

УДК 548.0 : 53

Оглоблин Г.В.

Амурский государственный гуманитарно-педагогический университет

ВОЗДЕЙСТВИЕ КОРОННОГО РАЗРЯДА НА ПЛЁНКУ ЖИДКОГО
КРИСТАЛЛА

В работе рассматривается влияние коронного разряда на текстуру жидких кристаллов на фазовом переходе кристаллическое - жидкокристаллическое - изотропное состояние.

Ogloblin G.V.

Amur state humanitarian-pedagogical university

AFFECTING OF CORONA DIGIT TAPE OF LIQUID CRYSTAL

Influence of corona digit is in-process examined on texture of liquid crystals on a phase transition crystalline - liquid-crystal is the izotropic state.

В работе [1] рассматривается механизм электрогидродинамической неустойчивости нематических жидких кристаллов (НЖК). Опыт проводился на тонких оптических ячейках типа «сэндвич». При этом механическим способом (натиранием) создавалась ориентация директора НЖК с $\Delta\epsilon < 0$ вдоль координаты x . При подаче низкочастотного электрического поля на обкладки оптической ячейки наблюдалась текстура чётких светлых и тёмных полос или в виде сетки. Ориентация, которых перпендикулярна направлению натирания[2]. Это явление подробно исследовали, и оно получило название домены Капустина – Вильямса[3]. Толщина ячейки от $d = 10 - 100\text{мкм}$ при напряжении $U \approx 5 \div 10 \text{ В}$. Доменной картиной можно управлять вплоть до её разрушения. При увеличении напряжения на обкладках отмечалось «кипение» НЖК [4]. На наличие стационарного течения жидкости в плоскости xz внутри ячеек так же отмечается в работе [5]. Полученную доменную структуру рис.1 можно использовать в качестве дифракционной решётки с w - периодом доменов Капустина - Вильямса. При этом угловое распределение падающего лазерного луча описывается уравнением Вульфа - Брегга:

$$w \sin \theta = m\lambda, \quad m = 0, 1, 2, \dots,$$

где θ – угол дифракции.



Рис.1.а. Домены Капустина – Вильямса НЖК с периодом $w = 20\text{мкм}$ в МББА. $U = 7,5\text{В}$, $f = 64\text{Гц}$, $T=25^{\circ}\text{С}$. б. Неустойчивость в виде сетки с малым периодом $U = 98\text{В}$, $d = 40\text{мкм}$ [1].

Для исследования поведения молекул жидкого кристалла в коронном разряде нами собрана установка состоящая из высоковольтного преобразователя 12В/25кВ, электрода типа игла, плоского электрода 30х30х2мм - стеклянной пластины с напылённым, прозрачным, проводящим слоем из двуокиси олова SnO_2 , жидких кристаллов типа Х-40 ($\text{C}_{38}\text{H}_{58}\text{O}_2$ – холестерилловый эфир п-бутилбензойной кислоты). Проводящие слои на плоском электроде получают пиролизом в муфельной печи при температуре $400\text{-}500^{\circ}\text{С}$. На плоский электрод, наносятся холестерические жидкие кристаллы в виде порошка и разогревают их до изотропного состояния 230°С так, чтобы образовалась плёнка кристалла по всей поверхности. Электрод типа игла располагают на расстоянии 20 мм от поверхности плоского электрода. На электроды подаём напряжение 20,83 кВ при токе 3 мкА. Под воздействием электрического поля и охлаждения плёнки жидкого кристалла на плоском электроде формируется сеточная картина структуры (текстуры) жидких кристаллов. Процесс продолжается до тех пор, пока плёнка не охладится ниже 125°С . Таким образом мы получим текстуру рис.2б из оптических ячеек жидких кристаллов с определённым периодом повторения. В зависимости от времени воздействия короны можно управлять процессом образования сетки из вращающихся ячеек жидких кристаллов их величиной и плотностью распределения по плоскому электроду от центра к периферии. При этом следует отметить, что на плоском электроде не проводилась ориентация молекул жидкого кристалл - натиранием, травлением, косым напылением.

Таким образом, мы получили двумерную дифракционную решётку. Полученная решётка сохраняет свои свойства до температур 125°С и может быть стёрта нагревом выше мезофазы применяемых кристаллов.

