

УДК 541.64:539.3:537.6

ОРИЕНТАЦИОННЫЕ УПРУГИЕ ДЕФОРМАЦИИ В МАГНИТНОМ ПОЛЕ ЖИДКОКРИСТАЛЛИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ, МОДЕЛИРУЮЩИХ ФРАГМЕНТЫ ПОЛИМЕРНОЙ ЦЕПИ

© 1999 г. А. П. Филиппов*, V. Surendranath**

* Институт высокомолекулярных соединений Российской академии наук
199004 Санкт-Петербург, Большой пр., 31

** Box 36, Department of Physics, Kent State University, Kent, OH 44242, USA

Поступила в редакцию 04.12.97 г.

Принята в печать 19.11.98 г.

Исследованы ориентационные упругие деформации в магнитном поле ЖК-димеров, мезогенные ядра которых соединены гибким спейсером “латерально”. Определены температурные зависимости оптической анизотропии и констант упругости. Показано, что величина оптической анизотропии и параметра ориентационного порядка исследованных нематиков определяется не только длиной гибкого фрагмента, но и значительной свободой вращения мезогенных групп вокруг коротких осей. Значения констант упругости поперечного и продольного изгибов и их отношение не изменяются при удлинении центрального гибкого фрагмента. Это сближает свойства нематических фаз, формируемых димерами и полимерами.

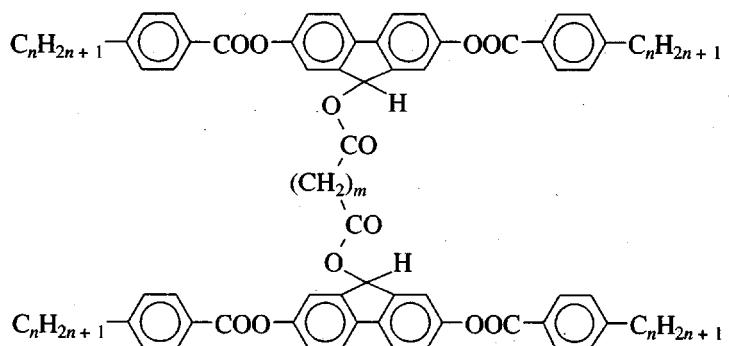
ВВЕДЕНИЕ

Важным направлением в изучении полимерных жидких кристаллов является исследование свойств их низкомолекулярных аналогов, молекулы которых моделируют структуру повторяющегося звена или участка полимерной цепи. Весьма подходящими объектами для таких исследований являются ЖК-димеры и тримеры [1–5], молекулы которых состоят из двух или трех жестких мезогенных групп, разделенных гибкими фрагментами.

В работах [1–3] исследовано влияние длины и гибкости спейсера на свойства мезофаз, формируемых димерами [1, 2] и тримерами [3] на основе цианбифенила. Обнаруженный сильный эффект четности объясняется осцилляциями степени внутри-

и межмолекулярного ориентационного порядка при изменении длины спейсера [2, 3]. Процесс “накапливания” мезофазой полимерных свойств изучали при сравнительных исследованиях жидкокристаллических мономера, димера и полимера [4, 5]. Установлено, что уже у димеров проявляются специфические свойства, характерные для высокомолекулярных мезофаз. При этом в целом поведение димера ближе к поведению полимера, чем мономера.

В настоящей работе методом пороговых переходов Фредерикса в магнитном поле [6] исследованы двойное лучепреломление и ориентационные упругие деформации в нематической фазе димеров, имеющих строение



Температуры фазовых переходов, молекулярные массы и параметры уравнения Халлера для исследованных димеров

Димер	<i>m</i>	<i>n</i>	<i>M</i> ₀	<i>T</i> _{nr} , °C	<i>T</i> _{IN} , °C	Δn_0	δT , °C	γ
Д-3-6	3	6	1252	151.0	110.0	0.219	1.78	0.128
Д-4-7	4	7	1321	147.0	128.0	0.225	1.28	0.117
Д-5-7	5	7	1335	138.5	136.5	0.221	1.11	0.162

