

THE INFLUENCE OF STATIC ELECTRICAL FIELDS ON THE STRUCTURE OF LYOTROPIC LIQUID CRYSTALS

A. A. SHAHINYAN, H. G. BADALYAN, M. Kh. MINASYANTS

The influence of static electrical fields on the structure of lamellar lyotropic liquid crystal with electro-neutral, dipole and charged domains was investigated by means of X-ray diffraction. It was established that in the first case only the internal structure of domains was changed, in the second case the reorientation of domains took place, and in the third case the concentration and orientation of domains on the corresponding electrode occurred.

Изв. АН Армянской ССР. Физика, т. 24, вып. 2, 78—81 (1989).

УДК 548.526

О НЕКОТОРЫХ ВОПРОСАХ КИНЕТИКИ ФАЗОВЫХ ПЕРЕХОДОВ В НЕМАТИЧЕСКИХ ЖИДКИХ КРИСТАЛЛАХ

А. Ц. САРКИСЯН, А. Э. ПЕПОЯН

Институт прикладных проблем физики АН АрмССР

(Поступила в редакцию 25 июня 1988 г.)

С помощью поляризационного микроскопа проведено исследование кинетики фазовых переходов нематического жидкий кристалл \rightleftharpoons изотропная жидкость в 4-этоксипбензилиден 4'-н-бутиланилине и 4-амилокси-4'-цианобифениле. Показано, что форма границы раздела фаз жидкий кристалл \rightleftharpoons изотропная жидкость зависит как от толщины, так и от скорости нагрева или охлаждения вещества.

Установлено, что фазовый переход жидкий кристалл \rightleftharpoons изотропная жидкость протекает двустадийно — при нагреве сначала разрушается дальний порядок по ориентации, а затем следует разрушение ближнего порядка.

Настоящая работа посвящена исследованию кинетики образования фазовой границы при фазовых переходах нематический жидкий кристалл (НЖК) \rightleftharpoons изотропная жидкость (ИЖ) в 4-этоксипбензилиден-4'-н-бутиланилине (ЭББА) и 4-амилокси-4'-цианобифениле (АОЦБ).

За фазовым переходом следили в проходящем свете поляризационного микроскопа, на предметный столик которого поместили образец вместе с плоским нагревателем. Нагрев или охлаждение вещества проводился со скоростью 0,5 град/мин. Исследуемые образцы имели толщину 50, 100 мкм и клинообразную форму толщиной 100 мкм в широкой части и 20 мкм в узкой части клина.

При нагревании вещества во всех трех образцах наблюдается граница раздела фаз (рис. 1), которая движется с определенной скоростью в процессе фазового перехода. Причем в ячейке толщиной 100 мкм в окрестности фазовой границы, как видно из рис. 1, наблюдается оптически неоднородная полоса. Впереди фазовой границы эта полоса состоит из светлых, а за ней темных точек. Это связано с тем, что граница раздела фаз,

при повышении температуры среды со скоростью 0,5 град/мин, перемещается достаточно быстро и в некоторых участках жидкого кристалла переход в изотропную жидкость не успевает за общей границей раздела фаз. Что касается светлых точек впереди фазовой границы, то они являются очагами новой фазы, коагуляция которых и образует фазу изотропной



Рис. 1. Граница раздела фаз при переходе НЖК→ИЖ (светлая стрелка показывает направление роста новой фазы): а) толщина слоя 50 мкм; б) толщина слоя 100 мкм; в) клинообразная ячейка.

жидкости. Из сказанного следует, что механизм фазового перехода НЖК \rightleftharpoons ИЖ существенно отличается от механизма полиморфного превращения в молекулярных кристаллах [1—4]. Это отличие объясняется тем, что вследствие сильных межмолекулярных взаимодействий в молекулярном кристалле по сравнению с НЖК затрудняется зародышеобразование новой фазы, что приводит к слоистому росту последней с четкой границей раздела двух фаз.

