

ОТЗЫВ

Официального оппонента, доктора физико-математических наук, доцента, заведующего учебно-научной лабораторией теоретической и прикладной нанотехнологии Чаусова Дениса Николаевича на диссертационную работу Караави Ахмеда Рахима Шилтага «Механизм уменьшения времени электрооптического переключения в сегнетоэлектрических жидких кристаллах, допированных золотыми наночастицами» представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 – «Физика конденсированного состояния»

Актуальность рецензируемой диссертационной работы

Диспергирование наночастиц в жидких кристаллах (ЖК) приводит к появлению новых эффектов, существование которых невозможно в ЖК. Так, при внедрении наночастиц, существенным образом изменяются электрические свойства, что приводит к возможности управления проводимостью ЖК.

Актуальность выбранной темы обусловлена уникальными свойствами исследуемых объектов и широкими возможностями их применения. В настоящее время проведено огромное число исследований свойств жидкокристаллических нанодисперсий. Вне зависимости от типа жидких кристаллов и вида наночастиц, допирование, как правило, приводит к уменьшению времени электрооптического переключения. Среди всех типов наночастиц, используемых для допирования ЖК, следует особенно отметить золотые наночастицы. Данные наноматериалы отличаются химической стабильностью и уникальными физическими свойствами. В сегнетоэлектрических ЖК (СЖК) дисперсиях было выявлено снижение спонтанной поляризации. Данные результаты приводят к выводу, что вращательная вязкость СЖК должна уменьшаться при диспергировании наночастиц. Однако, этот вывод носит ошибочный характер, так как при расчете не учитывалось влияние изменения импеданса СЖК слоя, вызванного наличием наночастиц.

В данной диссертации, на основе метода импедансной спектроскопии, показано, что изменение электрической проводимости СЖК, вызванной наличием золотых наночастиц, приводит к перераспределению электрического напряжения, приложенного к ЖК ячейки, между ее компонентами.

Научная новизна и практическая значимость работы

1. Автором приведен метод измерения ионной проводимости слоя сегнетоэлектрического жидкого кристалла в ячейке с блокирующими электродами, используя емкостной ток.
2. Впервые исследованы диэлектрические и электрооптические характеристики сегнетоэлектрического жидкого кристалла CHS1, допированного золотыми наночастицами, во всем температурном диапазоне хиральной SmC фазы.

3. Автором проведен анализ эквивалентных электрических схем СЖК ячейки, допированного золотыми наночастицами.
4. Впервые показано, что доминирующим механизмом уменьшения времени электрооптического переключения СЖК, допированного золотыми наночастицами, является увеличение напряжения, падающего на данном слое, вызванного уменьшением ионной проводимости СЖК.

Достоверность полученных научных результатов определяется тем, что исследование выполнено на современном научном и методическом уровне с использованием широкого комплекса современных методов исследования.

Во введении отражена актуальность выбранной темы, сформулированы цель, задачи, научная новизна и практическая значимость проведенного исследования, представлена информация об апробации, выделен личный вклад автора работы.

В первой главе приведен обзор литературы, где рассмотрены электрооптические и диэлектрические свойства сегнетоэлектрических жидких кристаллов. Основное внимание уделено влиянию наночастиц на электрические и электрооптические свойства жидких кристаллов, а также особенностям движения микрочастиц в жидких кристаллах. В данной главе показано, что вне зависимости от типа наночастиц, диспергированных в СЖК, время электрооптического переключения уменьшается примерно на 30%-50%.

Вторая глава посвящена описанию методик измерения физических свойств сегнетоэлектрических жидких кристаллов, а также обработке экспериментальных данных. Здесь также представлены результаты измерения диэлектрических свойств и материальных параметров СЖК и дисперсии золотых наночастиц в СЖК. В данной главе показано, что допирование золотыми наночастицами СЖК слоя в ячейке приводит как к уменьшению спонтанной поляризации СЖК, так и к уменьшению времени электрооптического переключения.