и различающихся в первую очередь длиной центрального гибкого фрагмента (*m* = 3 и *n* = 6 для Д-3-6, *m* = 4 и *n* = 7 для Д-4-7, *m* = 5 и *n* = 7 для Д-5-7). Строение молекул рассматриваемых жидкокристаллов отличается от структуры молекул линейных димеров, исследованных в работах [1–5], способом соединения между собой мезогенных групп. В данном случае жесткие анизотропные ядра связаны через гибкий фрагмент “латерально”. Спайсер подключен практически к геометрическому центру мезогенных групп, которые кроме того, окаймлены гибкими и достаточно длинными концевыми группами. Указанные димеры можно рассматривать как модельные соединения для полимеров с латеральным включением мезогенных групп и для полимерных ЖК-сеток. Синтез димеров и их фазовое поведение описаны в работе [7].

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Исследованные соединения образуют нематическую фазу путем монотропного фазового перехода из изотропного расплава. Значения темпе-

тур плавления *T_m* и фазового перехода изотропный расплав *I*–нематик *N* *T_{IN}*, определенные поляризационно-микроскопическим методом, представлены в таблице.

В настоящей работе использовали методику исследования ориентационных упругих деформаций, применяемую ранее при изучении свойств низкомолекулярных [6] и полимерных нематиков [8–11]. Изучали клинообразные плосковогнутые слои нематика: исследуемый жидкий кристалл помещали между плоской и сферической поверхностью кварцевых стекол. Образец наблюдали в поляризационный микроскоп в параллельных лучах света, нормальных к плоскости слоя. Длина волны света $\lambda = 546$ нм. Температуру *T* препарата регулировали с точностью до 0.5°C.

Для количественного исследования ориентационных упругих деформаций необходимо образование текстур с директором, однородно направленным по объему образца. Характер ориентации задается на границе жидкий кристалл–подложка. Планарные текстуры (директор нематика параллелен поверхности подложки) получали обычным методом, натирая поверхности линз и стекол. На поляризационно-микроскопических фотографиях рис. 1 видно, что однородные планарные текстуры распространяются практически на весь образец (до толщины слоя $z \sim 200 \times 10^{-4}$ см).

Для реализации гомеотропных текстур (директор перпендикулярен к поверхности подложки) подготовка была более сложной. Поверхности стекол и линз последовательно протравливали в серной кислоте, промывали дистиллированной водой, обрабатывали раствором лецитина в спирте и прокаливали при 80°C. Даже такая достаточно сложная процедура обработки стекол позволила получить однородные гомеотропные слои значительной толщины только для димеров Д-4-7 и Д-5-7 (рис. 1). Для Д-3-6 толщина гомеотропных слоев не превышала 10×10^{-4} см, что сделало невозможным количественное изучение ориентационных деформаций Д-3-6 в таких слоях.

Под действием магнитного поля, приложенного перпендикулярно к директору, в нематике возникают ориентационные упругие деформации, т.е. переориентация директора в направлении поля. Деформации носят пороговый характер. На рис. 1 хорошо видна критическая граница, отделяющая деформированную часть препарата от недеформированной. Увеличение напряженности магнитного поля *H* приводит к уменьшению радиуса критической границы *r_c* и соответственно к уменьшению критической толщины $z_c = R - (R^2 - r_c^2)^{1/2}$,

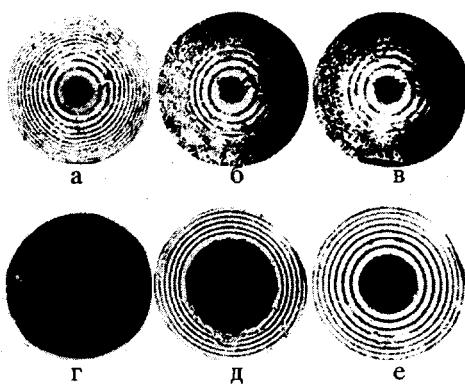


Рис. 1. Поляризационно-микроскопические картины планарного (а–в) и гомеотропного (г–е) слоев димера Д-5-7 в отсутствие (а, г) и в присутствии деформирующего магнитного поля *H* = 8000 (б), 11000 (в), 12000 (д) и 25000 кЭ (е). Снимки получены при температуре $\Delta T = -10^\circ\text{C}$.