Следует отметить, что в процессе фазового перехода НЖК \rightleftharpoons ИЖ хорошо выделяется прямая граница раздела фаз (см. рис. 1в). Причем, в клинообразной ячейке фазовый переход всегда начинается с узкого конца клина и распространяется в сторону его широкого конца. Такая особенность фазового перехода в клинообразной ячейке объясняется тем, что в



Рис. 2. Фазовый переход ИЖ→НЖК при охлаждении в ЭБА (светлая стрелка показывает направление роста новой фазы): а) толщина слоя 50 мкм, начальная стадия перехода; б) толщина слоя 100 мкм, через несколько секунд после начала перехода; в) клинообразная ячейка, через несколько секунд после перехода.

узкой части, под влиянием стенок, молекулы жидкого кристалла имеют более упорядоченную ориентацию, чем в широкой части ячейки, где это влияние ослабевает. Роль упорядоченности в переходе НЖК \rightarrow ИЖ проверялась с помощью наблюдений направления движения фазовой границы в клине при различной степени ориентации молекул жидкого кристалла.

Связь между ориентацией молекул и направлением движения фазовой границы может иметь, по меньшей мере, две причины:

Во-первых, при хорошей планарной ориентации обеспечивается эффективный теплообмен между стеклянными подложками и молекулами жидкого кристалла, из-за чего вероятность образования зародышей на поверхностных дефектах подложек увеличивается. Во-вторых, с улучшением планарной ориентации увеличивается плотная упаковка молекул жидкого кристалла в ячейке, что в свою очередь улучшает передачу теплового возбуждения из подложек к жидкому кристаллу.

Процесс фазового перехода ИЖ \rightarrow НЖК при охлаждении изотропной фазы также протекает по разному в ячейках клинообразной и одинаковой толщины. Причем, в клинообразной ячейке форма границы почти не отличается от формы границы в случае перехода при нагреве. Разница лишь в том, что при охлаждении граница раздела фаз распространяется от широкого конца клина к узкому концу.

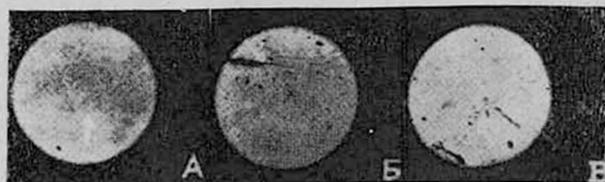


Рис. 3. Вторая стадия фазового перехода НЖК \rightarrow ИЖ (светлая стрелка показывает направление роста новой фазы): а) толщина слоя 50 мкм; б) толщина слоя 100 мкм; в) клинообразная ячейка.

В ячейках с толщиной 50 мкм и 100 мкм при охлаждении фазовый переход в нематическую фазу протекает без единой фазовой границы. В начальный момент фазового перехода в разных точках изотропной жидкости почти одновременно образуются зародыши нематической фазы, которые быстро растут и сливаются друг с другом (рис. 2). Таким образом, образованная «бесформенная» фазовая граница распространяется по всему объему изотропной жидкости.

Отметим еще одну особенность фазовых переходов НЖК \rightarrow ИЖ. После прохождения первого фронта фазовой границы наблюдается продвижение второго фронта (рис. 3), то есть фазовый переход идет в два этапа.

1. В случае нагрева при температуре фазового перехода сначала начинает «плавиться» дальний порядок у каждого кристалла. После этого разрушается порядок.

2. В случае охлаждения идет обратный процесс. В ИЖ сначала образуется ближний порядок, а потом завершается фазовый переход и полностью образуется жидкокристаллическая фаза.

Такой механизм фазового перехода порядок-беспорядок в нематическом жидком кристалле подтверждается теорией, учитывающей эффекты ближнего порядка [5—7]. В частности, в [6] показано, что при температуре выше точки просветления локальная упорядоченность все еще сохраняется. При этом до двенадцати соседних молекул чувствуют взаимное влияние по ориентации.