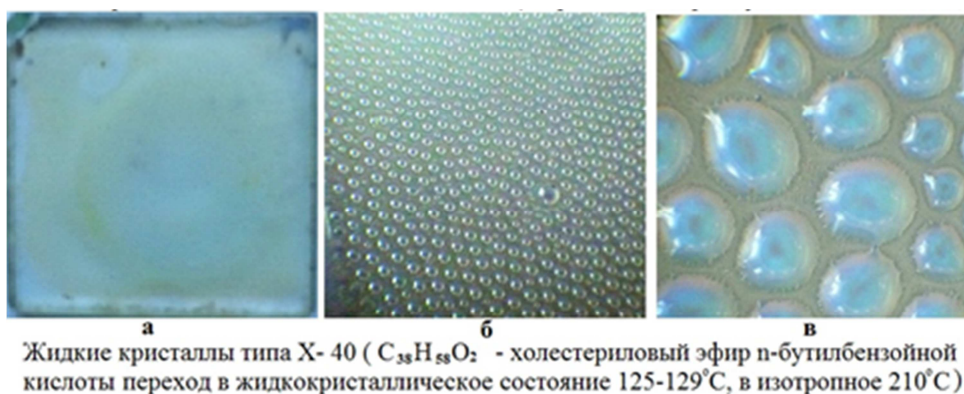


Рис.2.Динамика формирования текстуры жидкого кристалла X-40 в коронном разряде. а. Плоский электрод с плёнкой жидких кристаллов. б. Сетка из «застывших» оптических ячеек жидких кристаллов. в. Ячейки жидких кристаллов в электрическом поле.

Аналогично проводим опыт с ХЖК типа X-24-(холестерил –п-бромбензоат) мезофаза которого 174-178°C рис.3. На проводящую стеклянную подложку наносим порошкообразный жидкий кристалл X-24. Нагреваем подложку до температуры 230°C. Включаем коронный разряд, убираем подогрев подложки. На рис.3а –изотропная жидкость , рис.3б – текстура ХЖК типа X-24, рис.3в – оптические ячейки ХЖК X-24.

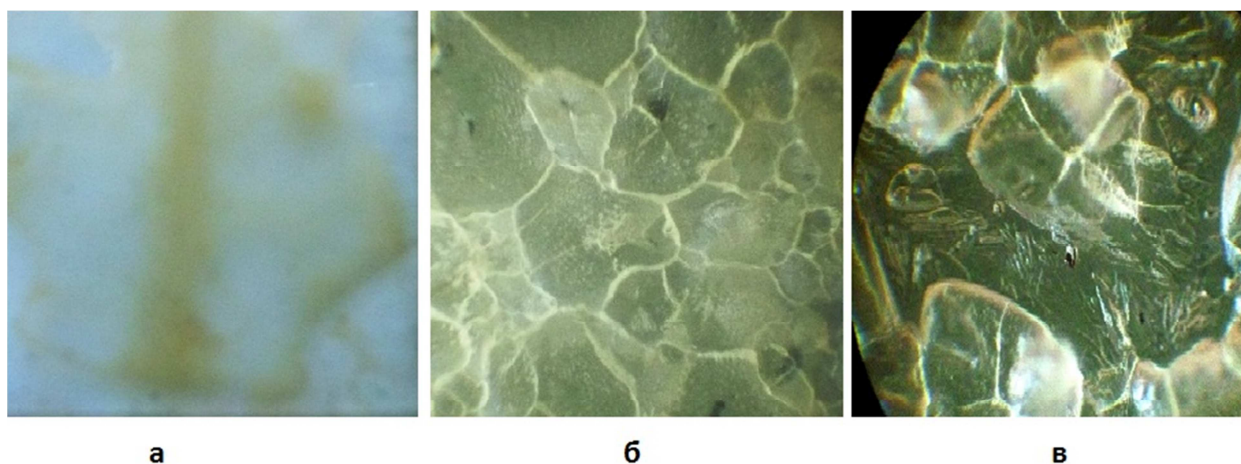
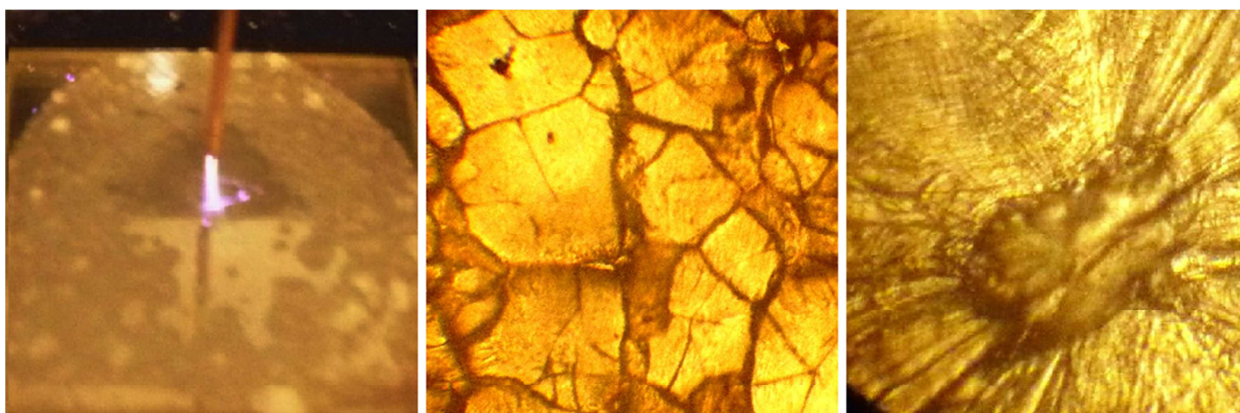


