

УСПЕХИ ХИМИИ

ВЫПУСК 10

ОКТЯБРЬ — 1989

ТОМ LVIII

МОСКВА
«НАУКА»ЖУРНАЛ ОСНОВАН В ЯНВАРЕ 1932 ГОДА
ВЫХОДИТ 12 РАЗ В ГОД

УДК 532.783

ВЯЗКОСТЬ НЕМАТИЧЕСКИХ ЖИДКИХ КРИСТАЛЛОВ

Беляев В. В.

Впервые проведено совместное рассмотрение данных по динамической, кинематической и вращательной вязкости нематических жидкокристаллических (НЖК) веществ, относящихся к 320 химическим классам. Дан сравнительный анализ методов измерения вязкости НЖК, обсуждены границы применимости различных способов описания ее температурной зависимости. В таблицах приведены данные, позволяющие рассчитать с хорошей точностью для большинства мезогенных веществ значение вязкости при любой температуре, относящейся к нематическому диапазону. Проанализировано влияние молекулярного строения НЖК на величину их вязкости и на ее температурную зависимость, приведены сведения о вязкости применяемых в практике советских и зарубежных жидкокристаллических материалов.

Библиография — 158 ссылок.

ОГЛАВЛЕНИЕ

I. Методы измерения коэффициентов вязкости нематических жидкких кристаллов	1602
II. Температурная зависимость вязкости нематических жидкких кристаллов	1603
III. Таблицы вязкости нематических жидкких кристаллов	1604
IV. Связь молекулярного строения нематических жидкких кристаллов с их вязкостью	1656

В настоящее время благодаря своим уникальным оптическим свойствам и малому энергопотреблению нематические жидкие кристаллы (НЖК) нашли широкое применение в устройствах обработки и отображения информации. Одной из важных характеристик НЖК, определяющих их быстродействие в рабочем диапазоне температур, является вязкость. Для НЖК измеряется как динамическая вязкость η (или кинематическая v), описывающая течение жидкости в нематической и изотропной фазах, так и вращательная вязкость γ_1 , не имеющая аналога в изотропных жидкостях и связанная с диссипацией энергии при переориентации директора НЖК (директор — единичный вектор, указывающий направление длинных осей молекул НЖК). Вопросам вязкости жидкких кристаллов (ЖК) посвящены работы [1, 2], но приведенный в них материал слишком скучен, чтобы можно было обсуждать не только связь величины вязкости с молекулярным строением НЖК, но и вид температурной зависимости вязкости, знание которого необходимо для разработки ЖК материалов, обладающих хорошим быстродействием при низких температурах.

В данном обзоре впервые систематизируются данные о связи химического строения НЖК с их вязкостью, причем температурная зависимость различных НЖК рассматривается с единой точки зрения. Приве-

данные в таблицах данные представляют интерес для специалистов, занимающихся жидкостями, и могут служить основой для целенаправленного исследования и поиска новых нематических, смектических, полимерных и лиотропных жидких кристаллов.

I. МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТОВ ВЯЗКОСТИ НЕМАТИЧЕСКИХ ЖИДКИХ КРИСТАЛЛОВ

Для многих ЖК соединений обычно измеряют только динамическую η или кинематическую $v = \eta/\rho$ (ρ — плотность НЖК) вязкость. Однако в настоящей работе основной упор делается на вращательную вязкость γ_1 , величина которой определяет времена электрооптического отклика. В [3, 4] показано, что существует связь между величинами вращательной вязкости γ_1 и вязкости, измеряемой капиллярными методами, приближенно описываемая соотношениями

$$\gamma_1 \approx a\eta + b, \quad (1)$$

$$\gamma_1 \approx a(\eta_s - \eta_2) + b, \quad (2)$$

где a , b — слабо зависящие от температуры коэффициенты, η_2 , η_3 — коэффициенты вязкости Мезовича [2]. Эти зависимости подтверждаются одновременными измерениями вязкости γ_1 и η или η_2 , η_3 для набора НЖК веществ, относящихся к разным химическим классам [4, 5]. Для сравнения в таблицах в ряде случаев одновременно приведены величины γ_1 и η или их отношение γ_1/η .

В зависимости от типа вискозиметра измеряется динамическая η (вискозиметр Убеллоде) или кинематическая v (вискозиметр Оствальда) вязкость. Для измерения вращательной вязкости γ_1 разработаны оригинальные методики, сводящиеся к одному из трех типов: метод вращающегося магнитного поля, динамика перехода Фредерикса, спектр светорассеяния на термических флуктуациях директора.

В первом методе вращение магнитного поля приводит к вращению директора НЖК, причем второе вращение при достаточно малых угловых скоростях происходит с задержкой по фазе [2, 6]. Измерив эту задержку, например, с помощью крутильных весов [7], можно определить величину γ_1/ρ или γ_1/χ_a (χ_a — анизотропия диамагнитной проницаемости). Ошибки, возникающие при таком методе измерения, подробно исследованы в [7]. Чтобы измерить величину γ_1 с точностью 0,1%, в [4, 7] были использованы образцы около 60 см³, что далеко не всегда возможно, особенно при исследовании новых веществ. Уменьшение объема образца приводит, как правило, к занижению измеряемой величины (сравни, например, [4] и [8]).

Значительно меньшее количество веществ (до 30 мг) требуется при измерении величины γ_1 по динамике перехода Фредерикса. В этом случае по характерному времени релаксации определяется отношение γ_1/K_{22} [9] или η_s/K_{11} [10, 11] (K_{11} , K_{22} — коэффициенты упругости НЖК, $\eta_s = \gamma_1 - \alpha_3^2/\eta_2$ — вязкость, описывающая скорость релаксации деформации поперечного изгиба, α_3 — коэффициент вязкости Лесли). При непосредственном измерении величины γ_1/K_{22} исследуют временную зависимость вращения коноскопической фигуры, образующейся при просвечивании сходящимся пучком света ЖК-ячейки, находящейся в продольном магнитном поле (поле параллельно подложкам, но перпендикулярно директору). Из-за сложностей в определении угла вращения коноскопической фигуры и величины K_{22} этот метод не нашел распространения. Более широкое распространение получил метод измерения η_s/K_{11} по оптическому [10] или емкостному [11] отклику планарно ориентированной ячейки после выключения поперечного электрического поля. Вследствие соотношения $|\alpha_3| \ll \gamma_1$, η_1 [12] выполняется $\eta_s \approx \gamma_1$ с точностью 1–2%, что перекрывает точность измерения величины η_s этим методом (7–10%). Одновременно с величиной γ_1 в этой же ячейке можно измерить величину двулучепреломления Δn и коэффициента упругости K_{11} (при известной величине диэлектрической анизотропии

$\Delta\epsilon$). Метод измерения величины γ_1 по релаксации деформации образца, помещенного в сильное магнитное поле (до 0,8 T) приведен в [13]. Точность метода 6%. Недостатком его является необходимость знать величину χ_a .

Термические флюктуации директора ЖК приводят к рассеянию света, значительно превышающему таковое в изотропных жидкостях. По полуширине спектра рассеяния можно определить вязкоупругое отношение γ_1/K_{22} или η_s/K_{11} , а, зная интенсивность рассеянного света и показатели преломления НЖК,— и сами коэффициенты вязкости γ_1 или η_s [2, 14, 15]. Из-за необходимости смотреть рассеяние под малыми углами, где значительно рассеяние на неоднородностях ориентации ЖК, непосредственное измерение величины γ_1 затруднено или вообще невозможно. Поэтому чаще измеряют величину η_s/K_{11} при следующей геометрии наблюдения: поляризация падающего света параллельна директору и перпендикулярна поляризации рассеянного света, а угол рассеяния составляет $30 \pm 40^\circ$ [14]. Хотя соответствующий метод достаточно сложен (требуется спектроскопия оптического смешения, корреляция сигналов) у него есть такое существенное достоинство, как отсутствие деформации образца, что важно при исследовании НЖК с сильным поперечным межмолекулярным взаимодействием.

Значения γ_1 , приведенные в таблицах, получены с использованием всех основных методов. Как показано в [16], результаты измерений величины γ_1 различными методами хорошо согласуются.

II. ТЕМПЕРАТУРНАЯ ЗАВИСИМОСТЬ ВЯЗКОСТИ НЕМАТИЧЕСКИХ ЖИДКИХ КРИСТАЛЛОВ

Температурная зависимость вязкости изотропной жидкости обычно хорошо описывается законом Аррениуса

$$\eta = a \exp(E/kT), \quad (3)$$

где a — константа, E — энергия активации, k — постоянная Больцмана, T — температура. В предположении отсутствия межмолекулярного взаимодействия эта зависимость описывается формулой Фульчера — Таммана

$$\eta = b \exp[B/(T-T_0)], \quad (4)$$

где b , B — константы, $(T-T_0)/B$ — флюктуационный свободный объем, $T_0 \approx T_g + 50$, T_g — температура стеклования жидкости. Для описания изменения вязкости γ_1 вблизи температуры перехода НЖК — изотропная жидкость (T_{NI}) в предэкспоненциальный множитель вводится зависимость от параметра порядка S :

$$\gamma_1 = aS^x \exp(E/kT). \quad (5)$$

В [16] показано, что для ЖК веществ с удлиненной цепью сопряжения (бифенилы, фенилпиримидины, фенилбензоаты и т. д.) $x=1$, а для ЖК веществ, молекулы которых содержат фрагмент с насыщенными связями (фенилциклогексаны, фенилбициклооктаны и т. д.) $x=2$.

В [17] найдены границы применимости активационной модели и модели свободного объема. Первая справедлива для всех НЖК с небольшим интервалом мезофазы (до 40°) при температурах $T > 20^\circ\text{C}$, вторая — для НЖК с малой энергией активации ($E < 0,45$ эВ = $4,95 \cdot 10^3$ K), а также для НЖК со значительным (свыше 60°) интервалом мезофазы, достигающим области пониженных температур (до 0°C и ниже). В этой же работе показано, что величина γ_1 определяется плотностью молекулярной упаковки, а температурная зависимость γ_1 (энергия активации в (5)) — энергией межмолекулярного взаимодействия, порядок величины которой равен энталпии плавления НЖК и определяется наличием или отсутствием фрагмента с насыщенными связями (циклогексанового или бициклооктанового).

В [18] предложено теоретическое описание температурной зависимости вращательной вязкости на основе молекулярно-статистического

подхода, сочетающее особенности активационной модели и модели свободного объема:

$$\gamma_1(T, S) = gS^2 \exp[\epsilon S/kT + \theta S^2/(T - T_0)], \quad (6)$$

где g — слабо зависящий от температуры параметр, ϵS — высота потенциала Майера — Заупе, θ — определяемый физическими свойствами вещества параметр, T_0 — температура замерзания движения директора; при аппроксимации зависимости $\gamma_1(T, S)$ для какого-либо вещества пренебрегают первым или вторым слагаемым аргумента экспоненты. Выбор аппроксимации определяется шириной нематического интервала.

Сравнительный математический анализ пригодности различных моделей для описания зависимости вращательной вязкости от температуры и параметра порядка проведен в [16, 17]. Наилучшее согласие рассчитанных кривых и экспериментальных точек и наибольшие коэффициенты корреляции для большинства веществ получены при описании зависимости $\gamma_1(T)$ соотношением вида (5). Для некоторых производных циклогексана и бициклооктана наименьшее отклонение получилось при аппроксимировании результатов по модели свободного объема с учетом параметра порядка S . Зависимости вида (6) дают, как правило, худшее согласие с экспериментальными результатами, хотя, как было отмечено в [17], теория [18] позволяет объяснить изменение величины γ_1 в гомологическом ряду ЖК веществ и пропорциональность $E \sim T_{ni}$ для веществ со сходным типом межмолекулярного взаимодействия.

Поэтому в большинстве случаев экспериментальные зависимости аппроксимировались кривыми вида (5) с учетом конкретной молекулярной структуры вещества ($x=1$ или 2). Для ряда веществ отсутствовали значения S , но были известны величины двулучепреломления Δn , что позволило использовать аналогичные аппроксимации, поскольку $\Delta n \sim S$ [2, 16]. При отсутствии данных, позволяющих судить о температурной зависимости параметра порядка S , применялась простая аппроксимация вида (3). Для некоторых производных циклогексана и бициклооктана использовали аппроксимацию, соответствующую модели свободного объема с учетом изменения величины S .

В целом в таблицах предпринята попытка проанализировать температурные зависимости вращательной вязкости НЖК, относящихся к разным химическим классам, применяя для их описания единый подход. Аппроксимации строились на основе данных, приведенных в таблицах или на графиках в оригинальных работах. Лишь в некоторых случаях (как правило, при наличии значения γ_1 или η , приведенного только при одной температуре) дополнительная математическая обработка оригинальных результатов не производилась.

III. ТАБЛИЦЫ ВЯЗКОСТИ НЕМАТИЧЕСКИХ ЖИДКИХ КРИСТАЛЛОВ

Таблицы построены так, чтобы по значениям приведенных в них параметров можно было бы получить значения γ_1 (или η , v) при любой температуре, при которой данное вещество является нематиком. Кроме специально оговоренных случаев, все использовавшиеся аппроксимации имели аррениусовский вид

$$\ln A = \ln A_0 + E/T, \quad (a, b, c)$$

В аппроксимации (a) буквой A обозначена вращательная вязкость γ_1 или ее кинематический аналог γ_1/ρ (ρ — плотность НЖК), а также динамическая η или кинематическая вязкость $v = \eta/\rho$. При описании температурной зависимости вращательной вязкости по формуле (b) буквой A обозначено отношение γ_1/S или $\gamma_1/\Delta n$ (учитывается $\Delta n \sim S$), а по формуле (c) — отношение γ_1/S^2 или $\gamma_1/(\Delta n)^2$. Величина вязкости выражена в единицах СИ: в $0,1 \text{ Па} \cdot \text{с} = 1 \text{ Пз}$ (γ_1, η) или $10^{-4} \text{ м}^2/\text{с} = 1 \text{ Стокс}$ ($\gamma_1/\rho, v$).

Порядок расположения жидкокристаллических веществ по химическим классам приблизительно соответствует порядку, принятому в известных демусовских таблицах для жидких кристаллов [19]. Для веществ, относящихся к одному химическому классу, например, основа-

Таблица 1

Вязкость нематических ЖК

Номер соединения	Название	Структурная формула	Аппроксимация	Вязкость *1, 10^{-1} Па·с (η_r , η), 10^{-4} м ² /с (η_r/ρ , v)	$\ln A_0$	E , 10 ³ К	T_{NI}^{*2} , К	S или Δn^{*3}	Ссылки	Примечание	11
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	4- <i>n</i> -пентил-4'- <i>n</i> -бутоксиазобензол	<chem>C5H11-c1ccc(cc1)-N=N-c2ccc(cc2)OC4H9</chem>	<i>a</i>	$\gamma_1 (71,6^\circ \text{C}) = 0,37$	-16,45	5,33	359,9		[3]		
2	4,4'-ди- <i>n</i> -алкилазоксибензолы	<chem>CnH2n+1-c1ccc(cc1)-N=N-c2ccc(cc2)OCnH2n+1</chem>	<i>b</i>	$\gamma_1 (25^\circ \text{C}) = 0,48$	-21,8	6,50	304,1	$S (294,1 \text{ K}) = 0,4956$ [22]	[9]	См. табл. 2	
3	4,4'-ди- <i>n</i> -алкоксиазоксибензолы	<chem>CnH2n+1O-c1ccc(cc1)-N=N-c2ccc(cc2)OCnH2n+1</chem>	<i>a</i>	$\gamma_1 (120^\circ \text{C}) = 0,070$	-17,72	5,92	408,5	$S (398,5 \text{ K}) = 0,5784$	[23]	См. табл. 3	
4	4-алкил-4'-алкоксиазоксибензолы	<chem>CnH2n+1-c1ccc(cc1)-N=N-c2ccc(cc2)OCmH2m+1</chem>	<i>b</i>	$\gamma_1 (25^\circ \text{C}) = 1,89$	-14,46	4,55	347,9	$S (298,2 \text{ K}) = 0,7182$	[4]	$n=5, m=1: T_g = 198,7 \text{ K}$ [26]	
		<i>n=4, m=1</i> (Н 4; БМАОБ)									
		<i>n=5, m=4</i>									
		<i>n=4, m=1</i> (66%), <i>n=2, m=1</i> (34%)									
5	4- <i>n</i> -бутил-4'-(алкоксибензилиден)-анилины	<chem>CnH2n+1O-c1ccc(cc1)-CH=N-c2ccc(cc2)-C4H9</chem>	<i>b</i>	$\gamma_1 (25^\circ \text{C}) = 1,09$	-18,92	5,82	318,3	$S (308,3 \text{ K}) = 0,54$ [28]	[4]	См. табл. 4	
		<i>n=1</i> (МББА)									
		<i>n=1</i> (36%), <i>n=2</i> (40%), <i>n=4</i> (24%)									
6	4-метоксибензилиден-4'-аминофенилацетаты	<chem>CH3O-c1ccc(cc1)-CH=N-c2ccc(cc2)-OC(=O)CnH2n+1</chem>	<i>b</i>	$\gamma_1 (90^\circ \text{C}) = 0,394$	-17,81	6,26	382,20	$S (363,09 \text{ K}) = 0,5954$ [28]	[29]	См. табл. 5	
7	4-бутен-1-ил-4'-(метоксибензилиден)-анилин	<chem>CH3O-c1ccc(cc1)-CH=N-c2ccc(cc2)-CH=CH-C2H5</chem>		$\eta (133^\circ \text{C}) = 0,30$				411,2		[30]	

