



Выставка DISPLAY 2008

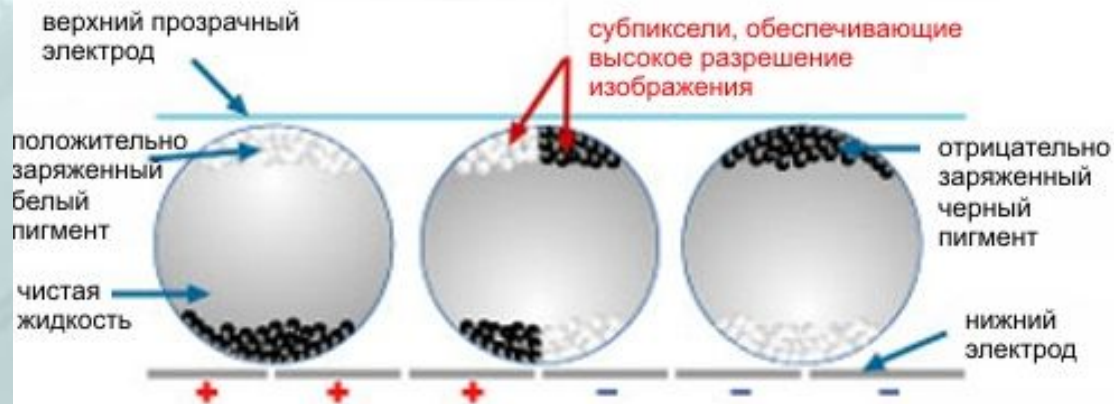
*Микрокапсулированные жидкие кристаллы
как основа «электронных чернил»*

StereoPixel

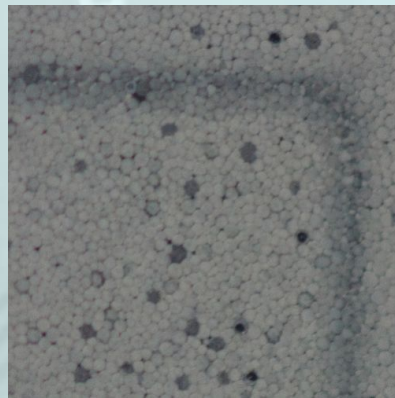
Технология «электронных чернил»

Современная технология «электронных чернил» («электронной бумаги») разработана в 1990-х годах Джозефом Якобсоном. Он же основал корпорацию E-ink (E Ink), которая, совместно с Филипс Компонентс вывела эту технологию на рынок.

Микрокапсулы-пиксели



Продукты на основе «электронных чернил»



17 сент. 2008 Plastic Logic открыла в Дрездене фабрику по производству до 11 млн дисплеев на основе «электронных чернил»

Достоинства/недостатки технологии «электронных чернил»

Достоинства:

- Технологичность
- Низкая цена
- Низкое энергопотребление
- Гибкость
- Малый вес
- Прочность

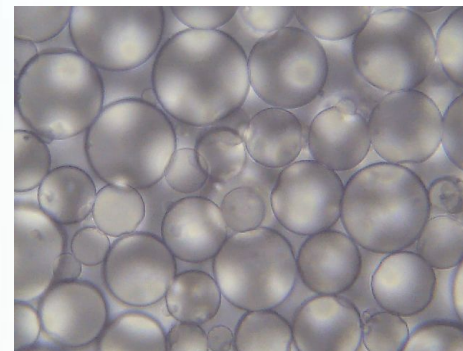
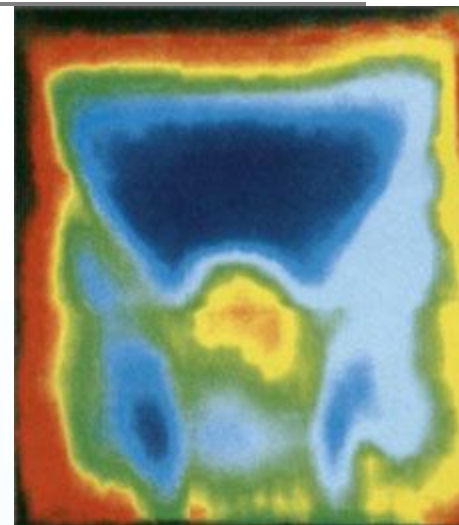
Недостатки:

- Низкое быстродействие
- Низкий контраст
- Работа только в отраженном свете

Микрокапсулированные ЖК

Технологические основы процесса микрокапсулирования ЖК:

- Капсулированные полимером жидкие кристаллы (КПЖК). Основные работы велись в Институте теоретической и прикладной механики им. С.А. Христиановича СО РАН и Институте физики им. Л.В.Киренского СО РАН.
- Технология микрокапсулирования. Основные работы велись в Московском Химико-Технологическом Институте им. Д.И. Менделеева.



Достоинства/недостатки КПЖК, цели технологии МКЖК

Достоинства:

- Гибкость
- Малый вес
- Прочность
- Высокое быстродействие (до 1 мсек)
- Высокая прозрачность (до 70%)

Недостатки:

- Нетехнологичность
- Высокое управляющее напряжение

Цель разработки технологии МКЖК:

- Разработка промышленной (т.е. тиражируемой, дешевой и совместимой с имеющейся элементной базой) технологии внедрения ЖК в полимерные пленки.

Технология микрокапсулирования ЖК

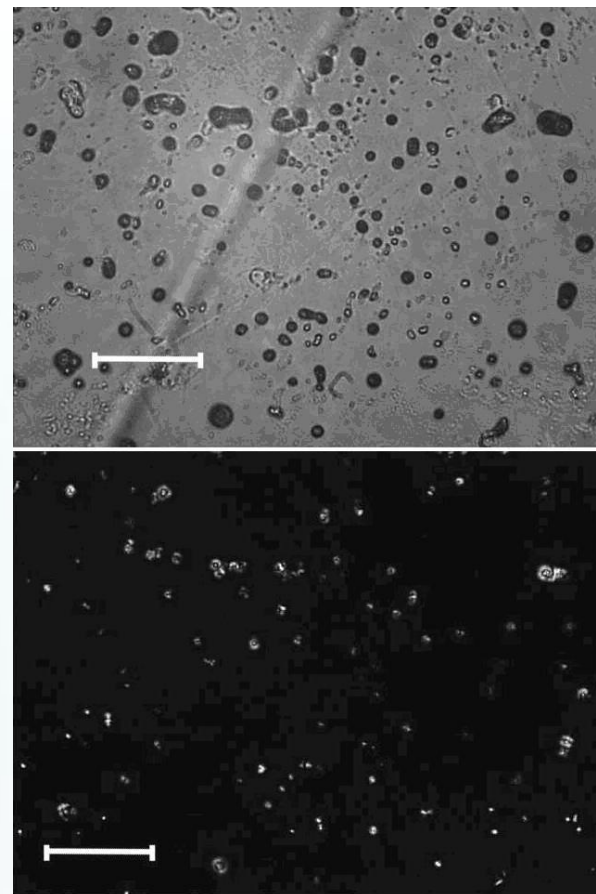
Для МК жидких кристаллов была разработана оригинальная технология т.н. «блок-полимеризации» [3], основанная на методе поликонденсации на границе раздела фаз в системе «масло в воде». Для получения полимочевинной оболочки используется полиэтиленполиамин (ПЭПА) в водной фазе и полиизоцианат (ПИЦ) в органической фазе. Реакция поликонденсации на границе раздела фаз протекает быстро и при комнатной температуре (20-25° С) [1].

Данная технология обеспечивает возможность стабильного производства микрокапсул в диапазоне 1-100 мкм, с толщиной оболочки – 0.1-10 мкм соответственно. Еще одним достоинством данной технологии является эффект автостабилизации содержимого ядра, т.е. не требуются дополнительные стабилизирующие добавки в состав ЖК.

