

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное агентство по образованию
Московский государственный университет печати

В.Г. НАЗАРОВ

ПОВЕРХНОСТНАЯ МОДИФИКАЦИЯ ПОЛИМЕРОВ

Монография

Москва
2008

УДК 678.01 : [539.8 + 539.12]

ББК 24.7

Н 19

Р е ц е н з е н т ы:

Берлин А.А., доктор химических наук, профессор, академик РАН,
директор Института химической физики им. Н.Н. Семенова
Российской академии наук;

Чалых А.Е., доктор химических наук, профессор, академик РАЕН,
зав. лабораторией Института физической химии и электрохимии
им. А.Н. Фрумкина Российской академии наук

Назаров В.Г.

Н 19 Поверхностная модификация полимеров: монография. — М.: МГУП.
2008. — 474 с.

ISBN 978-5-8122-0934-6

В монографии системно излагаются разнообразные методы поверхностной модификации полимерных материалов, в том числе эластомеров. Рассмотрены морфология и химический состав формируемых нано- и микроразмерных поверхностных слоев в полимерах. Основное внимание уделено анализу и экспериментальным результатам по поверхностному фторированию и сульфированию полимеров, как методам, позволяющим достигнуть максимальной гидрофобности и гидрофильности поверхности, соответственно.

Книга предназначена для работников научно-исследовательских институтов, профессорско-преподавательского состава высших учебных заведений, аспирантов и студентов, инженерно-технических работников промышленных предприятий химической и нефтехимической промышленности.

Печатается в авторской редакции

УДК 678.01 : [539.8 + 539.12]

ББК 24.7

ISBN 978-5-8122-0934-6

© Назаров В.Г., 2008

© Московский государственный
университет печати, 2008

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
1. КЛАССИФИКАЦИЯ МЕТОДОВ МОДИФИКАЦИИ ПОЛИМЕРОВ	9
1.1. Основные способы физической модификации полимеров	15
1.2. Основные способы химической модификации полимеров	20
1.3. Комбинированные методы модификации.....	39
1.4. Обоснование выбора полимера и метода модификации	42
2. КИНЕТИКА ПРОЦЕССОВ МОДИФИКАЦИИ ПОЛИМЕРОВ ...	54
2.1. Кинетика фторирования термопластов	54
2.2. Кинетика фторирования эластомеров	86
2.3. Сульфирование полимеров.....	105
2.4. Равномерная, ступенчатая и мультиплетная модификация поверхности полимера	122
3. ХИМИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ ПОВЕРХНОСТНЫХ СЛОЕВ В МОДИФИЦИРОВАННЫХ ПОЛИМЕРАХ.....	126
3.1. Модели структуры и стабильность поверхностно модифицированного полимера	126
3.1.1. Механическая активация полимеров.....	128
3.1.2. Термоустойчивость полимеров.....	136
3.1.3. Термодинамический анализ	141
3.1.4. Устойчивость модифицированных полимеров к внешним воздействиям	152
3.2. Расчетные и экспериментальные методы определения толщины поверхностного модифицированного слоя и его химического строения.....	161
3.3. Поверхностные мультиплетные макро- и наноструктуры	206

4. СВОЙСТВА ПОВЕРХНОСТНО МОДИФИЦИРОВАННЫХ ПОЛИМЕРОВ И ИЗДЕЛИЙ ИЗ НИХ, ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ.....	248
4.1. Смачиваемость полимеров жидкостями	250
4.2. Проницаемость, диффузия и сорбция низкомолекулярных веществ. Выбор метода модификации поверхности полимеров	263
4.2.1. Проницаемость, диффузия и сорбция низкомолекулярных веществ	263
4.2.2. Выбор метода модификации поверхности полимеров	292
4.3. Миграция ингредиентов из полимеров	296
4.4. Полупроницаемые мембраны.....	332
4.5. Трибологические характеристики	347
4.6. Адгезионные свойства	362
4.7. Химическая стойкость резин.....	384
4.8. Биостойкость и гемосовместимость модифицированных полимеров	405
4.9. Диэлектрические свойства	414
4.10. Механические и реологические свойства	419
4.11. Характеристики изделий из поверхностно модифицированных полимеров	431
4.11.1. Фторирование (сульфирование) емкостей и труб.....	433
4.11.2. Фторирование изделий из эластомеров	443
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	446
СОКРАЩЕНИЯ И УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ	448
ЛИТЕРАТУРА	450

ВВЕДЕНИЕ

Анализ тенденций развития фундаментальных работ и технологий получения новых полимерных и композиционных материалов, в том числе и наносистем, с комплексом позитивных физико-химических свойств показывает, что традиционные методы синтеза полимеров — полимеризация и поликонденсация — во многом исчерпали себя и вероятность появления полимеров с характеристиками, существенно превосходящими достигнутый известный уровень, значительно уменьшилась. Третье общее направление получения полимеров — их модификация — ускоренно развивается в последние годы. Среди разнообразных способов модификации полимеров особенно перспективной в практическом и интересной в фундаментальном аспектах является обработка их поверхности. Модификация поверхности полимерных материалов и изделий из них — интенсивно развивающееся многоуровневое научное направление, основным объектом которого является трансформация структуры поверхностного и переходного слоев, позволяющее на основе известных полимеров разрабатывать технологии получения качественно иных материалов с комплексом улучшенных физико-химических и эксплуатационных свойств.

Трансформация структуры и химического строения поверхностного слоя при гетерофазной химической и физико-химической модификации полимерного материала приводит к образованию сложной специфической многослойной системы. Комплекс необходимых свойств — механическая прочность, стойкость к агрессивным веществам, электрические и адгезионные характеристики — наилучшим образом может быть реализован оптимальным сочетанием свойств слоев, составляющих полимерную систему. В монографии кратко анализируется все многообразие методов модификации поверхности полимеров, приводится их классификация, основанная на реакции полимера на воздействие, влекущее изменение физической структу-