Таблица 1 (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
8	4-циан-4'-(<i>n</i> -алкилбензилиден)анилины	<chem>CnH2n+1c1ccc(cc1)-CH=Nc2ccccc2-C#N</chem> <i>n</i> =5 (40%), <i>n</i> =7 (60%)		γ_1 (25° C)=3,60, $\gamma_1/\eta=5,36$ при $T=0,92 T_{NI}$		5,36	343,9		[5]	$E=\partial\gamma_1/\partial(T^{-1})$ при $T=$ $=0,92 T_{NI}$
9	4-циан-4'-(<i>n</i> -алкоксибензилиден)анилины	<chem>CnH2n+1Oc1ccc(cc1)-CH=Nc2ccccc2-C#N</chem> <i>n</i> =6 <i>n</i> =8	<i>a</i>	γ_1 (60° C)=0,90 γ_1 (88° C)=1,0	-15,05	5,05	373,4		[31]	
10	4-метоксиалициденин-4'-бутиланилин	<chem>CCOC(=O)c1ccc(cc1)-CH=Nc2ccccc2-C#N</chem>	<i>b</i>	γ_1 (44° C)=1,33 γ_1 ($T=0,95 T_{NI}$)= $=0,983$	-22,37	7,349	338,15	$S(0,95 T_{NI})=$ $=0,60$	[28]	
11	ди-4-метоксибензальказин	<chem>CCOC(=O)c1ccc(cc1)-CH=N-N=CH-c2ccc(cc2)-OCH3</chem>	<i>a</i>	$\gamma_1/\rho(174^{\circ} \text{C})=0,0444$	-10,62	5,44	452		[33]	
12	ди-4-ацетоксибензальказин	<chem>CC(=O)c1ccc(cc1)-CH=N-N=CH-c2ccc(cc2)-OCC(=O)c1ccc(cc1)</chem>	<i>a</i>	$\gamma_1/\rho(174^{\circ} \text{C})=0,107$	-11,97	6,41	465		[33]	
13	4- <i>n</i> -алкил-4'-алкилтоланы	<chem>CnH2n+1c1ccc(cc1)-C#Cc2ccc(cc2)-CmH2m+1</chem> <i>n</i> =3, <i>m</i> =4 (50%); <i>n</i> =2, <i>m</i> =5 (50%)							[27]	См. соединение 14
14	4- <i>n</i> -алкил-4'-алкокситоланы	<chem>CnH2n+1c1ccc(cc1)-C#Cc2ccc(cc2)-OCmH2m+1</chem> <i>n</i> =4, <i>m</i> =2 (50%); смесь № 13 (50%); <i>n</i> =4, <i>m</i> =2 (30%), <i>n</i> =5, <i>m</i> =1 (40%), <i>n</i> =5, <i>m</i> =2 (30%) <i>n</i> =5, <i>m</i> =4		$\eta(20^{\circ} \text{C})=0,164$ $\eta(20^{\circ} \text{C})=0,191$ <i>a</i> $\gamma_1(60^{\circ} \text{C})=0,48$		320	$\Delta n(25^{\circ} \text{C})=$ $=0,231$ $\Delta n(25^{\circ} \text{C})=$ $=0,297$	[27]		См. табл. 6
15	4- <i>n</i> -алкил-4'-этокси-2'-метилтоланы	<chem>CnH2n+1c1ccc(cc1)-C#Cc2ccc(cc2)-OC2H5</chem> <i>n</i> =4 (50%), <i>n</i> =5 (50%)		$\eta(20^{\circ} \text{C})=[0,329]$		321	$\Delta n(20^{\circ} \text{C})=$ $=0,264$	[34]		
16	4- <i>n</i> -алкил-4'-этокси-2'-фтортоланы	<chem>CnH2n+1c1ccc(cc1)-C#Cc2ccc(cc2)-OC2H5</chem> <i>n</i> =4 (50%), <i>n</i> =5 (50%)		$\eta(20^{\circ} \text{C})=[0,244]$		331,5	$\Delta n(20^{\circ} \text{C})=$ $=0,278$	[34]		

Таблица 1 (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
17	4'- <i>n</i> -алкилфенил-4- <i>n</i> -алкилбензоаты	$C_nH_{2n+1}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{COO}-\text{C}_6\text{H}_4-C_mH_{2m+1}$ $n = 3, m = 5$ n, m не обозначены		η (20° C)=[0,23] η (25° C)=[0,19] η (20° C)=0,46, η (0° C)=1,78			293 332	$\Delta n=0,171$	[35] [36] [37]	
18	4- <i>n</i> -алоксифенил-4'- <i>n</i> -алкилбензоаты	$C_nH_{2n+1}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{COO}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{OC}_mH_{2m+1}$ $n = 5, m = 4$ $n = 4, m = 2$ (45,45 мол.%); $n = 6, m = 2$ (45,45 мол.%); $C_6H_{13}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{COO}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CN}$ (9,1 мол.%) $n = 5, m = 2$ (24,0 мол %); $n = 3, m = 4$ (16,0 мол.%); $n = 4, m = 6$ (60,1 мол.%)	<i>a</i>	γ_1 ($54,7^\circ \text{ C}$)=0,38 γ_1 (25° C)=2,20	-24,18 -16,7	7,61 5,32	320,8	$\Delta n (T=$ $=0,95 T_{NI})=$ $=0,126$	[3] [16, 39]	См. табл. 7
19	4'-бутилфенил-4- <i>n</i> -алоксибензоат	$C_nH_{2n+1}O-\text{C}_6\text{H}_4-\text{COO}-\text{C}_6\text{H}_4-C_4H_9$ $n = 5$ (60%), $n = 7$ (40%) n не приведено	<i>a</i>	η (25° C)=0,38	-14,5	4,05	324,6		[38]	
20	4'- <i>n</i> -пентилоксифенил-4- <i>n</i> -октилоксибензоаты	$C_8H_{17}O-\text{C}_6\text{H}_4-\text{COO}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{OC}_8H_{17}$		ν (20° C)=0,85 η (20° C)=(0,66)			331 343		[40] [36]	
				γ_1 ($66,3^\circ \text{ C}$)=0,953			357,5	$S (339,5 \text{ K})=$ $=0,6098$ [24]	[7]	$\gamma_1 (T)=1,994 \cdot 10^3 \cdot (1+T/357,65)^{0,2783} \cdot \exp [590,24/(T-214,0)] \sim \rho S^2 \exp [B/(T-T_0)]$
21	4'-фторфениловый эфир 4-бутилбензойной кислоты	$C_6H_5-\text{C}_6\text{H}_4-\text{COO}-\text{C}_6\text{H}_4-F$		η (20° C)=[0,23]			[233]		[41]	
22	4'-цианфенил-4-алкилбензоаты	$C_nH_{2n+1}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{COO}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CN}$ $n = 5$ (40 мол.%), $n = 7$ (60 мол.%)		γ_1 (25° C)=4,10, $\gamma_1/\eta=5,21$ при $T=0,92 T_{NI}$		6,48	329,4		[5]	$E=\partial \gamma_1 / \partial (T^{-1})$ при $T=0,92 T_{NI}$ $n=7: T_g=214 \text{ K}$ [42]; $n=2,$ $n=4: T_g=219 \text{ K}$ [26]

Таблица 1 (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
23	3'-фтор-4'-цианフェнил-4-алкилбензоат	<chem>CnH2n+1-c1ccc(C(=O)c2ccc(F)cc2)cc1C#N</chem> $n = 3$ $n = 7$		η (20° C)=[0,38] γ_1 (25° C)=3,3			[355] 301,7		[43] [44]	$\Delta\epsilon$ =[45,5] $\Delta\epsilon$ =[49,7]
24	3'-хлор-4'-цианフェнил-4-пропилбензоат	<chem>C8H7-c1ccc(C(=O)c2ccc(Cl)cc2)cc1C#N</chem>		η (20° C)=[1,56]					[45]	$\Delta\epsilon$ =[41]
25	3'-фтор-4'-цианフェнил-4-(β -метокси-метил)бензоат	<chem>CH3OCH2-c1ccc(C(=O)c2ccc(F)cc2)cc1C#N</chem>		η (20° C)=[0,95]			(300,9)		[45]	$\Delta\epsilon$ =[60]
26	3'-фтор-4'-цианフェнил-4-(β -аллокси-этокси)бензоат	<chem>CnH2n+1OCH2CH2O-c1ccc(C(=O)c2ccc(F)cc2)cc1C#N</chem> $n = 2$ $n = 4$		η (20° C)=[0,83] η (20° C)=[1,08]			[281,3] [259,9]		[43]	$\Delta\epsilon$ =[48,9] $\Delta\epsilon$ =[34,3]
27	3'-хлор-4'-цианフェнил-4-(β -бутоксиэтокси)бензоат	<chem>C4H9OCH2CH2O-c1ccc(C(=O)c2ccc(Cl)cc2)cc1C#N</chem>		η (20° C)=[1,58]			[219,2]		[43]	$\Delta\epsilon$ =[30,8]
28	3'-фтор-4'-цианフェнил-4-фторбензоат	<chem>F-c1ccc(C(=O)c2ccc(F)cc2)cc1C#N</chem>		η (20° C)=[0,42]			[285,3]		[46]	
29	3'-фтор-4'-цианフェнил-4-хлорбензоат	<chem>Cl-c1ccc(C(=O)c2ccc(F)cc2)cc1C#N</chem>		η (20° C)=[0,68]			[306,3]		[46]	
30	4'-(β -цианэтил)фенил-4- μ -октилоксibenзоат	<chem>C8H17O-c1ccc(C(=O)c2ccc(C#Cc3ccccc3)cc2)cc1C#N</chem>		ν (54° C)=0,79			331,2		[47]	
31	4'-(дицианоэтил)-фенил-4- μ -гептоноилоксibenзоат	<chem>C8H13COO-c1ccc(C(=O)c2ccc(CC(=C(C#N)N)C#N)cc2)cc1C#N</chem>		ν (80° C)=0,63			375,2		[47]	
32	4'-нитрофенил-4- μ -октилоксibenзоат	<chem>C8H17O-c1ccc(C(=O)c2ccc([N+](=O)[O-])cc2)cc1C#N</chem>		γ_1 (69° C)=0,32					[48]	

Таблица 1 (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
33	4-алкилфенил-4'-алкилциклогексанкарбоксилаты	$C_nH_{2n+1}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{COO}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{C}_mH_{2m+1}$ $n = m = 5$ n, m не приведены		$\nu (20^\circ \text{ C})=0,13$ $\eta (20^\circ \text{ C})=(0,18)$			320 313		[49] [36]	
34	4- <i>n</i> -алкил-2-фторофенил-4'-алкилциклогексан-1'-карбоксилаты	$C_nH_{2n+1}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{COO}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{C}_mH_{2m+1}$ F		$\eta (20^\circ \text{ C})=0,22$			308		[36]	
35	4-алкоксифенил-4'-алкилциклогексан-1'-карбоксилаты	$C_nH_{2n+1}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{COO}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{OC}_mH_{2m+1}$ $n = 4, m = 2$ $n = 3, m = 4$ (60 мол.%); $n = 3, m = 2$ (40 мол.%) $n = 4, m = 2$ (45,45 мол.%); $n = 6, m = 2$ (45,45 мол.%)	<i>a</i>	$\gamma_1 (22^\circ \text{ C})=1,20$ $\gamma_1 (25^\circ \text{ C})=1,34$	-15,53 4,68 4,33 3,45	4,68 348,7 347,3 346,8		[50] [5] [16, 39]	См. табл. 8 $n=5, m=1:$ $T_g=197 \text{ K}$ [42] $E=\partial\gamma_1/\partial (T^{-1})$ при $T=$ $=0,92 T_{NI}$	
		$C_6H_{15}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{COO}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CN}$ (9,1 мол.%) $(n+m)_{cp} = 5,88$ (в смеси) $(n+m)_{cp} = 10,00$ (в смеси) $n = 5, m = 1$ $n = 3, m = 2$ $n = 4, m = 2$		$\eta (25^\circ \text{ C})=0,16$ $\eta (25^\circ \text{ C})=0,51$ $\nu (20^\circ \text{ C})=0,17$ $\nu (20^\circ \text{ C})=0,14$ $\nu (20^\circ \text{ C})=0,17$		344 351 348			[51] [51] [49] [49] [49]	
36	4-алкоксифенил-4'-(<i>пентен-1-ил</i>)циклогексан-1'-карбоксилаты	$CH_2=CH-C_6H_5-\text{C}_6\text{H}_4-\text{COO}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{OC}_nH_{2n+1}$ $n = 2$ $n = 3$	<i>a</i>	$\gamma_1 (22^\circ \text{ C})=1,20$ $\gamma_1 (22^\circ \text{ C})=1,08$	-17,50 -18,94	5,27 5,67	331,5 318,0	$\Delta n=0,065$ $\Delta n=0,061$	[48] [48]	
37	4-алкенилифенил-4'-этилциклогексан-1'-карбоксилаты	$C_6H_5-\text{C}_6\text{H}_4-\text{COO}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{C}_nH_{2n}-CH=CH_2$ $n = 1$ $n = 2$		$\eta (22^\circ \text{ C})=0,225$ $\gamma_1 (22^\circ \text{ C})=1,25$ $\eta (22^\circ \text{ C})=0,315$			353,2 334,6	$\Delta n=0,062$ $\Delta n=0,068$	[52] [52]	

Таблица 1 (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
38	4-фторфенил-4'-пропилициклогексан-1'-карбоксилат	<chem>C3H7-C(=O)c1ccc(F)cc1</chem>		η (20° C)=0,082					[53]	
39	3,4-дифторфенил-4'-пентилициклогексан-1'-карбоксилат	<chem>C5H11-C(=O)c1ccc(F)cc1</chem>		η (20° C)=[0,194]			(258)	[54]	$\Delta H_m=3520$ K	
40	2,4-дифторфенил-4'-алкилициклогексан-1'-карбоксилаты	<chem>CnH2n+1-C(=O)c1ccc(F)cc1</chem>	$n = 5$ $n = 6$ $n = 8$	η (20° C)=[0,17] η (20° C)=[0,22] η (20° C)=[0,22]			(282,0) (284,5) (291,7)		[55]	
41	4-цианфенил-4'-алкилициклогексан-1'-карбоксилаты	<chem>CnH2n+1-C(=O)c1ccc(C#N)cc1</chem>	$n = 5$ (40 мол.%), $n = 7$ (60 мол.%)	γ_1 (25° C)=2,69, $\gamma_1/\eta=6,36$ при $T=0,92 T_{NI}$ v (50° C)=0,12	4,43	353,4		[5]	$E=\partial\gamma_1/\partial(T^{-1})$ при $T=$ $=0,92 T_{NI}$	
42	1-пентилокси-4-(4'-метилциклогексилкарбокси)-2,3-дицианбензол	<chem>CH3-C(=O)c1ccc(C#N)cc1OC8H17</chem>		η (20° C)=[1,5]			(329,4)	[47]	$\Delta H_m=3830$ K	[56]
43	4-алкилфенил-4'-алкилициклогексантиолат	<chem>CnH2n+1-C(=O)SC(=O)c1ccc(CmH2m+1)cc1</chem>		η (25° C)=(0,37)				[35]		
44	4-алоксифенил-4'-алкилициклогексантиолат	<chem>CnH2n+1-C(=O)OC(c1ccc(CmH2m+1)cc1)m</chem>	$n = 5, m = 2$ $n = 4, m = 5$	η (25° C)=(0,20) η (25° C)=(0,35)				[35]	[35]	

Таблица 1 (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
45	4-алкилбензойные кислоты		<i>b</i>	$\gamma_1 (72^\circ \text{C}) = 0,36$	-41,9	4,46	381,8	$\Delta n (T = 0,95 T_{NI}) = 0,120$	[16, 57]	
		$n = 4 \text{ (50\%)}, n = 6 \text{ (50\%)}$								
46	4-алкилциклогексанкарбоновые кислоты		<i>a</i>	$\gamma_1 (84^\circ \text{C}) = 0,53$ $\gamma_1 (25^\circ \text{C}) = 1,85$	-8,31 -3,4	2,74 2,97	417,7 366,2	$\Delta n (T = 0,95 T_{NI}) = 0,042$	[3] [16, 57]	
		$n = 5$ $n = 4 \text{ (50\%)}, n = 6 \text{ (50\%)}$								
47	4- <i>n</i> -метоксикоричная кислота		<i>a</i>	$\gamma_1/p (173^\circ \text{C}) = 0,0956$			447		[33]	
48	4'-пентилциклогексиловый эфир 3,4-дифторбензойной кислоты			$\eta (20^\circ \text{C}) = [0,70]$			(267,2)		[58]	
49	4'-пентилциклогексиловый эфир 2,4-дифторбензойной кислоты			$\eta (20^\circ \text{C}) = [0,62]$			(289,9)		[58]	
50	4-алкилциклогексиловые эфиры 4'-цианбензойной кислоты			$\eta (25^\circ \text{C}) = [0,30]$			319,7		[59]	
51	4-алкил-4'- <i>n</i> -алкилбифенилы			$\eta (20^\circ \text{C}) = [0,20]$ $\eta (20^\circ \text{C}) = [0,12]$ $\eta (20^\circ \text{C}) = [0,38]$			[284]		[60]	
		$n = 2 \ m = 3$ $n = 5 \ m = 3$ $n = 6 \ m = 5$								

Таблица 1 (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
52	4-циан-4'- <i>n</i> -алкил-бифенилы	<chem>CnH2n+1-C(=O)c1ccc(cc1)-c2ccc(C#N)cc2</chem> <i>n</i> = 5 <i>n</i> = 5 (40 мол.%), <i>n</i> = 7 (60 мол.%)	<i>b</i> <i>a</i>	γ_1 (25°C) = 0,82 γ_1 (25°C) = 1,1 γ_1 (25°C) = 1,1 γ_1 (25°C) = 1,02, $\gamma_1/\eta = 4,35$ при $T = 0,92 T_{NI}$	-20,0 -17,1 5,58	5,84 6,34 5,64	308,2 312,2 312,2	$\Delta n = 0,178$ $\Delta n (T = 307,2 \text{ K}) = 0,185$	[16] [61] [16] [5]	См. табл. 9 $T_g = 207 \text{ K}$ [42] $E = \partial \gamma_1 / \partial (T^{-1})$ при $T = 0,92 T_{NI}$ $n = 2: T_g = 202 \text{ K}$ $n = 4: T_g = 206 \text{ K}$ [26]
		<i>n</i> = 3 (30%), <i>n</i> = 5 (40%), <i>n</i> = 7 (30%) <i>n</i> = 5		η (20°C) = 0,34, η (0°C) = 1,00 η (20°C) = [0,34], η (0°C) = [1,38]			308,2		[62] [63]	
53	4- <i>n</i> -пентил-4'-циан-3'-фторбифенил	<chem>C5H11-C(=O)c1ccc(cc1)-c2ccc(F)cc2</chem>		η (20°C) = [0,39], η (0°C) = [1,68]			[273,2]		[63]	
54	4- <i>n</i> -пентил-4'-циан-2'-фторбифенил	<chem>C5H11-C(=O)c1ccc(cc1)-c2ccc(F)cc2</chem>		η (20°C) = [0,41], η (0°C) = [2,07]			294,9		[63]	
55	4'-циан-4- <i>n</i> -алкоксибифенилы	<chem>CnH2n+1O-C(=O)c1ccc(cc1)-c2ccc(C#N)cc2</chem> <i>n</i> = 5 (40 мол.%), <i>n</i> = 7 (60 мол.%)	<i>b</i>	γ_1 (31°C) = 2,22 γ_1 (25°C) = 3,71, $\gamma_1/\eta = 3,97$ при $T = 0,92 T_{NI}$	-14,6	5,15	345,2	$\Delta n (T = 0,95 T_{NI}) = 0,177$	[16] [5]	См. табл. 10 $E = \partial \gamma_1 / \partial (T^{-1})$ при $T = 0,92 T_{NI}$
		<i>n</i> = 5	<i>a</i>	γ_1 (49,3°C) = 0,56 γ_1 (50°C) = 0,27 ν (70°C) = 0,18 γ_1 (76°C) = 0,20		5,71	344,8		[3] [64] [65] [64]	$\gamma_1 \approx -\alpha_2$
		<i>n</i> = 8				6,5	341,6			$\gamma_1 \approx -\alpha_2$
							312,2			

