

Таким образом, исследовано влияние различных модификаторов на физико-механические и эксплуатационные свойства древесно-полимерных композиций. Показано, что оптимальным явилось использование в составе композиций модификаторов SEBS и СЭВА, улучшающих основные эксплуатационные характеристики ДПК на основе вторичного полиэтилена.

#### **Список использованных источников**

1. Мальцева О. Н. Пластмасса и ее отходы //Твердые бытовые отходы. – 2016. – № 5. – С. 29–29.
2. Абдуллаев Р. А., Овчинникова Г. П., Устинова Т. П. Модификация вторичных полимеров //Пластические массы. – 2012. – № 4. – С. 49–53.
3. Fayzullin I. Z. et al. Glass-Filled Wood-Polymer Composites Based on Polypropylene //Key Engineering Materials. – Trans Tech Publications Ltd, 2019. – Vol. 816. – P. 197–201.
4. Fayzullin IZ, Volfson SI, Musin IN, et al. The physicomechanical and rheological characteristics of wood-polymer composites based on thermally and mechanically modified filler. Int Polym Sci Technol2017; 44(2): 39–43.
5. Fayzullin I. Z. et al. Influence of the type of wood flour and nano-additives on structure and mechanical properties of wood polymer composites based on polypropylene. Mechanics, Resource and Diagnostics of Materials and Structures (MRDMS-2016) AIP Conf //Proc. 1785, doi. – Vol. 10. – No. 1.4967155.

УДК 620.22

**В.С. Безбородов, С.Г. Михалёнок, Н.М. Кузьменок**  
Белорусский государственный технологический университет

#### **СОВРЕМЕННОЕ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ: САМООРГАНИЗУЮЩИЕСЯ СИСТЕМЫ, АНИЗОТРОПНЫЕ ВЕЩЕСТВА, РАСТИТЕЛЬНОЕ СЫРЬЕ**

Учитывая, что большинство природных соединений и биополимеров – полисахариды, белки, гликопротеины, нуклеиновые кислоты характеризуются анизотропными свойствами; что возникновение жизни на Земле может являться результатом химической эволюции (теории В.И. Вернадского, А.И. Опарина, Дж. Холдейна); что самоорганизация динамических структур (диссипативных), химических

систем и органических молекул (теории И.Р. Пригожина, П.Ж. де Жена, ячейки К.А. Бенара) также является одним из возможных путей эволюции, мы предлагаем при разработке новых материалов и структур одновременно с условиями их получения рассматривать и учитывать фактор (роль) анизотропии – анизотропную форму молекул и анизотропию их свойств, анизотропию реакционной способности; самоорганизацию химических систем и органических молекул, обуславливающих региоселективность протекания и образования комплементарных структур (супрамолекулярная химия).

Методология создания новых материалов включает два подхода, основанных на варьировании составов систем, используемых в качестве прекурсоров (исходного сырья) или варьировании процессов, включая синтез, и условия последующей обработки полученных продуктов.

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.

Управление процессами самоорганизации является важнейшей задачей на пути к созданию новых функциональных материалов с заданными физико-химическими свойствами и разработке разнообразных устройств на их основе.

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.

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

Имея более чем 40 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.

Результаты наших исследований также показали, что анизотропные свойства и хорошее упорядочение молекул природных полимеров дают возможность получения оригинальных высокоупорядоченных композитов с широким спектром практического использования путем включения биополимеров в синтетическую полимерную матрицу. Использование пептидных и углеводных строительных блоков в структуре сополимера позволяет не только улучшать мезоморфное поведение и свойства, но и контролировать упорядоченность структуры и его биологическую функциональность [3].

Полисахариды – целлюлоза и хитин являются структурными аналогами и представляют линейные и довольно жесткие гомополимеры, построенные из  $\beta$ -D-глюкопиранозных и 2-ацетидамо-2-дезоксид- $\beta$ -D-глюкопиранозных единиц соответственно, связанных между собой  $\beta$ -(1 $\rightarrow$ 4)-гликозидными связями.

Высокая механическая прочность целлюлозы и хитина обусловлена образованием супрамолекулярных структур из полидисперсных линейных полимерных цепей, закрепленных межмолекулярными водородными связями. Ограниченная гибкость и большая длина являются предпосылками для образования высоко ориентированных агрегатов макромолекул этих биополимеров, обладающих признаками, характерными для жидкокристаллического состояния и обуславливающих анизотропию их свойств. Однако, супрамолекулярная структура и высокая упорядоченность молекул этих биополимеров приводят к их не растворимости в воде и наиболее распространенных органических растворителях, что осложняет возможность получения на их основе лиотропных жидкокристаллических систем и далее создание новых материалов с широким спектром практического использования.

