

веществ: циклогексанола, хлорциклогексана, циклопентанола, хлорциклопентана, циклогексаноноксима, капролактама, карбамида, алкилкарбамидов, биурета, тетразола и др. Обоснованы параметры молекулярных моделей названных соединений [13,14].

Г.Я.Кабо, В.В.Симирским, З.А.Антоновой, А.А.Козыро, В.С.Круком проведено термодинамическое обоснование энерго- и ресурсосберегающих технологий крупнотоннажных производств (около 100 тыс. т/год) капролактама и карбамида. Обоснованы новый режим теплообмена в реакторе дегидрирования циклогексанола, степень послыонного разбавления катализатора в реакторе гидрирования бензола, условия исчерпывающей осушки циклогексаноноксима и раздельного омыления эфиров циклогексанола и гидролиза дианонов. На основании эксергетического анализа предложены рациональные схемы энергопотребления в производствах капролактама и карбамида. Большая часть названных разработок реализована на Гродненском ПО "Азот".

Г.Я.Кабо, А.А.Козыро, В.В.Симирский, В.С.Крук составили базу данных по химическим эксергиям основных и промежуточных продуктов производств карбамида, капролактама, диметилтерефталата и разработали методы теоретического расчета стандартных химических эксергий для научной экспертизы технических проектов, обоснования рационального энергопотребления.

Лаборатория ТОВ участвует в работе по осуществлению международных проектов, а ее сотрудники являются постоянными контрибьютерами крупнейшей базы справочных данных TRC Tables (Texas A&M University).

1. Кабо Г.Я., Роганов Г.Н., Френкель М.Л. Термодинамика и равновесия изомеров. Мн., 1986.

2. Kabo G.Ya., Roganov G.N., Frenkel M.L. // *Thermochemistry and Equilibria of Organic Compounds*. New York, 1993. P.377.

3. Френкель М.Л., Кабо Г.Я., Роганов Г.Н. Термодинамические характеристики реакций изомеризации. Мн., 1988.

4. Frenkel M.L., Kabo G.Ya., Roganov G.N. *Thermodynamic Properties of Isomerization Reactions*. Washington; London, 1992.

5. Frenkel M.L., Kabo G. J., Marsh K.N. et al. *Thermodynamics of Organic Compounds in the Gas State*. Texas USA, 1994. V.I,II.

6. Simirsky V., Kabo G., Frenkel M. // *J. Chem. Thermodyn.* 1987. V.19. P.1121.

7. Diky V.V., Kabo G.J., Kozuro A.A. et al. // *J.Chem.Thermodynamics*. 1994. V.26. P.1001.

8. Кабо Г.Я., Мирошниченко Е.А., Френкель М.Л. и др. // *Известия АН СССР. Сер. хим.* 1990. С.750.

9. Кабо Г.Я., Роганов Г.Н. // *ДАН БССР*. 1986. Т.30. С.832.

10. Кабо Г.Я., Роганов Г.Н., Филиппенко З.А. // *Журн. физ. химии*. 1987. Т.61. №11. С.2885.

11. Роганов Г.Н., Кабо Г.Я., Столярова Л.Г. // *Там же*. 1994. Т.68. №9. С.1553.

12. Kabo G.J., Kozuro A.A., Diky V.V. // *J. Chem. and Eng. Data*. 1995. V.40, №1. P.160.

13. Kabo G.J. et al. // *J. Chem. Thermodyn.* 1995. V.27. P.953,707; 1994. V.26. P.129; 1993. V.25. P.1409,485,1169; 1992. V.24. P.1,883.

14. Кабо Г.Я. и др. // *Журн. физ. химии*. 1990. Т.64. №2. С.363; №11. С.3402; 1990. Т.64. №3. С.656; 1992. Т.66. №10. С.2583.

УДК 541.64: 678.15

Л.П. КРУЛЬ

МЕТОДЫ СШИВАНИЯ В МОДИФИЦИРОВАНИИ СИНТЕТИЧЕСКИХ ПОЛИМЕРОВ



Круль Леонид Петрович, доктор химических наук, старший научный сотрудник, зав. лабораторией структурно-химического модифицирования полимеров НИИ физико-химических проблем Белгос-университета. Специалист в области физической и радиационной химии полимеров, автор более 250 научных работ.

A modern state in investigations of synthetic polymer modification by crosslinking has been considered.

К числу перспективных направлений полимерной химии относится разработка физико-химических основ и методов осуществления целенаправленного изменения (т.е. модифицирования) важнейших свойств производимых в промышленности синтетических полимеров.

Одним из наиболее эффективных методов модифицирования макромолекул является сшивание, которое предусматривает формирование редкосетчатой структуры в готовых полимерных материалах. Высокая эффективность этого метода обусловлена тем, что для существенного изменения физико-химических свойств полимеров достаточно создать всего несколько поперечных связей на макромолекулу.

В лаборатории структурно-химического модифицирования полимеров НИИ физико-химических проблем Белгосуниверситета наряду с такими традиционными методами сшивания макромолекул, как радиационно-химическое, пероксидное, силанольное, развиваются новые методы формирования трехмерной структуры, основанные на процессах прививочной полимеризации.

Получение новых материалов с заранее заданными свойствами из известных синтетических полимеров предполагает выявление зависимостей между условиями осуществления процессов сшивания, особенностями молекулярной и надмолекулярной структуры материалов и свойствами продуктов модифицирования.

Научные аспекты проблемы модифицирования синтетических полимеров методами сшивания связаны в первую очередь с выяснением особенностей структуры полимеров на различных уровнях организации – от макромолекулы до макроскопического образца – и установлением характера зависимости важнейших физико-химических свойств модифицированных полимерных материалов от их структурных параметров.

