

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие . . . . .	8
<b>Глава 1. Введение . . . . .</b>	<b>11</b>
1.1. Общие положения . . . . .	11
1.2. Структура полимеров . . . . .	12
1.2.1. Химическая структура полимеров с насыщенными связями . . . . .	12
1.2.2. Химическая структура полимеров с ненасыщенными связями . . . . .	13
1.2.3. Синтез полимеров . . . . .	14
1.2.4. Химические и физические модификации структуры . . . . .	19
1.2.5. Конформации и заторможенное вращение . . . . .	22
1.2.6. Сополимеры . . . . .	23
1.2.7. Кристаллизация и ориентация . . . . .	24
1.3. Полимерные изоляторы . . . . .	26
1.4. Полимерные проводники . . . . .	26
1.5. Применения электрических свойств полимеров . . . . .	27
1.6. Дополнительная литература . . . . .	29
<b>Глава 2. Диэлектрики в статических полях . . . . .</b>	<b>30</b>
2.1. Соотношения электростатики . . . . .	30
2.2. Молекулярная поляризуемость . . . . .	32
2.3. Локальное поле . . . . .	35
2.4. Соотношение Клаузиуса–Мосотти . . . . .	36
2.5. Полярные молекулы . . . . .	38
2.6. Относительная диэлектрическая проницаемость полимеров . . . . .	44
2.6.1. Неполярные полимеры . . . . .	44
2.6.2. Полярные полимеры . . . . .	45
2.6.3. Среднеквадратичный момент . . . . .	46
2.7. Полимеры с низкой диэлектрической проницаемостью . . . . .	47
2.8. Дополнительная литература . . . . .	50
<b>Глава 3. Диэлектрическая релаксация . . . . .</b>	<b>51</b>
3.1. Общая теория . . . . .	51
3.1.1. Комплексная диэлектрическая проницаемость и диэлектрические потери . . . . .	51
3.1.2. Процесс диэлектрической релаксации . . . . .	52
3.1.3. Отклонения от модели Дебая . . . . .	55
3.2. Термическая активация дипольной релаксации . . . . .	56
3.3. Кооперативная дипольная релаксация в полимерах . . . . .	58
3.4. Диэлектрическая релаксация в твердых полимерах . . . . .	60
3.5. Полимерные жидкости . . . . .	65
3.5.1. Разбавленные растворы . . . . .	65
3.5.2. Концентрированные растворы и расплавы . . . . .	68
3.6. Межфазная поляризация . . . . .	69
3.6.1. Эффекты Максвелла–Вагнера . . . . .	69
3.6.2. Электродная поляризация . . . . .	70
3.7. Электронные эффекты . . . . .	71

3.7.1. Нелинейные эффекты . . . . .	75
3.7.2. Молекулярная нелинейность . . . . .	78
3.8. Дополнительная литература . . . . .	86
<b>Глава 4. Электронная проводимость полимеров . . . . .</b>	<b>88</b>
4.1. Введение . . . . .	88
4.2. Теории электронной проводимости . . . . .	90
4.2.1. Зонная теория проводимости . . . . .	91
4.2.2. Свойства полупроводников . . . . .	98
4.2.3. Прыжковая проводимость . . . . .	103
4.2.4. Переход металл–диэлектрик . . . . .	106
4.2.5. Применимость зонной теории к полимерам . . . . .	109
4.2.6. Сверхпроводимость . . . . .	116
4.3. Дополнительная литература . . . . .	118
<b>Глава 5. Измерение электрических свойств . . . . .</b>	<b>119</b>
5.1. Введение . . . . .	119
5.2. Мостовые методы . . . . .	124
5.3. Резонансные методы . . . . .	126
5.4. Анализаторы частотных характеристик . . . . .	128
5.5. Волноводные методы . . . . .	129
5.6. Методы временной области . . . . .	132
5.7. Измерение удельного сопротивления . . . . .	135
5.8. Дополнительная литература . . . . .	140
<b>Глава 6. Электрический пробой . . . . .</b>	<b>141</b>
6.1. Введение . . . . .	141
6.2. Электронный пробой . . . . .	142
6.3. Электромеханический пробой . . . . .	145
6.4. Тепловой пробой . . . . .	147
6.5. Пробой вследствие газового разряда . . . . .	147
6.5.1. Внутренние разряды и образование дендритов . . . . .	148
6.5.2. Внешние разряды и трекинг . . . . .	150
6.6. Длительная электрическая прочность . . . . .	151
6.6.1. Экспериментальные методы . . . . .	152
6.6.2. Электрокинетическое моделирование электрической стойкости . . . . .	153
6.6.3. Переменные поля . . . . .	156
6.6.4. Водные дендриты . . . . .	157
6.6.5. Эффекты пространственного заряда . . . . .	158
6.7. Конструкция высоковольтных изделий . . . . .	159
6.7.1. Силовые кабели . . . . .	159
6.7.2. Тонкослойные конденсаторы . . . . .	160
6.8. Дополнительная литература . . . . .	161
6.9. Приложение: статистика пробоя . . . . .	161
<b>Глава 7. Статические заряды . . . . .</b>	<b>164</b>
7.1. Введение . . . . .	164
7.2. Измерение статических зарядов . . . . .	166
7.2.1. Измерение поверхностных зарядов . . . . .	167
7.2.2. Измерение пространственных зарядов . . . . .	171
7.3. Контактная электризация полимеров . . . . .	174
7.3.1. Перенос заряда электронами . . . . .	174
7.3.2. Ионный перенос зарядов . . . . .	182