где R – радиус используемой линзы. Согласно закону Фредерикса [6], произведение критической толщины на соответствующее критическое поле $z_c H_c$ определяет величину отношения константы упругости K_i к диамагнитной анизотропии $\Delta\chi$ единицы объема нематика

$$z_c H_c = \pi (K_i / \Delta\chi)^{1/2} \quad (1)$$

($i = 1, 3$). Значения констант упругости поперечного K_1 и продольного K_3 изгибов можно получить при изучении деформаций планарных и гомеотропных слоев соответственно.

На рис. 2 экспериментальные значения $z_c H_c$ отложены в зависимости от толщины слоя z_c . Для обоих типов деформации величина $z_c H_c$ в пределах погрешности остается постоянной при изменении толщины слоя. Этот факт имеет важное значение, поскольку свидетельствует о достаточно сильном сцеплении исследованных нематиков с подложкой [12]. Отсекаемый на оси ординат рис. 2 отрезок определяет значение отношения $K_i / \Delta\chi$ при данной температуре $\Delta T = T - T_{IN}$.

Поляризационно-микроскопические картины недеформированного планарного слоя удобно использовать для определения разности двух главных показателей преломления $\Delta n = n_e - n_0$ или оптической анизотропии нематика. Действительно, каждая темная интерференционная полоса рис. 1а соответствует разности хода лучей δ , равной целому числу длины волн $\delta = m\lambda$, где $m = 1, 2, 3, \dots$. На рис. 3 представлены зависимости относительной разности хода δ/λ от толщины слоя z . По наклонам этих прямых легко определить величину двойного лучепреломления Δn нематика при данной температуре ΔT

$$\Delta n = (\delta/\lambda)(\lambda/z) = m\lambda/z \quad (2)$$

Интерференционные картины, образующиеся в деформированной части препарата при деформации гомеотропных слоев, мы использовали для определения отношения констант упругости продольного и поперечного изгибов K_3/K_1 . При этом привлекали [11] выводы теории Заупе [13], количественно описывающей переориентацию директора нематика под действием магнитного поля.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Оптическая анизотропия

На рис. 4 значения оптической анизотропии Δn , полученные для исследованных димеров, представлены в зависимости от температуры ΔT . Приведенные зависимости имеют вид, типичный для

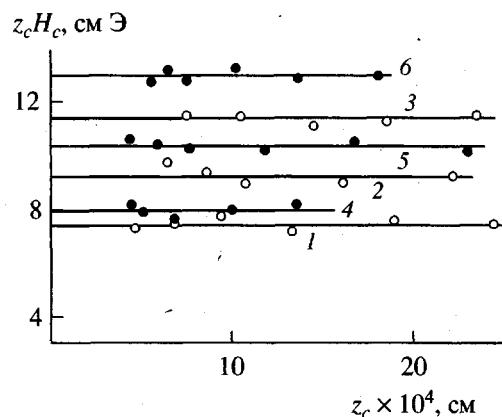


Рис. 2. Зависимость произведения $z_c H_c$ от толщины слоя z_c димера Д-5-7 для деформаций планарных (1-3) и гомеотропных (4, 5) слоев при температурах $\Delta T = -1$ (1, 4), -13 (2, 5) и -59°C (3, 6).

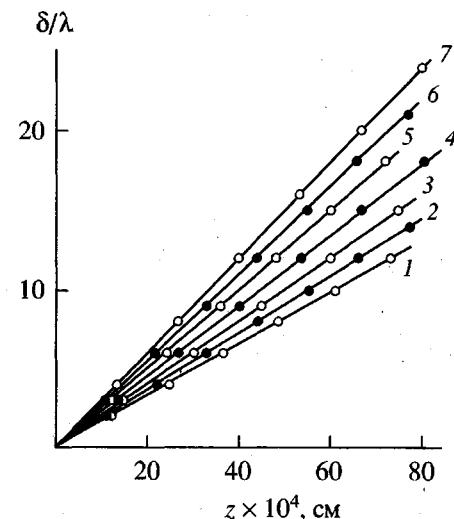


Рис. 3. Зависимость относительной разности хода δ/λ от толщины слоя z димера Д-5-7 при температурах $\Delta T = -0.5$ (1), -2.5 (2), -4 (3), -9 (4), -20 (5), -35 (6) и -58°C (7).

