотностью критического тока	69
3.3. К теории пиннинга в сплавах Nb—Ti	80
3.4. Провода из сплавов Nb—Ti	83
3.4.1. Конструктивные требования к проводам	83
3.4.2. Процесс изготовления провода	86
3.4.3. Промышленные проводники на уровне 1977 г.	95
4. Соединения со структурой A15. Дью-Хьюз Д.	96
4.1. Температура сверхпроводящего перехода T_C	101
4.1.1. Экспериментальные данные	101
4.1.2. Фазовые диаграммы и T_C	103
4.1.3. Влияние легирования и псевдобинарные соединения	110
4.1.4. Теория T_C в соединениях со структурой A15	112
4.2. Верхнее критическое поле H_{C2}	114
4.3. Плотность критического тока J_C	117
4.3.1. Связь между микроструктурой и критическим током	117
4.3.2. Теоретическое рассмотрение пиннинга в соединениях со структурой A15	119
5. Сверхпроводимость и электронная микроскопия. Панде К.С.	122
5.1. Просвечивающая электронная микроскопия	123
5.1.1. Изготовление образцов	123

5.1.2. Камеры для наблюдения при температурах жидкого гелия	129
5.1.3. Теория контраста изображения дефектов решетки	131
5.2. Изучение ниобия и его сплавов с помощью электронной микроскопии	135
5.3. Изучение сверхпроводников со структурой A15 с помощью просвечивающей электронной микроскопии	137
5.3.1. Мартенситное фазовое превращение	138
5.3.2. Пиннинг потока на границах зерен	139
5.3.3. Дефекты упаковки	140
5.3.4. Радиационные повреждения	141
5.3.5. Рост зерен в многожильных сверхпроводниках	144
5.3.6. Электронная дифракция на образцах со структурой A15	145
5.3.7. Дислокации в материалах со структурой A15	146
5.4. Наблюдение линий магнитного потока с помощью электронной микроскопии	146
5.4.1. Метод Биттера с высоким разрешением	148
5.4.2. Нетрадиционные методы	149
5.4.3. Прямое наблюдение линий магнитного потока без декорирования	150
5.5. Сверхпроводящие линзы	150
5.5.1. Конструкция сверхпроводящих линз	151
5.5.2. Преимущества и недостатки сверхпроводящих линз	153
5.5.3. Электронный микроскоп высокого разрешения с использованием сверхпроводящих линз	154
6. Металлургия проводников на основе соединений со структурой A15. Люман Т.	157
6.1. Стабильность соединений со структурой A15	160
6.2. Методы изготовления проводников	165
6.2.1. Диффузия из жидкой фазы	165
6.2.2. Метод химического осаждения из газовой фазы (CVD)	167
6.2.3. Осаждение из паров: электронно-лучевое испарение и катодное распыление	168
6.2.4. Диффузия в твердой фазе ("бронзовая" технология)	169
6.2.5. Разновидности методов, основанных на диффузии в твердой и жидкой фазах	172
6.3. Связь сверхпроводящих свойств с микроструктурой проводников, полученных методом твердофазной диффузии	173
6.3.1. Общие сведения	173
6.3.2. Условия роста соединений и их влияние на T_c	174
6.3.3. Плотность критического тока и микроструктура	177
6.3.4. Феноменологические теории пиннинга потока	182
6.4. Изменение J_c , T_c и H_{c2} в проволоке из Nb_3Sn под действием растягивающих напряжений	184
6.4.1. Общие сведения	184
6.4.2. Кривые деформации	184
6.4.3. Деградация сверхпроводящих свойств при механических деформациях	186
7. Сверхпроводники для линий электропередач. Буссьер Дж. Ф.	192
7.1. Конструкции кабелей и требования к сверхпроводникам	192
7.1.1. Общие сведения	192
7.1.2. Выбор сверхпроводящего материала	194
7.1.3. Конфигурация и изготовление проводников	195
7.2. Объемные критические точки в сверхпроводниках II рода	201
7.2.1. Общие сведения	201
7.2.2. Результаты экспериментов	202
7.3. Поверхностные токи в сверхпроводниках II рода	207
7.3.1. Теоретическое рассмотрение	207
7.3.2. Результаты экспериментов	212

7.4. Теория потерь при прохождении переменного тока в сверхпроводниках II рода	218
7.4.1. Общие сведения	218
7.4.2. Объемные потери	218
7.4.3. Влияние поверхностных токов	219
7.4.4. Потери в переменном магнитном поле в мейсснеровском состоянии	222
7.4.5. Дополнительные потери в сверхпроводящих кабелях.	223
7.5. Потери на переменном токе в чистом ниобии	224
7.5.1. Влияние металлургической обработки	224
7.5.2. Композитные проводники	226
7.5.3. Влияние захваченного магнитного потока	227
7.5.4. Температурная зависимость	228
7.6. Потери в Nb_3Sn и Nb_2Ge на переменном токе	229
7.6.1. Влияние металлургической обработки	230
7.6.2. Температурная зависимость потерь в Nb_3Sn и Nb_3Ge	238
8. Металлургия поверхности ниобия. Стронгин М., Вармазис К., Джоши А.	239
8.1. Примеси на поверхности ниобия	241
8.1.1. Поверхности в высоком вакууме	241
8.1.2. Свойства окисленных в атмосфере и анодированных поверхностей	246
8.2. Сверхпроводящие свойства	249
8.2.1. Подготовка образцов для измерений сверхпроводящих свойств	249
8.2.2. Глубина проникновения и поверхностное критическое поле	250
8.2.3. Сверхпроводимость на высоких частотах и ее разрушение магнитным полем	254
9. Влияние облучения на свойства сверхпроводящих материалов. Свид-дер А.Р., Снид К.Л., Кокс Д.Е.	256
9.1. Чистые металлы	256
9.1.1. Влияние облучения на T_c	256
9.1.2. Влияние облучения на H_{c2}	259
9.1.3. Критические токи	262
9.2. Сплавы с решеткой о.ц.к. на основе ниобия	263
9.3. Химические соединения и интерметаллиды (кроме соединений со структурой A15)	270
9.3.1. Фазы Лавеса	270
9.3.2. Фазы Шевреля	271
9.3.3. Соединение $NbSe_2$	271
9.4. Соединения со структурой A15	272
9.4.1. Общие сведения	272
9.4.2. Температура перехода в сверхпроводящее состояние	273
9.4.3. Критические поля и токи	302
10. Перспективы развития сверхпроводящих материалов. Дью-Хьюз Д., Люман Т.	313
10.1. Пути развития известных сверхпроводящих материалов	313
10.1.1. Соединения со структурой A15	313
10.1.2. Карбиды и нитриды переходных металлов	314
10.1.3. Фазы Лавеса	317
10.1.4. Тройные сульфиды молибдена	318
10.1.5. Другие материалы	320
10.2. Возможность получения новых сверхпроводников с более высокими значениями T_c	321
Библиографический список	329
Дополнительный библиографический список	355
Предметный указатель	357