Учёные СФУ предложили использовать жидкие кристаллы для производства «электронной бумаги»

Учёные Сибирского федерального университета и Института физики ФИЦ КНЦ СО РАН первыми в мире исследовали ориентационные структуры холестерических жидких кристаллов, внедрённых в полимерную плёнку с коническими граничными условиями.

В таких каплях были выявлены основные конфигурации директора и формирующиеся топологические дефекты, которые определяют электрооптические свойства этих материалов. Сообщается, что композитные материалы, которые можно создать на основе подобных жидких кристаллов, могут найти широкое применение в «умных окнах», электронной бумаге и лазерах нового поколения. Результаты исследования опубликованы в журнале Molecules.

«Умные окна», способные регулировать количество поступающего в помещение света, изменяя прозрачность, а также электронная бумага — технология отображения информации на механически гибком дисплее, работающем по принципу, например, электрофореза, — это технологии будущего, чьё становление мы можем наблюдать уже сегодня. Став частью быта, они позволят экономить электроэнергию, сохранят от вырубки леса, предоставят новые возможности (экран «электронной бумаги» настолько тонкий, что его можно свернуть в рулон без потери качества) и снизят антропогенную нагрузку на природу. Одним из ключей к массовому производству таких полезных гаджетов является разработка особых композитных материалов, чутких к воздействию даже слабых электрических сигналов. Один из способов производства этих материалов — внедрение жидкокристаллических капелек в объём полимерной плёнки. Это так называемые диспергированные полимером жидкие кристаллы (polymer dispersed liquid crystal, PDLC).

Плёнка PDLC умеет изменять оптические свойства от сильно рассеивающего (непрозрачного) до прозрачного состояния, под действием электрического поля. А также возможны и промежуточные состояния между прозрачным и непрозрачным оптическими состояниями. Насколько хорошо такие плёнки будут справляться с задачей, зависит, в том числе, от межфазного взаимодействия жидкого кристалла и полимера в PDLC, размера самих капелек, а также от типа применяемых жидких кристаллов и структур, которые они образуют.

> *«Холестерические жидкие кристаллы сейчас вызывают большой интерес — учёные полагают, что они, хотя и созданы искусственно, по некоторым свойствам подобны биологическим объектам. Например, принцип хиральности — несимметричности левой стороны относительно правой — свойственен молекуле ДНК и вирусам. Холестерические жидкие кристаллы могут выступать в качестве наглядных моделей для лучшего понимания сложных биологических структур. Это подобие созданного и естественно-природного толкает физиков на новые открытия»,* — отметила доцент кафедры приборостроения и наноэлектроники СФУ **Анна Гардымова**.

Учёный рассказала, что статья посвящена оптическим текстурам и ориентационным структурам,

формирующимся в каплях холестерических жидких кристаллов, помещённых в полимер. Научной новизной этого исследования являются заявленные авторами конические граничные условия на межфазной границе ЖК-полимер.

> *«Диспергированные в полимере холестерики, в которых ориентация директора на границе капли параллельна межфазной границе, отлично изучены — известны их структуры, хорошо показаны отклики на электрические и магнитные поля. Холестерические жидкие кристаллы, в которых ориентация директора на границе капли перпендикуляра межфазной границе, так называемые гомеотропные граничные условия, тоже активно изучаются, в частности, нашей научной группой. А вот холестерики с коническими граничными условиями — ориентированные как бы под углом, «диагонально», пока малоизучены, поэтому мы ими заинтересовались»*, — сообщила **Анна Гардымова**.

В ходе эксперимента в лаборатории были изготовлены PDLC-плёнки на основе различных жидких кристаллов и полимеров, эмпирическим путём была подобрана комбинация компонентов PDLC-плёнки с коническими границами. Затем учёные исследовали капли холестерика различного размера, поскольку предположили, что величина капель имеет принципиальное значение для формирования структур и, в конечном счёте, влияет на конечные свойства композита.

> *«Мы проследили, как ведёт себя жидкий кристалл в зависимости от величины отдельных капель. Помог параметр хиральности — это соотношение удвоенного диаметра капли к шагу спирали холестерика. Там, где этот параметр меньше N0≤2,9 формируется симметричная закрученная аксиально-биполярная конфигурация с поверхностным круговым дефектом на экваторе капли. А там, где капли холестерика значительно крупнее — сформируется слоистая структура. Кстати, оказалось, что между этими «крайними» стадиями возникает особая переходная структура, в которой симметрия уже нарушена, но слоёв пока не возникло, это одно из открытий, зафиксированных в статье»*, — продолжила исследователь.

Отмечается, что следующим шагом после фиксации различных структур, возникающих в холестерических жидких кристаллах с коническими межфазными границами в определённых диапазонах, станет углублённое изучение их свойств.

> *«Концепции смарт-окон, электронной бумаги, перестраиваемых микролазеров, по сути, базируются на имеющихся знаниях о поведении и „способностях“ холестерических жидких кристаллов с планарными или гомеотропными границами. Мы предполагаем, что показанные нами холестерики с коническими границами будут не менее, а может и более пригодны для производства суперсовременных материалов, из которых, в свою очередь, можно будет изготовить „электронный ценник“ или „электронный блокнот“, ради которого не понадобится рубить ни одного дерева. Но вот что именно происходит вод действием внешних факторов (электрического поля, изменения температуры и др.) внутри обнаруженных и описанных нами структур — симметричной, слоистой и переходной, какие физические закономерности для них характерны — например, оптическая мульти- или бистабильность — это нам только предстоит выяснить»*, — резюмировал соавтор работы, доцент кафедры общей физики СФУ, старший научный сотрудник Института физики им. Л. В. Киренского ФИЦ КНЦ СО РАН **Михаил Крахалёв**.

Работа выполнена при поддержке Российского научного фонда (грант №18-72-10036).

Пресс-служба СФУ, 27 мая 2020 г.

© Сибирский федеральный университет. Редакция сайта: +7 (391) 246-98-60, info@sfu-kras.ru.

Адрес страницы: https://news.sfu-kras.ru/node/23217