Методом электрохимического анодирования неорганических материалов был разработан способ создания упорядоченных структурированных поверхностей: наносетчатых пленок алюминия, оксидов  $\text{In}_2\text{O}_3$  и  $\text{SnO}_2$  (ITO), поры которых могут иметь различные диаметр, глубину и поверхностный рельеф [4]. Было установлено, что формирование структурированных пленок на указанных поверхностях с диаметром пор 150–200 нм позволяет получать однородную гомеотропную ориентацию молекул нематических жидких кристаллов. Используя данные плёнки в качестве ориентирующих поверхностей, можно достичь улучшения качества ориентации молекул НЖК, временных и электрооптических параметров жидкокристаллических устройств отображения информации. При этом по сравнению с традиционными методами создания ориентирующих покрытий, электрохимическое анодирование, позволяющее получать различные плёнки с регулярной рельефной поверхностью, является более простым и экономичным методом.

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 является важнейшей задачей на пути к формированию функциональных наноматериалов с заданными физико-химическими свойствами и разработке наноустройств на их основе. Очевидным подходом к контролю структуры самоорганизованных систем является управление градиентными полями, определяющими силы притяжения и отталкивания ее элементов, а также использование анизотропных соединений, которые будут способствовать созданию наведенной анизотропии и организации систем.

Очевидна несомненная роль анизотропной формы, анизотропии свойств, реакционной способности молекул и направленности процессов (реакций) в получении природных веществ, биополимеров в формировании природной среды и живых организмов, в возникновении жизни.

В этой связи возникает необходимость перейти от химии индивидуальных анизотропных молекул к химии анизотропных молекул в континууме, к новому направлению исследований – супрамолекулярной химии анизотропных материалов – **анизотропному материаловедению** и детальному изучению **процессов самоорганизации**.

Предлагаемая нами методология отличается оригинальностью, является креативной и имеет целый ряд отличительных достоинств, в сравнении с известными методами получения аналогичных соедине-

ний и структур, моделирования биологических систем; с успехом может быть использована для разработки новых материалов и устройств с широким спектром практического использования.

### **Список использованных источников**

1. Николис Г., Пригожин И. Самоорганизация в неравновесных системах: От диссипативных структур к упорядоченности через флуктуации. М.: Мир, 1979. 512 с.
2. Bezborodov V.S., Mikhalyonok S.G., Kuz'menok N.M., Lapanik V.I., Sasnouski G.M. Liquid Crystals. v. 42, p.1124-1138, 2015.
3. Peng B.L., Dhar N., Liu H.L., Tam K.C., Can. J. Chem. Eng. vol. 9999, p. 1–16. 2011.
4. V. Bezborodov, V. Zhyllinski, A. Chernik, N. Bogomazova, I. Zharski, A. Smirnov, A. Stsiapanau, V. Lapanik, S. Mikhalyonok. International Symposium. Digest of technical papers. Eurodisplay 2015. Ghent, Belgium. P. 26, p. 93 (2015).

УДК 621.643:620.19

**А.Р. Билалов**

Тюменский индустриальный университет

### **ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ОЦЕНКА МЕХАНОХИМИЧЕСКОЙ ПОВРЕЖДАЕМОСТИ ЭЛЕМЕНТОВ ТРУБОПРОВОДОВ**

Методология оценивания механохимической повреждаемости сопротивления коррозионно-механическому разрушению металла (экспериментальным путем) при двухосном растяжении с помощью испытания образцов трубчатого сечения обладает недостатками. Данные недостатки связаны со сложностью создания образцов, а также организации непосредственного проведения опытов. Более простым для реализации способом создания двухосного напряженного состояния в металле [1] – является изгиб круглой пластинки усилием  $q$ , с распределением по окружности заданного радиуса  $r_1$ .

Центральная область пластины, ограниченная радиусом  $r_2$ , имеет следующие тангенциальные  $\sigma_1$  и радиальные  $\sigma_2$  напряжения, равные между собой ( $\sigma_1 = \sigma_2 = \sigma$ ), которые определяются по следующей формуле:

$$\sigma = \varphi_1 (3q / 4\pi\delta^2), \quad (1)$$

где  $q$  – распределенная нагрузка;  $\delta$  – толщина круглой пластинки;