нематических жидкких кристаллов, и могут быть описаны приближенным соотношением [12]

$$\Delta n = (2\pi/3n)(n^2 + 2)N_A(\Delta\alpha/M_0)\rho S, \quad (3)$$

где S – степень ориентационного порядка, n – средний показатель преломления и ρ – плотность нематика, M_0 – молекулярная масса и $\Delta\alpha$ – анизотропия поляризуемости молекул нематика.

Известно, что даже в широком температурном интервале величины среднего показателя преломления n и плотности ρ нематических жидкких кристаллов изменяются незначительно, в пределах

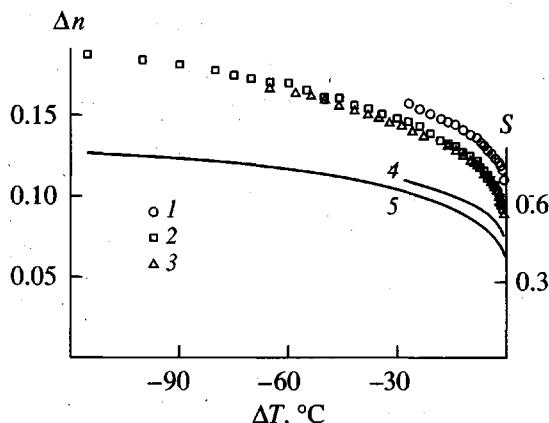


Рис. 4. Зависимость оптической анизотропии Δn (1–3) и параметра порядка S (4, 5) от температуры ΔT димеров D-3-5 (1, 4), D-4-6 (2, 5) и D-4-7 (3, 5).

нескольких процентов (см., например, работы [14, 15]). Следовательно, пренебрегая для изученных димеров изменением n и ρ в температурной области существования нематической фазы, можно считать, что зависимость Δn от ΔT отражает температурную зависимость параметра порядка S .

Как видно на рис. 4, величина Δn изменяется при удлинении метиленового спейсера, соединяющего жесткие анизотропные группы. В соответствии с уравнением (3) этот экспериментальный факт может быть связан с изменением как значения параметра порядка S , так и величины удельной поляризуемости $\Delta\alpha/M_0$ молекул димеров.

Удлинение спейсера приводит к уменьшению величины $\Delta\alpha/M_0$, поскольку при этом в молекулах димеров уменьшается массовая доля сильно оптически анизотропной ароматической компоненты (мезогенных групп). Однако, учитывая выводы работ [2, 3, 16, 17], можно показать, что для исследованных жидких кристаллов различие в величинах Δn , связанное с уменьшением удельной оптической анизотропии их молекул $\Delta\alpha/M_0$ при удлинении спейсера на одну группу $-\text{CH}_2-$, не будет превышать 2%. Для димеров D-3-6 и D-4-7 при температурах, близких к точке фазового перехода $I \rightarrow N$, экспериментальные значения Δn отличаются более чем на 20% (рис. 4). Даже учитывая удлинение концевых групп, такое различие в величинах Δn можно объяснить, только предполагая, что для D-3-6 значения параметра ориентационного порядка S заметно (по крайней мере на 10%) больше значений S для D-4-7.

При дальнейшем удлинении спейсера при переходе от D-4-7 к D-5-7 не обнаружено заметного изменения в величинах Δn (рис. 4). Во всей исследованной температурной области значения Δn для D-4-7 лежат выше соответствующих величин для D-5-7, но это различие никогда не превышает 3%. При этом экспериментальная погрешность при измерении Δn составляет также $\sim 3\%$. Следовательно, можно сделать заключение, что для димеров D-4-7 к D-5-7 значения и температурная зависимость степени ориентационного порядка S практически совпадают.

При исследовании свойств нематической фазы линейных димеров и тримеров [1–3] обнаружено, что при удлинении спейсера, соединяющего мезогенные группы, происходят скачкообразные изменения величин Δn и S с резко выраженным эффектом четности. Для гомологов с четным числом групп $-\text{CH}_2-$ в спейсере значения Δn и S всегда заметно больше соответствующих величин для соседних гомологов с нечетным числом групп $-\text{CH}_2-$. Этот экспериментальный факт обусловлен [2, 3, 18] резким изменением угла между *пара*-ароматическими осями мезогенных групп молекул димера при удлинении спейсера на одну группу $-\text{CH}_2-$.