Таким образом, можно заключить что на форму и кинетику продвижения фазовой границы при переходах НЖК \rightleftharpoons ИЖ влияют как геометрическая форма образца, так и скорость нагрева или охлаждения вещества. Полный фазовый переход НЖК \rightarrow ИЖ протекает двустадийно. Сначала разрушается дальний порядок молекул по ориентации, а затем — ближний порядок.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мнюх Ю. В., Петропавлов Н. Н., Китайгородский А. И. ДАН СССР, 166, 80 (1966).
2. Мнюх Ю. В., Мусаев Н. И., Китайгородский А. И., ДАН СССР, 174, 345 (1967).
3. Саркисян А. Ц. Канд. диссертация, 1973, МФТИ.
4. Ziernicka R. et al. Mol. Cryst. Liq. Cryst. 132, 289 (1986).
5. Ypma S. G., Vetrogen G. Solid State Comm., 18, 475 (1976).
6. Nitish K., Roychoudhury M. et al. Mol. Cryst. Liq. Cryst., 112, 189 (1984).
8. Першин В. К., Скопинов С. А. Кристаллография, 27, 4, 815 (1982).

ՓՈՒԼԱՅԻՆ ԱՆՅՈՒՄՆԵՐԻ ԿԻՆԵՏԻԿԱՅԻ ՄԻ ՔԱՆԻ ՀԱՐՑԵՐԻ ՄԱՍԻՆ ՆԵՄԱՏԻԿ ՀԵՂՈՒԿ ԲՅՈՒՐԵՂՆԵՐՈՒՄ

Ա. Ց. ՍԱՐԳՍՅԱՆ, Ա. Զ. ՓԵՓՈՅԱՆ

Բևեռացող միկրոսկոպի օգնությամբ անցկացված է նեմատիկ հեղուկ բյուրեղ \rightleftharpoons իզոտրոպ հեղուկ փուլային անցումների կինետիկայի հետազոտությունը 4-էտոքսիբենզիլիտեն-4-ն-բուտիլանիլինիում և 4-անիլոքսիլ-4-ցիանոբիֆենիլում: Ցույց է տրված, որ հեղուկ բյուրեղում իզոտրոպ հեղուկ փուլերի բաժանման սահմանի ձևը կախված է ինչպես նյութի հաստատությունից այնպես էլ նյութի տաքացման և սառեցման արագությունից:

Հայտնաբերված է, որ փուլային սահմանը սեպաձև բջի մեջ, որտեղ հեղուկ բյուրեղի մոլեկուլները ունեն պլանար կողմնորոշում, տաքացնելիս շարժվում է նեղ մասից դեպի անպլանային մասը:

Որոշված է, որ հեղուկ բյուրեղ իզոտրոպ հեղուկ փուլային անցումը ընթանում է երկու ստադիայով՝ տաքացնելիս սկզբից քայքայվում է կողմնորոշումով հեռու կարգը, իսկ հետո հետևում է մոտակա կարգի քայքայումը: Սառեցման պրոցեսում նկարագրված երևույթները ընթանում են հակառակ ուղղությամբ:

ON SOME PROBLEMS OF PHASE TRANSITION KINETICS IN NEMATIC LIQUID CRYSTALS

A. Ts. SARKISYAN, A. Z. PEPOYAN

The kinetics of nematic liquid crystal-isotropic liquid phase transition in 4-etoxybenzylidene-4-n-butylaniline and 4-anyloxy-4-cyanobiphenyl was investigated with the help of a polarizing microscope. It was shown that the shape of interface between the liquid crystal-isotropic liquid phases depended on both the thickness and the rate of substance heating or cooling. It is found that the liquid crystal-isotropic liquid phase transition is realized in two stages, i. e., during the heating first is destroyed the long-range order in orientation, and only then the short-range order is ruined.