

СПИРАЛЬНЫЕ ДОМЕНЫ В НЕМАТИЧЕСКОМ ЖИДКОМ КРИСТАЛЛЕ

Н.А.Тихомирова, С.П.Чумакова

Экспериментально обнаружены спиральные домены в нематическом жидком кристалле МББА.

Известно, что термотропные холестерические жидкие кристаллы (ХЖК), а также некоторые лиотропные способны образовывать спиральную периодическую текстуру, которая обусловлена их винтообразной структурой¹. Недавно была теоретически предсказана возможность существования флексоэлектрических макронеустойчивостей в виде спиралей с двойным закручиванием и в нематических жидких кристаллах (НЖК)². Необходимыми условиями возникновения таких неустойчивостей в нематиках с соответствующими флексокоэффициентами в однородном электрическом поле является исходная гомеотропная ориентация при наличии слабой связи ЖК с поверхностью подложки.

В настоящей работе демонстрируются спиральные домены, экспериментально обнаруженные в традиционном нематическом ЖК 4-метоксибензилиден-4'-бутиланилине (МББА) с отрицательной анизотропией диэлектрической проницаемости (рис. 1). Тонкий слой МББА ($4 \div 5$ мкм) был нанесен на свежеприготовленный полированный косой срез (близкий к $\perp P_z$) сегнетоэлектрика молибдата гадолиния (ГМО). Исследуемая поверхность сегнетоэлектрического кристалла составляла угол $\sim 30'$ с полярной осью кристалла. Первоначальная ориентация слоя НЖК на полярном срезе кристалла – гомеотропная. О слабой связи НЖК с сегнетоэлектрической подложкой (на рис. 2 видны неровные края нематических капель) свидетельствовала плохая смачиваемость тонких слоев НЖК с поверхностью сегнетоэлектрика.

Период наблюдаемых спиральных неустойчивостей порядка толщины слоя НЖК ($\sim 4 \div 5$ мкм). Спиральные домены наблюдаются как право- так и левовращающие (рис. 1 а, б), в то время

как в ХЖК закрученные домены могут быть только одного знака ². Обращает на себя внимание ограничение спиральных доменов, свидетельствующее о плотной упаковке наблюдаемых неоднородностей (рис. 1, б). На рис. 2 можно видеть упаковку спиральных неоднородностей в отдельных каплях НЖК.

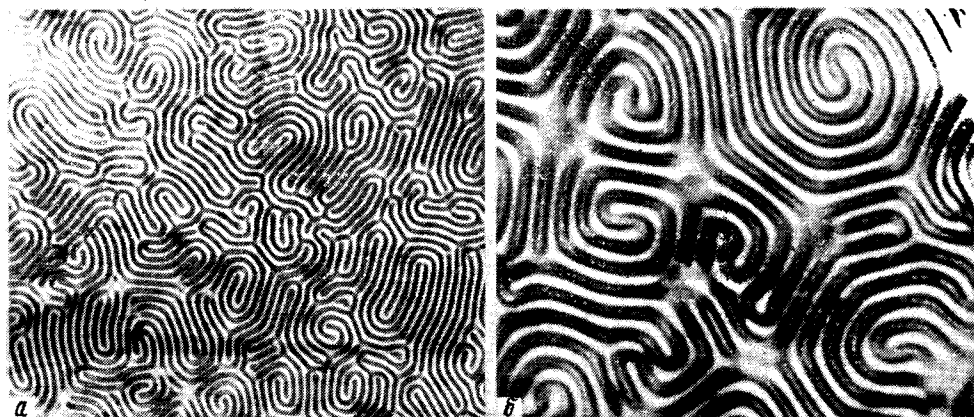


Рис. 1

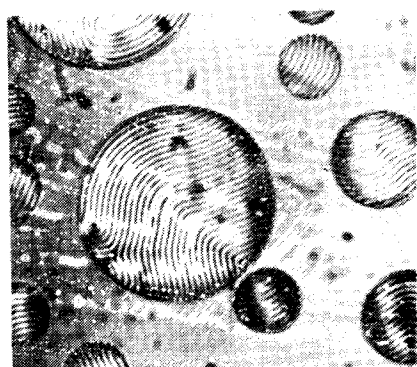


Рис.2

Рис. 1. Спиральные домены в тонком слое МББА на поверхности полярного среза молибдата гадолиния: а – увеличение $\times 100$, б – $\times 450$