Анализируя химическое строение молекул исследованных "латеральных" димеров, можно предположить, что для них характер зависимости параметра порядка от длины спейсера окажется иным. Для рассматриваемых димеров следует учитывать возможность поворота (например, на 180°) жестких анизотропных групп вокруг их коротких осей около точки соединения этих групп с гибким фрагментом. Изменение взаимной ориентации *пара*-ароматических осей мезогенных групп в результате такого поворота может привести к значительному изменению в величинах оптической анизотропии Δn и параметра порядка S рассматриваемых нематиков. Однако для строгого количественного анализа зависимости S от длины спейсера и влияния на нее вращений мезогенных групп необходимо исследовать свойства мезофаз большего числа гомологов "латеральных" димеров.

Что касается абсолютных значений S , то для D-3-6 их можно оценить, воспользовавшись тем, что при кристаллизации в препарате D-3-6 сохранилась "планарная" область значительных размеров с системой интерференционных колец. Это позволило нам определить величину двойного лучепреломления Δn_{cr} кристаллической фазы: $\Delta n_{cr} = 0.228 \pm 0.009$. Предполагая, что D-3-6 образует односторонний кристалл, по отношению двойного лучепреломления в нематической и кристаллической

фазах можно оценить значение параметра ориентационного порядка его мезофазы $S \approx \Delta n / \Delta n_{cr}$. Полученные таким образом значения S отложены в зависимости от температуры ΔT на рис. 4.

Для оценки значений S димеров Д-4-7 и Д-5-7 мы воспользовались формальным подходом Haller [19], который показал, что для нематиков температурная зависимость двойного лучепреломления может быть описана соотношением

$$\Delta n = \Delta n_0 [1 - T/(T_{IN} + \delta T)]^\gamma = \Delta n_0 S, \quad (4)$$

где δT и γ — эмпирические параметры, а Δn_0 имеет смысл двойного лучепреломления полностью упорядоченной кристаллической фазы.

В таблице приведены величины Δn_0 , δT и γ , полученные для исследованных соединений. Эмпирические коэффициенты δT и γ лежат в области значений, обычных для нематических жидкых кристаллов [19]. Следует отметить, что для Д-3-6 значение Δn_0 в пределах погрешности совпадает с определенной экспериментально величиной Δn_{cr} . Для димеров Д-4-7 и Д-5-7 при использовании уравнения (4) получена практически одна температурная зависимость параметра порядка S , которая лежит заметно ниже зависимости S от ΔT для Д-3-6 (рис. 5).

Ориентационные упругие деформации и константы упругости

На рис. 6 представлены температурные зависимости величин $K_1/\Delta\chi$ и $K_3/\Delta\chi$ для исследованных жидкокристаллических кристаллов. Значения $K_i/\Delta\chi$ возрастают при уменьшении температуры ΔT , а по порядку величины совпадают с $K_i/\Delta\chi$, получаемыми обычно для низкомолекулярных [12, 20] и полимерных нематиков [7–10].

Для соединений Д-4-7 и Д-5-7 в исследованной температурной области значения $K_3/\Delta\chi$ заметно больше величин $K_1/\Delta\chi$, т.е. отношение констант упругости продольного и поперечного изгибов $K_3/K_1 > 1$. Температурные зависимости отношения K_3/K_1 для Д-4-7 и Д-5-7 представлены на рис. 5. Точки рассматриваемой зависимости получены двумя способами. Во-первых, из независимых экспериментов по исследованию деформаций планарных и гомеотропных слоев определены значения $K_1/\Delta\chi$ и $K_3/\Delta\chi$, и затем — значения K_3/K_1 . Во-вторых, величину отношения K_3/K_1 определяли по результатам исследований деформаций только гомеотропных слоев с привлечением теории Заупе. Хорошо видно, что значения K_3/K_1 , полученные различными методами, совпадают в