Таблица 1 (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
56	4'-(β -алкоксиэтил)-4-цианбифенил	<chem>CnH2n+1O-CH2-CH2-c1ccc(cc1)-c2ccc(cc2)C#N</chem> $n = 1$ $n = 2$		η (20° C)=[0,54] η (20° C)=[0,57]			[280,7] [265]		[66] [66]	
57	4'-циан-4-(3-гидроксипропокси)бифенил	<chem>HOCH2CH2O-c1ccc(cc1)-c2ccc(cc2)C#N</chem>		η (20° C)=[1,5]			386,8		[67]	$\Delta\epsilon=[18,4]$
58	4'-алкилбифенил-4-илацетонитрил	<chem>CnH2n+1-c1ccc(cc1)-c2ccc(cc2)C#N</chem> $n = 5$ (50%), <chem>C9H11-c1ccc(cc1)-c2ccc(cc2)C#N</chem> (50%)		ν (20° C)=[0,46]			[379]		[68]	
59	1-(<i>n</i> -цианифенил)-4- <i>n</i> -алкилциклогексены	<chem>CnH2n+1-c1ccc(cc1)-c2ccc(cc2)C#N</chem> $n = 5$ (50%), $n = 7$ (50%) $n = 2$ (23%), $n = 5$ (38,5%), $n = 7$ (38,5%)		η (25° C)=0,36 η (25° C)=0,25			332 321		[69] [69]	
60	4-алкил-1-(4'- <i>n</i> -пропилциклогексил)-бензол	<chem>C9H11-c1ccc(cc1)-c2ccc(cc2)CnH2n+1</chem> $n = 2$ $n = 3$ $n = 5$		ν (20° C)=0,04 η (20° C)=[0,07]			(203,2) [217]		[70] [71]	$T_g=159$ К [42] $\mu_{\text{этанол}}=0,37$ Д
61	4-алкокси-1-(4'- <i>n</i> -пропилциклогексил)бензол	<chem>C9H11-c1ccc(cc1)-c2ccc(cc2)OCnH2n+1</chem> $n = 1$ $n = 2$ $n = 4$		η (20° C)=[0,10]			(241)		[34]	
				ν (20° C)=0,06 ν (20° C)=0,07 η (20° C)=[0,135] ν (20° C)=0,10			(283,2) 310,2		[72] [70] [71] [49]	$T_g=191$ К [42] $\mu_{\text{этоксибензол}}=1,28$ Д
62	4-(пропен-1'-ил)-1-(4'- <i>n</i> -пропилциклогексил)бензол	<chem>C9H11-c1ccc(cc1)-c2ccc(cc2)CH=CH-CH3</chem>		η (20° C)=[0,17]			358		[71]	$\Delta H_m=961$ К $\mu_{\text{пропенилбензол}}=0,71$ Д
63	4- <i>n</i> -пропил-1-(4'-бутоноилоксифенил)-циклогексан	<chem>C9H11-c1ccc(cc1)-c2ccc(cc2)OC(=O)C3H7</chem>		ν (20° C)=0,15			303		[49]	$\mu_{\text{фенилацетат}}=1,52$ Д

Таблица 1 (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
64	1-(3-гидроксиэтокси)-4-(пропилциклогексил)бензол	<chem>Cc1ccc(cc1)-c2ccc(cc2)OCCCO</chem>		η (20°C) = [0,91]			354,6		[67]	
65	метиловый эфир <i>n</i> -(4- <i>n</i> -пропилциклогексил)бензойной кислоты	<chem>Cc1ccc(cc1)-c2ccc(cc2)OC(=O)C</chem>		η (20°C) = [0,54]		313		[71]	$\mu_{\text{метилбензоат}} = 1,8 \text{ Д}$	
66	1-(4- <i>n</i> -алкилциклогексил)4-фторбензол	<chem>CnH2n+1Cc1ccc(cc1)-c2ccc(cc2)F</chem> <i>n</i> = 3		ν (20°C) = 0,05		(219,2)		[70]	$\mu_{\text{фторбензол}} = 1,46 \text{ Д}$	
		<i>n</i> = 9		ν (20°C) = [0,034]				[73]		
67	4-пентил-(3,4-дифторфенил)циклогексан	<chem>Cc1ccccc1Cc2ccc(cc2)F</chem>		η (20°C) = [0,07]		[219]		[74]		
68	2-фтор-4-(4'-гептилциклогексил)ацетофенон	<chem>Cc1ccc(cc1)-c2ccc(cc2)C(=O)C</chem>		η (20°C) = [0,14]		[271]		[75]		
69	4-алкил-(4'-цианфенил)циклогексан	<chem>CnH2n+1Cc1ccc(cc1)-c2ccc(cc2)C#N</chem> <i>n</i> = 3 <i>n</i> = 5	c	ν (20°C) = 0,20 γ_1 (25°C) = 0,97	-5,8	2,76	318,2 328,2	$\Delta n (T = 0,95 T_{NI}) = 0,149$	[70] [16]	См. табл. 11, 12 $T_g = 203 \text{ К}$ [26] $\mu_{\text{цианобензол}} = 4,0 \text{ Д}$
70	4-(<i>n</i> -бутен-1-ил)-1-(4'-этоксифенил)-циклогексан	<chem>Cc1ccc(cc1)-c2ccc(cc2)OCc3ccccc3</chem>		η (22°C) = 0,118			329,7	$\Delta n = 0,085$	[52]	

Таблица 1 (продолжение)

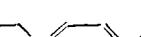
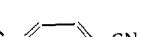
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
71	4-алкенил-1-(4'-н-цианфенил)циклогексан	<chem>CnH2n+1-CH=CH-CmH2m--CN</chem> $n = 3 \ m = 0$ $n = 0 \ m = 5$	α α	$\gamma_1(22^\circ\text{C}) = 1,34$ $\gamma_1(22^\circ\text{C}) = 0,99$	-16,62 -14,65	4,99 4,82	331,7 305,4	$\Delta n = 0,416$ $\Delta n = 0,086$	[76] [50]	См. табл. 13
		$n = 0 \ m = 3$		$\gamma_1(22^\circ\text{C}) = [0,20]$		[7,84]	325,7	$\Delta n(T = 315,7) = [0,074]$		$\Delta H_m = 3240 \text{ K}$, $K_T = 2,3 \cdot 10^{-12} H, T = 315,7 \text{ K}$
72	4-(гепта-4',6'-диенил)-1-(4"-цианфенил)циклогексан	<chem>CH2=CH-CH=CH-C9H6--CN</chem>		$\gamma_1(22^\circ\text{C}) = [0,16]$		[13,90]	[271,7]	$\Delta n(T = 261,7) = [0,080]$	[50]	$\Delta H_m = 3370 \text{ K}$, $K_T = 2,5 \cdot 10^{-12} H, T = 261,7 \text{ K}$
73	4-алкилоксиметил-1-(4'-цианфенил)циклогексан	<chem>CnH2n+1OCH2--CN</chem> $n = 1$ $n = 1 \ (50\%), \ n = 2 \ (25\%), \ n = 6 \ (25\%)$		$\eta(20^\circ\text{C}) = [0,34]$ $\eta(20^\circ\text{C}) = [0,14]$			302,4 [304]		[77]	$\Delta \varepsilon = 15,5$ Различие в значениях η из-за матрицы ЖК
74	4-фторпентил-1-(4'-цианфенил)циклогексан	<chem>FC5H10--CN</chem>		$\gamma_1(22^\circ\text{C}) = [0,92]$		[7,61]	(307,0)	$\Delta n(T = 297,0) = 0,078$	[50]	$\Delta H_m = 3180 \text{ K}$, $K_T = 3,3 \cdot 10^{-12} H, T = 297,0 \text{ K}$
75	4-алкил-1-(4'-изотиоцианатофенил)циклогексан	<chem>CnH2n+1--NCS</chem> $n = 6$	α	$\eta(20^\circ\text{C}) = 0,428$ $\gamma_1(22^\circ\text{C}) = 0,83,$ $\eta(22^\circ\text{C}) = 0,162$	-14,8	4,30	313 317,2	$\Delta n = 0,161$	[34] [78]	$\Delta \varepsilon = 8,9$ $\gamma_1/K_T = 9,4 \cdot 10^{-8} \text{ c/m}^2$, $t_{выкл} = 41 \text{ мс}$, $T = 22^\circ\text{C}$ $\Delta \varepsilon = 7,0$
		$n = 3 \ (42,9\%), \ n = 6 \ (57,1\%)$ $n = 2 \ (44,9\%), \ n = 6 \ (55,1\%)$		$\eta(20^\circ\text{C}) = 0,21$ $\eta(20^\circ\text{C}) = 0,135$ $\eta(20^\circ\text{C}) = 0,21$					[79] [80] [80]	

Таблица I (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
76	4-алкенил-(4'-изотиоцианатофенил)циклогексан	$C_nH_{2n+1}-CH=CH-C_mH_{2m}-\text{Cyclohexyl}-\text{C}_6H_4-\text{NCS}$ $n = 2, m = 2$	a	$\gamma_1(22^\circ C) = 1,00$, $\eta(22^\circ C) = 0,173$	-16,33	4,82	310,4	[78]	$\gamma_1/K_T = 9,8 \cdot 10^{-8} \text{ c/m}^2$, $t_{\text{выкл}} = 41 \text{ мс}$, $T = 22^\circ C$	
		$n = 2, m = 0 \text{ (40\%)}; n = 4, m = 0 \text{ (60\%)}; n = 0, m = 2$	a	$\gamma_1(22^\circ C) = 0,97$			309,1	[50]	$\gamma_1/K_T = 10,4 \cdot 10^{-8} \text{ c/m}^2$, $T = 22^\circ C$	
		$n = 0, m = 4$	a	$\gamma_1(22^\circ C) = 0,50$, $\gamma_1(22^\circ C) = 0,51$	5,40	296,1 316,2		[78] [50]	$\gamma_1/K_T = 5,3 \cdot 10^{-8} \text{ c/m}^2$, $T = 22^\circ C$	
				$\gamma_1(22^\circ C) = 0,95$			318,7	[50]	$\gamma_1/K_T(22^\circ C) = 10,0 \cdot 10^{-8} \text{ c/m}^2$	
77	4-(4'-пентилциклогексил)фенил-ацетонитрил	$C_6H_{11}-\text{Cyclohexyl}-\text{C}_6H_4-\text{CH}_2\text{CN}$		$\nu(20^\circ C) = [0,52]$			[297]	[68]		
78	1-(4- <i>n</i> -пентилциклогексил)-2-(4'-этоксифенил)-этан	$C_6H_{11}-\text{Cyclohexyl}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{C}_6H_4-\text{OC}_2H_5$	a	$\gamma_1(22^\circ C) = 0,79$, $\eta(22^\circ C) = 0,120$	-11,61	3,39	319,8	$\Delta n = 0,072$	[52]	
79	1-(4- <i>n</i> -пентен-1-илциклогексил)-2-(4'-этоксифенил)-этан	$C_6H_7-\text{CH}=\text{CH}-\text{Cyclohexyl}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{C}_6H_4-\text{OC}_2H_5$		$\eta(22^\circ C) = 0,118$			317,4	$\Delta n = 0,087$	[52]	

Таблица 1 (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
80	1-(4- <i>n</i> -алкилциклогексил)-2-(4'-цианфенил)этаны	<chem>CnH2n+1-C1=CC=C1-CH2-CH2-C(=O)c2ccc(C#N)cc2</chem> <i>n</i> = 5	<i>a</i>	γ_1 (22° C) = 1,80, η (22° C) = 0,224		4,87	325,7		[76]	$\gamma_1/K_T = 1,22 \cdot 10^{-10}$ с/м ² , $t_{\text{выкл}} = 43$ мс, $T = 22^\circ$ C
		<chem>CnH2n+1-C1=CC=C1-CH2-CH2-C(=O)c2ccc(C#N)cc2</chem> <i>n</i> = 3		η (20° C) = (0,195), η (0° C) = (0,44) η (20° C) = 0,25, η (0° C) = 0,86		3,27	317,7		[81]	
		<chem>CnH2n+1-CH=CH-CmH2m-C1=CC=C1-CH2-CH2-C(=O)c2ccc(C#N)cc2</chem> <i>n</i> = 3, <i>m</i> = 0		γ_1 (22° C) = 1,70, η (22° C) = 0,228	-15,60	4,76	319,9	Δn ($T = 309,9$) = = 0,418	[76]	
81	1-(4- <i>n</i> -алкенилциклогексил)-2-(4'-цианофенил)этаны	<chem>CnH2n+1-CH=CH-CmH2m-C1=CC=C1-CH2-CH2-C(=O)c2ccc(C#N)cc2</chem> <i>n</i> = 1, <i>m</i> = 0 (60%); <i>n</i> = 0, <i>m</i> = 2 (40%)	<i>a</i>	γ_1 (22° C) = 2,15	-46,15	4,99	329,9	Δn ($T = 319,9$) = = 0,422	[76]	$\gamma_1/K_T = 1,21 \cdot 10^{-10}$ с/м ² , $t_{\text{выкл}} = 38$ мс, $T = 22^\circ$ C $\gamma_1/K_T = 1,11 \cdot 10^{-10}$ с/м ² , $t_{\text{выкл}} = 29$ мс, $T = 22^\circ$ C $\gamma_1/K_T = 0,92 \cdot 10^{-10}$ с/м ² , $t_{\text{выкл}} = 27$ мс, $T = 22^\circ$ C
		<chem>CH3-CH=CH-C2H4-C1=CC=C1-CH2-CH2-C(=O)c2ccc(C#N)cc2</chem> (60%)		γ_1 (22° C) = 1,80			333,5	Δn ($T = 323,5$) = = 0,125	[76]	
		<chem>C8H7-C1=CC=C1-CH2-CH2-C(=O)c2ccc(F)cc2</chem>		η (20° C) < [0,08]			[280,7]		[53]	
82	2-(4-пропилциклогексил)-1-(3,4-дифтормифенил)этан	<chem>C8H7-C1=CC=C1-CH2-CH2-C(=O)c2ccc(F)cc2</chem>		η (20° C) = [0,251]			(280,1)		[53]	$\Delta H_m = 1970$ K, $\Delta \epsilon = 18,9$

Таблица 1 (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
84	1-(4- <i>n</i> -алкилциклогексил)-2-(4'-изотиоцианатофенил)этаны	$C_nH_{2n+1}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{C}_6\text{H}_4-\text{NCS}$ $n = 3$ (40%), $n = 5$ (60%)	<i>a</i>	γ_1 (22° C) = 1,05, η (22° C) = 0,115		4,82	317,6	$\Delta n = 0,115$	[78]	$\gamma_1/K_T = 6,9 \cdot 10^{-8} \text{ c/m}^2$, $t_{\text{выкл}} = 21 \text{ мс}$, $T = 22^\circ \text{ C}$
85	4-гептилциклогексанкарбоновой кислоты β -(4-хлорфенил)этиловый эфир	$C_7H_{15}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{COO}-\text{CH}_2\text{CH}_2-\text{C}_6\text{H}_4-\text{Cl}$		η (20° C) = [0,11]			(241)		[82]	
86	1-(4'-пропилциклогексил)-4-алкилциклогекс-1-ен	$C_3H_7-\text{C}_6\text{H}_4-\text{C}_6\text{H}_4-C_nH_{2n+1}$ $n = 3$ $n = 5$ $n = 7$		η (20° C) = [0,054] η (20° C) = [0,079] η (20° C) = [0,093]			285 300 312			[34]
87	1-(4'-пропилциклогексил)-4-пентилциклогекс-3-ен	$C_3H_7-\text{C}_6\text{H}_4-\text{C}_6\text{H}_4-C_5H_{11}$		η (20° C) = [0,079]			295			[34]
88	1-(4'-пропилциклогексил)-4-пентилциклогексан	$C_3H_7-\text{C}_6\text{H}_4-\text{C}_6\text{H}_4-C_5H_{11}$		η (20° C) = [0,065]			370			[34]
89	1-(4'- <i>n</i> -пропилциклогексил)-4-метоксициклогексан	$C_3H_7-\text{C}_6\text{H}_4-\text{C}_6\text{H}_4-\text{OCH}_3$		ν (20° C) = (0,07)			290			[72]
90	4-пропил-(4'-метоксиметилциклогексил)циклогексан	$C_3H_7-\text{C}_6\text{H}_4-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CH}_2-\text{O}-\text{CH}_3$		η (20° C) = [0,05]			324,2			[83]

Таблица 1 (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
91	1-алкиловый эфир <i>n</i> -(4- <i>n</i> -алкилциклогексил)циклогексанкарбоновой кислоты	$C_nH_{2n+1}-\text{Cyclohexyl}-\text{Cyclohexyl}-\text{COO}-C_mH_{2m+1}$ $n = 5, m = 1$ (50%); $n = 5; m = 3$ (50%) $n = 7, m = 1$ (66,7%); $C_6H_{11}-\text{Cyclohexyl}-\text{Cyclohexyl}-\text{CH}_2\text{OC}_2\text{H}_5$ (33,3%)		η (20° C) = [0,14] η (20° C) = [0,07]			351 351		[84] [84]	
92	4- <i>e</i> -(4'-алкилциклогексил)-4- <i>e</i> -цианциклогексан	$C_nH_{2n+1}-\text{Cyclohexyl}-\text{Cyclohexyl}-\text{CN}$ $n = 2$ $n = 3$ $n = 4$ $n = 5$ $n = 7$		ν (20° C) = [0,65] ν (20° C) = [0,63]			322 353		[49] [49, 40]	
93	4- <i>e</i> -(4'-алкилциклогексил)-4- <i>e</i> -пентил-1- <i>a</i> -цианциклогексан	$C_nH_{2n+1}-\text{Cyclohexyl}-\text{Cyclohexyl}-C_6H_{11}$ CN		η (20° C) = 0,70			338		[40]	
94	4- <i>e</i> -(4'-пентилциклогексил)-4- <i>e</i> -(бутилен-2-ил)-1- <i>a</i> -цианциклогексан	$C_6H_{11}-\text{Cyclohexyl}-\text{Cyclohexyl}-C_2H_4-\text{CH}=\text{CH}_2$ CN		γ_1 (22° C) = [1,58] η (22° C) = [0,50]		[6,62]	[325,8]		[52]	
95	1-алкил-4-пентилбипикуло[2.2.2]октан	$C_6H_{11}-\text{Bicyclo}[2.2.2]\text{octane}-C_nH_{2n+1}$ $n = 5$ $n = 7$		η (20° C) = [0,077], η (0°) = [0,202] η (20° C) = [0,084], η (0°) = [0,222]			[237]		[85]	