В третьей главе представлены результаты, посвященные исследованию влияния золотых наночастиц на электрическую проводимость СЖК по постоянному полю. Показано, что известные способы измерения электрической проводимости слоя ЖК в ячейке с блокирующими электродами не позволяют корректно оценить эту величину с использованием тока проводимости. Для правильного измерения величины проводимости слоя ЖК в ячейке с блокирующими электродами был адаптирован емкостной метод. Суть данного метода состоит в измерении мнимого компонента переменного тока. С использованием данного подхода была измерена величина ионной проводимости по постоянному полю как чистого СЖК, так и СЖК, допированного наностержнями, внутри ячеек с блокирующими электродами. Из данных измерений следует, что золотые наночастицы существенно изменяют электрическую проводимость СЖК, что было объяснено адсорбцией примесных ионов наночастицами.

В четвертой главе представлены исследования, направленные на идентификацию доминирующего механизма уменьшения времени

электрооптического переключения сегнетоэлектрического жидкого кристалла, допированного золотыми наночастицами. Путем анализа экспериментально измеренных комплексных спектров импеданса ячеек, заполненных чистым СЖК и дисперсией СЖК/ЗНЧ, получены распределения напряжения между элементами делителя напряжения. Показано, что допирование СЖК золотыми наночастицами приводит к увеличению электрического напряжения, падающего на слое СЖК. Используя данный результат, было показано, что именно этот эффект ответственен за уменьшение времени электрооптического переключения сегнетоэлектрического жидкого кристалла, допированного золотыми наночастицами. Расчет величины вращательной вязкости СЖК показал ее независимость от наличия наночастиц.

Основное содержание диссертации отражено в 7 научных работах, из них 3 опубликованы в журналах рекомендованных ВАК для представления результатов работ на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук.

К работе имеются некоторые замечания

1. Автором неполно исследованы сами золотые наночастицы, а как известно изменение свойств СЖК систем зависит от типа, размера и формы НЧ, используемых при допировании.

2. Из работы не ясно влияние концентрации ЗНЧ на ионную проводимость по постоянному току слоя СЖК.

3. В работе ставится вопрос о влиянии ЗНЧ на раскрутку спирали СЖК, в тоже время, не четкого ответа по этому вопросу.

4. К недостаткам работы также можно отнести не полный анализ современных экспериментальных исследований в области диэлектрической спектроскопии ЖК и компенсационных схем, которые ими были применены, в частности научной группы П. Перковского.

5. В работе следовало бы уделить больше внимания сравнению полученных экспериментальных результатов с современными теориями снижения ионной проводимости системы ЖК–наночастицы. Так же отсутствуют сравнения с современными теоретическими работами об изменении ориентации директора ЖК при добавлении наночастиц (в частности работы А.В. Емельяненко), который существенно влияет на механизм уменьшения времени электрооптического переключения.

Сделанные замечания не влияют на положительную оценку выполненной работы в целом. Практическая и научная значимость ее результатов не вызывают сомнений. Четко сформулированы выводы, последовательно и обоснованно соответствуют полученным результатам.

Представленная к защите диссертация является законченным научно-квалификационным исследованием. Она содержит новые сведения, представляющие научный интерес в области физики конденсированного состояния. Их практическая значимость полученных результатов могут быть использованы для создания нового поколения пространственно-временных модуляторов оптического излучения и жидкокристаллических дисплеев.

Содержание диссертации в достаточной степени отражено в научных публикациях. Автореферат соответствует содержанию диссертационной работы и представляет основные ее результаты.

Таким образом, рассматриваемая диссертация «Механизм уменьшения времени электрооптического переключения в сегнетоэлектрических кристаллах, допированных золотыми наночастицами» соответствует паспорту специальности 01.04.07 – «Физика конденсированного состояния» в пунктах 2, 3, 6, 7 областей исследования, а также требованиям, предъявляемым к диссертации на соискание ученой степени кандидата наук, сформулированных в критериях п. II п.п. 9–14 «Положение о порядке присуждения ученых степеней», утвержденном Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 №842 (ред. от 01.10.2018), а её автор Караави Ахмед Рахим Шилтаг, заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 – «Физика конденсированного состояния».

Официальный оппонент:

доктор физико-математических наук, доцент, (01.04.07 – Физика конденсированного состояния) заведующий учебно-научной лабораторией теоретической и прикладной нанотехнологии, Государственного образовательного учреждения высшего образования Московской области Московский государственный областной университет
тел.: +7 (926) 332-76-98
e-mail: d.chausov@yandex.ru
Адрес: 141014 Московская область,
г. Мытищи, ул. Веры Волошиной, 24

Д.Н. Чаусов

27.04.2021



Начальник отдела
по работе с персоналом
Управления делами
Чуркина О.Ю.