

УДК 678.01:Г(075)
ББК 712я7
Х16

*Печатается по решению редакционно-издательского совета
Казанского национального исследовательского технологического университета*

Рецензенты:
канд. техн. наук, доц. Т. В. Макаров
канд. техн. наук Д. А. Аюпов

Хакимуллин Ю. Н.

X16 Химия и физика полимеров. Физические состояния полимеров : учебное пособие / Ю. Н. Хакимуллин, Л. Ю. Закирова; Минобрнауки России, Казан. нац. исслед. технол. ун-т. – Казань : Изд-во КНИТУ, 2017. – 141 с.

ISBN 978-5-7882-2215-8

Изложены представления о структуре полимеров, их фазовых состояниях, особенностях структуры эластомеров в различных физических состояниях, поведение полимеров в растворах и их свойства.

Составлено в соответствии с федеральными государственными образовательными стандартами высшего профессионального образования по направлению 18.03.01 «Химическая технология», профиль «Технология и переработка полимеров» (бакалавриат). Может быть использовано при подготовке магистрантов других программ направления и аспирантов.

Подготовлено на кафедре химии и технологии переработки эластомеров.

**УДК 678.01:Г(075)
ББК 712я7**

ISBN 978-5-7882-2215-8

© Хакимуллин Ю. Н., Закирова Л. Ю., 2017
© Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2017

СОДЕРЖАНИЕ

1 ГИБКОСТЬ ЦЕПИ ПОЛИМЕРОВ	4
1.1 Внутреннее вращение в макромолекулах	4
1.2 Конфигурация и конформация макромолекул	11
1.3 Размеры макромолекул	14
1.4 Термодинамическая и кинетическая гибкость цепи	17
2 НАДМОЛЕКУЛЯРНЫЕ СТРУКТУРЫ В ПОЛИМЕРАХ	24
2.1 Надмолекулярная структура кристаллических полимеров	25
2.2 Надмолекулярная структура аморфных полимеров	36
2.3 Ориентированное состояние полимеров	38
3 ФАЗОВЫЕ СОСТОЯНИЯ И ФАЗОВЫЕ ПЕРЕХОДЫ	41
3.1 Агрегатное и фазовое состояние веществ	41
3.2 Особенности упорядоченного состояния полимеров	45
3.3 Физические и фазовые состояния и переходы	46
4 КРИСТАЛЛИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ПОЛИМЕРОВ	53
4.1 Кристаллизация и стеклование полимеров. Физические состояния аморфных полимеров	53
4.2 Способность полимеров к кристаллизации	54
4.3 Механизм и кинетика кристаллизации	54
4.4 Термодинамика плавления и кристаллизации	58
4.5 Температура плавления и строение макромолекулы	62
4.6 Свободный объем полимера и коэффициенты упаковки макромолекул	64
5 СТЕКЛООБРАЗНОЕ СОСТОЯНИЕ ПОЛИМЕРОВ	68
5.1 Понятие стеклообразного состояния	68
5.2 Типы процессов стеклования	69
5.2.1 Структурное стеклование	72
5.2.2 Теории структурного стеклования полимеров	73
5.3 Химическое строение полимеров и температура стеклования	78
5.4 Влияние молекулярной массы полимера и давления на температуру стеклования	80
5.4.1 Методы расчета температуры стеклования по химической структуре полимеров	84
5.4.2 Методы определения температуры стеклования	86
6 ВЫСОКОЭЛАСТИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ПОЛИМЕРОВ	90
6.1 Упругая деформация	91
6.2 Необратимая деформация течения	94
6.3 Вязкоупругие тела	95
6.4 Высокоэластическая деформация	98
6.5 Эластичность реального каучука	100
6.6 Релаксационные процессы в полимерах	102
7 ВЯЗКОТЕКУЧЕЕ СОСТОЯНИЕ	111
8 ЖИДКОКРИСТАЛЛИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ПОЛИМЕРОВ	123
8.1 Классификация жидких кристаллов	123
8.2 Количественные характеристики жидкокристаллического состояния	125
8.3 Структурные мезогенные факторы	126
8.4 Фазовые диаграммы жидких кристаллов	130
8.5 Свойства жидких кристаллов	131
8.6 Области применения жидких кристаллов	136
8.7 Методы исследования жидких кристаллов	137
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	139