

ВЫСШЕЕ ОБРАЗОВАНИЕ

СТРУКТУРА И СВОЙСТВА ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ



В. И. Иржак



E.LANBOOK.COM

В. И. ИРЖАК

СТРУКТУРА И СВОЙСТВА ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Учебное пособие

Издание второе, стереотипное



ЛАНЬ

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ
МОСКВА
КРАСНОДАР
2022

УДК 678.7(075.8)

ББК 24.7я73

И 79 Иржак В. И. Структура и свойства полимерных материалов : учебное пособие для вузов / В. И. Иржак. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 168 с. : ил. — Текст : непосредственный.

ISBN 978-5-507-44967-5

Ученое пособие состоит из двух частей. В первой изложены экспериментальные методы, характеристики топологической структуры полимеров. Проанализированы возможности оценки молекулярной массы, молекулярно-массового распределения и разветвленности по реологическим, релаксационным и иным физическим свойствам. С этих позиций рассмотрены сетчатые полимеры и равновесные физические сетки, а также топологически связанные макромолекулы (полиротаксаны и поликатенаны). Во второй части рассмотрено влияние на свойства полимерных материалов такого структурного фактора, как наполнитель. При этом выбраны наноразмерные добавки, поскольку из-за исключительно высокой удельной поверхности их влияние на матрицу беспрецедентно. Обсуждаются главным образом эпоксидные нанокомпозиты.

Пособие предназначено для студентов старших курсов вузов, магистрантов, обучающихся по направлениям подготовки и специальностям, входящим в УГСН «Химия» и «Химические технологии». Книга также будет полезна аспирантам, научно-педагогическим и производственным работникам, обучающимся и работающим в области химии и технологии полимеров.

УДК 678.7(075.8)

ББК 24.7я73

Рецензенты:

Г. И. ДЖАРДИМАЛИЕВА — доктор химических наук, профессор кафедры перспективных материалов и технологий аэрокосмического назначения Московского авиационного института (Национальный исследовательский университет);

М. Е. СОЛОВЬЕВ — доктор физико-математических наук, профессор кафедры технологии биологически активных веществ и полимерных композитов Ярославского государственного технического университета.

Обложка

П. И. ПОЛЯКОВА

© Издательство «Лань», 2022

© В. И. Иржак, 2022

© Издательство «Лань»,

художественное оформление, 2022

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие.....	3
Введение.....	4
Часть I. Структура и свойства полимеров	9
Глава 1. Линейные полимеры	11
1. Молекулярная масса	11
1.1. Реологические свойства.....	11
1.2. Релаксационные свойства.....	16
2. Молекулярно-массовое распределение.....	24
2.1. Прямые методы оценки ММР.....	24
2.2. Реологические свойства.....	26
2.3. Релаксационные свойства.....	27
Глава 2. Разветвленные полимеры	31
2.1. ЯМР тонкого разрешения.....	32
2.2. Реологические свойства.....	33
2.3. Релаксационные свойства.....	43
Глава 3. Сетчатые полимеры.....	52
3.1. Равновесные свойства.....	53
3.2. Релаксационные свойства.....	57
Глава 4. Равновесные (физические) сетки.....	64
4.1. Узлы физических сеток	64
4.2. Релаксационные свойства.....	68
Глава 5. Топологически связанные полимеры	74
5.1. Полиротаксаны	74
5.2. Поликатенаны	82
Часть II. Структура и свойства полимерных нанокомпозитов.....	85
Глава 1. Наполнители.....	87
1.1. Углеродные и минеральные наполнители.....	87
1.1.1. Углеродные нанотрубки (УНТ).....	87
1.1.2. Графен и фуллерен.....	93
1.1.3. Монтмориллонит.....	95
1.1.4. Галлуазитные нанотрубки.....	97
1.2. Металлсодержащие наполнители.....	98
1.2.1. Синтез металлических наночастиц	98

Глава 2. Функционализация наночастиц	108
2.1. Grafting-to	108
2.2. Grafting-from	110
2.3. Обмен лигандами	112
Глава 3. Синтез нанокомпозитов	114
3.1. Синтез эпоксидных нанокомпозитов	114
3.1.1. Углеродные наполнители: УНТ, графен, графит, угольное волокно.....	116
3.1.2. Неуглеродные наполнители: окислы металлов и кремния	121
3.1.3. Минералы	122
3.1.4. Металлы	124
Глава 4. Структура и свойства НК.....	125
4.1. Межфазный слой	125
4.2. Механические свойства	129
4.2.1. Одномерные наполнители: углеродные и галлуазитные нанотрубки.....	129
4.2.2. Двумерные наполнители: графен и ММТ	134
4.2.3. Трехмерные наполнители: фуллерен и металлсодержащие соединения	141
4.3. Электрофизические свойства	143
4.3.1. Электропроводность НК с углеродными НЧ	144
4.3.2. Металлсодержащие НЧ	147
4.4. Магнитные свойства	153
4.5. Теплопроводность НК	155
Заключение.....	157
Список литературы	158