Таблица 1 (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
96	1-алкил-4-цианфенилбицикло-[2.2.2]октаны	C_nH_{2n+1} $n = 5$	<i>a</i>	$\gamma_1 (60^\circ C) = 0,48$	-14,2	4,48	374,4	$\Delta n (T = 0,95T_{NI}) = 0,118$	[3]	
		$n = 3$ (40 мол.%), $n = 5$ (60 мол.%) $n = 3$ (30%), $n = 5$ (40%), $n = 7$ (30%)	<i>c</i>	$\gamma_1 (25^\circ C) = 2,96$ $\gamma_1 (T = 0,95T_{NI}) = 0,21$	-11,3	3,60	369,7	[16]	Более точная аппроксимация $\ln [\gamma_1/(\Delta n)^2] = -6,40 + 0,743/(T - 198,8)$	
97	4-алкилфенил-4'-алкилбицикло-[2.2.2]октан-1'-карбоксилаты	C_nH_{2n+1}	<i>a</i>	$\eta (20^\circ C) = (0,34)$		4,94	367,7 363,2	[61] [62]		
98	4-аллокисифенил-4'-алкилбицикло-[2.2.2]октан-1'-карбоксилаты	C_nH_{2n+1}	<i>a</i>	$\eta (20^\circ C) = (0,64)$		1,73 $T = 20^\circ C$	333	[36]		
99	(4-алкил-2-фторфенил)-4'-алкилбицикло[2.2.2]октан-1'-карбоксилаты	C_nH_{2n+1}	<i>a</i>	$\eta (20^\circ C) = (0,44)$		1,33 $T = 20^\circ C$	368	[36]		
100	5-алкил-2-(4-этоксифенил)1,3-диоксаны	C_nH_{2n+1} $n = 3$ (30%), $n = 4$ (30%), $n = 7$ (40%)		$\eta (20^\circ C) = 0,287$			318	[27]		

Таблица 1 (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
101	5-(пент-1-ен-3-ил)-2-(4'-бутоксифенил)-1,3-диоксан	<chem>CC=CC2OC(OCC)C(OCC)C2c3ccc(C)c(OC)c3</chem>	a	γ_1 (22° C) = [0,70]		[8,52]	308,4		[52]	
102	5-пентил-2-(4'-алкенилоксифенил)-1,3-диоксаны	<chem>CnH11OC(OCC)C(OCC)C2=CC=C(C=C2)OCnH2n-CH=CH2</chem>	a	γ_1 (22° C) = [1,30] γ_1 (22° C) = 1,18	[7,66]	295,2 274,1		[52] [52]		
103	5-алкил-2-(4'-цианфенил)-1,3-диоксаны	<chem>CnH2n+1OC(OCC)C(OCC)C2=CC=C(C=C2)C#N</chem>		γ_1 (25° C) = 1,34, γ_1/η = 5,59 при $T = 0,92T_{NI}$ η (20° C) = 0,41, η (0° C) = 1,48 η (20° C) = [0,46]	3,40	323,0		[5]	$E = \partial\gamma_1/\partial(T^{-1})$ при $T = 0,92T_{NI}$	
		$n = 5$ (40 мол. %), $n = 7$ (60 мол. %)				318,2		[62]		
		$n = 3$ (30%), $n = 5$ (40%), $n = 7$ (30%)				(325)		[86]		
104	5-алкил-2-(4'-цианфенил)-1,3-оксатианы	<chem>CnH2n+1SC(=O)C(OCC)C(OCC)C2=CC=C(C=C2)C#N</chem>		η (20° C) = [0,54]			(288), $n = 7$		[87]	$\Delta H_m = 3650$ K
105	5-алкил-2-(4'-цианфенил)-1,3-дитиан	<chem>CnH2n+1SSC(=O)C(OCC)C(OCC)C2=CC=C(C=C2)C#N</chem>		η (20° C) = [0,74]					[88]	
106	5-алкил-2-[2-(4'цианфенил)этил]-1,3-диоксан	<chem>C9H11OC(OCC)C(OCC)C2=CC=C(C=C2)CC9</chem>		η (20° C) = [0,55]			(292)		[86]	
107	5-пропил-2-[2-(4'-пропилициклогексил)этил]-1,3-диоксан	<chem>C9H11OC(OCC)C(OCC)C2=CC=C(C=C2)CC(C)C9</chem>		η (20° C) = [0,27]				$\Delta n = 0,033$	[89]	
108	5-(4'-фторфенил)-5-пентилпирдин	<chem>C9H11Nc1cc(F)cc(C=C2OC(OCC)C(OCC)C2)cc1</chem>		η (20° C) = [0,426]			[228,5]		[90]	

Таблица 1 (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
109	5-алкил-2-(4'-цианфенил)пиридины	<chem>CnH2n+1-c1ccc(C#N)cc1</chem>	<i>b</i>	$\gamma_1(25^\circ\text{ C}) = 1,28$, $\gamma_1(T = 0,95T_{NI}) = 1,03$	-41,6	3,50	316,7	$\Delta n(T = 0,95T_{NI}) = 0,176$	[91]	
		<i>n</i> = 5	<i>b</i>	$\gamma_1(25^\circ\text{ C}) = 0,98$, $\gamma_1(T = 0,95T_{NI}) = 2,34$	-48,9	5,75	305,7	$\Delta n(T = 0,95T_{NI}) = 0,163$	[91]	
		<i>n</i> = 6	<i>b</i>	$\gamma_1(25^\circ\text{ C}) = 2,15$, $\gamma_1(T = 0,95T_{NI}) = 1,47$	-44,7	4,60	320,2	$\Delta n(T = 0,95T_{NI}) = 0,272$	[91]	
		<i>n</i> = 7	<i>b</i>	$\gamma_1(25^\circ\text{ C}) = 1,84$	-46,0	5,40	317,4	$\Delta n(T = 0,95T_{NI}) = 0,175$	[16]	
		<i>n</i> = 5 (40 мол. %), <i>n</i> = 7 (60 мол. %)	<i>a</i>	$\gamma_1(25^\circ\text{ C}) = 1,46$ $\eta(20^\circ\text{ C}) = 0,496$		6,38	317,4 314	$\Delta n = 0,211$	[61] [34]	$\Delta \epsilon = 22,9$
		<i>n</i> не обозначено	<i>a</i>	$\gamma_1(25^\circ\text{ C}) = 3,50$		5,86	335,9		[92]	$\Delta \epsilon = 7,3$
110	2-(4'-алкилфенил)-5-цианпиридины	<chem>CnH2n+1-c1ccc(C#N)cc1</chem>	<i>a</i>	$\gamma_1(25^\circ\text{ C}) = 2,20$		5,74	322,4		[92]	$\Delta \epsilon = 11,3$
111	2-циан-5-алкилфенилпиридины	<chem>CnH2n+1-c1ccc(C#N)cc1</chem>	<i>a</i>	$\eta(20^\circ\text{ C}) = [0,25]$			[313]		[90]	
112	2-(4'-фторфенил)-5-цианпиридин	<chem>F-c1ccc(C#N)cc1</chem>								
113	2-(4'- <i>n</i> -пропилициклогексил)-5- <i>n</i> -пентилпиридин	<chem>C9H21-c1ccc(C#N)cc1</chem>		$\eta(20^\circ\text{ C}) = [0,104]$			180		[90]	
114	2-(4'-алкилциклогексил)-5-цианпиридины	<chem>CnH2n+1-c1ccc(C#N)cc1</chem>	<i>a</i>	$\gamma_1(25^\circ\text{ C}) = 1,40$		5,63	330,5		[92]	$\Delta \epsilon = 3,3$
115	2-циан-5-(4'-алкилциклогексил)пиридин	<chem>CnH2n+1-c1ccc(C#N)cc1</chem>	<i>a</i>	$\gamma_1(25^\circ\text{ C}) = 1,78$		5,57	331,2		[92]	$\Delta \epsilon = 12,4$

Таблица 1 (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
116	5-(пентен-4-ил)-2-(4'-пентилфенил)-пирамидин	<chem>CH2=CH-C3H8-c1nc(C=C(F)c2ccccc2)nc1C=C(C)c4ccccc4</chem>		η (22° C) = [0,30]			[243,8]		[52]	
117	5-алкил-2-(4'алкоксифенил)пирамидины	<chem>CnH2n+1-c1nc(C=C(F)c2ccccc2)nc1OCmH2m+1</chem> $n = 5, m = 8$ (60%); $n = 3, m = 8$ (40%) $n = 6, m = 6$ (68%); $n = 6, m = 9$ (32%)		η (20° C) = 0,40 η (20° C) = 0,688			338 333		[40] [27]	
118	5-пропил-2-(4'-фторфенил)пирамидин	<chem>C3H7-c1nc(C=C(F)c2ccccc2)nc1C</chem>		η (20° C) = [0,087]			325,9		[93]	
119	5-алкил-2-(3', 4'-дифторфенил)пирамидины	<chem>CnH2n+1-c1nc(C=C(F)c2cc(F)cc(F)c2)nc1C</chem> $n = 2$ $n = 3$ $n = 4$ $n = 5$ $n = 6$ $n = 7$		η (20° C) = [0,138] η (20° C) = [0,158] η (20° C) = [0,174] η (20° C) = [0,185] η (20° C) = [0,196] η (20° C) = [0,301]					[94]	
120	5-алкил-2-(4'-трифторметилфенил)-пирамидин	<chem>CnH2n+1-c1nc(C=C(C(F)(F)F)c2ccccc2)nc1C</chem> $n = 2$ $n = 3$ $n = 4$ $n = 5$ $n = 6$		η (20° C) = [0,11] η (20° C) = [0,15] η (20° C) = [0,24] η (20° C) = [0,24] η (20° C) = [0,29]					[95]	
								$\Delta n = [0,07]$ $\Delta n = [0,08]$ $\Delta n = [0,07]$ $\Delta n = [0,08]$ $\Delta n = [0,07]$	$\Delta \epsilon = [37]$ $\Delta \epsilon = [40]$ $\Delta \epsilon = [31]$ $\Delta \epsilon = [36]$ $\Delta \epsilon = [25]$	
121	5-метокси-2-(4'-трифторметилфенил)-пирамидин	<chem>CH3O-c1nc(C=C(C(F)(F)F)c2ccccc2)nc1C</chem>		η (20° C) = [0,41]				$\Delta n = [0,06]$	[95]	$\Delta \epsilon = [35]$
122	2-(2'- κ -пентилпирамидинил-5')-5- κ -алкил-1,3-диоксаны	<chem>CnH2n+1-c1nc(C=C(C2OCCO2)c2ccccc2)nc1C</chem> $n = 3$ $n = 5$		η (20° C) = [0,13] η (20° C) = [0,13]			(338) 370	$\Delta n = [0,03]$ $\Delta n = [0,03]$	[96]	$\Delta \epsilon = [13]$ [8]

Таблица 1 (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
123	5-алкил-2-(4-цианфенил)пирамидины <i>n</i> = 5 (40 мол.-%), <i>n</i> = 7 (60 мол.-%)		<i>b</i>	γ_1 (25° C) = 1,91 <i>b</i> γ_1 (25° C) = 2,01	-14,9 5,64	5,11 324,2	324,4 (324)	Δn ($T = 0,95 T_{NI}$) = 0,177	[16] [5]	T_g = 215 K [42] $E = \partial \gamma_1 / \partial (T^{-1})$ при $T = 0,92 T_{NI}$
	<i>n</i> = 7			η (25° C) = [0,50] η (20° C) = 0,528					[86]	$n = 5: T_g = 214$ K [26], $\Delta \epsilon = 23,6$
124	5-пентил-2-[2-(4'-цианфенил)этил]-пирамидин			η (20° C) = [0,56]			319	$\Delta n = 0,195$	[34] [86]	
125	4- <i>n</i> -алкилциклогексиловые эфиры 6- <i>n</i> -бутилнафталин-2-карбоновой кислоты		<i>a</i> <i>n</i> = 3 <i>n</i> = 4 <i>n</i> = 5	η (25° C) = (1,60) η (25° C) = (1,85) η (25° C) = (1,80)	-15,67 -15,73 -15,96	4,81 4,87 4,93	349,2 342,2 350,2			[97]
126	6- <i>n</i> -гексил-2-(4'-цианфенил)нафталин			η (20° C) = (1,76), η (70° C) = 0,15, η (80° C) = 0,11		2,05	390,2			[98]
127	6- <i>n</i> -гексил-2-(4'-цианфенил)-5,6-дигидронапталин			η (20° C) = (4,10), η (70° C) = 0,285		2,24	352,9			[98]
128	6- <i>n</i> -гексил-2-(4'-цианфенил)-5,6,7,8-тетрагидронапталин			η (80° C) = 0,166			375,6			[98]

Таблица 1 (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
129	2-гексилфенил-6-алкил- <i>транс</i> -1,3-диоксадекалины		$n = 5$ $n = 6$	$\eta(20^\circ\text{ C}) = [1,26]$ $\eta(20^\circ\text{ C}) = [1,27]$		367,2 361,3			[99]	$\Delta H_m = 4909\text{ K}$ $\Delta H_m = 3983\text{ K}$
130	1-(4-алкилфенил)-2-фтор-4'-алкилбифенил			$\eta(20^\circ\text{ C}) = [0,40]$, $\eta(0^\circ\text{ C}) = [1,15]$		414		[100]		
131	1-(4-алкилфенил)-2-фтор-4'-аллоксибифенил			$\eta(20^\circ\text{ C}) = [0,75]$, $\eta(0^\circ\text{ C}) = [3,00]$		453		[100]		
132	4-пентил-4'-циантерфенил			$\eta(20^\circ\text{ C}) = [0,82]$		[546]		[101]		
133	1-[4'-(4"-алкилфенил)циклогексен-1'-ил]-4-фторбензол		$n = 3\text{ (50\%)}, n = 4\text{ (50\%)}$	$\eta(20^\circ\text{ C}) = [0,16]$		(347) [317]		[102]		
134	1-(n-цианбифенил)-4-n-алкилциклогексены		$n = 3\text{ (38\%)}, n = 5\text{ (29\%)}, n = 6\text{ (16\%)}, n = 7\text{ (12\%)}$ $n = 3\text{ (45\%)}, n = 5\text{ (34\%)}, n = 7\text{ (16\%)}, n = 6\text{ (5,3\%)}$	$\eta(25^\circ\text{ C}) = 0,35$ $\eta(25^\circ\text{ C}) = 0,35$		333 334		[68] [68]		
135	4-этил-4'-(4-n-пропилциклогексил)-бифенил			$\nu(20^\circ\text{ C}) = (0,20)$ $\eta(20^\circ\text{ C}) = (0,336)$		437,2 438		[70] [27]		
136	4-(4-пентилциклогексил)-2-фтор-4'-этилбифенил			$\nu(20^\circ\text{ C}) = (0,27)$		380,2		[70]		
137	4-(4-пентилциклогексил)-2,2'-дифтор-4'-этилбифенил			$\nu(20^\circ\text{ C}) = (0,42)$		315,2		[70]		

Таблица 1 (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
138	4-метокси-4'-(4- <i>n</i> -пропилциклогексил)бифенил	<chem>C3H7-C(=O)c1ccc(cc1)-c2ccc(cc2)-c3ccc(O)cc3</chem>		ν (20° C) = (0,70)			438,2		[70]	
139	4-этоксиметил-1-(4'-метилбифенил-4)циклогексан	<chem>C2H5OCH2-C1=CC=C(C=C1)-C2=C(C=C3=C(F)C=C3)C=C2</chem>		η (20° C) = (0,43)			412,7		[103]	
140	4-фтор-4'-(4- <i>n</i> -пропилциклогексил)бифенил	<chem>C3H7-C(=O)c1ccc(cc1)-c2ccc(cc2)-F</chem>		ν (20° C) = (0,24)			426,2		[70]	
141	4-циан-4'-(4- <i>n</i> -алкилциклогексил)бифенил	<chem>CnH2n+1-C(=O)c1ccc(cc1)-c2ccc(cc2)-C#N</chem> $n = 3$ $n = 5$		ν (20° C) = (0,90) η (20° C) = [1,08]			495,2 [563]		[70] [104]	
142	4-алкоxиметил-1-(4'-цианбифенил-4)циклогексан	<chem>CnH2n+1OCH2-C1=CC=C(C=C1)-C2=C(C=C3=C(C#N)C=C3)C=C2</chem> $n = 2$ (33,3%), $n = 3$ (33,3%), $n = 5$ (33,3%)		η (20° C) = [0,55]			453		[76]	
143	4-(4-гексилфенил)-1-(4-фторфенил)циклогексан	<chem>C6H13-C1=CC=C(C=C1)-C2=C(C=C3=C(F)C=C3)C=C2</chem>		η (20° C) = [0,19]			[316]		[102]	
144	4-(4-пентилфенил)-1-(4-цианфенил)циклогексан	<chem>C5H11-C1=CC=C(C=C1)-C2=C(C=C3=C(C#N)C=C3)C=C2</chem>		η (20° C) = [0,48]			[474]		[104]	
145	4-(4-гексилоксифенил)-1-(4-цианфенил)циклогексан	<chem>C6H13O-C1=CC=C(C=C1)-C2=C(C=C3=C(C#N)C=C3)C=C2</chem>		η (20° C) = [0,25]			[477]		[104]	
146	4- <i>n</i> -гептил-4'-(<i>n</i> -цианциклогексил)бифенил	<chem>C7H15-C1=CC=C(C=C1)-C2=C(C=C3=C(C#N)C=C3)C=C2</chem>		η (20° C) = [0,26]			[522]		[104]	
147	1-[4'-(4'-пропилциклогексил)циклогексен-1'-ил]-4-метоксибензол	<chem>C3H7-C(=O)c1ccc(cc1)-c2ccc(cc2)-C=C3-OCH3</chem>		η (20° C) = [0,23]			475,4		[105]	

Таблица 1 (продолжение)

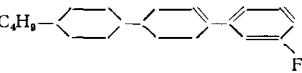
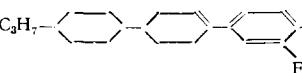
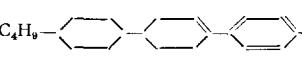
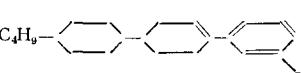
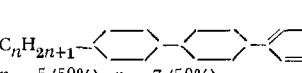
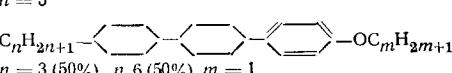
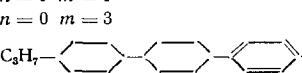
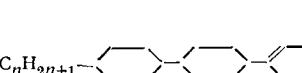
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
148	1-[4'-(4"-бутилциклогексил)циклогексен-1'-ил]-3-фторбензол			η (20° C) = [0,23]			364		[102]	
149	1,2-дифтор-4-[4'-(4"-пропилициклогексил)циклогексен-1'-ил]бензол			η (20° C) = [0,27]			388,2		[102]	
150	1-[4'-(4"-бутилциклогексил)циклогексен-1'-ил]-4-хлорбензол			η (20° C) = [0,29]			456,6		[102]	
151	1-[4'-(4"-бутилциклогексил)циклогексен-1'-ил]-3-хлорбензол			η (20° C) = [0,47]			340,7		[102]	
152	[4'-(4"-алкилциклогексил)циклогексил]бензол			η (20° C) = [0,23] η (20° C) = [0,23]			379,3 385,0		[105] [105]	
153	4-алококси-1-[4'-(4"-алкилциклогексил)циклогексил]бензол			η (20° C) = [0,23] η (20° C) = [0,30] η (20° C) = [0,38]			479		[105] [105] [105]	
154	1-[4'-(4"-пропилциклогексил)циклогексил]-4-фторбензол			η (20° C) = [0,11]			434,7		[102]	
155	1-[4'-(4"-алкилциклогексил)циклогексил]-3-фторбензол			η (20° C) = [0,23]			360,8		[102]	