Рис.3. Динамика формирования текстуры жидкого кристалла X-24 в коронном разряде. а. Плоский электрод с плёнкой жидких кристаллов. б. Текстура оптических ячеек жидких кристаллов. в. Ячейки жидких кристаллов в электрическом поле.

ХЖК типа X-6 с мезофазой 100-93°C также доводим до изотропного состояния 109°C и выключаем подогрев. Подаём на электроды напряжение порядка 20,83 кВ. На рис.4а показан коронный разряд стримерного типа, под

действием поля формируется текстура кристалла рис.4б. При этом на поверхности плоского электрода образуются оптические ячейки рис.4в.



а б в
Жидкие кристаллы холестерического типа Х-6 (Холестерилкаприлат-переход в жидкокристаллическое состояние 100-93°С, переход в изотропное 106-109°С)

Рис.4. Динамика формирования текстуры жидкого кристалла Х-6 в коронном разряде. а. Плоский электрод с плёнкой жидких кристаллов под воздействием стримерного коронного разряда. б. Текстура оптических ячеек жидких кристаллов. в. Ячейка жидких кристаллов в электрическом поле.

Во всех отмеченных примерах мы имеем дело с низкочастотной ЭГД-неустойчивостью. Наблюдение таких электрооптических ячеек в электрическом поле даёт информацию о характере оптической неоднородности, в слое при $U=U_n[1]$, что вполне справедливо и для ХЖК помещённый в коронный разряд. При этом вихревое движение ХЖК особенно сильно в области максимального градиента скорости. Конец директора описывает замкнутую поверхность на рис.2в,3в.4в, - оптические ячейки под действием электрического поля перемещаются от центра коронарного пятна, к его периферии постепенно укрупняясь, это хорошо заметно на рис.5.5, где каждая ячейка имеет свой вращающий момент. Направление вращения директора ячейки справа от игла против часовой стрелки, слева по часовой стрелки. Возбуждённые ячейки имеют молочный цвет, что характерно для динамического рассеивания, падающего на них светового потока. Каждая из ячеек работает как линза. Центральная часть коронарного пятна постепенно освобождается от подвижных ячеек жидких кристаллов, остаётся слой кристаллов, которые не могут преодолеть силы молекулярного сцепления с подложкой. Таким образом, можно получить заданную калиброванную толщину плёнки жидких кристаллов управляя параметрами коронного разряда.