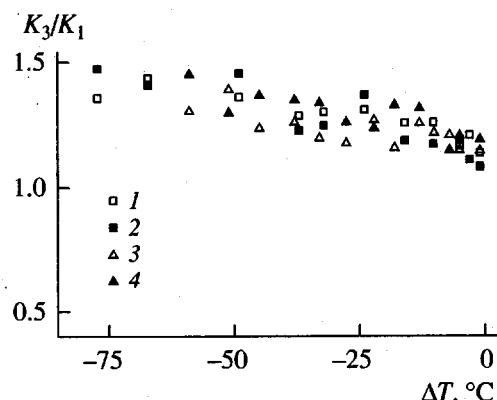


Рис. 5. Зависимость отношения K_3/K_1 от температуры ΔT димеров Д-4-6 (1, 2) и Д-4-7 (3, 4). Значения K_3/K_1 , представленные на графике темными точками, получены по результатам исследований деформации гомеотропных слоев и с привлечением теории Заупе.

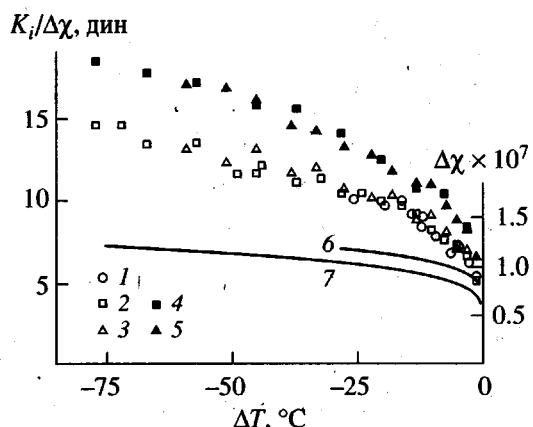


Рис. 6. Температурные зависимости отношений $K_1/\Delta\chi$ (1–3), $K_3/\Delta\chi$ (4, 5) и удельной диамагнитной анизотропии $\Delta\chi$ (6, 7) димеров Д-3-5 (1, 6); Д-4-6 (2, 4, 7) и Д-4-7 (3, 5, 7).

пределах погрешности. Это еще раз свидетельствует о жестком сцеплении исследованных жидкокристаллических кристаллов со стеклянной подложкой.

Для Д-4-7 и Д-5-7 в исследованной температурной области отношение K_3/K_1 практически не зависит от ΔT . Хотя значения K_3/K_1 и увеличиваются на ~10% при удалении от точки фазового перехода $I \rightarrow N$ на 80°C (рис. 5), такое изменение полностью укладывается в пределы экспериментальной ошибки при определении величины K_3/K_1 .

Экспериментальные точки для Д-4-7 и Д-5-7 группируются около одной кривой температурной зависимости K_3/K_1 . Следовательно, при удлинении

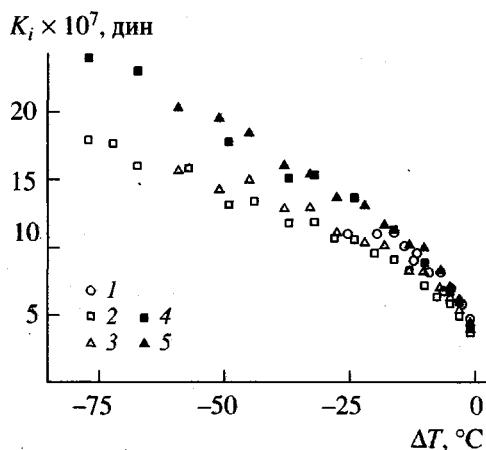


Рис. 7. Температурные зависимости констант упругости поперечного K_1 (1–3) и продольного K_3 (4, 5) изгибов для Д-3-5 (1), Д-4-6 (2, 4) и Д-4-7 (3, 5).

гибкого фрагмента в молекулах Д-4-7 и Д-5-7 на одну группу $-\text{CH}_2-$ значение отношения K_3/K_1 в пределах погрешности не изменяется. Такое поведение качественно подобно тому, что наблюдали для линейных ароматических полиэфиров [9]. Увеличение в 2 раза длины гибких диэтиленгликоловых спайсеров, соединяющих *пара*-ароматические мезогенные группы в их макромолекулах, никак не сказывалось на значении отношения K_3/K_1 . Однако для высокомолекулярных нематиков $K_3/K_1 < 1$. Для низкомолекулярных нематиков с гибкими концевыми группами экспериментально обычно наблюдается уменьшение K_3/K_1 при удлинении этих групп [12].

