

СРЕДНЕЕ
ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ
ОБРАЗОВАНИЕ

ХИМИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛИМЕРОВ

Получение полимеров
методами полимеризации.
Лабораторный практикум



Н. М. Родина
А. А. Родина



СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 1002.01

**Н. М. РОВКИНА,
А. А. ЛЯПКОВ**


ЛАНЬ®

**ХИМИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ
ПОЛИМЕРОВ
ПОЛУЧЕНИЕ ПОЛИМЕРОВ
МЕТОДАМИ ПОЛИМЕРИЗАЦИИ
ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ**

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ



ЛАНЬ

**САНКТ-ПЕТЕРБУРГ • МОСКВА • КРАСНОДАР
2022**

УДК 678:66
ББК 24.7я723

Р 58 Ровкина Н. М. Химия и технология полимеров. Получение полимеров методами полимеризации. Лабораторный практикум : учебное пособие для СПО / Н. М. Ровкина, А. А. Ляпков. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 252 с. — Текст : непосредственный.

ISBN 978-5-8114-8878-0

Учебное пособие представляет собой руководство для выполнения лабораторных работ. В нем содержится информация, необходимая для выбора методов получения полимеров и способа их практической реализации, а также приведены основные методики получения полимеров методом полимеризации.

Практикум предназначен для студентов колледжей и техникумов, обучающихся по специальности «Технология производства и переработки пластических масс и эластомеров», а также может быть полезен инженерным работникам, специализирующимся в области получения полимеров и полимерных материалов, переработки полимеров.



УДК 678:66
ББК 24.7я723

Рецензенты:

А. В. БОРИЛО — кандидат химических наук, главный технолог ИХН СО РАН;
Н. А. БАУМАН — кандидат технических наук, директор дирекции химии и переработки полимеров ООО НИОСТ (г. Томск).



Обложка
П. И. ПОЛЯКОВА

© Издательство «Лань», 2022
© Н. М. Ровкина, А. А. Ляпков, 2022
© Издательство «Лань»,
художественное оформление, 2022

Оглавление

Предисловие	3
1. Основные сведения о получении полимеров методом полимеризации	4
Глава 1. Обзор рынка крупнотоннажных полимеров	4
Глава 2. Основные закономерности процессов полимеризации	17
Глава 3. Радикальная полимеризация	25
Глава 4. Ионная полимеризация	42
Глава 5. Полимеризация циклических соединений	77
Глава 6. Сополимеризация	87
Глава 7. Технические способы проведения процессов полимеризации	105
2. Получение полимеров радикальной полимеризацией	126
Глава 1. Полимеризация в массе мономера	126
Глава 2. Получение полимеров растворным способом при химическом иницировании	145
Глава 3. Получение полимеров эмульсионным способом	159
Глава 4. Получение полимеров суспензионным способом	184
3. Получение полимеров методом ионной полимеризации	200
Глава 1. Катионная полимеризация N-винилкарбазола	200
Глава 2. Полимеризация циклических соединений	207
Глава 3. Получение полиметиленоксида	214
Глава 4. Получение полиалкиленоксидов	217
Глава 5. Получение сополимера триоксана с 1,3-диоксоланом	231
Глава 6. Ионная полимеризация стирола	234
Глава 7. Получение изотактического полиметилметакрилата	243
Заключение	245
Библиографический список	247



Предисловие



Лабораторный практикум предназначен для углубления и закрепления знаний студентов.

Лабораторные работы – важнейшее звено учебного процесса. Приступая к выполнению лабораторных работ, связанных с получением полимеров, студент неизбежно должен обратиться к теоретическим положениям и основам технологии химических или физико-химических процессов, лежащих в основе работы. А дальше возникает проблема выбора. Какой метод получения полимера является наиболее эффективным? Какой путь для осуществления этого процесса на практике целесообразно использовать? Эти проблемы возникают не только в рамках учебного процесса при выполнении лабораторных работ по полимерным дисциплинам. Выбор метода получения полимера и технического способа для осуществления этого метода необходимо сделать при синтезе новых полимеров, модификации свойств известных полимеров, при проектировании процессов получения полимеров и полимерных материалов, при выборе полимеров и полимерных материалов для переработки и практического использования.

В лабораторном практикуме приведены методики получения широкого спектра полимеров и сополимеров разных классов, получаемых разными техническими способами, характерными для процессов полимеризации, и при использовании разных способов активации этих процессов.