Таблица 1 (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
156	1,2-дифтор-4-[4'-(4"-пропилциклогексил)циклогексил]бензол	<chem>C3H7-CC1=CC=C(C=C1)-C(F)(F)c2ccc(F)cc2</chem>		η (20° C) = [0,23] η (20° C) = [0,21]			397,3 391		[102] [53]	
157	1-[4'-(4"-бутилциклогексил)циклогексил]-4-хлорбензол	<chem>C4H9-CC1=CC=C(C=C1)-C(F)(F)c2ccc(Cl)cc2</chem>		η (20° C) = [0,30]			455,2		[102]	
158	1-[4'-(4"-бутилциклогексил)циклогексил]-3-хлорбензол	<chem>C4H9-CC1=CC=C(C=C1)-C(F)(F)c2ccc(Cl)cc2</chem>		η (20° C) = [0,69]			313		[102]	
159	4-[4'-(4"-пропилциклогексил)циклогексил]-2-фторакетофенон	<chem>C3H7-CC1=CC=C(C=C1)-C(F)(F)c2ccc(C(=O)C)cc2</chem>		η (20° C) = [0,36]					[174]	
160	3-фтор-4-циан-1-[4'-(4"-пропилциклогексил)циклогексил]бензол	<chem>C3H7-CC1=CC=C(C=C1)-C(F)(F)c2ccc(C#N)cc2</chem>		η (20° C) = [0,547] η (20° C) = [0,44]			480,8		[53] [74]	
161	4-пропил-4-циантерциклогексан	<chem>C3H7-CC1=CC=C(C=C1)-CC#N</chem>		η (20° C) = [1,00]			[488]		[106]	
162	7 α -алкил-2 β -гексаноилоксипергидрофенантрены <i>n</i> = 4 (18%), 5 (17%), 6 (23%), 7 (20%), 10 (22%)	<chem>CnH2n+1-CC1=CC=C(C=C1)-OC(=O)CnH11</chem>		ν (20° C) = 0,44			348	Δn = 0,05	[107]	Δe = -0,5
163	2-алкил-7-цианфлуорен <i>n</i> = 5 (34,4%), <i>n</i> = 7 (24%), <i>n</i> = 8 (21,6%), <chem>C6H11-CC1=CC=C(C=C1)-CC#N</chem> (20%)	<chem>CnH2n+1-CC1=CC=C(C=C1)-CC#N</chem>		ν (20° C) = 3,25			335—340	Δn = 0,208	[108]	

Таблица 1 (продолжение)

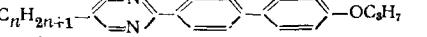
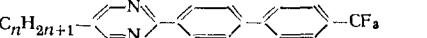
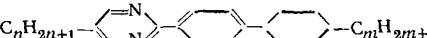
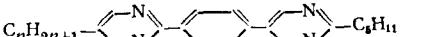
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
164	5-алкил-2-(4'-алкилбифенил)пиrimидины		$\eta(20^\circ\text{ C}) = [0,32]$ $\eta(20^\circ\text{ C}) = [0,27]$ $\eta(20^\circ\text{ C}) = [0,28]$ $\eta(20^\circ\text{ C}) = [0,35]$ $\eta(20^\circ\text{ C}) = [0,29]$				440 428 452 446 441	$\Delta n = [0,27]$ $\Delta n = [0,30]$ $\Delta n = [0,30]$	[101]	$\Delta \epsilon = [9,2]$ $\Delta \epsilon = [7,9]$ $\Delta \epsilon = [11,2]$
165	5-алкил-2-(4'-пропоксибифенил)пиrimидины		$\eta(20^\circ\text{ C}) = [0,56]$ $\eta(20^\circ\text{ C}) = [0,54]$ $\eta(20^\circ\text{ C}) = [0,47]$				478 462 464		[101]	
166	5-алкил-2-[4'-трифторометилбифенил]пиrimидины		$\eta(20^\circ\text{ C}) = [0,33]$ $\eta(20^\circ\text{ C}) = [0,38]$ $\eta(20^\circ\text{ C}) = [0,43]$ $\eta(20^\circ\text{ C}) = [0,40]$ $\eta(20^\circ\text{ C}) = [0,52]$				527 513 503 501 495	$\Delta n = [0,20]$ $\Delta n = [0,22]$ $\Delta n = [0,19]$ $\Delta n = [0,20]$ $\Delta n = [0,19]$	[95]	$\Delta \epsilon = [43]$ $\Delta \epsilon = [41]$ $\Delta \epsilon = [32]$ $\Delta \epsilon = [34]$ $\Delta \epsilon = [29]$
167	5-алкил-2-[4'-(4'-алкилциклогексил)фенил]пиrimидины		$\eta(20^\circ\text{ C}) = [0,30]$ $\eta(20^\circ\text{ C}) = [0,48]$ $\eta(20^\circ\text{ C}) = [0,26]$ $\eta(20^\circ\text{ C}) = [0,27]$ $\eta(20^\circ\text{ C}) = [0,41]$ $\eta(20^\circ\text{ C}) = [0,30]$ $\eta(20^\circ\text{ C}) = [0,33]$				446 426 435 457 443 446 448	$\Delta n = [0,19]$ $\Delta n = [0,21]$	[101]	$\Delta \epsilon = [6,5]$ $\Delta \epsilon = [6,5]$
168	2-(<i>n</i> -пентилфенил)-5'-пропил-5,2'-бипиrimидин		$\eta(20^\circ\text{ C}) = [0,57]$				[488]	$\Delta n = [0,30]$	[109]	$\Delta \epsilon = [32]$
169	2-[4'-(2"-пентилпиrimидинил-5")-фенил]-5-алкилпиrimидин		$\eta(20^\circ\text{ C}) = [1,16]$ $\eta(20^\circ\text{ C}) = [3,0]$				[546] [546]	$\Delta n = [0,27]$ [110]	[110]	$\Delta \epsilon = [27]$

Таблица 1 (продолжение)

1630

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
170	2-[β -(4-этилфенил)-этил]-5-(5'-пропилпиримидинил-2')-пиридин	<chem>Cc1cc(C)c2c(c1)nc(Cc3ccccc3)nc2Cc4ccccc4</chem>	η (20° C) = [0,24]				[371]	Δn = [0,20]	[111]	$\Delta \epsilon$ = [16]
171	2-[β -(4-метоксифенил)этил]-5-(5'-пропилпиримидинил-2')-пиридин	<chem>Cc1cc(C)c2c(c1)nc(Cc3ccccc3)nc2Cc4ccccc4O</chem>	η (20° C) = [0,31]				[423]	Δn = [0,25]	[111]	$\Delta \epsilon$ = [20]
172	2-[β -(4-фторфенил)-этил]-5-(5'-пропилпиримидинил-2')-пиридин	<chem>Cc1cc(C)c2c(c1)nc(Cc3ccccc3)nc2Cc4cc(F)cc(F)cc4</chem>	η (20° C) = [0,38]				[355]	Δn = [0,19]	[111]	$\Delta \epsilon$ = [46]
173	2-[β -(3,4-дифторфенил)этил]-5-(5'-пропилпиримидинил-2')-пиридин	<chem>Cc1cc(C)c2c(c1)nc(Cc3cc(F)cc(F)cc3)nc2Cc4ccccc4</chem>	η (20° C) = [0,48]				[333]	Δn = [0,19]	[111]	$\Delta \epsilon$ = [34]
174	2-[β -(4-цианфенил)-этил]-5-(5'-пентилпиримидинил-2')-пиридин	<chem>Cc1cc(C)c2c(c1)nc(Cc3ccccc3)nc2Cc4ccccc4C#N</chem>	η (20° C) = [1,23]				[449]	Δn = [0,33]	[111]	$\Delta \epsilon$ = [61]
175	2-{2'-(4"-этилфенил)}-5-n-пропил-1,3-диоксан	<chem>Cc1cc(C)c2c(c1)nc2[C@H]1OCCOC1</chem>	η (20° C) = [0,30]				458	Δn = [0,20]	[95]	$\Delta \epsilon$ = [15]
176	2-{2'-(4"-буксифенил)}-5-n-алкил-1,3-диоксан	<chem>CnH2n+1[C@H]1OCCOC1</chem> $n = 3$ $n = 6$	η (20° C) = [0,34] η (20° C) = [0,33]				491 476	Δn = [0,19] Δn = [0,16]	[95] [95]	$\Delta \epsilon$ = [21] $\Delta \epsilon$ = [17]
177	2-{2'-(4"-фторфенил)}-5-n-пропил-1,3-диоксан	<chem>Cc1cc(C)c2c(c1)nc2[C@H]1OCCOC1</chem>	η (20° C) = [0,20]				446	Δn = [0,12]	[95]	$\Delta \epsilon$ = [23]

Таблица 1 (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
178	2-{2'-(3'',4''-дифторфенил)пирамидинил-5'}-5- <i>n</i> -алкил-1,3-диоксан	<chem>CnH2n+1-C(=O)c1cc(F)cc(F)cc2nc(C=C3C(O)C(O)C=C3)nc12</chem> <i>n</i> = 3 <i>n</i> = 5		η (20° C) = [0,38] η (20° C) = [0,40]			425 419	Δn = [0,23] Δn = [0,22]	[95] [95]	$\Delta \epsilon$ = [28] $\Delta \epsilon$ = [26]
179	2-{2'-(4"-пентилциклогексил)пирамидинил-5'}-5- <i>n</i> -пропил-1,3-диоксан	<chem>C9H17-C(=O)c1cc(F)cc(F)cc2nc(C=C3C(O)C(O)C=C3)nc12</chem>		η (20° C) = [0,27]			438	Δn = [0,12]	[95]	$\Delta \epsilon$ = [21]
180	2-(2'-пентилипиримидинил-5')-5-(4"- <i>n</i> -октилфенил)-1,3-диоксан	<chem>C8H17-C(=O)c1cc(F)cc(F)cc2nc(C=C3C(O)C(O)C=C3)nc12</chem>		η (20° C) = [0,43]			429	Δn = [0,40]	[95]	$\Delta \epsilon$ = [16]
181	2-(2'-пентилипиримидинил-5')-5-(4"- <i>n</i> -пентилциклогексил)-1,3-диоксан	<chem>C9H17-C(=O)c1cc(F)cc(F)cc2nc(C=C3C(O)C(O)C=C3)nc12</chem>		η (20° C) = [0,28]			390	Δn = [0,08]	[95]	$\Delta \epsilon$ = [18]
182	2-(4'-цианфенил)-5-(1"-бутилпиримидинил-4")-1,3-диоксан	<chem>C4H9-Nc1ccc(cc1)-C(=O)c2cc(F)cc(F)cc3nc(C=C4C(O)C(O)C=C4)nc23</chem>		η (25° C) = [1,54]			442		[112]	$\Delta \epsilon$ (82° C) = +42
183	1-[5'-(<i>n</i> -алкилфенил)пирамидинил-2']-4-цианциклогексан	<chem>CnH2n+1-C(=O)c1cc(F)cc(F)cc2nc(C=C3C(O)C(O)C=C3)nc12-C#N</chem> <i>n</i> = 5 (40%), <i>n</i> = 7 (60%)	<i>a</i>	η (60° C) = 0,840	[4,50]	438		[113]	$T_{\text{пл}} = 336$ K, $\Delta \epsilon$ (60° C) = 19,80	

Таблица 1 (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
184	4-[5'-(4"- <i>n</i> -алкилциклогексил)пи- rimидинил-2']- бензонитрил	<chem>CnH2n+1-C(=O)c1ccc(cc1)-c2nc(C=C(C=C2)-c3ccc(C#N)cc3)cc4ccccc4</chem> <i>n</i> = 5 (40%), <i>n</i> = 7 (60%)	<i>a</i>	η (60° C) = 0,306		[3,45]	495		[113]	$T_{пл} = 340$ K, $\Delta\epsilon$ (60° C) = = 17,20
		<i>n</i> = 7 (60%), <chem>C6H11-C(=O)c1ccc(cc1)-c2nc(C=C(C=C2)-c3ccc(C#N)cc3)cc4ccccc4</chem> (40%)	<i>a</i>	η (60° C) = 0,286			492		[113]	$T_{пл} = 317$ K, $\Delta\epsilon$ (60° C) = = 15,26
185	4-[5'-(4"- <i>n</i> -алкилциклогексил)пи- rimидинил-2']- циклогексанкар- бонитрил	<chem>CnH2n+1-C(=O)c1ccc(cc1)-c2nc(C=C(C=C2)-c3ccc(C#N)cc3)cc4ccccc4</chem> <i>n</i> = 5 (40%), <i>n</i> = 7 (60%)	<i>a</i>	η (60° C) = 0,385		[3,81]	471		[113]	$T_{пл} = 330$ K, $\Delta\epsilon$ (60° C) = = 16,30
186	4-[5'-(4"- <i>n</i> -бутил- фенил)пирами- динил-2']-бензонит- рил	<chem>C4H9-C(=O)c1ccc(cc1)-c2nc(C=C(C=C2)-c3ccc(C#N)cc3)cc4ccccc4</chem> 186 (40%), <chem>C7H15-C(=O)c1ccc(cc1)-c2nc(C=C(C=C2)-c3ccc(C#N)cc3)cc4ccccc4</chem> (60%)	<i>a</i>	η (60° C) = 0,385		[1,39]	501		[113]	$T_{пл} = 359$ K, $\Delta\epsilon$ (60° C) = = 19,20
		<chem>C4H9-C(=O)c1ccc(cc1)-c2nc(C=C(C=C2)-c3ccc(C#N)cc3)cc4ccccc4</chem> (40%)	<i>a</i>	η (60° C) = 0,550			509		[113]	$T_{пл} = 343$ K, $\Delta\epsilon$ (60° C) = = 22,90
187	2-(4-бутилцикло- гексил)-6-(4-циан- фенил)имидазо- [2,1- <i>b</i>]-1,3,4-ти- диазол	<chem>C4H9-C(=O)c1ccc(cc1)-c2nc(C=C(C=C2)-c3sc(C#N)c(C#N)c3)cc4ccccc4</chem>		η_1 (25° C) = [5,6]		[10,0]	>551 (разлага- ется)		[114]	$T_{пл} = 445$ K
				η_1 (60° C) = [0,46]						
188	4-алкилбензойной кислоты-4'(4"- алкилфенил)-2'- хлорфениловые эфиры	<chem>CnH2n+1-C(=O)c1ccc(cc1)-C(=O)c2ccc(Cl)cc2-CmH2m+1</chem> <i>n</i> = 3 <i>m</i> = 5 (65%), <chem>C6H13-C(=O)c1ccc(cc1)-C(=O)c2ccc(Cl)cc2-C4H9</chem> (35%)		η (50° C) = 0,30			398		[115]	

Таблица 1 (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
189	4-алкоксibenзойной кислоты-4'-(4"-алкилфенил)-2'-хлорфениловые эфиры	$C_nH_{2n+1}O-\text{C}_6\text{H}_4-\text{COO}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{C}_6\text{H}_3(\text{Cl})-\text{C}_mH_{2m+1}$ (85%) $C_nH_{2n+1}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{COO}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{C}_6\text{H}_3(\text{Cl})-\text{C}_mH_{2m+1}$ (15%)	η (50° C) = 0,65				373		[115]	
190	4-(4- <i>n</i> -гексилокси)-бензойной кислоты-4'-(4"- <i>n</i> -бутилфенил)-2'-цианфениловый эфир	$C_6H_{13}O-\text{C}_6\text{H}_4-\text{COO}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{C}_6\text{H}_3(\text{CN})-\text{C}_4H_9$	η (20° C) = [4,6]				[407]		[116]	$\Delta\varepsilon = [-4,3]$
191	2,4-дифторбензойной кислоты-4'-пентилбиениловый эфир	$F-\text{C}_6\text{H}_3(\text{F})-\text{COO}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{C}_6\text{H}_3(\text{F})-\text{C}_5H_{11}$	η (20° C) = [0,42]				429,9		[117]	$\Delta\varepsilon = [+2,7]$
192	2,4-дифторбензойной кислоты-4'-(4"-пропилициклогексил)фениловый эфир	$F-\text{C}_6\text{H}_3(\text{F})-\text{COO}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{C}_6\text{H}_3(\text{CH}_3)-\text{C}_3H_7$	η (20° C) = [0,42]				435,5		[117]	
193	3,4-дифторбензойной кислоты-4'-(4"-пропилициклогексил)фениловый эфир	$F-\text{C}_6\text{H}_3(\text{F})-\text{COO}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{C}_6\text{H}_3(\text{CH}_3)-\text{C}_3H_7$	η (20° C) = [0,40]				417,7		[117]	
194	3,4-дифторбензойной кислоты-4'-(4"-пентилфенил)циклогексиловый эфир	$F-\text{C}_6\text{H}_3(\text{F})-\text{COO}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{C}_6\text{H}_3(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3)-\text{C}_5H_{11}$	η (20° C) = [0,43]				421,0		[117]	

