

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу Эгамова Мухтора Хасановича на тему «Структура и оптические свойства дисперсных сред на основе полимера и жидкого кристалла», представленную на соискание доктора физико-математических наук по специальности 1.3.8 – физика конденсированного состояния

В диссертации Эгамова Мухтора Хасановича представлены новые научные результаты в области исследования оптических свойств наноразмерных материалов, разработки и создания перестраиваемых элементов управления световых излучений. Научный интерес к этому направлению объясняется потребностью в изучении нелинейно-оптических свойств тонкопленочных материалов, в частности, диспергированных полимером жидких кристаллов (ДПЖК). Адаптированная в процессе выполнения диссертационной работы усовершенствованная технология получения композиционного материала на основе полимерных пленок и нематических жидких кристаллов (НЖК) типа 5СВ и 7СВ с улучшенными морфологическими характеристиками позволяет реализовать при создании оптических переключателей, поляризаторов, датчиков и затворов, что дает определенный научный задел для применения и производстве не только элементов управления, но и также оптических устройств. Предложенный модель кроме достижения практического результата выявил возможности оценки величины оптической нелинейности исследуемых композитов, необходимой для расчета и определения коэффициента светопропускаемости. Следует отметить, что развиваемая в диссертации тематика активно осваивается в настоящее время и требует междисциплинарного подхода.

В качестве научной новизны исследования следует отнести следующее:

- установлен и изучен конфигурационные преобразования точечных дефектов в каплях нематика во внешнем поле, обусловленный локальным изменением концентрации НЖК внутри полимерной матрицы;
- экспериментально показаны новые ориентационные структуры, формирующиеся в каплях жидкого кристалла под действием электрического, механического и светового полей и продемонстрированы их характерные текстурные картины;
- доказано, что совокупные данные измерений ПОМ и ДСК указывают на то, что в процессе термической обработки (TIPS) расплавленная эмульсия жидких кристаллов в полимерной матрице заменила более неравномерное распределение ЖК, полученное методом фазового разделения. Благодаря релаксации ПВБ происходит межфазное взаимодействие, определяющее гомеотропное сцепление капель нематика в связующем полимере.

Теоретическая значимость работы определяется тем, что достигнутый уровень понимания и описания соответствующих физических механизмов позволяют продвинуться в решении проблемы эффективности управления спектральными и поляризационными свойствами света в полимерно-жидкокристаллических структурах.

Практическая значимости работы. Демонстрирован новый способ формирования поляроидных пленок на основе ДПЖК композитов, модифицированные сурфактантами поверхностного сцепления межфазной границы и работающие в режиме рассеяния ненужной компоненты светового излучения.

Констатирован факт высокой светопропускаемости композитных пленок за счет внедрения СТАВ и с частичным увеличением вязкости композита, изменением морфологии,

увеличением проводимости жидкокристаллической капли и жестким сцеплением со стенками полимера.

Описан разработанный автором унифицированный устройств вида вращателя плоскости поляризации для синхронизации нематических элементов с внешними оптическими схемами.

Доказан уменьшение дипольного момента молекулы НЖК 7СВ с увеличением угла между двумя плоскостями соседних колец бензола внутри молекул, а также увеличение частоты колебаний валентной связи при переходе к ортогональной конформации.

Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения и списка цитируемой литературы, включающего работы самого автора.

Во введении обосновывается актуальность темы исследования, формулируются основные цели и задачи диссертационного исследования, подчеркиваются научная новизна и практическая значимость. Приводятся основные положения, выносимые автором на защиту, а также достоверность полученных автором результатов, указываются личный вклад автора, излагается апробация результатов.

В главе 1 – приведен обзор литературы по современному состоянию дел в физике конденсированного состояния по задачам, рассматриваемым в диссертационной работе. В первой части обзора рассмотрены низкоразмерные наноматериалы, как отдельно взятый класс. Далее анализируются работ по созданию композитных полимерно-жидкокристаллических материалов и методикой их исследования, применения поверхностно-активных веществ в качестве ориентирующих добавок, их влиянию на физико-химические свойства ЖК материалов и перспективам создания новых композитных полимерных пленок. Обзор литературы завершается постановкой задачи исследования.

