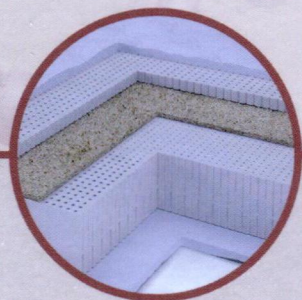
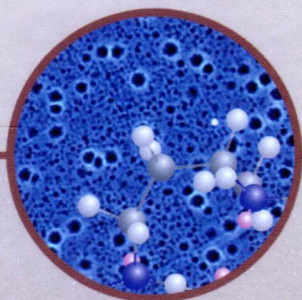


М. Зонненшайн

ПОЛИУРЕТАНЫ

СОСТАВ, СВОЙСТВА, ПРОИЗВОДСТВО, ПРИМЕНЕНИЕ



POLYURETHANES

Science, Technology, Markets, and Trends

MARK F. SONNENSCHNEIN, Ph.D.

The Dow Chemical Company
Midland, MI, USA

WILEY

Марк Ф. Зонненшайн

Полиуретаны.

Состав, свойства, производство,
применение

Перевод с английского языка

издательство
ПРОФЕССИЯ

Санкт-Петербург
2018

ЦЕНТР
ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ
ПРОГРАММ
ПРОФЕССИЯ

УДК 678.04
ББК 35.710Англ
3 84

Марк Ф. Зоннешайн

384 **Полиуретаны. Состав, свойства, производство, применение** : пер. с англ. яз. — СПб. : ЦОП «Профессия», 2018. — 576 с., цв. ил.

ISBN 978-5-91884-095-5
ISBN 978-1-118-73783-5 (англ.)

Раскрыт химизм и синтез полиуретанов (ПУР), включая анализ свойств основных компонентов, добавок, реагентов и катализаторов, методы получения и технологии, анализ структуры и конечных свойств ПУР.

В отдельных главах рассмотрены вопросы производства, переработки и области применения эластичных и жестких пенополиуретанов, полиуретановых эластомеров и клеев. Даны практические рекомендации при использовании конструкционных и других пенопластов, пен, покрытий, клеев в различных отраслях — медицине, обувной промышленности, строительстве, приборостроении и т. д. Приведен обзор рынков изделий на основе ПУР, обозначены перспективы и тенденции их развития. В специальной главе рассмотрены полиуретаны не на основе изоцианатов.

Книга адресована разработчикам и потребителям ПУР и изделий на их основе, технологам, специалистам и исследователям в области полиуретанов.

УДК 678.04
ББК 35.710Англ

Copyright © 2015 by John Wiley & Sons International Rights, Inc. All rights reserved

This translation published under license by John Wiley & Sons International Rights, Inc. Responsibility for the accuracy of the translation rests with EPC "Professiya" and is not the responsibility of John Wiley & Sons International Rights, Inc. Not part of this book may be reproduced in any form without the written permission of the original copyright holder, John Wiley & Sons International Rights, Inc.

Все права защищены. Никакая часть данной книги не может быть воспроизведена в какой бы то ни было форме без письменного разрешения владельцев авторских прав.

Информация, содержащаяся в данной книге, получена из источников, рассматриваемых издательством как надежные. Тем не менее, имея в виду возможные человеческие или технические ошибки, издательство не может гарантировать абсолютную точность и полноту приводимых сведений и не несет ответственности за возможные ошибки, связанные с использованием книги.

ISBN ISBN 978-1-118-73783-5 (англ.)
ISBN 978-5-91884-095-5

© John Wiley & Sons International Rights, Inc., 2015
© ЦОП «Профессия», 2018
© Перевод, оформление: ЦОП «Профессия», 2018

Оглавление

| | |
|--|------------|
| 1. Введение | 9 |
| Литература | 21 |
| 2. Составные блоки цепей полиуретанов | 22 |
| 2.1. Полиолы | 23 |
| 2.1.1. Полиолы на основе простых полиэфиров | 25 |
| 2.1.2. Полиолы на основе сложных полиэфиров | 46 |
| 2.1.3. Другие типы полиолов | 65 |
| 2.1.4. Наполненные полиолы | 73 |
| 2.1.5. Полиолы, получаемые в результате переработки растительных масел | 80 |
| 2.1.6. Преполимеры (форполимеры) | 88 |
| 2.2. Изоцианаты | 91 |
| 2.2.1. ТДИ | 95 |
| 2.2.2. Дифенилметандиизоцианаты | 108 |
| 2.2.3. Алифатические изоцианаты | 119 |
| 2.3. Компоненты, удлиняющие полимерную цепь | 128 |
| Литература | 135 |
| 3. Введение в химию процесса получения полиуретанов | 144 |
| 3.1. Введение | 144 |
| 3.2. Механизм образования уретанов и природа используемых катализаторов | 147 |
| 3.3. Реакции изоцианатов с соединениями, имеющими подвижный атом водорода | 154 |
| 3.3.1. Образование мочевины | 159 |
| 3.3.2. Образование аллофаната | 160 |
| 3.3.3. Образование биурета | 162 |
| 3.3.4. Образование уретидиона | 163 |
| 3.3.5. Образование карбодиимида | 163 |
| 3.3.6. Образование уретонимина | 166 |
| 3.3.7. Образование амида | 167 |
| Литература | 168 |
| 4. Теоретические концепции и методики, используемые в технологии полиуретанов | 172 |
| 4.1. Образование структуры полиуретанов | 173 |
| 4.2. Свойства полиуретанов | 186 |
| 4.2.1. Модели и расчеты значений модулей полимера | 187 |
| 4.2.2. Модели деформационно-прочностных характеристик эластомеров | 193 |
| 4.2.3. Температура стеклования полиуретана | 205 |
| Литература | 210 |
| 5. Аналитические характеристики полиуретанов | 213 |
| 5.1. Анализ реагентов, использующихся для производства полиуретанов | 214 |
| 5.1.1. Анализ полиолов | 214 |