Физические свойства микрокапсулированных ЖК

Исследование полученных образцов микрокапсулированного нематического ЖК включало определение геометрических характеристик микрокапсул и электрооптических характеристик тонкого слоя микрокапсул, нанесенного на подложку. Во всех тестах использовался хорошо исследованный нематический ЖК 5ЦБ (4-н-пентил-4'-цианобифенил), что позволяет провести сравнительный анализ полученных результатов.

По изображению на верхнем кадре можно оценить размеры и форму микрокапсул. Микрокапсулы в своем большинстве сферические, наблюдаются несколько слипшихся микрокапсул. Изображение на нижнем кадре дает представление о размерах полостей.



Электрооптические свойства МКЖК

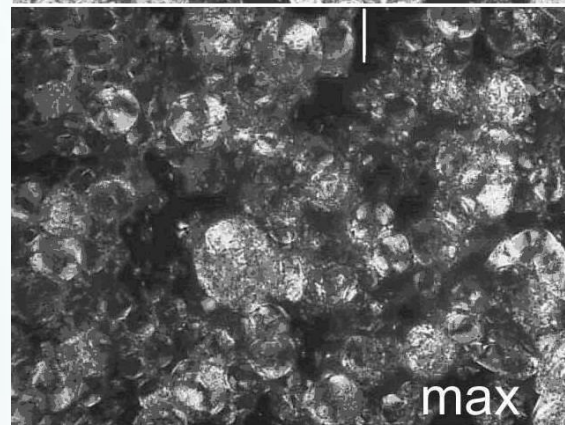
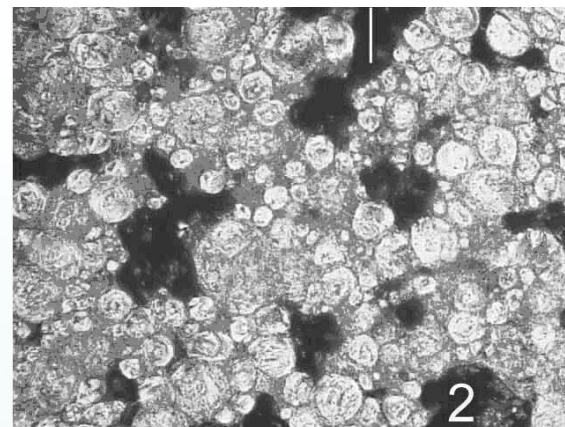
Эксперименты по управлению оптическими свойствами капсулированного нематика проводились с ячейкой, заполненной концентрированной водной суспензией. Ячейка состояла из двух тонких стекол, одна сторона которых покрыта прозрачным электропроводным слоем, а вторая – поляризационной пленкой. Стекла располагались проводящим слоем друг к другу на расстоянии 0,01мм, поляризаторы имели ортогональную ориентацию. К электродам прикладывалось переменное напряжение различной амплитуды и частоты от 10 Гц до 10 МГц.