Во второй главе демонстрируется способ формирования структур, необходимое для исследования объектах: используемые полимерные матрицы; классификация нематиков, наполнителей и пластификаторов. Обосновано использование в работе методов исследования: поляризационно-оптическая микроскопия, ИК-Фурье спектроскопия, электрофизические и механические методы исследования, ДСК, термометрия, лазерная спектроскопия и численного (компьютерного) моделирования. Приведены сведения об использованной аппаратуре.

Третья глава посвящена трансформация ориентационных структур под действием электрического поля. Здесь автор констатирует, что нематическая капля имеет ориентационную структуру с двумя буджумами, кольцевым дефектом и биполярной осью, наклоненной к плоскости пленки. Отсутствие полос затухания указывает на наличие деформации кручения, а угол между биполярной осью и плоскостью пленки в ансамбле капель может варьироваться от 0° до приблизительно 90° .

Соискателем обнаружено, что более низкие поля переориентации и более резкие переходы между включением (ВКЛ) и выключением (ВЫКЛ) могут характеризовать пленки в процессе зарядки, поскольку это может вызывать изменения в морфологии, диэлектрических свойствах и энергии поверхностного сцепления ПДЖК. Соответственно, состояния памяти могут возникать либо из-за механической фиксации жидкокристаллического директора, находящихся в более ориентированном состоянии во время процесса охлаждения, либо из-за возникновения внутреннего электрического поля ($E_{вн}$) постоянного тока на границах капель жидких кристаллов.

Выявлено, что при приложении электрического поля, пропускание ПДЖК образца увеличивается в состоянии ВЫКЛ до максимального значения (более 80%) затем остаётся

постоянным в течение всего времени зарядки и, наконец, снижается до значения около 75% в течение 10 минут после отключения зарядного электрического поля. Высокое значение пропускания в состоянии ВЫКЛ интерпретируется как эффектом памяти, вызванным механическим воздействием выпрямленных полимерных цепей, так и переориентацией директоров жидких кристаллов под действием внутреннего постоянного электрического поля $E_{вн}$. Показано, что общее значение свободной поверхностной энергии для ПВБ определяется вкладом дисперсионных сил Лифшица–ван дер Ваальса, небольшими вкладами донорных электронов и еще меньшим вкладом акцепторов электронов. Это означает, что в ПВБ преобладают дисперсионные силы Лондона, в то время как электростатические силы, водородные связи или диполь–дипольные взаимодействия менее активны.

Четвертая глава диссертации Эгамова М.Х. посвящен разработке и реализации оптической модели для описания коэффициента светопропускания ДПЖК слоя и поляризации излучения путем математического аппарата. Установлено, что основными параметрами, определяющими предельные значения степени поляризации света и коэффициента пропускания ДПЖК пленки при ее растяжении, являются: показатель преломления n_p полимерной матрицы, который должен быть равен обыкновенному показателю преломления $n_{\perp}$ жидкого кристалла (или необыкновенному $n_{||}$), а также поперечный размер ЖК капель. Эгамовым М.Х. показано, что модификация поверхностного сцепления на межфазной границе полимер-жидкий кристалл при растяжении приводит к значительному увеличению коэффициента когерентного пропускания и поляризующей способности пленки. Полученные результаты могут быть использованы для создания поляроидных пленок, на основе ДПЖК с ионно-сурфактантной модификацией межфазного поверхностного сцепления. Такие пленки работают в светорассеивающей моде без поглощения падающего света. Они обладают высокой светостойкостью, механической прочностью, высокими коэффициентом пропускания и поляризующей способностью. Автором выявлено, что скачкообразный рост светопропускания ортогонально поляризованной компоненты при $\Delta l/l_0 = 0,8$, обусловлен трансформацией исходной радиальной конфигурации директора в бездефектную, практически однородную ориентационную структуру. Установлено, что усиление контраста при переходе от планарной к твист-ориентации в структурах с ДПЖК не может быть объяснено теми же причинами, что и в структурах с чистым ЖК. Структуры с чистым ЖК работают только в поляризованном свете, и в них используется эффект двойного лучепреломления при планарной ориентации и поворот плоскости поляризации при твист-ориентации.

