

## ХРОНИКА

УДК 006.3:541.64

**II ВСЕСОЮЗНЫЙ СИМПОЗИУМ  
«ЖИДКОКРИСТАЛЛИЧЕСКИЕ ПОЛИМЕРЫ»**

13–15 января 1987 г. в Суздале состоялся II Всесоюзный симпозиум «Жидкокристаллические полимеры», организованный Научным советом по высокомолекулярным соединениям АН СССР, Институтом нефтехимического синтеза им. А. В. Топчева АН СССР и Научно-производственным объединением «Полимерсинтез». В работе симпозиума приняли участие около 200 ученых, инженеров, представителей НИИ, КБ, НПО, промышленных предприятий, министерств, Академии наук СССР, академий наук союзных республик, вузов, издательства научно-технической литературы и медицинских работников из более чем 40 городов Советского Союза.

На симпозиуме заслушано и обсуждено 10 заказных обзорных докладов и 92 стендовых сообщения, в которых были отражены все научные направления, связанные с изучением ЖК-состояния полимеров: теория процессов ЖК-упорядочения в растворах и расплавах полимеров, в том числе фазовые переходы в таких системах; синтез и химическая модификация полимеров, способных образовывать термотропные ЖК-фазы различных типов; структура и физико-химические свойства лиотропных и термотропных ЖК-полимеров; перспективы и области практического применения ЖК-полимеров.

Во вступительном слове при открытии симпозиума председатель оргкомитета Н. А. Платэ отметил, что за время, прошедшее после первого симпозиума по ЖК-полимерам, состоявшегося в 1982 г., в этой области науки о полимерах достигнуты значительные успехи как в вопросах, связанных с фундаментальными проблемами теории, синтеза и физических свойств ЖК-полимеров, так и в плане их практического использования. Синтез новых полимерных ЖК-систем обеспечивает прогресс в области полимерной химии. Появившиеся в последнее время новые ароматические полизифиры и полиамидоэфиры могут быть переработаны в блочные изделия из расплавов, что существенно упрощает технологию и позволяет использовать совершенно новые принципы создания самоармированных полимерных материалов. Существенное развитие претерпевает область гребнеобразных полимеров с боковыми мезогенными группами, среди которых особое место занимают нематические и холестерические жидкые кристаллы, обладающие уникальными оптическими характеристиками. Использование таких полимеров в оптических устройствах открывает возможности конструирования новых тонкослойных пленочных систем, сочетающих оптические свойства низкомолекулярных жидких кристаллов и конструкционные свойства полимеров.

Основные тенденции развития научных направлений в области создания, изучения структуры и свойств лиотропных и термотропных ЖК-полимеров рассмотрены в докладе В. П. Шибаева. Показано, что эти исследования проводятся как в традиционных направлениях, таких как синтез и исследование новых лиотропных систем на основе жесткоцепных ароматических полиамидов, синтез и исследование новых термотропных систем на основе ароматических полизифиров и на основе полимеров с боковыми мезогенными группами, так и в нетрадиционных направлениях, таких как синтез производных целлюлозы и полипептидов, образующих термотропные мезофазы. Большое внимание в докладе удалено вопросам, связанным с перспективами практического использования ЖК-полимеров.

В докладе Т. М. Бирштейн, посвященном современным проблемам теории ЖК-состояния полимеров, отмечено, что наиболее развитой в настоящее время является статистическая теория лиотропных полимерных систем, доведенная до количественных результатов, что связано с возможностью учета особенностей взаимодействия в таких системах на основе сравнительно простых моделей. Для термотропных полимерных систем теоретические работы последних лет выявили ряд структурных закономерностей, однако количественные аспекты теории требуют детального учета различных, но сравнимых по проявлению взаимодействий.

Мезоморфному состоянию гибкоцепных линейных и циклонейных полимеров, главным образом полиорганосилоксанов и полиорганофосфазенов, посвящен доклад ЧО. К. Годовского и В. С. Папкова. Рассмотрены термодинамические, структурные, морфологические, кинетические и термомеханические аспекты мезоморфного состояния таких полимеров и отмечено, что традиционная классификация, предложенная для низкомолекулярных жидких кристаллов и используемая для по-

лимеров с мезогенными группами в основных цепях и в боковых ответвлениях, не применима для рассмотренных систем.

В докладе С. С. Скороходова обсуждены ЖК-способы синтеза и свойства термотропных ЖК-полимеров с мезогенными группами в основной цепи. Рассмотрены особенности свойств, определяемые положением мезогенной группы относительно цепи, взаимосвязь между строением, структурой и свойствами полимеров, условия корректности определения характеристик таких систем, запросы практики и направления поисков ответа на них, перспективы исследований и применения.

Результаты исследований динамического поведения макроцепей ЖК-полимеров различного химического строения в твердом состоянии и в растворах в связи с тенденцией к образованию мезоморфного состояния и механизмов мезоморфных превращений рассмотрены в докладе Т. И. Борисовой и Л. Л. Бурштейн. На примере полимеров с мезогенными группами в основных и боковых цепях установлено наличие множественных переходов, связанных с подвижностью мезогенных групп.

Обзор современного состояния вопроса о влиянии электрического и магнитного полей на ЖК-полимеры дан в докладе Р. В. Тальрозе и Л. Б. Строганова. Рассмотрены особенности полевых эффектов и процессов электрогидродинамической неустойчивости, связанные с полимерным состоянием вещества, структурные превращения ЖК-полимеров во внешних полях. Проанализированы возможности спектроскопии ПМР для исследования ориентационного упорядочения ЖК-полимеров.