Таблица 1 (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
195	4-алкилциклогексан-1-карбоновой кислоты-4'-(4"-алкилфенил)-2'-хлорфениловые эфиры	$C_nH_{2n+1}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{COO}-\text{C}_6\text{H}_3(\text{Cl})-\text{C}_6\text{H}_4-$ $-C_mH_{2m+1}$ $n=3, m=4$ (55%) $C_4H_9O-\text{C}_6\text{H}_4-\text{COO}-\text{C}_6\text{H}_3(\text{Cl})-\text{C}_6\text{H}_4-C_4H_9$ (45%)		η (20° C) = [0,32]				414		[115]
196	4-алкилциклогексан-1-карбоновой кислоты-3',4'-дифторбифениловые эфиры	$C_nH_{2n+1}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{COO}-\text{C}_6\text{H}_3(\text{Cl})-\text{C}_6\text{H}_4-F$ $n=3$ $n=5$		η (20° C) = [0,34] η (20° C) = [0,46]			416,8		[118]	[118]
197	3,4-дифторбензойной кислоты-4'-(4"-пропилциклогексил)циклогексиловый эфир	$F-\text{C}_6\text{H}_3(\text{F})-\text{COO}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{C}_6\text{H}_4-C_3H_7$		η (20° C) = [0,66]			[560]		[117]	
198	3-хлор-4-фторбензойной кислоты-4'-(4"-бутилциклогексил)циклогексиловый эфир	$F-\text{C}_6\text{H}_3(\text{Cl})-\text{COO}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{C}_6\text{H}_4-C_4H_9$		η (20° C) = [0,89]			399,5		[117]	
199	2,4-дифторбензойной кислоты-4'-(4"-гептилциклогексил)циклогексиловый эфир	$F-\text{C}_6\text{H}_3(\text{F})-\text{COO}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{C}_6\text{H}_4-C_7H_{15}$		η (20° C) = [0,32]			442,6		[117]	
200	4'-(4"-пропилциклогексил)фенил-4-пентициклогексил-1-карбоксилат	$C_6H_5-\text{C}_6\text{H}_4-\text{COO}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{C}_6\text{H}_4-C_5H_7$		η (20° C) = [0,40]			466		[70]	

Таблица 1 (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
201	4'-(4"-пропилфенил) циклогексил-4'- бутилциклогек- сил-1-карбокси- лат	<chem>Cc1ccccc1C(=O)c2ccccc2Cc3ccccc3</chem>	η (25° C) = [0,3]						[35]	
202	5'-бутилпиридин-2'- ил- <i>n</i> -этилбифе- нил-1-карбокси- лат	<chem>Cc1ccccc1C(=O)c2ccccc2Cc3ccccc3N</chem>	η (20° C) = [10,5]						[119]	$\Delta H_m = 2323$ K
203	<i>cis</i> -4'-цианобифе- нил-4-ил-3- <i>n</i> -про- пилцикlobутан- 1-карбоксилат	<chem>Cc1ccccc1C(=O)c2ccccc2Cc3ccccc3C#N</chem>	η (20° C) = [1,33]			336,2			[120]	
204	<i>транс</i> -4'-цианоби- фенил-4-ил-3- <i>n</i> - пропилцикло- бутан-1-карбок- силат	<chem>Cc1ccccc1C(=O)c2ccccc2Cc3ccccc3C#N</chem> 204 (55%), 203 (45%)	η (20° C) = [0,74] η (20° C) = [1,00]			414,7 374,3			[120]	[120]
205	4'-цианобифенил-4- ил-3- <i>n</i> -пропил- спиро[3,3]гептан- 1-карбоксилат	<chem>Cc1ccccc1C(=O)c2ccccc2Cc3ccccc3C#N</chem>	η (20° C) = [1,70]			428,0			[120]	
206	4-метилфенил-4'- пропилбифенил- 1-карбоксилат	<chem>Cc1ccccc1C(=O)c2ccccc2Cc3ccccc3C</chem>	η (20° C) = [0,81]			472			[35]	$\Delta H_m = 3660$ K
207	4-метил-3-цианбе- нил-4'-пропил- бифенил-1-кар- боксилат	<chem>Cc1ccccc1C(=O)c2ccccc2Cc3ccccc3C#N</chem>	η (25° C) = [2,00]						[35]	
2*	4-этоксифенил-4'- алкилбифенил- 1-карбоксилат	<chem>CnH2n+1Cc1ccccc1C(=O)c2ccccc2Cc3ccccc3OC2H5</chem> n=3 (39%), n=5 (61%)	η (25° C) = [1,02]			500			[35]	$\Delta H_m = 3500$ K

Таблица 1 (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
209	4-алкилфенил-4'-алоксибифенил-1'-карбоксилат	<chem>CnH2n+1Oc1ccc(cc1)-c2ccc(cc2)OC(=O)c3ccc(cc3)-CmH2m+1</chem>		η (25° C) = [1,60]					[35]	
210	4- <i>n</i> -алкил-2-цианофенил-4'-алоксибифенил-1-карбоксилат	<chem>CnH2n+1Oc1ccc(cc1)-c2ccc(cc2)OC(=O)c3ccc(cc3)-C#N-CmH2m+1</chem>		η (25° C) = [3,10]					[35]	
211	4-алкилфенил-(4'-пропилицлогексил)фенил-1'-карбоксилаты	<chem>C3H7-c1ccc(cc1)-c2ccc(cc2)OC(=O)c3ccc(cc3)-CnH2n+1</chem> $n=1$ $n=3$		η (20° C) = [0,69] ν (20° C) = [0,60]		461 459		[35] [49]	$\Delta H_m = 2940$ K	
212	2,4-диметилфенил-(4'-пропилицлогексил)фенил-1-карбоксилат	<chem>C3H7-c1ccc(cc1)-c2ccc(cc2)OC(=O)c3ccc(cc3)-CH3</chem>		η (25° C) = [1,44]		391		[35]	$\Delta H_m = 2610$ K	
213	2-бром-4-метилфенил-4-(4'-пропилицлогексил)фенил-1-карбоксилат	<chem>C3H7-c1ccc(cc1)-c2ccc(cc2)OC(=O)c3ccc(cc3)-CH3</chem>		η (25° C) = [2,02]		392		[35]	$\Delta H_m = 3590$ K	
214	2-циан-4-алкилфенил-4-(4'-алкилицлогексил)фенил-1-карбоксилат	<chem>CnH2n+1-c1ccc(cc1)-c2ccc(cc2)OC(=O)c3ccc(cc3)-C#N-CmH2m+1</chem> $n=3, m=1$ $n=5, m=4$		η (25° C) = [1,77] η (20° C) = [1,0]				[35] [56]		
215	4-этоксифенил-4-(4'-алкилицлогексил)фенил-1-карбоксилат	<chem>CnH2n+1-c1ccc(cc1)-c2ccc(cc2)OC(=O)c3ccc(cc3)-OC2H5</chem> $n=3$ (39%), $\eta=5$ (61%)		η (25° C) = [0,94]		492		[35]	$\Delta H_m = 3220$ K	

Таблица 1 (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
216	1- <i>n</i> -алкокси-4[4'-(4"-алкилциклогексил)бензоилоксил]-2,3-дицианбензолы	 $C_nH_{2n+1}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{C}_6\text{H}_3(\text{CN})_2-\text{COO}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{C}_6\text{H}_3(\text{CN})_2-\text{OC}_nH_{2n+1}$ <i>n</i> =2 <i>n</i> =7								
217	4-фторфениловый эфир 4-(4"-пентилциклогексил)бензойной кислоты	 $C_5H_{11}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{C}_6\text{H}_3(\text{CN})-\text{COO}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{F}$		η (20° C) = [2,1] η (20° C) = [1,8]		(377,2) (408,7)		[56] [56]	$\Delta H_m = 3220$ K $\Delta H_m = 4580$ K	
218	4-цианфениловый эфир 4-(4'-этилоксиметилциклогексил)бензойной кислоты	 $C_2H_5OCH_2-\text{C}_6\text{H}_4-\text{C}_6\text{H}_3(\text{CN})-\text{COO}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{C}_6\text{H}_3(\text{CN})-\text{CN}$		η (20° C) = [1,28]			477		[121]	
219	3-фтор-4-цианфениловый эфир 4-(4'-пропилциклогексил)бензойной кислоты	 $C_3H_7-\text{C}_6\text{H}_4-\text{C}_6\text{H}_3(\text{CN})-\text{COO}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{C}_6\text{H}_3(\text{CN})-\text{CN}$		η (20° C) = [1,4]					[44]	
220	3-хлор-4-цианфениловый эфир 4-(4'-метилоксиметилциклогексил)бензойной кислоты	 $CH_3OCH_2-\text{C}_6\text{H}_4-\text{C}_6\text{H}_3(\text{CN})-\text{COO}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{C}_6\text{H}_3(\text{CN})-\text{CN}$		η (20° C) = [1,88]			410		[44, 121]	
221	4-метилциклогексил-4'-пропилбифенил-1'-карбоксилат	 $C_3H_7-\text{C}_6\text{H}_4-\text{C}_6\text{H}_3-\text{COO}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CH}_3$		η (20° C) = [0,30]			399		[35] $\Delta H_m = 2460$ K	

Таблица 1 (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
222	<i>n</i> -толил-4-(4'-пропилциклогексил)циклогексил-1'-карбоксилат	<chem>C3H7-C1=CC=C(C=C1)-C2=CC=C(C=C2)-C(=O)c3ccccc3C</chem>		η (20° C) = [0,16]			477		[35]	$\Delta H_m = 2990$ K	
223	4'-(4"-пропилциклогексил)циклогексил-3,4-дифторфенил-1'-карбоксилат	<chem>C3H7-C1=CC=C(C=C1)-C2=CC(F)(F)=C(C=C2)-C(=O)c3ccccc3C</chem>		η (20° C) = [0,31]			426,2		[53]		
224	4'-(4"-пропилциклогексил)циклогексил-3-фтор-4-цианфенил-1'-карбоксилат	<chem>C3H7-C1=CC=C(C=C1)-C2=CC(F)=C(C=C2)-C(=O)c3ccccc3N#C</chem>		η (20° C) = [0,621]			484,2		[53]		
225	4-алкилциклогексил-4'-алкилциклогексилфенил-1'-карбоксилаты	<chem>CnH_{2n+1}-C1=CC=C(C=C1)-C2=CC=C(C=C2)-C(=O)c3ccccc3-CmH_{2m+1}</chem>	$n=2, m=3$ $n=3, m=3$ $n=4, m=3$ $n=5, m=3$ $n=5, m=1$	η (20° C) = [1,30] η (20° C) = [1,30] η (20° C) = [1,29] ν (20° C) = [1,19] η (20° C) = [0,77]				406 433 423 427 402		[53] [53] [53] [70] [35]	$\Delta H_m = 3200$ K
226	4-алкилциклогексил-(4'-алкилциклогексил)циклогексил-1'-карбоксилаты	<chem>CnH_{2n+1}-C1=CC=C(C=C1)-C2=CC=C(C=C2)-C(=O)c3ccccc3-CmH_{2m+1}</chem>	$n=3, m=1$ $n=4, m=3$		η (20° C) = [0,19] ν (20° C) = [0,50]			428 457		[35] [49]	$\Delta H_m = 3890$ K
227	4-(<i>n</i> -пентокси)бифенил-2-пиридинилкарбоксилат	<chem>C6H11O-C1=CC=C(C=C1)-C2=CC=C(C=C2)-C(=O)c3ccncc3</chem>		η (25° C) = [1,95]			387		[35]	$\Delta H_m = 1840$ K	
228	4-(<i>n</i> -пропилциклогексил)циклогексил-2-пиридинилкарбоксилат	<chem>C3H7-C1=CC=C(C=C1)-C2=CC=C(C=C2)-C(=O)c3ccncc3</chem>		η (25° C) = [0,37]			391		[35]	$\Delta H_m = 4290$ K	

Таблица 1 (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
229	4-алкилфенил-5-алкилтионо[3,2- <i>e</i>]тиофен-2-карбоксилат	 $C_nH_{2n+1}-\text{S}-\text{C}_6\text{H}_3(\text{S})-\text{COO}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{C}_m\text{H}_{2n+1}$ <i>n</i> =3 (18%), <i>n</i> =5 (18%), <i>n</i> =7 (18%), $C_nH_{2n+1}-\text{O}-\text{C}_6\text{H}_3(\text{O})-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CN}$ (46%)	ν (20° C) = [0,31]			335		[122]		
230	<i>n</i> -толил-4-(4'-пропилфенил)-тиобензоат	 $C_6\text{H}_5-\text{S}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{C}_6\text{H}_4-\text{COS}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CH}_3$	η (25° C) = [0,79]		508		[35]	$\Delta H_m = 3080$ K		
231	<i>n</i> -толил-4-(4'-пропилциклогексил)-тиобензоат	 $C_6\text{H}_5-\text{S}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{C}_6\text{H}_4-\text{COS}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CH}_3$	η (25° C) = [0,62]		497		[35]	$\Delta H_m = 2380$ K		
232	[4-(4'-пропилциклогексил)циклогексил]-[3-фтор-4-цианфенилокси]метилен	 $C_6\text{H}_7-\text{C}_6\text{H}_5-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CH}_2\text{O}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CN}$	η (20° C) = [0,871]		429,5		[53]			
233	1-(4-пропилциклогексил)-2-(бибензил-4'-ил)этан	 $C_6\text{H}_7-\text{C}_6\text{H}_5-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{C}_6\text{H}_4-\text{C}_6\text{H}_4$	η (20° C) = [0,22]				[123]	$\mu_{\text{C}-\text{H}}=1,46$ Д $r_{\text{H}}^3=1,7$ Å ³		
234	1-алкилциклогексил-2-(4'-фторбифенил-4'-ил)этаны	 $C_nH_{2n+1}-\text{C}_6\text{H}_5-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{C}_6\text{H}_4-\text{C}_6\text{H}_4-\text{F}$ <i>n</i> =2 <i>n</i> =3 <i>n</i> =4 <i>n</i> =5	η (20° C) = [0,245] η (20° C) = [0,25] η (20° C) = [0,36] η (20° C) = [0,315]				[123]	$\mu_{\text{C}-\text{F}}=1,48$ Д, $r_{\text{F}}^3=2,5$ Å ³		
235	1-пропилциклогексил-2-(4''-хлорбифенил-4'-ил)этан	 $C_6\text{H}_7-\text{C}_6\text{H}_5-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{C}_6\text{H}_4-\text{C}_6\text{H}_4-\text{Cl}$	η (20° C) = [0,49]				[123]	$\mu_{\text{C}-\text{Cl}}=1,56$ Д, $r_{\text{Cl}}^3=5,9$ Å ³		

Таблица 1 (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
236	1-пропилциклогексил-2-(4"-бромбиенил-4'-ил)этан	<chem>C3H7-CC1=CC=C(C=C1)-CH2-CH2-C(=C2C(F)=CC=C2)-C(=C3Br)C</chem>	η (20° C) = [0,60]						[123]	$\mu_{C-Br} = 1,59 \text{ Д}$, $r_{Br}^3 = 7,5 \text{ \AA}^3$
237	2-(4-пентилциклогексил)-1-(4'-этил-2-фторбиенил-4-ил)этан	<chem>C5H11-CC1=CC=C(C=C1)-CH2-CH2-C(=C2C(F)=CC=C2)-C(=C3C2H5)C</chem>	ν (20° C) = [0,24]			377,7			[124]	
238	2-(4-пентилциклогексил)-1-(4'-этил-2'-фторбиенил-4-ил)этан	<chem>C5H11-CC1=CC=C(C=C1)-CH2-CH2-C(=C2C(F)=CC=C2)-C(=C3C2H5)C</chem>	ν (20° C) = [0,215]			376,2			[124]	
239	2-[4-(4'-пропилциклогексил)циклогексил]-1-(3,4-дифторфенил)этан	<chem>C3H7-CC1=CC=C(C=C1)-CH2-CH2-C(=C2C(F)=CC(F)=C2)C</chem>	η (20° C) = [0,49]			391,2			[53]	$\Delta H_m = 3050 \text{ K}$
240	2-[4-(4'-пропилциклогексил)циклогексил]-1-(3-фтор-4-цианфенил)этан	<chem>C3H7-CC1=CC=C(C=C1)-CH2-CH2-C(=C2C(F)=CC(F)=C2)N#C</chem>	η (20° C) = [0,461]			446,1			[53]	
241	1-(4-пентилциклогексил)-2-[4'-(4"-бутилфенил)циклогексил]этан	<chem>C4H9-CC1=CC=C(C=C1)-CH2-CH2-CC2=CC=C(C=C2)C3H11</chem>	η (25° C) = [1,03]			(456)			[125]	
242	1-(4-пентилциклогексил)-2-[4'-(4"-этилциклогексил)циклогексил]этан	<chem>C2H5-CC1=CC=C(C=C1)-CH2-CH2-CC2=CC=C(C=C2)C3H11</chem>	η (25° C) = [0,71]			442			[125]	

Таблица 1 (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
243	4-(4-пропилфенил)-4'-этилтолан	<chem>Cc1ccc(cc1)C#Cc2ccc(cc2)C(C)c3ccccc3</chem>	η (20° C) = [0,74]			[482]	$\Delta n = [0,344]$	[126]		
244	4-(4-пропилциклогексил)-4'-алкилтолан $n=3$ $n=4$	<chem>Cc1ccc(cc1)C#Cc2ccc(cc2)C(C)c3ccccc3</chem>	η (20° C) = [0,31] η (20° C) = (0,479)			[465] 474	$\Delta n = [0,309]$ $\Delta n (25^{\circ} \text{ C}) = 0,253$	[126] [27]		
245	4-(4'-пропилциклогексил)циклогексанкарбоновой кислоты β -(4-фторфенил)этиловый эфир	<chem>Cc1ccc(cc1)C#Cc2ccc(cc2)C(=O)CC(F)c3ccccc3</chem>	η (20° C) = [0,19]			356,7		[81]		
246	4-(4'-пропилциклогексил)циклогексанкарбоновой кислоты 3-(4'-пентоксифенилокси)-1-пропиоловый эфир	<chem>Cc1ccc(cc1)C#Cc2ccc(cc2)C(=O)OCCOCc3ccccc3</chem>	η (20° C) = [0,88]			(348,7)		[127]		
247	(4-пропоксициклогексанкарбоновой кислоты 3-[4'-(4'-пропилциклогексил)фенилокси]-1-пропиоловый эфир	<chem>Cc1ccc(cc1)C#Cc2ccc(cc2)C(=O)OCCc3ccccc3</chem>	η (20° C) = [0,45]			(339,5)		[127]		
248	<i>n</i> -бутилфенил(<i>n</i> -бутилбензоилокси)-бензоат	<chem>Cc1ccc(cc1)C(=O)c2ccc(cc2)C(=O)c3ccc(cc3)C(C)c4ccccc4</chem>	a	$\gamma_1 (138^{\circ} \text{ C}) = 0,80$	-9,8	3,95	452		[23]	
249	алкилфенил-(алкилбензоилокси)-2-хлорбензоат	<chem>CnH2n+1Cc1ccc(cc1)C(=O)c2ccc(cc2)C(=O)c3ccc(cc3)Cl</chem>		η (20° C) = (8)			420		[131]	