В пятой главе представлены результаты комплексного (теоретического и экспериментального) исследования строения и конформационных свойств молекул 4-алкил-4'-цианобифенила методами колебательной инфракрасной спектроскопии. Показано, что в интервале температур 26–140°C в жидкокристаллическом и жидком состоянии конформационный состав 7СВ неоднородный; в жидкокристаллическом состоянии и при фазовых переходах СЖК - НЖК и НЖК - ИзЖ в ИК спектре не выявлено признаков конформационной мобильности, конформационный состав образца не изменяется и одинаков. Предположено, что с ростом угла между плоскостями бензольных колец дипольный момент молекулы НЖК 7СВ уменьшается, и при переходе к перпендикулярной конформации молекулы наблюдается увеличение частоты колебаний валентной связи $C\equiv N$ на 5 см^{-1} и уменьшение интенсивности ИК-полосы почти на 2 раза. Выявлено, что

удлинение алифатической цепи в фрагменте C_3H_7 не приводит к заметным изменениям особенностей геометрической структуры молекулы.

В заключении автор приводит и формулирует полученные в рамках диссертации основные результаты и выводов.

Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертационной работы позволяют произвести численные расчеты реального эксперимента с целью обеспечения регулируемой оптической поглотительной способности в различных устройствах оптического назначения.

Наряду на несомненные достоинства работы, следует отметить следующие **замечания**:

1. В разделе 5 отсутствие масштабной линейки по оси абсцисс (по оси ω) в ИК-спектрах сильно затрудняет определении числовых значений коэффициента пропускания излучения (T);

2. Нет четкой конкретики в границах конформационными и конфигурационными стереоизомерами в спектрах 5CB и 7CB;

3. Полное раскрытие образования доменных стенок Блоха-Нееля позволило бы определить сил поверхностной сцепления в образцах с наклонными граничными условиями.

Отмеченные замечания в определенной степени снижают ценность результатов, но они никак не влияют на общую положительную оценку работы, которая является законченным исследованием, имеющим несомненное научное и практическое значение.

Нужно отметить, что диссертация Эгамова М.Х. оставляет впечатление добросовестно выполненной работы. Она написана грамотно и изложение материала выстроено вполне логично. Список цитируемой литературы полностью отражает ситуацию в данной области исследований.

На основе полученных результатов и произведенных расчетов, автором подготовлен и опубликован 101 научных работ, из них 10 в международных журналах, индексируемых Web of Science и Scopus, 31 - в рецензируемых журналах ВАК при Министерстве образования и науки РФ (7 статей в международных журналах, входящих в первый квартиль Q1), 1 патента на изобретения, 71 тезисов и докладов в материалах международных и всероссийских научных конференциях. Автореферат и публикации содержат основные идеи и выводы, полностью отражающие содержание диссертации.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Диссертационная работа Эгамова Мухтора Хасановича на тему «Структура и оптические свойства дисперсных сред на основе полимера и жидкого кристалла» выполнена на высоком научном уровне. В ней приведены научные результаты, позволяющие ее квалифицировать как разработку научно-обоснованных экспериментальных решений. Проведенные результаты можно квалифицировать как новые, обоснованные и имеющие большое практическое и научное значение. Диссертация написана доходчиво, грамотно и оформлена аккуратно, она представляет собой завершенную научно-исследовательскую работу на актуальную тему. Новые научные результаты, полученные диссертантом, полностью отвечает требованиям пунктов 9 – 14 Положения о присуждения ученых степеней ВАК РФ (Постановления Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. за № 842)), предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора физико-математических наук, а ее автор, несомненно,

заслуживает присуждения искомой ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 1.3.8.- Физика конденсированного состояния.

Официальный оппонент:

Курзина Ирина Александровна, д.ф.-м.н., профессор кафедры природных соединений, фармацевтической и медицинской химии Томского государственного университета. Специальность, по которой официальным оппонентом защищена диссертация: 01.04.07 – Физика конденсированного состояния.

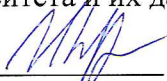
Почтовый адрес: 634050, РФ, г. Томск, пр. Ленина, 36.

Тел. служ.: 8 (3822) 529-665;

моб.: +7 913 882 10 28

e-mail: kurzina99@mail.ru

Даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета 99.0.057.02 на базе Таджикского национального университета и их дальнейшую обработку.

 /И.А. Курзина

« 14 » августа 2026 г.

Подпись

УДОСТОВЕРЯЮ

УЧЕНЫЙ СЕКРЕТАРЬ УС



 Т.Ю.ОСИПОВА