Электрооптические свойства МКЖК

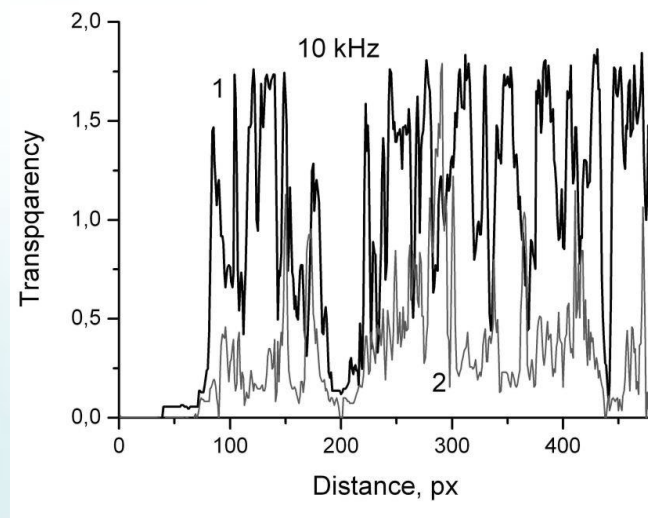
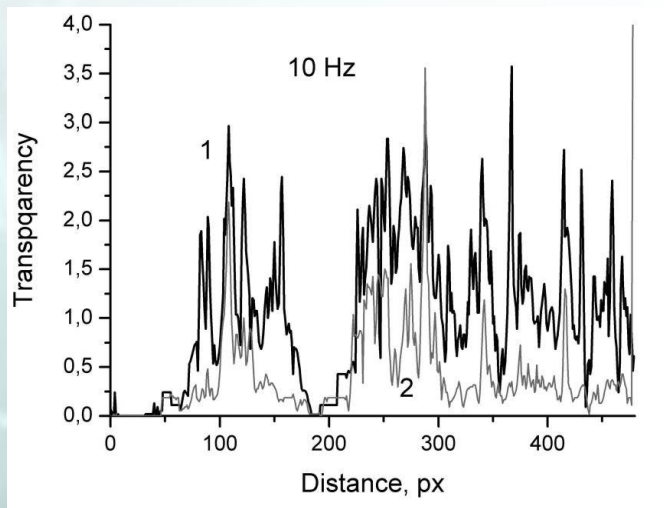
На рисунке показаны микрофотографии образца, полученные для частоты 10 Гц при двух значениях напряжения между электродами – 2 В и около 30 В (максимальное напряжение, при котором проводились наблюдения). Темные пятна на микрофотографии соответствуют областям, не содержащим микрокапсул (т.к. поляроиды ортогональны).

Микрокапсулы на верхней фотографии прозрачны, т.к. свет, прошедший через заполненные нематиком полости приобретает, в общем случае, эллиптическую поляризацию.

На нижней фотографии ЖК в микрокапсулах ориентирован управляющим напряжением и не изменяет поляризацию света, поэтому микрокапсулы непрозрачны.



Электрооптические свойства МКЖК



На рисунках выше показаны графики распределения относительной прозрачности для приведенных выше фотографий для частот 10 Гц и 10 кГц. Расстояние в пикселях измеряется от верхнего края. Максимальные значения контрастности, зарегистрированные в этих измерениях, достигают 10 (например, для области вблизи 130 пикселя). Усредненные по полю зрения значения контрастности равны примерно 1:3 независимо от частоты.