Рис. 2. Нематические капли на полярной поверхности кристалла (видны неровные края капли)

По-видимому, наличие большого количества центров закрутки спиральных доменов определяется дефектностью поверхности сегнетоэлектрического кристалла. Домены рождаются в случайных точках (местах нарушений однородной ориентации НЖК), с чем связано нерегулярное расположение их центров (рис. 1, а). В центре спирального домена возможно существование пары линейных дисинклинаций ³. Видно, что для формирования спиральной неустойчивости необходимо соблюдение условия ⁴: $2r > d$, где r – радиус первого витка спирали, d – расстояние между центрами спиралей.

Пороговое напряжение возникновения спиральной флексоэлектрической неустойчивости в НЖК не зависит от толщины слоя и дается выражением ²:

$$U \cong 10 \frac{K}{f_3 + 0,08f_1},$$

где K – средняя константа Франка, f_1, f_3 – флексоэлектрические коэффициенты.

Оценка стационарного порогового поля образования спиральных неустойчивостей в слое МББА толщиной ~ 5 мкм ($f_1 \cong 3 \cdot 10^{-4}$ ед. СГСЭ/см, $f_3 = -4 \cdot 10^{-4}$ ед. СГСЭ/см, $K \sim 10^{-6}$ дин) ⁵ дает величину $E_{п} \sim 10^3$ В/см. Возникновение спиральных доменов в слое МББА на поверхности

сегнетоэлектрической подложки свидетельствует о существовании поля вблизи поверхности сегнетоэлектрика ⁶. Для кристалла молибдата гадолиния при комнатной температуре оно составляет величину порядка $10^3 \div 10^4$ В/см, что удовлетворительно согласуется с оценкой порога образования спиральных флексоустойчивостей.

Аналогичные спиральные макронеоднородности в НЖК с $\Delta\epsilon > 0$ наблюдались нами на полярной поверхности γ -облученного сегнетоэлектрического кристалла триглицинсульфата (ТГС). Известно, что на сколе этого кристалла наблюдается однородная гомеотропная ориентация НЖК на (+) полярной поверхности ⁸. Энергия связи слоя нематика с такой поверхностью $\sim 7 \cdot 10^7$ Дж/м² ⁷, что на несколько порядков меньше величины ориентационной энергии сцепления со стеклянной подложкой, обработанной по методу Шатлена. На дефектной облученной поверхности скола кристалла ТГС легко образуются спиральные домены и число их центров зависит от дозы облучения твердого кристалла.

Таким образом, для возникновения спиральных доменов в НЖК, кроме условий предсказанных в ², необходимо существование дефектов на ориентирующей поверхности.

Авторы благодарят Е.М.Терентьева за полезные и интересные дискуссии.

Литература

1. Чистяков И.Г. Жидкие кристаллы, М: Наука, 1966, 127.
2. Терентьев Е.М., Пикин С.А. Кристаллография, 1985, 30, 227.
3. Чандрасекар С. Жидкие кристаллы, М: Мир, 1980, 344.
4. Hatano J., Suda F., Aikawa F., Futama H., Szczesniak L., Hilczer B. *Ferroelectrics*, 1985, 63, 69.
5. Dozov I., Durand G., Martinot-Lagarde Ph., Penchev I. Тезисы докладов V конф. соц. стран по жидким кристаллам, Одесса, т. 1, ч. II, С-3, 10.
6. Hinzumi H., Hosoya M., Mitsui T. *J. Phys. D: Appl. Phys.*, 1973, 6, L 21.
7. Lejček L. *Czech. J. Phys.*, 1983, B 33, 447.
8. Тихомирова Н.А., Донцова Л.И. и др. Кристаллография, 1978, 23, 1239.