Таблица 1 (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
250	2-циан-4-хлорфе-нил- <i>n</i> -[4'-(4"-про-поксибензоилок-си)бензоат]	<chem>Cc1ccc(C(=O)c2ccc(C(=O)c3ccc(Cl)c(C#N)c3)cc2)cc1</chem>	η (20° C) = [1,36]				[241]		[129]	
251	2-циан-4-фторфе-нил- <i>n</i> -[4'-(4"-про-поксибензоил-окси)-2-хлорбен-зоат]	<chem>Cc1ccc(C(=O)c2ccc(C(=O)c3ccc(F)c(C#N)c3)cc2)cc1</chem>	η (20° C) = [1,30]			(372,5)			[129]	
252	хлорфенил(хлорбен-зоилокси)бензоат	<chem>Clc1ccc(C(=O)c2ccc(C(=O)c3ccc(Cl)c(C#N)c3)cc2)cc1</chem>	<i>a</i>	γ_1 (138° C) = 0,23	-10,8	3,83	513		[23]	
253	2-циан-4-фторфе-нил- <i>n</i> -[4'-(4"-гек-силциклогексил-карбонилокси) бензоат]	<chem>Cc1ccc(C(=O)c2ccc(C(=O)c3ccc(F)c(C#N)c3)cc2)cc1</chem>		η (20° C) = [1,31]			396,0		[129]	
254	2-циан-4-фторфе-нил- <i>n</i> -[4'-(4"-про-пилциклогексил-карбонилокси)-2-фторбензоат]	<chem>Cc1ccc(C(=O)c2ccc(C(=O)c3ccc(F)c(C#N)c3)cc2)cc1</chem>		η (20° C) = [0,87]			392,2		[129]	
255	2-циан-4-фторфе-нил- <i>n</i> -[4'-(4"-пен-тилциклогексил-карбонилокси)-3-фторбензоат]	<chem>Cc1ccc(C(=O)c2ccc(C(=O)c3ccc(F)c(C#N)c3)cc2)cc1</chem>		η (20° C) = [1,18]			407,2		[129]	
256	2-циан-4-фторфе-нил- <i>n</i> -[4'-(4"-пен-тилциклогексил-карбонилокси)-2-хлорбензоат]	<chem>Cc1ccc(C(=O)c2ccc(C(=O)c3ccc(Cl)c(C#N)c3)cc2)cc1</chem>		η (20° C) = [1,72]			[308]		[129]	

Таблица 1 (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
257	2-циан-4-хлорфе-нил- <i>n</i> -[4'- <i>(4'</i> про-пилциклогекси-карбонилокси)-3-хлорбензоат]			η (20° C) = [1,50]					[129]	
258	4-гептилокси-(5'-бутилпиридин-2-карбонилокси)-бензоат			η (20° C) = [5,6]			434		[119]	$\Delta H_m = 2190$ K
259	5-алкилпиримидин-2-ил- <i>n</i> -(4'-гекси-циклогекси-карбонилокси)бен-зоат			η (20° C) = [1,38] η (20° C) = [1,14]			398,5		[130]	[130]
260	1,4-бис-[4- <i>n</i> -алко-сибензоилокси]-бензолы			ν (87° C) = 1,26			357		[132]	
261	1,4-бис-[4- <i>n</i> -гек-силибензоилокси]-2-этилбензол			α γ_1 (45° C) = 1,09 α ν (25° C) = 2,83		6,43	348,7		[133]	[134]
262	1,4-бис-(4- <i>n</i> -гек-силибензоилокси)-2-ацетилбензол			ν (25° C) = 6,61			360,1		[134]	
263	1,4-бис-(4- <i>n</i> -октил-оксибензоилок-си)-2-алкилбен-зол			ν (87° C) = 6,42 ν (25° C) = 9,6 ν (80° C) = 0,87			352		[135]	
							350		[428]	

Таблица 1 (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
264	1,4-бис-(4- <i>n</i> -октилоксибензоилокси)-2-гептаноилбензол		ν (87° C) = 6,8				354		[135]	
265	1-(4'-октилоксибензоилокси)-4-(5"-бутилиридинил-2"-карбонилокси)-бензол		η (20° C) = [5,5]				450		[119]	$\Delta H_m = 3454$ K
266	Фенил-4'-[β -(4"- <i>n</i> -пропилицлогексил-1"-]этилфенил-1'-карбоксилат		η (20° C) = [0,19] η (20° C) = [0,26]						[136] [54]	
267	4-фторфенил-4'-[β -(4"- <i>n</i> -пропилицлогексил-1"-]-этилфенил-1'-карбоксилат		η (20° C) = [0,2] η (20° C) = [0,27]						[136] [54]	
268	3-фторфенил-4'-[β -(4"- <i>n</i> -пропилицлогексил-1"-]-этилфенил-1'-карбоксилат		η (20° C) = [0,27]						[54]	
269	3,4-дифторфенил-4'-[β -(4"- <i>n</i> -пропилицлогексил-1"-]-этилфенил-1'-карбоксилат		η (20° C) = [0,404] η (20° C) = [0,30]				405		[54] [54]	$\Delta H_m = 3760$ K
270	4-хлорфенил-4'-[β -(4"- <i>n</i> -пропилицлогексил-1"-]-этилфенил-1'-карбоксилат		η (20° C) = [0,27]						[136]	

Таблица 1 (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
271	4-бромфенил-4'- [β -(4"-н-пропил- циклогексил)-1"-] этилфенил-1'-кар- боксилат	<chem>Cc1ccccc1Cc2ccccc2C(=O)c3ccccc3</chem>	η (20° C) = [0,31]						[136]	
272	4-(4-пропилцикло- гексил-1-этил)-4'- этилтолан	<chem>Cc1ccccc1Cc2ccccc2C#Cc3ccccc3</chem>	η (20° C) = [0,056]			435,0	Δn = [0,332]	[126]		
273	2-фтор-4-(4-пропил- циклогексил-1- этил)-4'-этилто- лан	<chem>Cc1ccccc1Cc2ccccc2C#Cc3cc(F)cc3</chem>	η (20° C) = [0,14]			423,0	Δn = [0,314]	[126]		
274	метоксибензаль-4- аминоазобензол	<chem>COc1ccccc1Cc2ccccc2N=Nc3ccccc3</chem>	<i>a</i> $\gamma_1/\rho(174^{\circ} \text{C}) = 0,043$	-9,81	5,06	453			[33]	
275	1-этил-4-(4'-пентил- циклогексил)тер- фенил	<chem>Cc1ccccc1Cc2ccccc2Cc3ccccc3</chem>	η (20° C) = [0,82]			[584]			[137]	
276	1,4-бис-(4'-пропил- фенилбисцикло- гекса-3,3'-диен	<chem>Cc1ccccc1Cc2ccccc2Cc3ccccc3</chem>	η (20° C) = [2,2]			532			[137]	
277	1-[4'(н-пропилци- клогексил)бифе- нил]-4-н-пентил- циклогексан	<chem>Cc1ccccc1Cc2ccccc2Cc3ccccc3</chem>	η (20° C) = [0,42]			584			[70]	
278	1,4-бис-(4'-н-пентил- циклогексил)-2- фторбифенил	<chem>Cc1ccccc1Cc2ccccc2Cc3cc(F)cc3</chem>	η (20° C) = [0,08]			[628]			[138]	В матрице фе- нилциклогекса- нов
				[0,50]		[622]				В матрице би- фенилов
279	4-метоксиметил-4- [4'-(4'-н-пропил- циклогексил)би- фенил]циклогек- сан	<chem>CCOCc1ccccc1Cc2ccccc2Cc3ccccc3</chem>	η (20° C) = [3,7]			553			[103]	

Таблица 1 (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
280	4-пентил-4'-(4''-(4''-пентилциклогексил)циклогексил)-бифенил	<chem>C5H11-C1=C(C=C1)-C2=C(C=C2)-C3=C(C=C3)-C4=C(C=C4)-C5=C(C=C5)C6=CC=C6</chem> -C5H11	η (20° C) = [2,0]				[662]			[137]
281	4-циан-4'-(4''-(4''-пропилициклогексил)циклогексил)-бифенил	<chem>C3H7-C1=C(C=C1)-C2=C(C=C2)-C3=C(C=C3)-C4=C(C=C4)-C5=C(C=C5)C6=CC#N=C6</chem>	η (20° C) = [1,01]				[653]			[139]
282	1,4- <i>bis</i> -(пропилфенил)бисциклогексан	<chem>C3H7-C1=C(C=C1)-C2=C(C=C2)-C3=C(C=C3)-C4=C(C=C4)-C5=C(C=C5)C6=CC=C6</chem> -C3H7	η (20° C) = [0,83]				[501]			[137]
283	4-метил-{4-[4'-(4'-этилициклогексил)циклогексил]циклогексен-1-ил}-бензол	<chem>C2H5-C1=C(C=C1)-C2=C(C=C2)-C3=C(C=C3)-C4=C(C=C4)-C5=C(C=C5)C6=CC=C6</chem> -CH ₃	η (20° C) = [0,81]				457			[137]
284	4-фтор-1-{4-[4'-(4'-пропилициклогексил)циклогексен-1-ил]-бензол	<chem>C3H7-C1=C(C=C1)-C2=C(C=C2)-C3=C(C=C3)-C4=C(C=C4)-C5=C(C=C5)F</chem>	η (20° C) = [0,24]				452			[140]
285	4-метил-1-{4-[4'-(4'-этилициклогексил)циклогексил]циклогексил}бензол	<chem>C2H5-C1=C(C=C1)-C2=C(C=C2)-C3=C(C=C3)-C4=C(C=C4)-C5=C(C=C5)C6=CC=C6</chem> -CH ₃	η (20° C) = [0,81]				466			[137]
286	4-фтор-1-{4-[4'-(4'-пропилициклогексил)циклогексил]циклогексил}бензол	<chem>C3H7-C1=C(C=C1)-C2=C(C=C2)-C3=C(C=C3)-C4=C(C=C4)-C5=C(C=C5)F</chem>	η (20° C) = [0,24]				452			[140]

Таблица 1 (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
287.	3,4-дифтор-1-{4-[4'-(4"-бутилциклогексил)циклогексил]циклогексил}-бензол	<chem>C4H9-c1ccc(cc1)-c2ccc(cc2)-c3ccc(cc3)-c4cc(F)cc(F)cc4</chem>	η (20° C) = [1,36]				472		[140]	
288.	4-циан-1-{4-[4'-(4"-бутилциклогексил)циклогексил]-циклогексил}-бензол	<chem>C4H9-c1ccc(cc1)-c2ccc(cc2)-c3ccc(cc3)-c4cc(C#N)cc4</chem>	η (20° C) = [1,36]						[140]	
289.	1-(4-этилциклогексил)-4-[4'-(4"-пропилициклогексил)]циклогексил]бензол	<chem>C3H7-c1ccc(cc1)-c2ccc(cc2)-c3ccc(cc3)-c4cc(C2H5)cc4</chem>	η (20° C) = [2,5]				[541]		[137]	
290.	2-(4-бутилциклогексил)-5-циан-6-(4-пропилбифенил)-имидазо[2,1- <i>b</i>]-1,3,4-тиадиазол	<chem>C4H9-c1ccc(cc1)-C2=C(C=C2)N(c3cc(F)cc(C(=O)Nc4ccc(cc4)-c5ccc(cc5)C)c3)S(=O)(=O)N2C#N</chem>	γ_1 (60° C) = [2,9]		[6,87]		>566		[141]	Разлагается при $T > 566$ K
291.	4-фторбензойной кислоты-4-[4'-(4"-пропилициклогексилциклогексил]-фениловый эфир	<chem>F-c1ccc(cc1)-COO-c2ccc(cc2)-c3ccc(cc3)-c4cc(C2H5)cc4</chem>	η (20° C) = [3,2]				[850]		[142]	
292.	2,4-дифторбензойной кислоты-4-[4'-(4"-пропилициклогексил)циклогексил]фениловый эфир	<chem>F-c1ccc(cc1)-COO-c2ccc(cc2)-c3ccc(cc3)-c4cc(C2H5)cc4</chem>	η (20° C) = [0,83]				[610]		[117]	

Таблица 1 (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
293	2,4-дихлорбензойной кислоты-4-[4'-(4"-пропилциклогексил)циклогексил]фениловый эфир		η (20° C) = [3,2]				[584]		[142]	
294	3,4-дихлорбензойной кислоты-4-[4'-(4"-пропилциклогексил)циклогексил]фениловый эфир		η (20° C) = [2,6]				[584]		[142]	
295	4-цианобензойной кислоты-4-[4'-(4"-пропилциклогексил)циклогексил]фениловый эфир		η (20° C) = [5,8]				[940]		[142]	
296	4-пропил-4"-(4-фторбензоилокси)октагидро-n-терфенил		η (20° C) = [1,9]				[570]		[142]	
297	4-пропил-4"-(2,4-дихлорбензоилокси)октагидро-n-терфенил		η (20° C) = [2,6]				[584]		[142]	
298	4-пропил-4"-(4-цианобензоилокси)октагидро-n-терфенил		η (20° C) = [3,2]				[659]		[142]	
299	3,4-дифтор-4'-бифенилил-4-пропилциклогексилбензоат		η (20° C) = [1,12]				553,5		[118]	

Таблица 1 (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
300	4-(4'-пропилоксиметилциклогексил)-бензойной кислоты 4"-цианобифениловый эфир	<chem>C3H9OCH2c1ccc(cc1)-c2ccc(cc2)-COOC(=O)c3ccc(cc3)C#N</chem>	η (20° C) = [1,82]				[584]		[121]	
301	4-(2,3-дицианопиразинил-5)-фенил-4-(4-пропилциклогексил)бензоат	<chem>C3H7c1ccc(cc1)-c2ccc(cc2)-COOC(=O)c3ccc(cc3)N#Cc4nc(C#N)cn4</chem>	η (20° C) = [0,78]			546			[143]	
302	1-(4'-пропилциклогексил)фенил-4-пентилфенилбензоат	<chem>C3H11c1ccc(cc1)-c2ccc(cc2)-COOC(=O)c3ccc(cc3)C3H7</chem>	η (20° C) = [9,4]						[144]	
303	4'-(4-пентилциклогексил)бифенил-4-карбоновой кислоты-2-хлор-4-фторфениловый эфир	<chem>C3H11c1ccc(cc1)-c2ccc(cc2)-COOC(=O)c3ccc(cc3)FCl</chem>	η (20° C) = [0,20]		552,8			[142]		В матрице бифенилов (остальные аналогичные соединения в матрице фенилциклогексанов)
304	4'-(4-пентилциклогексил)бифенил-4-карбоновой кислоты-3-хлор-4-фторфениловый эфир	<chem>C3H11c1ccc(cc1)-c2ccc(cc2)-COOC(=O)c3ccc(cc3)FCl</chem>	η (20° C) = [1,29]		528,8			[142]		
305	4-[4-(4'пропилциклогексил)циклогексил]бензойной кислоты-4-фторфениловый эфир	<chem>C3H7c1ccc(cc1)-c2ccc(cc2)-COOC(=O)c3ccc(cc3)F</chem>	η (20° C) = [0,77]				[770]		[142]	

Таблица 1 (продолжение)

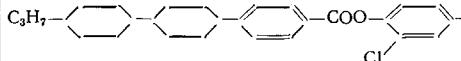
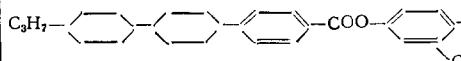
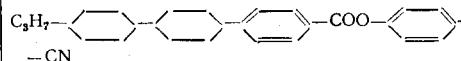
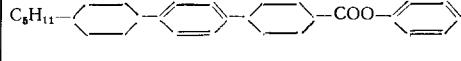
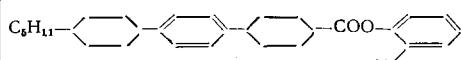
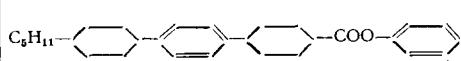
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
306	4-[4-(4'-пропилциклогексил)циклогексил]бензойной кислоты-2-хлор-4-фторфениловый эфир		η (20° C) = [0,64]				504,2		[142]	
307	4-[4-(4'-пропилциклогексил)циклогексил]бензойной кислоты-3-хлор-4-фторфениловый эфир		η (20° C) = [1,29]				515,5		[142]	
308	4-[4-(4'-пропилциклогексил)циклогексил]бензойной кислоты-4-цианфениловый эфир		η (20° C) = [2,9]				[850]		[142]	
309	4-[4-(4'-пентилциклогексил)фенил]-циклогексанкарбоновой кислоты-4-фторфениловый эфир		η (20° C) = [0,39]				[770]		[142]	
310	4-[4-(4'-пентилциклогексил)фенил]-циклогексанкарбоновой кислоты-2-хлор-4-фторфениловый эфир		η (20° C) = [0,39]				511,0		[142]	
311	4-[4-(4'-пентилциклогексил)фенил]-циклогексанкарбоновой кислоты-3-хлор-4-фторфениловый эфир		η (20° C) = [0,39]				495,4		[142]	

Таблица 1 (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
312	4-[4-(4'-пентилциклогексил)фенил]циклогексанкарбоновой кислоты-4-цианфениловый эфир	<chem>Cc1ccc(cc1)-c2ccc(cc2)-c3ccc(cc3)-C(=O)c4cc(F)cc(C#N)cc4</chem>	$\eta (20^\circ \text{ C}) = [0,64]$				511,0		[142]	
313	4"-пропил-октадекагидро- <i>n</i> -терфенил-4-карбоновой кислоты-4-фторфениловый эфир	<chem>Cc1ccc(cc1)-c2ccc(cc2)-c3ccc(cc3)-C(=O)c4cc(F)cc(Cl)cc4</chem>	$\eta (20^\circ \text{ C}) = [0,23]$						[142]	
314	4"-пропил-октадекагидро- <i>n</i> -терфенил-4-карбоновой кислоты-2-хлор-4-фторфениловый эфир	<chem>Cc1ccc(cc1)-c2ccc(cc2)-c3ccc(cc3)-C(=O)c4cc(F)cc(Cl)cc4</chem>	$\eta (20^\circ \text{ C}) = [0,64]$				532,9		[142]	
315	4"-пропил-октадекагидро- <i>n</i> -терфенил-4-карбоновой кислоты-2,4-дихлорфениловый эфир	<chem>Cc1ccc(cc1)-c2ccc(cc2)-c3ccc(cc3)-C(=O)c4cc(Cl)cc(Cl)cc4</chem>	$\eta (20^\circ \text{ C}) = [0,64]$				538,5		[142]	
316	4"-пропил-октадекагидро- <i>n</i> -терфенил-4-карбоновой кислоты-4-цианфениловый эфир	<chem>Cc1ccc(cc1)-c2ccc(cc2)-c3ccc(cc3)-C(=O)c4cc(C#N)cc4</chem>	$\eta (20^\circ \text{ C}) = [1,29]$				850		[142]	
317	4-пропилциклогексил-1-циклогексанкарбоновой кислоты-3-(4'-пропилциклогексил-1-фенилокси)-пропиловский эфир	<chem>Cc1ccc(cc1)-c2ccc(cc2)-C(C)c3ccc(cc3)-C(=O)CCOC4=CC=C(C=C4)C(C)C</chem>	$\eta (20^\circ \text{ C}) = [0,78]$				427		[127]	

Таблица 1 (окончание)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
318	2[4-(4-пропилциклогексил)циклогексил]-1-(3,4-дифторобифенил)этан	<chem>C3H7-C(=O)c1ccc(cc1)-C(=O)c2ccc(cc2)-CH2CH2-C(=O)c3ccc(cc3)F</chem>	η (20° C) = [0,280]						[53]	
319	1-(4'-пропилциклогексил)-2-[4'-(4'''-алкилциклогексил)циклогексилфенил]этан	<chem>CnH2n+1-C(=O)c1ccc(cc1)-C(=O)c2ccc(cc2)-CH2CH2-C(=O)c3ccc(cc3)C8H7</chem> $n=2$ $n=3$	η (20° C) = [0,55] η (20° C) = [0,63]				525,3 517,6		[145] [145]	
320	дибензальбензидин	<chem>c1ccc(cc1)-CH=N-c2ccc(cc2)-c3ccc(cc3)-N=CH-c4ccc(cc4)</chem>	a γ_1/p (259° C) = = 0,1350	-2,09	2,50	558			[33]	
321	ди-4-метоксибензальбензидин	<chem>CH3O-c1ccc(cc1)-CH=N-c2ccc(cc2)-c3ccc(cc3)-N=CH-c4ccc(cc4)OCH3</chem>	a γ_1/p (256,3° C) = = 0,0243	-11,32	6,53	530			[33]	
322	1,4-бис-[4'-(4"-пропилциклогексил)-циклогексен-1-ил]-бензол	<chem>C3H7-C(=O)c1ccc(cc1)-C(=O)c2ccc(cc2)-c3ccc(cc3)-C(=O)c4ccc(cc4)C3H7</chem>	η (20° C) = [15,8]						[137]	
323	1,4-бис-[4'-(4"-пентилциклогексил)-циклогексил]-бензол	<chem>C5H11-C(=O)c1ccc(cc1)-C(=O)c2ccc(cc2)-c3ccc(cc3)-C(=O)c4ccc(cc4)C5H11</chem>	η (20° C) = [5,9]				[927]		[137]	

Примечание. По всей таблице в квадратных скобках приведены значения физических величин (вязкость, температура, энергия активации, двулучепреломление), полученные при экстраполяции концентрационных зависимостей этих величин в смесях.