| | | |
|-----------|---|------------|
| 5.1.2. | Анализ изоцианатов | 222 |
| 5.2. | Инструментальные методы анализа полиуретанов | 225 |
| 5.2.1. | Микроскопия | 226 |
| 5.2.2. | ИК-спектроскопия | 238 |
| 5.2.3. | Рентгеновский анализ | 242 |
| 5.3. | Анализ механических характеристик | 254 |
| 5.3.1. | Испытание на растяжение и на разрыв, определение относительного удлинения при разрыве | 256 |
| 5.3.2. | Динамический механический анализ (ДМА) | 265 |
| 5.4. | Спектроскопия ядерного магнитного резонанса | 269 |
| | Литература | 274 |
| 6. | Эластичный пенополиуретан: химические свойства и производство | 278 |
| 6.1. | Получение пенополиуретана | 278 |
| 6.1.1. | Пенопласт в виде листов и блоков | 280 |
| 6.1.2. | Пенопласт в виде формованных изделий | 287 |
| 6.2. | Процесс вспенивания | 295 |
| 6.2.1. | Поверхностные явления и катализ | 301 |
| 6.3. | Состав и соотношение структуры и свойств эластичных пенополиуретанов | 313 |
| 6.3.1. | Предварительные испытания | 313 |
| 6.3.2. | Состав и соотношение структуры и свойств пенополиуретанов | 316 |
| | Литература | 321 |
| 7. | Эластичный пенополиуретан: производство, применение, рынки потребления и тенденции | 323 |
| 7.1. | Области применения | 325 |
| 7.1.1. | Производство мебели | 326 |
| 7.1.2. | Производство матрацев и постельных принадлежностей | 332 |
| 7.1.3. | Изготовление изделий для транспортных средств | 337 |
| 7.1.4. | Рынок формованных изделий | 342 |
| 7.2. | Тенденции в сфере производства пенопластов | 344 |
| | Литература | 350 |
| 8. | Жесткий пенополиуретан: производство, применение, рынки потребления и тенденции | 352 |
| 8.1. | Динамика развития региональных рынков | 353 |
| 8.2. | Области применения | 359 |
| 8.2. | Пенопласты для строительной индустрии | 360 |
| 8.2.2. | Сегменты рынка жестких конструкционных пенопластов | 380 |
| 8.2.3. | Пенопласты для бытовой техники | 384 |
| 8.3. | Фундаментальные основы функционирования вспенивающих добавок и технология получения изоляционных материалов | 392 |
| 8.3.1. | Вспенивающие добавки | 392 |
| 8.3.2. | История ограничения использования вспенивающих добавок | 393 |
| 8.4. | Фундаментальные основы получения изоляционных материалов | 396 |

| | |
|--|------------|
| 8.5. Тенденции в сфере производства жестких пенопластов | 401 |
| Литература | 405 |
| 9. Полиуретановые эластомеры: производство, применение, рынки потребления и тенденции | 409 |
| 9.1. Динамика развития региональных рынков | 411 |
| 9.2. Области применения | 415 |
| 9.2.1. Производство обуви | 416 |
| 9.2.2. Применение эластомеров в других сферах и методы производства | 431 |
| 9.3. Тенденции в сфере производства полиуретановых эластомеров | 464 |
| Литература | 468 |
| 10. Полиуретановые адгезивы и покрытия: производство, применение, рынки потребления и тенденции | 472 |
| 10.1. Сферы производства адгезивов и материалов покрытий: схожие черты и различия | 472 |
| 10.2. Адгезивы | 476 |
| 10.2.1. Композиции адгезивов | 483 |
| 10.2.2. Тенденции в технологии полиуретановых адгезивов | 494 |
| 10.3. Покрытия | 498 |
| 10.3.1. Состав материалов полиуретановых покрытий | 509 |
| 10.3.2. Тенденции в сфере производства полиуретановых материалов покрытий | 523 |
| Литература | 527 |
| 11. Специальные вопросы: использование полиуретана в медицине | 530 |
| 11.1. Рынки потребления, производители и потребители | 531 |
| 11.2. Технология производства | 536 |
| 11.2.1. Катетеры | 536 |
| 11.2.2. Повязки на раны | 538 |
| 11.2.3. Биоабсорбируемые полиуретаны | 541 |
| 11.2.4. Гидрогели | 546 |
| 11.2.5. Перчатки и презервативы | 549 |
| Литература | 551 |
| 12. Специальные вопросы: получение полиуретанов без использования изоцианатов | 554 |
| 12.1. Правительственные акты, ограничивающие потребление изоцианатов | 554 |
| 12.2. Полиуретаны без применения изоцианатов | 558 |
| 12.2.1. Реакции полициклических карбонатов с полиаминами | 559 |
| 12.2.2. Прямое преобразование аминов в уретаны | 566 |
| 12.2.3. Реакции поликарбаматов | 569 |
| 12.2.4. Получение полиуретанов путем преобразования гидроксамовых кислот | 571 |
| 12.2.5. Преобразование гидроксиламинов в полиуретаны | 572 |
| Литература | 573 |