---

7.4. Электреты . . . . .	183
7.5. Дополнительная литература . . . . .	186
<b>Глава 8. Ионная проводимость. Дисперсные и молекулярные композиты . . . . .</b>	<b>187</b>
8.1. Введение . . . . .	187
8.2. Ионная проводимость . . . . .	188
8.2.1. Ионные примеси . . . . .	188
8.2.2. Антистатические добавки . . . . .	192
8.2.3. Полиэлектролиты и протонные проводники . . . . .	193
8.2.4. Твердые полимерные электролиты . . . . .	195
8.3. Композиты с дисперсными частицами . . . . .	199
8.3.1. Композиты с электропроводящими частицами . . . . .	201
8.3.2. Композиты с электропроводящими волокнами . . . . .	211
8.4. Молекулярные композиты . . . . .	214
8.4.1. Подвижность носителей . . . . .	217
8.4.2. Фотопроводимость . . . . .	223
8.4.3. Эффекты пространственного заряда . . . . .	226
8.5. Дополнительная литература . . . . .	228
<b>Глава 9. Полимеры с собственной проводимостью . . . . .</b>	<b>229</b>
9.1. Введение . . . . .	229
9.2. Сопряженные полимеры . . . . .	230
9.2.1. Методы синтеза . . . . .	233
9.2.2. Прямой синтез . . . . .	234
9.2.3. Электрохимический синтез . . . . .	240
9.3. Теории электронных свойств . . . . .	242
9.3.1. Допирование сопряженных полимеров . . . . .	246
9.3.2. Неупорядоченные сопряженные полимеры . . . . .	250
9.4. Физические и химические свойства . . . . .	255
9.4.1. Морфология . . . . .	256
9.4.2. Оптические свойства . . . . .	257
9.4.3. Собственные электронные свойства . . . . .	270
9.4.4. Допированные полимеры и полимеры с металлической проводимостью . . . . .	285
9.5. Дополнительная литература . . . . .	297
<b>Глава 10. Применение электроактивных и электропроводящих полимеров . . . . .</b>	<b>298</b>
10.1. Введение . . . . .	298
10.2. Электроактивные полимеры . . . . .	298
10.2.1. Ксерография . . . . .	298
10.2.2. Органические светодиоды и солнечные элементы . . . . .	303
10.2.3. Нелинейная оптика . . . . .	305
10.3. Электропроводящие полимеры . . . . .	312
10.3.1. Полимерная электроника . . . . .	313
10.3.2. Светодиоды . . . . .	320
10.3.3. Фотогальванические элементы . . . . .	329
10.3.4. Сенсоры . . . . .	333
10.3.5. Электрохимические приложения . . . . .	336
10.3.6. Электропроводящие покрытия и композиты . . . . .	341
10.3.7. Другие примеры применения . . . . .	345
10.4. Дополнительная литература . . . . .	349
Список литературы . . . . .	350
Предметный указатель . . . . .	368