Чтобы определить абсолютные значения констант упругости K_i по экспериментально найденным величинам $K_i/\Delta\chi$, необходимо знать величину и температурную зависимость удельной диамагнитной анизотропии $\Delta\chi$ исследуемых нематиков. Характер зависимости $\Delta\chi$ от ΔT практически полностью соответствует кривой $\Delta n(\Delta T)$ (или кривой $S(\Delta T)$) рис. 4, поскольку величина удельной диамагнитной анизотропии $\Delta\chi$ является такой же однозначной функцией степени ориентационного порядка S , как и величина оптической анизотропии нематика Δn [21]. Абсолютные значения $\Delta\chi$ для исследованных нами нематиков можно оценить, опираясь на выводы работы [22], в которой показано, что мольные магнитные анизотропии $\Delta\chi_{\mu}$ нематических жидкких кристаллов пропорциональны числу бензольных колец в их молекулах. Для исследованных димеров значения $\Delta\chi$ определены с использованием среднего экспериментального значения мольной магнитной анизотропии $(\Delta\chi_{\mu})_{\text{бенз}}$ в расчете на одно бензольное кольцо моле-

кулы нематика [22]. При этом предполагали, что плотность исследованных нематиков $\rho \approx 1 \text{ г}/\text{см}^3$. Зависимости $\Delta\chi$ от ΔT приведены на рис. 6. Следует отметить, что, как и величины Δn и S , значения $\Delta\chi$ для Д-4-7 и Д-5-7 совпадают при всех температурах и меньше величин $\Delta\chi$ для Д-3-6.

Используя полученные таким образом значения диамагнитной анизотропии $\Delta\chi$ и экспериментальные значения $K_1/\Delta\chi$ и $K_3/\Delta\chi$, получаем для исследованных нематиков величины констант упругости поперечного K_1 и продольного K_3 изгибов. Температурные зависимости K_i представлены на рис. 7. Полученные нами для "латеральных" димеров абсолютные значения K_1 и K_3 лежат в области величин, типичных как для полимерных [7–10], так и низкомолекулярных [12, 20] нематиков. Для Д-4-7 и Д-5-7 получена практически одна температурная зависимость константы K_3 . Для рассматриваемых димеров при всех температурах ΔT совпадают и значения констант упругости поперечного изгиба K_1 . Для Д-3-6 значения констант K_1 несколько больше (в пределах 10–15%) величин K_1 для Д-4-7 и Д-5-7. Этому различию, по-видимому, не следует придавать решающего значения, поскольку экспериментальная погрешность определения величины K_1 достигает 10%.

Приведенные в работе экспериментальные результаты позволяют сделать вывод, что в молекулах "латеральных" димеров сохраняется значительная свобода вращений мезогенных групп вокруг коротких осей. Поэтому для нематической фазы исследованных димеров эффект четности в зависимостях параметра ориентационного порядка S и двойного лучепреломления Δn от длины спайсера становится менее выраженным, чем в случае линейных димеров и полимеров.