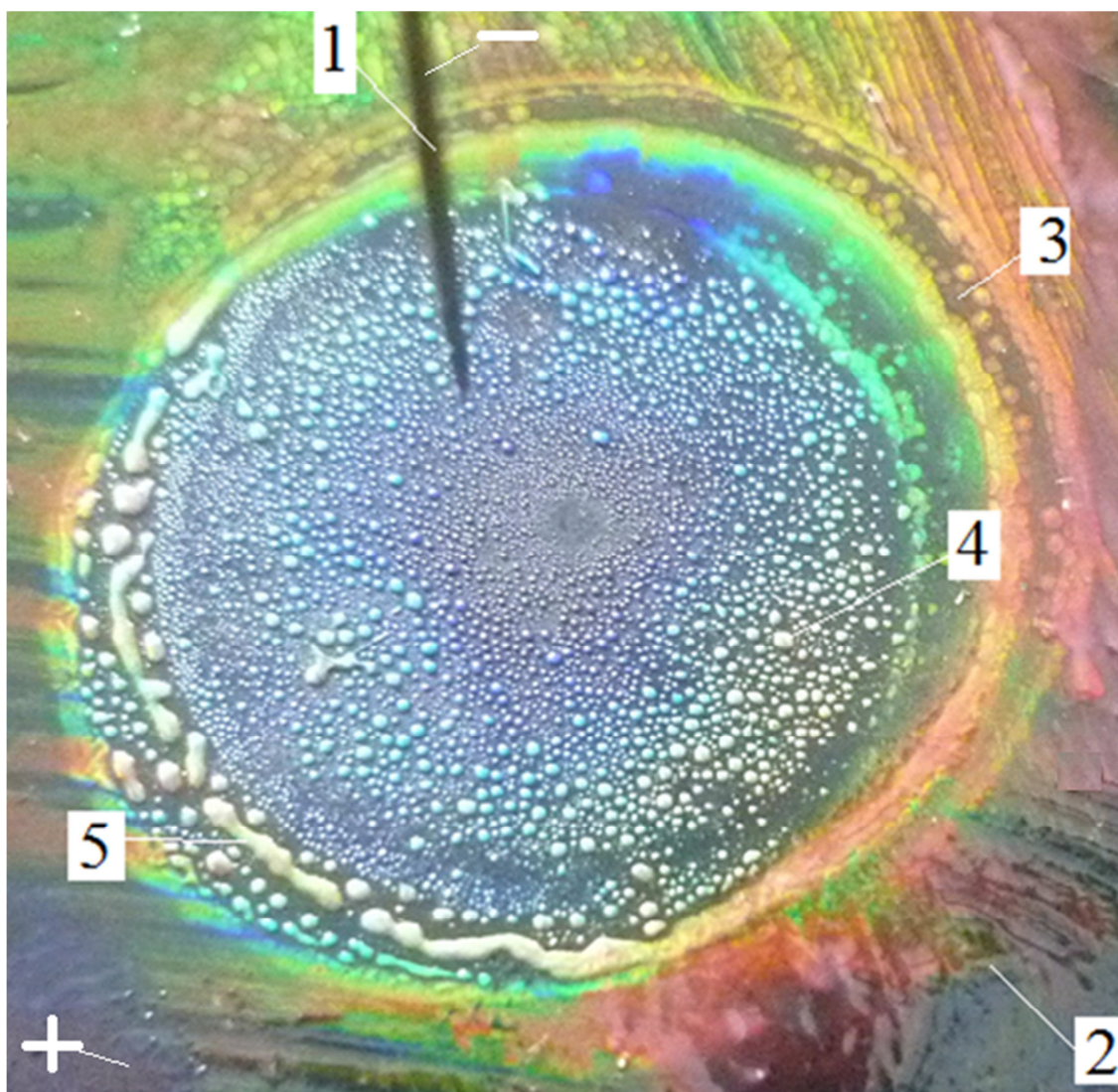


Рис.5. Плёнка ХЖК в неоднородном электрическом поле коронного разряда.1.Электрод типа игла. На игле отрицательный потенциал. 2.Проводящая стеклянная подложка или плоский металлический электрод.3. Граница коронарного отпечатка в плёнке жидких кристаллов.4.Возбуждённые, вращающиеся ячейки ХЖК типа Х-40. 5. Объединённые ячейки.

Если в коронном разряде типа плоскость – игла, плоский электрод выполнить в виде цилиндрической кюветы, в которую залить подготовленные жидкие кристаллы типа Х-40 с толщиной слоя в несколько миллиметров то при подаче напряжения в 25кВ в последней возникает ЭГД-неустойчивость проявление, которой определяется кипением жидких кристаллов в объёме кюветы рис.6. Поток жидкости от центра устремляется к стенкам цилиндра Скорость расширения тора с первого кадра по шестой 0,71мм/с. С шестого кадра по двенадцатый процесс стабилизируется и зависит от температуры жидких кристаллов и параметров коронного разряда, можно получить

текстуру поверхности жидких кристаллов, охладив их не отключая коронный разряд.