Данное пособие, не претендуя на полноту охвата проблем получения полимеров, поможет студентам совершенствоваться в выборе метода получения полимера, способа для практической реализации выбранного метода при выполнении лабораторных работ, курсовых и дипломных научно-исследовательских работ, грамотно обосновать выбор метода получения полимера при выполнении курсовых и дипломных проектов.

Пособие может быть полезно производителям, связанным с получением полимеров и полимерных материалов, а также с их применением и переработкой.

Заключение

Данная работа ни в коей мере не претендует на полноту изложения информации, посвященной процессам получения полимеров. Любой из приведенных здесь методов получения полимеров гораздо сложнее и, в зависимости от условий их реализации, может быть обременен различными побочными реакциями. Это и процессы окисления, и процессы деструктивного характера, процессы структурирования, процессы циклизации, наконец. При поликонденсации алкил-(арил)-силанов не всегда процесс протекает так, как это описывается общепринятой схемой поликонденсации, и наряду с линейными полиорганосилоксанами образуются олигомерные продукты циклического характера.

Проблема выбора эффективного метода для получения полимера одинаково актуальна как для инженера-исследователя, занимающегося созданием новых полимеров или устранением недостатков уже известных полимеров, так и для инженера, занимающегося проектированием промышленных установок получения полимеров. Важно знание возможностей каждого метода получения полимера инженеру-технологу для грамотного управления процессом в целом и его отдельными стадиями. Знание возможностей каждого из методов при получении полимеров, влияние способа проведения процесса на свойства полимера поможет потребителям полимеров сориентироваться, какой полимер заложить в состав того или иного полимерного материала, для каких целей станет возможным использование полученных при этом полимерных материалов и изделий.

Пособие содержит множество вариантов лабораторных работ для получения полимеров и сополимеров полимеризационными методами. Предлагаемые в пособии методики охватывают разные технические способы для проведения процессов полимеризации, а также различные пути активации этих процессов.

Предлагаемый данным учебным пособием перечень лабораторных работ дает возможность решать различные как учебные, так и научные задачи. Выбор работ, а также вариантов и рецептов для их практической реализации зависит, главным образом, от поставленной задачи и пути достижения цели. Так, при необходимости приобретения первого опыта обращения с полимерами, можно выбрать сравнительно простые методики для проведения процессов полимеризации разными способами. Работы легко индивидуализировать даже при групповом процессе

обучения путем варьирования разных факторов: способ инициирования, строение мономера, характер среды, рецепт и режим проведения процесса. Несомненная польза выполнения работы – практический опыт ведения процесса полимеризации, выделения полимера из реакционной массы и его очистка, наглядные выводы о возможностях каждого способа.

Для приобретения навыка управления процессами полимеризации задача усложняется. В этом случае исполнитель должен на примере любого технического способа пройти весь технологический маршрут, начиная от очистки исходного сырья и заканчивая получением какой-либо полимерной композиции из полученного полимера. Такие возможности данное учебное пособие также дает.

Очень важно для исполнителя, уже имеющего опыт обращения с полимером, умение критической оценки проведенного процесса полимеризации, побуждающее к совершенствованию процесса. Лабораторный практикум для достижения и этой цели предлагает широкий спектр рецептов проведения одного и того же процесса, в которых варьируются самые разные факторы: концентрация мономера и активатора процесса полимеризации, типа растворителя и его количество, температуры и продолжительности процесса и т. п.

Материал, изложенный в пособии, показывает возможность перехода от колбы к производству полимера, от широко известных полимеров к менее известным, а потому может представлять интерес не только при решении учебно-образовательных, но также при решении научных и производственных задач.



