

В.С. Безбородов, д-р хим. наук, проф.,
С.Г. Михалёнок, канд. хим. наук, зав. каф. орг. химии,
Н.М. Кузьменок, канд. хим. наук, доц.,
О.Б. Дормешкин, д-р техн. наук, проф.,
И.М. Жарский, канд. хим. наук, проф.
(БГТУ, г. Минск)

НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ В БГТУ

Разработка принципов и подходов создания новых материалов является одной из актуальнейших фундаментальных проблем. Известно, что для получения новых материалов используются два подхода, основанные на варьировании составов систем, используемых в качестве прекурсоров (исходного сырья) или варьировании процессов, включая синтез и условия последующей обработки полученных продуктов.

Первый метод является традиционным и широко используется для получения продуктов различного целевого назначения. Второй подход, связанный с самоорганизацией и упорядочением процессов, является более совершенным, активно развивается в последние годы, поскольку позволяет создавать материалы с уникальными свойствами. В той связи, несомненно, что управление процессами является важнейшей задачей на пути к созданию новых функциональных материалов с заданными физико-химическими свойствами и разработке разнообразных устройств на их основе

Сложные системы при определенных условиях способны реализовать согласованное поведение и конкретный путь развития. Спонтанное формирование новых типов систем и структур, переходы от хаотических (беспорядочных) режимов функционирования к порядку и организованной структуре в неравновесных системах, возникновение новых динамических состояний материи были детально изучены И. Пригожиным – лауреатом Нобелевской премии по химии (1977 г.) «за работы по термодинамике необратимых процессов, особенно за теорию диссипативных структур» [1]. Было показано, что неравновесные термодинамические системы (диссипативные структуры) при определённых условиях, поглощая вещество и энергию из окружающего пространства, могут совершать качественный скачок к упорядочению и самоорганизации.

Очевидным подходом к контролю структуры самоорганизующихся систем является управление градиентными полями, определяющими силы притяжения и отталкивания ее элементов, а

также, по нашему мнению, использование анизотропных материалов, которые будут способствовать созданию наведенной анизотропии, самоорганизации и упорядочиванию системы.

По нашему мнению, фундаментальный фактор анизотропии является определяющим в развитии современного материаловедения и создании новых поколений материалов с заданными физико-химическими свойствами.

Имея более чем 45 летний опыт исследований различных типов жидкокристаллических материалов, мы разработали оригинальную **методологию** создания не только ЖК материалов для всех типов электрооптических устройств отображения информации, но новых анизотропных материалов и устройств с более широким спектром практического использования.

Предлагаемые подходы получения новых материалов и анизотропных веществ, моделирования различных процессов базируются на закономерностях эволюционного развития природных органических соединений; многочисленных данных, полученных в последние десятилетия при изучении жидких кристаллов и упорядоченных сред; на использовании анизотропии молекул полифункциональных соединений для дизайна новых молекулярных структур (инженерия молекул), пленок, жидких кристаллов [2], мембран, мицелл и т. д.; для создания анизотропных ансамблей молекул и биологических систем.

Мы полагаем, что для синтеза как известных, так и новых анизотропных карбоциклических и гетероциклических соединений, имеющих стержнеобразную форму молекул и характеризующихся их ориентационной упорядоченностью, целесообразно использовать полифункциональные анизотропные соединения [3].

Доступность и многообразие исходных реагентов, высокие выходы продуктов реакций, возможность модификации фрагментов молекул различными реагентами позволяют целенаправленно проводить синтез соединений с желаемой комбинацией алкильных, циклических, мостиковых фрагментов; необходимым количеством и положением атомов галогенов, гидроксидных, других функциональных или полярных групп в центральной и терминальных частях молекул. Это позволяет получать анизотропные мономеры, красители, эффективные добавки к смазочным материалам и нанокомпозитам, поверхностно-активные вещества (ПАВ) и т.д., характеризующиеся высокой упорядоченностью молекул друг относительно друга, что является несомненным отличительным достоинством указанных соединений и позволяет широко использовать их в различных областях науки и техники.