В докладе Я. С. Фрайдзона представлена обзор данных по структуре и оптическим свойствам холестерической мезофазы, формирующейся в лиотропных (растворы полипептидов и производных целлюлозы) и термотропных (с мезогенными группами в основных и боковых цепях) полимерных системах. Особое внимание уделено особенностям структуры и свойств холестерических полимеров по сравнению с низкомолекулярными холестерическими жидкими кристаллами. Рассмотрены способы создания термотропных полимеров холестерического типа с регулируемыми оптическими характеристиками.

Условия образования ЖК-фазы в растворах и расплавах производных целлюлозы проанализированы в докладе В. Г. Куличихина. Обсуждены особенности холестерической структуры, рассмотрены основные свойства ЖК-систем на основе производных целлюлозы, описаны способы использования ЖК-упорядочения для получения упрочненных полимерных материалов.

С. П. Папков посвятил доклад роли ЖК-состояния при получении высокопрочных полимерных материалов. Рассмотрены основные факторы, определяющие высокие прочностные свойства полимерных материалов, а также механизмы фазового перехода в ЖК-состояние из первичного неравновесного аморфного состояния, возникающего в ходе процессов технологического формования материала.

Вопросы практического использования ЖК-полимеров в качестве конструкционных материалов, материалов для световодной техники, мембранных технологий, электрооптических и термооптических сред рассмотрены в докладе С. В. Беляевой. Проанализированы оптические свойства холестерических полимеров как спектрональных и поляризационных светофильтров, а также возможности использования ЖК-полимеров для создания пьезоэлектрических, фотоэлектрических материалов.

В сообщениях, представленных в виде стеновых докладов, нашли отражение все направления, развиваемые в области исследования ЖК-полимеров. В теоретических работах изучены фазовые равновесия в расплавах ЖК-полимеров и в многокомпонентных системах, представлены теории ЖК-упорядочения на основе решеточной и безрешеточной моделей, методом численного моделирования, методом эквивалентной динамической системы, представлена общая молекулярная теория холестерического упорядочения в лиотропных системах. Рассмотрены некоторые свойства ЖК-полимеров, таких как упругое рассеяние света в растворах жесткоцепных полимеров. В ряде работ проведено сопоставление некоторых параметров, полученных теоретическим путем и с помощью экспериментов.

Большую группу работ представляют исследования термотропных ЖК-полимеров линейного строения с мезогенными группами в основных цепях и без традиционных мезогенных групп. Второй тип полимеров представлен линейными и циклическими полиграносилоксанами. Сделана попытка объяснения появления мезоморфных свойств у полимеров, не содержащих мезогенных групп, проведено исследование их термодинамических характеристик, структуры в зависимости от ММ, полидисперсности и геометрии звена макромолекулы. Для полимеров с мезогенными группами в основных цепях предложен способ определения ММ методом ЯМР, изучены их реологические характеристики, описаны новые методики синтеза.

Основное внимание при исследовании полимеров с боковыми мезогенными группами уделено установлению закономерностей изменения их свойств и структуры при варьировании молекулярных характеристик, таких как ММ и ММР. Продемонстрированы возможности формирования новых типов мезофаз, не известных для низкомолекулярных жидких кристаллов, а также возвратных мезофаз; разработаны принципы создания ЖК-полимеров, проявляющих сегнетоэлектрические свойства. Представлены результаты изучения структуры методами рентгенографии и рассеяния нейтронов. Изучено поведение таких полимеров в электрическом и магнитном полях, изучены кинетические характеристики процессов ориентации и ориентационной релаксации. Для полимеров, образующих холестерическую мезофазу, предложены различные способы варьирования их оптических свойств, в том числе действием электрического поля.

Среди лиотропных ЖК-полимерных систем наиболее широко были представлены традиционные системы на основе ароматических ПА, для которых изучены фазовые равновесия, реологические и релаксационные свойства, особенности процесса формования волокон из таких систем. Большое количество работ посвящено исследованию систем на основе целлюлозы и ее производных (ацетатов, оксициропил целлюлозы, цианэтилового эфира и др.). Основное внимание уделено процессу формирования анизотропных растворов и студней в воде и неводных растворителях и влиянию на свойства таких систем молекулярной массы целлюлозы, степени замещения ее производных, состава растворителя. В ряде работ изучены особенности холестерической мезофазы, формирующейся в растворах и расплавах некоторых производных целлюлозы. Значительное внимание уделено исследованию лиотропных биологических ЖК-систем. Проведено рентгенографическое исследование ламеллярных мезофаз основных структурообразующих липидов биологических мембран, а также мезофазы, образованной фибрillами мышцы; изучена ЖК-структура мембран и примембранных слоев эритроцитов. Исследованы особенности мезофаз на основе ДНК и синтетического полинуклеотида.

В стеновых сообщениях, посвященных исследованию композиций низкомолекулярных жидкых кристаллов с полимерами, описаны новые методы получения таких композитов, в частности путем заполнения низкомолекулярными жидкими кристаллами микротреции в полимерах. Получены пленочные материалы, состоящие из полимерной матрицы, содержащей микрокапсулы низкомолекулярного нематического или холестерического жидкого кристалла, предложен метод оценки механизма оптической памяти в таких композитах, изучено влияние электрического поля на их оптические свойства. Проанализирован опыт применения полимерных термоиндикаторных пленок в медицине.

Симпозиум показал, что наряду с явными достижениями в области ЖК-полимеров существуют и нерешенные проблемы – отсутствует необходимый ассортимент полупродуктов для синтеза мономеров и полимеров, не создана технологическая база для их малотоннажного производства, недостаточна взаимная информация научно-исследовательских и производственных коллективов, работающих в области исследования низкомолекулярных жидких кристаллов и полимеров. Отмечено, что для повышения эффективности исследований необходима целенаправленная научно-координационная работа в области ЖК-состояния полимеров в различных научных и научно-производственных организациях.

Фрейдзон Я. С.