Для "латеральных" димеров отношение констант упругости продольного и поперечного изгибов K_3/K_1 практически не изменяется при удлинении гибкого фрагмента, как это наблюдалось и для полимеров. Такое поведение отличает нематические димеры и полимеры от обычных "одноядерных" низкомолекулярных жидкких кристаллов, для которых K_3/K_1 достаточно сильно зависит от длины гибких концевых групп. По порядку величины значения констант упругости K_1 и K_3 для мономеров, димеров и полимеров совпадают. Однако для исследованных димеров не обнаружено заметного изменения величин K_i при увеличении длины гибких групп, которое наблюдается для полимерных и низкомолекулярных нематиков.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Emsley J.W., Luchurst G.R., Shilstone G.N.* // *Molec. Phys.* 1984. V. 53. № 4. P. 1023.
2. *Цветков В.Н., Цветков Н.В., Зуев В.В., Диценко С.А.* // Высокомолек. соед. А. 1995. Т. 37. № 8. С. 1255.
3. *Tsvetkov N.V., Zuev V.V., Tsvetkov V.N.* // *Liq. Cryst.* 1997. V. 22. № 3. P. 245.
4. *Griffin A.C., Britt T.R.* // *J. Am. Chem. Soc.* 1981. V. 103. № 16. P. 4957.
5. *Imrec C.T., Karatz F.E., Attard G.S.* // *Macromolecules.* 1993. V. 26. № 3. P. 545.
6. *Fredericksz V.K., Zolina V.V.* // *Z. fur Kristallogr.* 1931. B. 79. № 1–4. S. 255.
7. *Surendranath V., Johnson D.L.* // Program and Abstract Book. 16th Int. Liquid Crystal Conference. Kent, Ohio, 1996. P. P-222.
8. *Цветков В.Н., Андреева Л.Н., Филиппов А.П., Смирнова Г.С., Скороходов С.С., Билибин А.Ю.* // Высокомолек. соед. А. 1992. Т. 34. № 4. С. 104.
9. *Андреева Л.Н., Филиппов А.П., Цветков В.Н., Зуев В.В., Скороходов С.С., Центель Р.* // Высокомолек. соед. А. 1996. Т. 38. № 8. С. 1357.
10. *Андреева Л.Н., Филиппов А.П., Барматов Е.Б., Шибаев В.П., Цветков В.Н.* // Высокомолек. соед. А. 1997. Т. 39. № 2. С. 270.
11. *Андреева Л.Н., Филиппов А.П., Цветков В.Н., Билибин А.Ю.* // Высокомолек. соед. Б. 1998. Т. 40. № 4. С. 672.
12. *Де Же В.* Физические свойства жидкокристаллических веществ. М.: Мир, 1982.
13. *Saupe A.* // *Z. Naturforsch.* 1960. V. 15a. P. 815.
14. *Kelker H., Hats R.* Handbook of Liquid Crystals. Weinheim; Deerfield: Verlag Chemie, 1980.
15. *Гребенкин М.Ф., Иващенко А.В.* Жидкокристаллические материалы. М.: Мир, 1989.
16. *Рюмцев Е.И., Ковшик А.П., Коломиец И.П., Цветков В.Н.* // Кристаллография. 1973. Т. 18. № 6. С. 1245.
17. *Ковшик А.П., Дените Ю.И., Рюмцев Е.И., Цветков В.Н.* // Кристаллография. 1975. Т. 20. № 4. С. 861.
18. *Furuya H., Dries T., Fukermann K., Abe A., Ballauff M., Fischer E.* // *Macromolecules.* 1990. V. 23. № 18. P. 2122.
19. *Haller I.* // *Prog. Solid-State Chem.* 1975. V. 10. № 2. P. 103.
20. *Блинов Л.М.* Электро- и магнитооптика жидких кристаллов. М.: Наука, 1978.
21. *Tsvetkov V.N.* // *Acta physicochimica URSS.* 1937. B. 7. S. 865.
22. *Цветков В.Н., Сосновский А.Н.* // Журн. эксперим. и теорет. физики. 1943. Т. 19. № 9/10. С. 353.

Magnetic-Field-Induced Orientational Elastic Deformations in the Liquid-Crystalline Compounds Modeling Polymer Chain Fragments

A. P. Filippov* and V. Surendranath**

* Institute of Macromolecular Compounds, Russian Academy of Sciences,
Bol'shoi pr. 31, St. Petersburg, 199004 Russia

** Box 36, Department of Physics, Kent State University, Kent, OH 44242, USA

Abstract—For the LC dimers whose mesogenic groups are laterally joined by flexible spacers, the magnetic-field-induced orientational elastic deformations were studied. The temperature dependences of optical anisotropy and elastic constants were determined. It was shown that the optical anisotropy and the orientational order parameter of the nematics studied are controlled not only by the length of a flexible spacer but also by a marked freedom of rotation of mesogenic groups about the short axes. Bend and splay elastic constants and the ratio between them remain unchanged with the increasing length of the central flexible fragment. This fact allows one to conclude that the properties of the nematic phases formed by dimers and polymers are rather similar.