

СУЧАСНИЙ УНІВЕРСИТЕТСЬКИЙ
ПІДРУЧНИК

Л. Д. МАСЛЕННІКОВА
С. В. ІВАНОВ
Ф. Г. ФАБУЛЯК
З. В. ГРУШАК

ФІЗИКО-ХІМІЯ ПОЛІМЕРІВ

Л. Д. Масленнікова, С. В. Іванов,
Ф. Г. Фабуляк, З. В. Грушак

ФІЗИКО-ХІМІЯ ПОЛІМЕРІВ

*Затверджено Міністерством освіти і науки України
як підручник для студентів вищих навчальних закладів,
які навчаються за спеціальностями
«Хімічна технологія високомолекулярних сполук»
та «Технологія переробки полімерів»*

Київ
Видавництво
Національного авіаційного університету «НАУ-друк»
2009

УДК 678.5:542(075.8)
ББК Г7я7
Ф 503

*Тиражувати
без офіційного дозволу НАУ забороняється*

Рецензенти:

Ю. Ю. Керча — д-р хім. наук, проф., чл.-кор. НАН України
(Інститут хімії високомолекулярних сполук НАН України)

В. Г. Сиромятніков — д-р хім. наук, проф.
(Київський національний університет імені Тараса Шевченка)

А. Г. Данилкович — д-р техн. наук, проф.
(Київський національний університет
технологій та дизайну)

*Гриф надано Міністерством освіти і науки України
(Лист № 1.4/18-Г-1785 від 11.07.2008)*

Фізико-хімія полімерів : підруч. / Л. Д. Масленнікова, С. В. Іванов, Ф. Г. Фабуляк, З. В. Грушак. — К. : Вид-во Нац. авіац. ун-ту «НАУ-друк», 2009. — 312 с.

ISBN 978-966-598-568-6

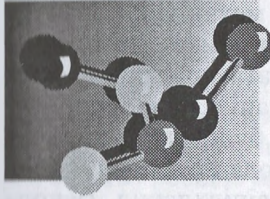
Викладено основні закономірності фізико-хімії полімерів. Розглянуто полімери і полімерні сполуки, фазові стани і фазові переходи в полімерах, високоеластичний стан полімерів і їх перехід в інші агрегатні стани. Висвітлено деформацію полімерів і їхні механічні властивості та реологію полімерів у текучому стані, а також електричні та діелектричні властивості полімерів.

Для студентів спеціальностей «Хімічна технологія високомолекулярних сполук» та «Технологія переробки полімерів», може бути корисний магістрам і аспірантам при виконанні наукових праць.

УДК 678.5:542(075.8)
ББК Г7я7

ISBN 978-966-598-568-6

© Масленнікова Л. Д., Іванов С. В.,
Фабуляк Ф. Г., Грушак З. В., 2009
© НАУ, 2009



ВСТУП

Роль полімерів у народному господарстві та завдання фізико-хімічної науки

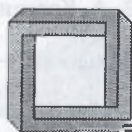
Високомолекулярні сполуки та полімери являють собою особливий клас речовин, які мають дуже цінні та своєрідні властивості, зумовлені знаходженням у них молекул-гігантів ланцюгової будови. Речовина, молекули якої складаються з багатьох різних за природою структурних ланок, називається *високомолекулярною сполукою*.

Якщо ж великі молекули складаються з одного, двох, трьох типів повторюваних структурних одиниць однакового хімічного складу, тоді речовина називається *полімером*.

Практично термін «полімери» часто застосовують для позначення всіх високомолекулярних сполук.

Високомолекулярні сполуки та полімери дуже поширені в природі — це тваринні та рослинні білки, вуглеводи (целюлоза та крохмаль), натуральний каучук, смоли та багато інших речовин. З кожним роком зростає кількість полімерів, які створюються штучно, розширюються сфери їх застосування, і сьогодні хімія здатна не тільки відтворювати природні полімери, як, наприклад, натуральний каучук, деякі білки, а й багато нових синтетичних полімерних речовин, яких у природі немає.

У наш час часто ту чи іншу науку — кібернетику, ядерну фізику чи молекулярну біологію — називають «наукою століття». До таких наук належить й найстаріша наука — хімія, що вивчає перетворення речовини, результатом розвитку якої було створення нових сполук, які відкрили дорогу технічній революції, та такі невідомі раніше, але дуже потрібні у наш час речовини — барвники, антибіотики, каучуки, пластмаси, синтетичні волокна, висококалорійне паливо і т.д. Вже давно використовуються природні високомолекулярні сполуки: целюлоза, крохмаль, білки, шкіра, вовна, шовк, хутро, каучук, які мають багато цінних властивостей. З часом учені