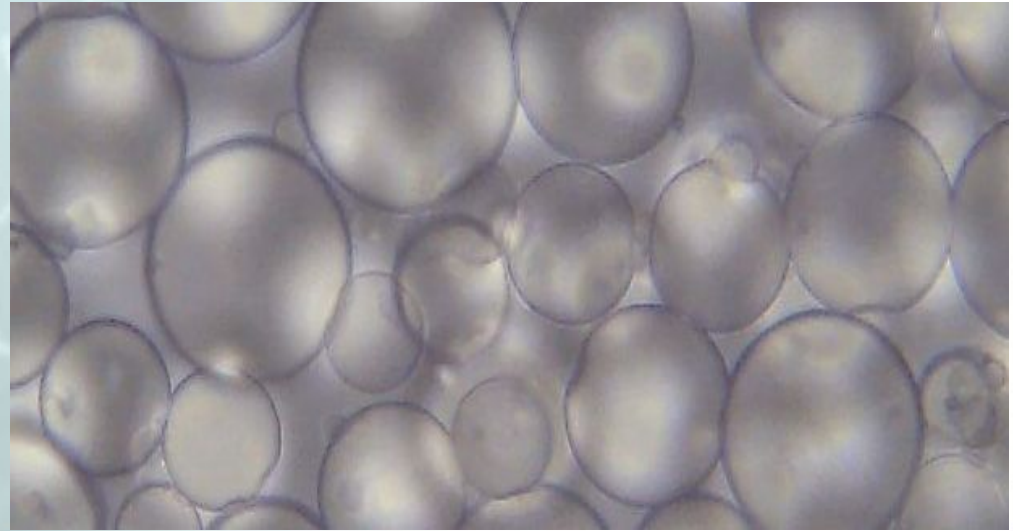
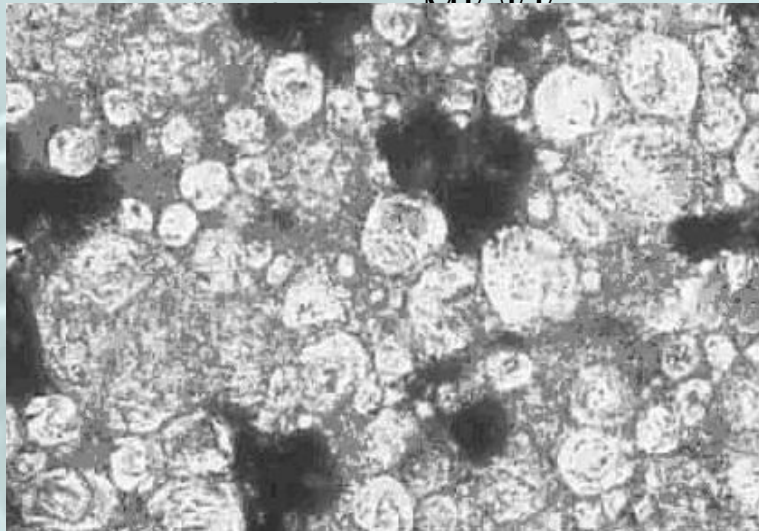
Результаты

- На основе технологии МК получены дисперсные микрокапсулы, содержащие ЖК, размером от 1 до 100 мкм и толщиной оболочки от 0.1 до 10 мкм. Причем данная технология обеспечивает стабильность результатов на основе таких легко контролируемых параметров, как исходная концентрация веществ, скорость и время перемешивания, что подтверждается результатами действующего опытного производства микрокапсулированных материалов.
- Внутри микрокапсулы не наблюдается какой-либо регулярной структуры. Это обстоятельство не способствует получению широкого динамического диапазона на данных образцах, но определяет направление дальнейших исследований: усовершенствование технологии изготовления микрокапсул и исследование механизмов взаимодействия материала оболочки, ЖК и дополнительных легирующих добавок.
- Максимальные значения контрастности, зарегистрированные в этих измерениях для отдельных микрокапсул, достигают 10, при усредненных по полю зрения значениях примерно 1:3. Низкие значения усредненной контрастности могут быть улучшены дальнейшим усовершенствованием технологии нанесения и упаковки микрокапсул в полимерной пленке.
- Изменение прозрачности происходит при подаче напряжения, сравнимом с чистыми НЖК, что является положительным качеством исследовавшихся образцов. Обычно в капсулах с твердой матрицей (КПЖК) пороговые напряжения повышаются, причем существенно.

Заключение

Проведенная работа показала возможность создания электрооптических материалов на основе микрокапсулированных ЖК (МКЖК). По сути, технология микрокапсулирования обеспечивает переход от классических ЖКИ (КПЖК) к технологии электронных чернил (EInk) и позволяет объединить достоинства обеих технологий, а главное – использовать уже имеющийся совместный технологический задел, т.к. диапазон свойств МКЖК позволяет создать полные аналоги электрофоретических материалов, уже используемых в электронных чернилах.

В настоящее время продолжается совершенствование технологии МК (ср. рис. с первыми и текущими образцами МКЖК), а также ведется поиск новых сфер



Список использованной литературы

- 1. Солодовник В.Д. *Микрокапсулирование*. М., 1980.
- 2. Жаркова Г.М., Сонин А.С. *Жидкокристаллические композиты*. "НАУКА" Новосибирск 1994.
- 3. Серегин В.В., Усанкин А.А. Патент РФ на изобретение № 221279, 27.09.03 г