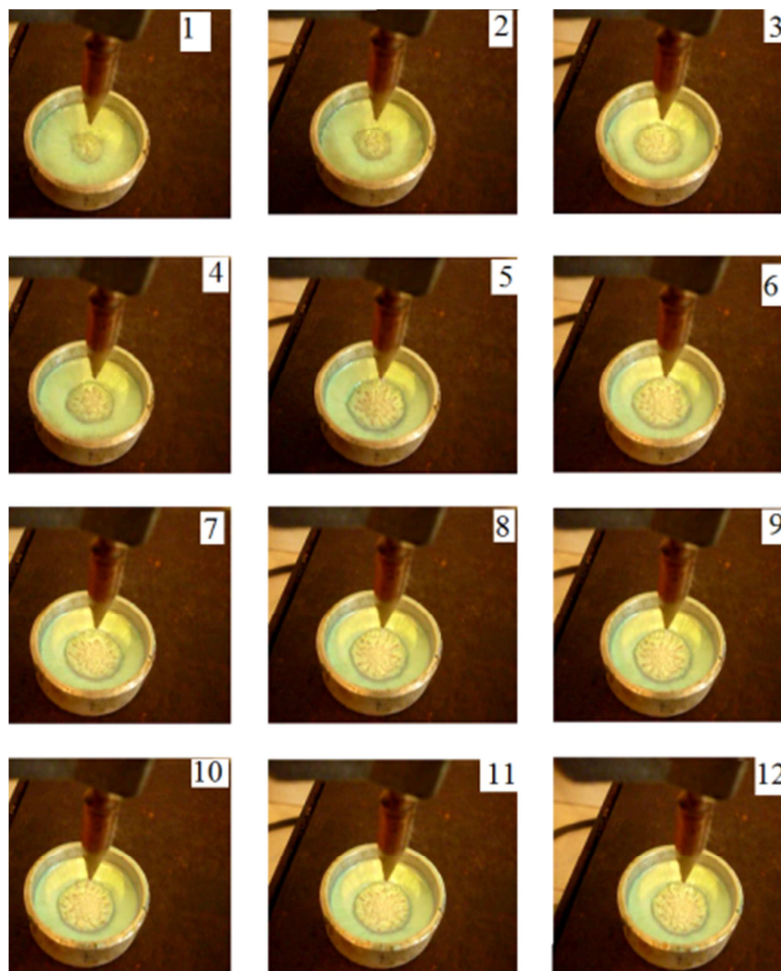


Рис.6. Динамика развития ЭГД-неустойчивости жидких кристаллов тип Х-40.С 1-12 кадр прослеживается кипение ХЖК в электрическом поле при отрицательном потенциале иглы.

На рис.6. по кадрам 1-12 можно определить скорость циркуляционных потоков.

Вывод.

1. Проведённые опыты с жидкими кристаллами в неоднородном электрическом поле коронного разряда позволяют детализировать процесс ЭГД – неустойчивости.
2. Процесс образования оптических ячеек в коронном разряде в некотором приближении, аналогичен процессу происходящем в однородном поле стеклянных капсул.
3. Отработана методика исследования одиночных ячеек ХЖК.

4. Исследование одиночных ячеек позволит на нано уровне получить информацию о механизме динамического рассеяния на качественно другом уровне.
5. Используя коронный разряд можно калибровать по толщине слой жидких кристаллов на подложке.
6. При изменении параметров коронного разряда меняется толщина калиброванного слоя жидких кристаллов на подложке.

Литература.

1. Блинов Л.М. Электро и магнитооптика жидких кристаллов: М.,1978.,с.384.
2. Зверев Г.Е., Капустин А.П. //Сб. Применение ультразвуки к исследованию вещества, вып.15, М.,1961.С.69.
3. Williams R. //J. Chem. Phys. 39,384. (1963).
4. Капустин А.П., Ларионов Л.С.-Кристаллография, 1964,т.9,с.235.
5. Penz P.F.-Phys. Rev.Lett.,v.24,p.1405.