Зміст

| | |
|---|-----------|
| ВСТУП. Роль полімерів у народному господарстві та завдання фізико-хімічної науки | 3 |
| РОЗДІЛ 1. Основні поняття і номенклатура полімерів | 7 |
| 1.1. Основні терміни і визначення | 7 |
| 1.2. Класифікація полімерів | 12 |
| 1.3. Особливості будови полімерів | 19 |
| 1.4. Регулярні та нерегулярні полімери | 20 |
| 1.5. Здобування полімерів | 23 |
| <i>Контрольні запитання та завдання</i> | <i>25</i> |
| РОЗДІЛ 2. Фазові стани і фазові переходи полімерів | 26 |
| 2.1. Агрегатні і фазові переходи речовин | 26 |
| 2.2. Особливості впорядкованого стану полімерів | 29 |
| 2.3. Кристалізація і склування полімерів. Фізичні стани аморфних полімерів | 30 |
| 2.4. Температура плавлення і будова макромолекули | 40 |
| 2.5. Вільний об'єм полімеру і коефіцієнти упаковки макромолекул | 42 |
| <i>Контрольні запитання та завдання</i> | <i>46</i> |
| РОЗДІЛ 3. Вискоеластичний стан полімерів | 47 |
| 3.1. Пружна деформація | 48 |
| 3.2. Необоротна деформація течії | 51 |
| 3.3. В'язкопружні тіла | 52 |
| 3.4. Вискоеластична деформація | 55 |
| 3.5. Принцип температурно-часової суперпозиції | 65 |
| 3.6. Час релаксації й енергія активації вискоеластичної деформації | 69 |
| 3.7. Вискоеластична деформація і будова полімерів | 70 |
| 3.8. Механічні втрати | 71 |
| 3.9. Повзучість полімерних матеріалів | 72 |
| 3.10. Практичне значення релаксаційних процесів | 74 |
| <i>Контрольні запитання та завдання</i> | <i>76</i> |
| РОЗДІЛ 4. Перехід полімерів із вискоеластичного у склоподібний і в'язкотекучий стани | 77 |
| 4.1. Релаксаційний характер процесу склування | 77 |
| 4.2. Механізм процесу склування | 79 |
| 4.3. Методи визначення температури склування | 81 |
| 4.4. Структурне і механічне склування | 87 |
| 4.5. Хімічна будова полімерів і температура склування | 88 |
| 4.6. Вплив молекулярної маси полімеру на температуру склування | 91 |
| 4.7. Термомеханічний метод дослідження полімерів | 91 |
| <i>Контрольні запитання та завдання</i> | <i>99</i> |

| | |
|--|-----|
| РОЗДІЛ 5. Деформаційні властивості і механічна | |
| міцність полімерів | 100 |
| 5.1. Деформаційні властивості полімерів | 101 |
| 5.2. Деформаційні властивості кристалічних полімерів | 110 |
| 5.3. Механічна міцність і довговічність полімерів | 112 |
| 5.4. Термофлуктуаційний характер руйнування. Природа зв'язків, що рвуться | 118 |
| 5.5. Механічна міцність і структура полімеру | 123 |
| <i>Контрольні запитання та завдання</i> | 129 |
| РОЗДІЛ 6. Реологічні властивості полімерів | |
| у текучому стані. | 130 |
| 6.1. Параметри, що характеризують режим деформації зсування | 130 |
| 6.2. Найпростіші випадки деформації полімерів. Розвиток усталеної течії | 132 |
| 6.3. В'язкість полімерних систем | 136 |
| 6.4. Високоеластичність текучих полімерних систем | 151 |
| 6.5. Динамічні властивості та релаксаційний спектр полімерних систем | 154 |
| 6.6. Поздовжня в'язкість полімерних систем | 157 |
| 6.7. В'язкість полімерних систем при всебічному стисненні | 161 |
| <i>Контрольні запитання та завдання</i> | 162 |
| РОЗДІЛ 7. Електричні властивості полімерів | 163 |
| 7.1. Електричні властивості полімерних діелектриків | 163 |
| 7.2. Вплив хімічної будови полімеру на діелектричні втрати | 174 |
| 7.3. Діелектрична поляризація та дипольні моменти полімерів | 180 |
| <i>Контрольні запитання та завдання</i> | 187 |
| РОЗДІЛ 8. Деякі види полімерів. | 188 |
| 8.1. Відмінності високомолекулярних сполук від низькомолекулярних | 188 |
| 8.2. Гетероланцюгові високомолекулярні сполуки | 209 |
| 8.3. Неорганічні й елементарноорганічні полімери | 259 |
| <i>Контрольні запитання та завдання</i> | 265 |
| РОЗДІЛ 9. Розчини полімерів. | 266 |
| 9.1. Природа розчинів полімерів | 266 |
| 9.2. Кінетика набухання і розчинення полімерів | 272 |
| 9.3. Термодинаміка розчинення | 276 |
| 9.4. Розбавлені розчини полімерів | 283 |
| 9.5. Оцінка форми макромолекули | 284 |
| <i>Контрольні запитання та завдання</i> | 288 |
| РОЗДІЛ 10. Пластифікатори і пластифікація | 289 |
| 10.1. Вплив пластифікаторів на властивості полімерів | 289 |
| 10.2. Взаємна розчинність полімерів | 295 |
| 10.3. Внутрішня пластифікація | 296 |
| 10.4. Пластифікація гумових еластомерів | 297 |
| 10.5. Пластифікатори і пом'якшувачі | 300 |
| <i>Контрольні запитання та завдання</i> | 307 |
| Список літератури | 308 |

Навчальне видання

МАСЛЕННИКОВА Людмила Дмитрівна
ІВАНОВ Сергій Віталійович
ФАБУЛЯК Федір Григорович
ГРУШАК Зоя Василівна

ФІЗИКО-ХІМІЯ ПОЛІМЕРІВ

Підручник

Коректор *А. Бородавко*
Технічний редактор *А. Лавринович*
Художник обкладинки *Т. Зябліцева*
Верстка *Л. Колодіної*

Підп. до друку 02.10.09. Формат 60x90 $\frac{1}{16}$. Папір офс.
Офс друк. Ум. друк. арк. 19,5. Обл.-вид. арк. 19,5.
Тираж 300 пр. Замовлення № 2753/520

Видавництво Національного авіаційного університету «НАУ-друк»
03680, Київ-58, просп. Космонавта Комарова, 1

Свідоцтво про внесення до Державного реєстру ДК № 977 від 05.07.2002

Надруковано з готових позитивів у ТОВ «Видавництво Фоліо»
61002, Харків, вул. Чубаря, 11