Библиографический список

1. *Савельянов, В. П.* Общая химическая технология полимеров. – СПб. : Профессия, 2000. – 273 с.
2. *Усачева, Т. С.* Общая химическая технология полимеров : учеб. пособие / Т. С. Усачева, В. А. Козлов. – Иваново : Ивановский гос. хим.-технол. ун-т, 2012. – 238 с.
3. *Сутягин, В. М.* Общая химическая технология полимеров : учеб. пособие / В. М. Сутягин, А. А. Ляпков. – 3-е изд., испр. – СПб. : Лань, 2018. – 208 с.
4. *Брацыхин, Е. А.* Технология пластических масс / Е. А. Брацыхин, Э. С. Шульгина. – Л. : Химия, 1982. – 328 с.
5. Технология пластических масс / под ред. В. В. Коршака. – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : Химия, 1985. – 560 с.
6. *Колесников, Г. С.* Полимеризация и поликонденсация. – М. : МХТИ им. Д. И. Менделеева, 1970. – 180 с.
7. *Кирпичников, П. А.* Химия и технология синтетических каучуков : учебник / П. А. Кирпичников, А. А. Аверко-Антонович, Ю. О. Аверко-Антонович. – Л. : Химия, 1987. – 480 с.
8. *Григорьев, А. П.* Лабораторный практикум по технологии пластических масс / А. П. Григорьев, О. Я. Федотова. – М. : Высш. шк. – Ч. I, 1977. – 248 с ; Ч. II, 1977. – 264 с.
9. *Торопцева, А. М.* Лабораторный практикум по химии и технологии высокомолекулярных соединений / А. М. Торопцева, К. В. Белогородская, В. М. Бондаренко ; под ред. А. Ф. Николаева. – Л. : Химия, 1971. – 416 с.
10. *Цурута Тэйдзи.* Реакции получения синтетических полимеров / под ред. А. П. Сергеева. – М. : ГНТИ, 1963. – 200 с.
11. *Лосев, И. П.* Практикум по химии высокомолекулярных соединений / И. П. Лосев, О. Я. Федотова. – М. : ГОСХИМИЗДАТ, 1962. – 228 с.
12. *Малкин, А. Я.* Полистирол. Физико-химические основы получения и переработки / А. Я. Малкин, С. А. Вольфсон, В. Н. Кулезнев, Г. И. Файдель. – М. : Химия, 1975. – 288 с.
13. *Хрулев, М. В.* Поливинилхлорид. – М. ; Л. : Химия, 1964. – 264 с.
14. *Розенберг, М. Э.* Полимеры на основе винилацетата. – Л. : Химия, 1983. – 176 с.
15. *Гютербок, Г.* Полиизобутилен и сополимеры изобутилена / под ред. И. Я. Фингурт. – Л. : ГНТИ, 1962. – 353 с.

-
16. *Волошин, Н. А.* Технология производства полипропилена : учеб. пособие / Н. А. Волошин, Н. П. Шестак. – М. : НИИТЭХим, 1981. – 83 с.
 17. *Николаев, А. Ф.* Технология пластических масс. – Л. : Химия, 1977. – 368 с.
 18. *Башкатов, Т. В.* Технология синтетических каучуков / Т. В. Башкатов, Я. Л. Жигалин. – Л. : Химия, 1987. – 360 с.
 19. *Ровкина, Н. М.* Лабораторный практикум по химии и технологии полимеров : учеб. пособие / Н. М. Ровкина, А. А. Ляпков. – Ч. 1. Основные методы получения полимеров. – Томск : Изд-во Томского политехн. ун-та, 2007 – 132 с.
 20. *Ровкина, Н. М.* Лабораторный практикум по химии и технологии полимеров : учеб. пособие / Н. М. Ровкина, А. А. Ляпков. – Ч. 3. Получение полимеров методом полимеризации. – Томск : Изд-во Томского политехн. ун-та, 2009. – 141 с.
 21. *Ровкина, Н. М.* Технологические расчеты в процессах синтеза полимеров. Сборник примеров и задач : учеб. пособие / Н. М. Ровкина, А. А. Ляпков. – Томск : Изд-во Томского политехн. ун-та, 2009. – 167 с.
 22. *Сутягин, В. М.* Основы проектирования и оборудование производств полимеров : учеб. пособие / В. М. Сутягин, А. А. Ляпков, В. Г. Бондалетов. – 3-е изд., испр. – СПб. : Лань, 2018. – 464 с.



*Нэля Михайловна РОВКИНА,
Алексей Алексеевич ЛЯПКОВ*

ХИМИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛИМЕРОВ
ПОЛУЧЕНИЕ ПОЛИМЕРОВ МЕТОДАМИ ПОЛИМЕРИЗАЦИИ
ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ
УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ

Редакция
естественнонаучной литературы



ЛР № 065466 от 21.10.97
Гигиенический сертификат 78.01.10.953.П.1028
от 14.04.2016 г., выдан ЦГСЭН в СПб

Издательство «ЛАНЬ»
lan@lanbook.ru; www.lanbook.com;
196105, Санкт-Петербург, пр. Юрия Гагарина, 1, лит. А.
Тел.: (812) 412-92-72, 336-25-09.
Бесплатный звонок по России: 8-800-700-40-71



Подписано в печать 21.09.21.
Бумага офсетная. Гарнитура Школьная. Формат 60×90 1/16.
Печать офсетная/цифровая. Усл. п. л. 15,75. Тираж 30 экз.

Заказ № 1076-21.

Отпечатано в полном соответствии
с качеством предоставленного оригинал-макета
в АО «Т8 Издательские технологии».
109316, г. Москва, Волгоградский пр., д. 42, к. 5.