В результате проведенных исследований выявлена основная структурная особенность модифицированных полимерных материалов – микрогетерогенность на коллоидно-химическом уровне организации структуры, разработаны методы ее экспериментального исследования, а также найден интегральный параметр, характеризующий микрогетерогенную структуру – энергия межцепного взаимодействия и связанная с ней подвижность макромолекул. Разработаны общие принципы модифицирования важнейших физико-химических свойств синтетических полимеров, позволяющие в ряде случаев получать материалы с заранее заданными характеристиками. Установлено, что в основе изменения важнейших свойств полимеров при модифицировании лежит изменение энергии межмолекулярного взаимодействия и связанной с ней подвижности макромолекул.

Исходя из этого, был разработан ряд принципиально новых полимерных материалов. К их числу относятся электроизоляционные материалы на основе полиэтилена с лабильной трехмерной структурой, термоклеевые порошки на основе термопластов, клеи-расплавы с новыми адгезионно-активными добавками, водорастворимые полимеры на основе продуктов переработки отходов производства полиакрилонитрильных волокон, супернабухающие полиэлектролитные гидрогели.

В качестве примера наиболее эффективного применения сшивания как метода модифицирования синтетических полимеров можно привести получение суперводонабухающих полиэлектролитных гидрогелей на основе синтетических водорастворимых полимеров, получаемых из отходов производства полиакрилонитрильных волокон.

В результате щелочного гидролиза промышленно выпускаемых волокон Нитрон Д и Нитрон С, а также отходов их промышленного производства и переработки получают статистические сополимеры, содержащие акриламидные и карбоксильные группы в боковой цепи. При воздействии ионизирующего излучения при определенных величинах поглощенной дозы в них формируется редкая пространственная сетка. Модифицирование водорастворимых полимеров за счет формирования редкой пространственной сетки позволило получить суперводонабухающие полиэлектролитные гидрогели, отличительная особенность которых заключается в способности удерживать и по мере надобности отдавать значительные количества воды – до 1000 г на 1 г сухого полимера. Столь высокая водоудерживающая способность полимерного гидрогеля обусловлена тремя составляющими: макромолекулярной, сеточной и электростатической. Карбоксильные группы, входящие в состав макромолекул, несут отрицательный электрический заряд, вызывающий отталкивание цепей. В то же время созданная в полимере редкая пространственная сетка не позволяет цепям перейти в раствор.

Сырьем для получения полиэлектrolитных гидрогелей может служить не только ВРП, получаемый из отходов производства полиакрилонитрильных волокон, но и ряд промышленно выпускаемых синтетических водорастворимых полимеров, в частности частично гидролизованный полиакриламид. Важно лишь, чтобы макромолекулы водорастворимого полимера несли электрический заряд. Создание редкой сетки наиболее рационально осуществлять путем радиационно-химического сшивания, хотя возможно и чисто химическое сшивание. Суперадсорбент можно использовать как в сухом виде, так и в виде геля, набухшего в воде.

Полиэлектrolитные гидрогели позволяют разработать принципиально новые технологии выращивания сельскохозяйственных культур в зонах неустойчивого увлажнения, к числу которых относится практически вся территория республики. Работы, проводимые совместно с Институтом экспериментальной ботаники им. В.Ф. Купревича и Институтом леса АН Беларуси, а также с рядом институтов Аграрной академии наук республики, позволили определить наиболее перспективные области практического использования гидрогелей, в частности при предпосевной обработке семян зерновых культур гербицидами, микроэлементами и регуляторами роста растений.

Полиэлектrolитные гидрогели могут найти чрезвычайно широкое применение – начиная от изготовления впитывающих влагу гигиенических материалов и кончая компонентами составов, позволяющих выращивать чистую сельскохозяйственную продукцию на загрязненных радионуклидами территориях. Учитывая достаточно высокую стоимость гидрогелей, обусловленную главным образом высокой ценой реагентов и энергоресурсов, в дальнейшем необходимо не только добиться максимально высоких сорбционных показателей этих полимеров, но и разработать наиболее эффективные приемы их использования.

Таким образом, методы сшивания, направленные на формирование редкочетчатой структуры в готовых полимерных материалах, являются мощным инструментом модифицирования синтетических полимеров.

УДК 541.15

О.И. ШАДЫРО

РАДИАЦИОННО-ИНДУЦИРОВАННЫЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ В ВОДНЫХ РАСТВОРАХ



Шадыро Олег Иосифович, доктор химических наук, профессор, зав. кафедрой радиационной химии и химической технологии Белгосуниверситета. Область научных интересов — радиационная и свободно-радикальная химия биологически важных соединений. Автор более 100 печатных работ, из них 2 монографии.

The presented data point at the important role of concerted fragmentation reactions of free radicals in radiation-induced damage of bi- and polyfunctional organic compounds.

На кафедре радиационной химии и химической технологии Белгосуниверситета уделялось и уделяется большое внимание изучению закономерностей радиолиза водных растворов органических веществ. Интерес к такого рода исследованиям обусловлен главным образом необходимостью установления механизмов повреждения биологически важных молекул при действии на них различных видов излучения. В свою очередь, выявление закономерностей протекания процессов, ответственных за повреждение различных составляющих биосистем, является основой для разработки способов их регулирования.

При проведении этих исследований в 1976–1986 гг. основное внимание уделялось изучению радиолиза водных растворов α , β -бифункциональных органических соединений, поскольку сходные структурные фрагменты входят в состав всех биополимеров и составляющих их компонентов.

Полученные экспериментальные данные по радиолизу водных растворов α -диолов и их эфиров, аминоспиртов, диаминов, оксальдегидов, оксикислот,