Результаты наших исследований также показали, что анизотропные свойства и хорошее упорядочение молекул синтетических и природных полимеров дают возможность получения оригинальных высокоупорядоченных композитов путем включения биополимеров в синтетическую полимерную матрицу. Использование пептидных и углеводных строительных блоков в структуре полимеров позволяет не только улучшать мезоморфное поведение и свойства композитов, но и контролировать упорядоченность структуры и их биологическую функциональность [4].

Анизотропные полимеры были успешно использованы для замены различных элементов конструкций, связующих и активных материалов (электролитов) источников тока, устройств накопления и сохранения энергии: конденсаторов, литий-ионных батарей, солнечных панелей и т. д. Ожидается, что использование синтетических и природных полимеров в качестве функциональных составляющих и компонентов современных энергетических устройств и систем, дисплеев и устройств отображения информации приведет к новой парадигме развития инновационных материалов. Данное предположение и перспектива широкого использования анизотропных полимеров в различных областях науки и техники основаны

- на новых подходах к их функционализации, модификации, упорядочению и самоорганизации;
- синтезе разнообразных функциональных производных, представляющих практический интерес

В качестве перспективных вариантов создания и формирования структурированных поверхностей и пленок был изучен метод электрохимического анодирования неорганических материалов в присутствии анизотропных ПАВ. В процессе исследований был разработан способ создания упорядоченных структурированных поверхностей: наносетчатых пленок алюминия, оксидов In_2O_3 и SnO_2 (ITO), поры которых могут иметь различные диаметр, глубину и поверхностный рельеф [5]. Было установлено, что формирование структурированных пленок на указанных поверхностях с диаметром пор 150–200 нм позволяет получать однородную ориентацию молекул анизотропных соединений. Используя данные плёнки в качестве ориентирующих поверхностей, можно достичь улучшения качества ориентации молекул нематических жидких кристаллов, временных и электрооптических параметров жидкокристаллических устройств отображения информации. При этом по сравнению с традиционными методами создания ориентирующих покрытий, электрохимическое анодирование, позво-

ляющее получать различные плёнки с регулярной рельефной поверхностью, является более простым и экономичным методом.

Несомненно, комбинация анизотропных материалов, плёнок и поверхностей, характеризующихся упорядоченной рельефной структурой, открывает новый подход к разработке и созданию различных высококачественных устройств отображения информации с улучшенными параметрами.

Таким образом, управление процессами самоорганизации и упорядочения систем является важнейшей задачей на пути к созданию новых поколений материалов с улучшенными эксплуатационными свойствами, к формированию функциональных наноматериалов и разработке устройств на их основе. Очевидным подходом к контролю структуры самоорганизующихся систем является не только управление градиентными полями, определяющими силы притяжения и отталкивания ее элементов, но и, по нашему мнению, использование анизотропных соединений, которые будут способствовать созданию наведенной анизотропии и организации систем.

Предлагаемая нами методология является креативной, имеет целый ряд отличительных достоинств, в сравнении с известными методами получения аналогичных структур и с успехом может быть использована для создания новых поколений материалов и устройств с широким спектром практического использования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Николис, Г. Самоорганизация в неравновесных системах: От диссипативных структур к упорядоченности через флуктуации / Г. Николис, И. Пригожин. – М.: Мир, 1979. 512 с.
2. Безбородов, В. С. Химия жидкокристаллических материалов / В. С. Безбородов. – Минск : БГТУ, 2017. – 277 с.
3. Polyfunctional intermediates for the preparation of liquid-crystalline and anisotropic materials / V. Bezborodov [et al.] // *Liq. Cryst.* – 2015. – Vol. 42, № 8. – P.1124–1138.
4. Chemistry and Applications of Nanocrystalline Cellulose and Its Derivatives: A Nanotechnology Perspective / B.L. Peng [et al.] // *Can. J. Chem. Eng.* – 2011. – Vol. 89, № 5. – P. 1191–1206.
5. Design of Structured Surfaces and Anisotropic Materials for Display and Photonic Applications / V. Bezborodov [et al.] // *International Symposium. Digest of technical papers. Special Issue: Proceedings: EuroDisplay.* – 2015. – Vol. 46, № S1. – P. 93.