*¹ В круглых скобках приведены значения вязкости, полученные при экстраполяции ее температурной зависимости.

*² В круглых скобках приведены значения монотропного перехода «изотропная жидкость — нематический ЖК».

*³ В зависимости от применяемой аппроксимации, а также для справок, приведены значения параметра порядка S или двулучепреломления Δn с учетом пропорциональности температурных зависимостей этих физических величин.

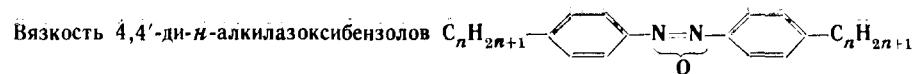
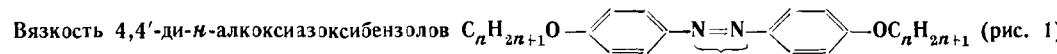


Таблица 2

n	γ_1				T_{NI}	Аппроксимация	$\ln A_0$	E	$(\Delta T=10^\circ \text{ C})$ [22]	Ссылки
	25° C	30° C	64° C	$\Delta T = 10^\circ \text{ C}$						
4	0,476	0,15	—	0,67	304,1	b	-21,8	6,50	0,4956	[9] [23]
	0,59			0,79		a	-21,6	6,27		
5	—	0,948	0,168	0,28	339,8	b	-13,65	4,26	0,5918	[9] [3]
	0,94	0,83				a	-13,13	3,90		
6	—	0,783	—	0,38	326,4	b	-15,52	4,76	0,6105	[9] [23]
	—	1,56		0,54		a	-22,4	6,96		
7	—	—	0,291	0,36	343,3	b	-17,18	5,50	0,7041	[9] [9]
	—	—	0,388							

Таблица 3

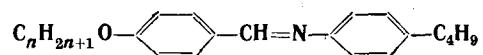


[аппроксимация d : $\ln(\gamma_1/S^2) = \ln A_0 + BS^2/(T - T_0)$]

n	γ_1		T_{NI}	Аппроксимация	$\ln A_0$	B, E, K	T_0	$(\Delta T=10^\circ \text{ C})$ [21]	Ссылки
	120° C	$\Delta T=10^\circ \text{ C}$							
1	0,076	0,068	408,5	d	-1,711	10,41	336	0,5784	[18] [31] [33] [146]
	0,064			a	-17,0	5600			
	0,088			a	-17,68	7790			
	0,068			d	-17,72	5920			
2	0,70	0,059	440,7	d	-4,455	10,61	386	0,6708	[23] [18] [33]
	(0,39)	0,114		a	-10,13	5020			
3	0,10	0,152	396,8	d	-1,181	10,97	364	0,6330	[18]
	0,18	0,136		a	-2,446	28,37			
4	0,10	0,182	409,9	d	-1,199	58,31	345	0,6706	[18]
	0,16	0,174		a	-1,438	77,60			
6	0,16	0,174	402,3	d	-0,762	13,52	313	0,6810	[18]
	0,205	0,295		a	-1,438	357,5			
7	—	—	397,4	d	-0,762	13,52		0,7118	[18]

Таблица 4

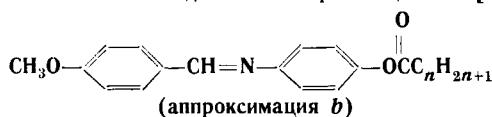
Вязкость 4-алкоксибензилиденбутиланилинов



n	γ_1				T_{NI}	Аппрок- симация	$\ln A_0$	E	$(\Delta T=10^\circ \text{ C})$	Ссылки	Примечание
	25° C	44° C	57,4° C	$\Delta T=10^\circ \text{ C}$							
1	1,09	0,192		0,552	318,3	a		5,78		[4]	
						b	-18,92	5,82	0,54 [28]	[4]	
	0,89				317,5			6,63		[5]	
	0,96									[2]	
	0,98				319,6	a	-18,38	5,48		[3]	
	1,06				317,5			6,05		[13]	
	0,85					a		5,69		[31]	
	0,75	0,25				a	-19,0	5,57		[23]	
										[48]	
2	—	0,781	0,45	0,229	352,5	b		4,78		[124]	
3		0,66	0,27		332,0	a	-21,0	6,53		[3]	
4			0,49		348,4					[3]	
5		0,44	0,21	0,26						[141]	$\ln(\gamma_1/S^2) = -0,041 + 0,105 S^2/(T-280)$
			0,55		342,8					[3]	

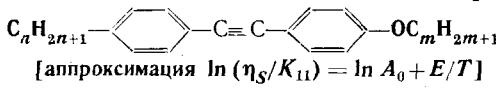
Таблица 5

Вязкость 4-анизилиден-4'-аминофенилацетатов [29]



<i>n</i>	γ_1		T_{NI}	$\ln A_0$	<i>E</i>	$(T=0,95 T_{NI})$ [28]
	90° C	$T=0,95 T_{NI}$				
1	0,394	0,398	382,20	-17,81	6,26	0,5954
2	0,305	0,285	384,02	-17,14	5,96	0,5577
3	0,313	0,270	385,77	-14,58	5,03	0,6254
4	0,257	0,388	373,65	-15,31	5,28	0,6042
5	0,328	0,419	377,56	-17,44	6,12	0,6386
9	0,342	0,782	370,25	-23,71	8,42	0,6434

Таблица 6

Вязкость 4-*n*-алкил-4'-алкоокситоланов [148]

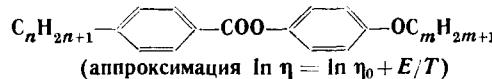
<i>n</i>	<i>m</i>	η_S/K_{11}		T_{NI}	<i>E</i>
		60° C	70° C		
4	2	0,45	0,33	353	1,08
5	2	0,40	0,355	353	1,08
6	2	0,47	0,405	349	1,16
8	2	0,53	0,45	352	1,16

ний Шиффа, взаимное расположение определяется полярностью заместителя (алкил-, алcoxси-, ацилокси-, циннамат-, CN-группа и т. д.). Для представителей одного химического класса, являющихся членами гомологического ряда, значения γ_1 или η указаны при одной или нескольких температурах, при которых эти гомологи обнаруживают мезогенные свойства, а также при одной и той же разнице температур $\Delta T = T_{NI} - T$ или при одной и той же приведенной температуре, например $T = 0,95 T_{NI}$. При этой же разнице температур даны и значения S или Δp . Температурная зависимость параметра порядка S близка у разных веществ и может быть приближенно описана формулой

$$S \approx S_0 (1 - T/T^*)^\beta, \quad (7)$$

где $T^* \approx T_{NI} + (0,2 \div 0,7)$, $\beta \approx 0,18 \pm 0,02$, $S_0 = 1,1 \div 1,4$ [2, 20, 21]. Для гомологических рядов некоторых веществ более подробные сведения о вязкости и других физико-химических свойствах будут приведены в табл. 2–13. Для некоторых веществ приведены значения γ_1 и/или η , взятые из разных литературных источников и обработанные различными способами. Для части веществ одновременно приведены результаты обработки по активационной модели и по модели свободного объема. В ряде случаев указана температура стеклования T_g , позволяющая судить о величине γ_1 при пониженных температурах. В ряде случаев указывается не конкретный, а обобщенный (алкил, алcoxси) вид заместителя, и приведенные значения γ_1 или η позволяют лишь приблизительно судить о влиянии строения молекулы на величину вязкости. Некоторые результаты получены при исследовании свойств не отдельных веществ, а смесей соединений, относящихся к одному химическому классу, что позволяло значительно расширить диапазон существования мезофазы при сохранении определенности химического строения. В [17] показано, что для большинства НЖК энергия активации вращательной

Таблица 7

Вязкость 4-алкоксифенил-4'-*n*-алкилбензоатов [38] (рис. 2)

Номер смеси	Состав смеси *	$(n+m)_{\text{ср}}$	$L_{\text{мол}}^{\text{ср}} **$	η (25°C)	T_{NI}	$\ln \eta_0$	E
1	$n=1, m=1 (11,2);$ $n=3, m=2 (22,2);$ $n=5, m=2 (28,3);$ $n=1, m=4 (19,1);$ $n=3, m=4 (19,2)$	5,61	20,39	0,325	330,9	-15,6	4,32
2	$n=1, m=1 (7,3);$ $n=3, m=2 (14,8);$ $n=5, m=2 (18,0);$ $n=1, m=4 (11,9);$ $n=3, m=4 (11,7);$ $n=6, m=4 (36,4)$	7,21	22,37	0,36	325,6	-15,2	4,23
3	Смесь 1 (50%), смесь 6 (50%)	8,20	23,36	0,37	328,9	-15,8	4,42
4	$n=5, m=2 (24,0);$ $n=3, m=4 (16,0);$ $n=4, m=6 (60,1)$	8,82	24,31	0,38	324,6	-14,5	4,05
5	$n=3, m=4 (12,0);$ $n=6, m=4 (37,5);$ $n=5, m=6 (50,4)$	10,12	25,95	0,39	328,2	-14,4	4,02
6	$n=3, m=6 (24,9);$ $n=5, m=6 (33,1);$ $n=3, m=8 (21,3);$ $n=6, m=8 (20,7)$	11,50	27,14	0,44	329,5	-15,1	4,27

* В скобках указано содержание компонентов в смеси в мольных процентах.

** $L_{\text{мол}}^{\text{ср}}$ — средняя длина молекул в смеси в ангстремах.

вязкости E равна или всего в 1,5÷2 раза больше энталпии плавления ΔH_m . Поэтому для ряда веществ приведены значения ΔH_m , позволяющие оценить температурную зависимость вязкости.

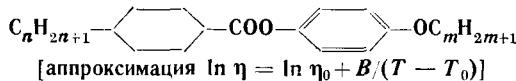
Значение энергии активации E и энталпии плавления ΔH_m для удобства пользования таблицами приведены в градусах Кельвина. Все значения температуры даны в градусах Кельвина. Значения температуры просветления НЖК T_{NI} , приведенные в круглых скобках, указывают на монотропный переход изотропная жидкость — нематическая фаза, наблюдающийся при переохлаждении НЖК; в квадратных скобках приведены значения виртуальных температур фазового перехода изотропная жидкость — нематическая фаза, рассчитанные из концентрационных зависимостей T_{NI} в смесях НЖК. В некоторых случаях в примечаниях вынесены значения анизотропии диэлектрической проницаемости $\Delta\epsilon$, значения дипольного момента μ в Дебаях ($1\text{Д} = 10^{-18}$ ед. СГСЕ), вязко-упругого отношения γ_t/K_t , где $K_t = K_{11} + 1/4(K_{33} - 2K_{22})$ — коэффициент упругости для деформации в твист-ячейке, а также интересные в плане практических приложений значения времени выключения электрооптического отклика твист-эффекта $t_{\text{выкл}}$. Для галогенпроизводных в примечаниях даны кубы ван-дер-ваальсовских радиусов r атомов водорода, фтора, хлора, брома. Взаимосвязь приведенных в примечаниях параметров с вязкостью НЖК обсуждается в гл. IV.

IV. СВЯЗЬ МОЛЕКУЛЯРНОГО СТРОЕНИЯ НЕМАТИЧЕСКИХ ЖИДКИХ КРИСТАЛЛОВ С ИХ ВЯЗКОСТЬЮ

Проследим, как изменяется вязкость НЖК (вращательная или динамическая) и их энергия активации при изменении геометрического строения молекулы и распределения электронной плотности внутри нее, а

Таблица 8

Вязкость 4-алкооксифенил-4'-алкилциклогексан-1'-карбоксилатов [51] (рис. 2)



Номер смеси	Состав смеси *	$(n+m)_{\text{ср}}$	$L_{\text{мол}}^{\text{ср}}**$	$\eta_{(25^\circ \text{ C})}$	T_{NI}	$\ln \eta_0$	B	T_0
1	$n = 5, m = 1 (49,7);$ $n = 3, m = 2 (31,1);$ $n = 5, m = 2 (19,2)$	5,88	21,00	0,16	349,3	-4,94	203,9	233,0
2	$n = 5, m = 1 (39,4);$ $n = 5, m = 2 (13,5);$ $n = 4, m = 4 (47,0)$	7,07	22,70	0,205	344,8	-5,03	246,6	226,3
3	$n = 5, m = 1 (28,3);$ $n = 4, m = 4 (35,8);$ $n = 5, m = 6 (35,9)$	8,51	24,43	0,27	346,4	-6,03	442,0	204,4
4	$n = 4, m = 4 (48,3);$ $n = 5, m = 6 (51,7)$	9,55	25,68	0,42	348,0	-5,86	385,6	220,1
5	$n = 4, m = 6 (100)$	10,00	26,15	0,51	343,2	-5,60	316,5	233,9

* В скобках указано содержание компонентов в смеси в мольных процентах.

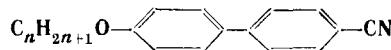
** $L_{\text{мол}}^{\text{ср}}$ — средняя длина молекул в смеси в ангстремах.

Таблица 9

Вязкость 4-циан-4'- n -алкилбифенилов $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CN}$
[аппроксимация $b: \ln(\gamma_1/\Delta n) = \ln A_0 + E/T; e: \ln(\gamma_1/S^2) = \ln A_0 + ES/T$]

n	γ_1		T_{NI}	Аппроксимация	$\ln A_0$	E	S ($\Delta T = 5 \text{ K}$)	Ссылки
	25° C	$\Delta T = 5 \text{ K}$						
5	0,82		308,2	<i>b</i>	-20,0	5,84		[4]
	0,82				-0,095	0,88	0,5326	[16]
6	0,76	0,55	308,4	<i>e</i>	0,389	0,82	0,4928	[8]
	0,56	0,65			5,41			[3]
7			303,1	<i>e</i>	-1,402	1,65	0,5416	[8]
					-15,8	5,31		
8	1,11		315,9	<i>b</i>	0,329	0,63	0,5585	[4, 16]
	($T = 34^\circ \text{ C}$)	0,72			0,48	313,7		[8]
9			322,6	<i>e</i>				[8]

Таблица 10

Кинематическая вязкость 4-циан-4'- n -алкооксибифенилов [65]

n	3	4	5	6	7	8	9
$\eta (70^\circ \text{ C}), \text{ Ст}$	0,15	0,085	0,18	0,12	0,10	0,155	0,12 (80° C)

именно при удлинении алкильной цепочки в гомологическом ряду, при увеличении дипольного момента остова молекулы или соединительного мостика, при введении гетероатомов или латеральных заместителей. Попытаемся также указать причины этих изменений.

В гомологическом ряду с алкильными заместителями наблюдается чет-нечетная корреляция значений γ_1 и η — у четных гомологов вязкость больше, чем у нечетных. При этом для разных гомологов сравниваются значения вязкости не при одной и той же абсолютной температуре, а при одинаковом удалении от температуры перехода нематик — изотропная жидкость. Такое изменение вязкости с увеличением номера гомолога наблюдается у диалкилазоксибензолов (табл. 2), цианбифенилов (табл. 9), цианфенилциклогексанов (табл. 11), цианбициклогексанов

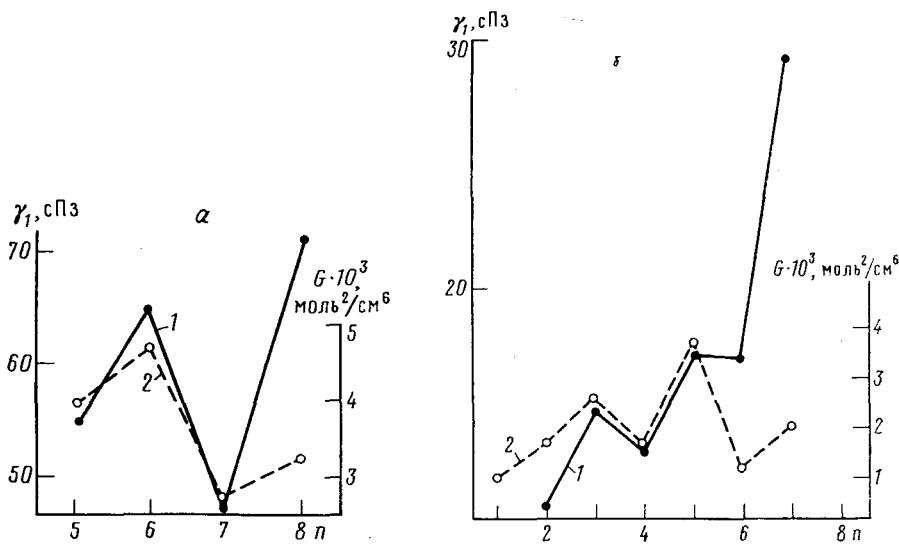


Рис. 1. Корреляция между чет-нечетным изменением вращательной вязкости γ_1 (1) и параметром G (2), характеризующим молекулярную упаковку для алкилцианобифенилов (52) ($\Delta T = T_{NI} - T = 5^\circ C$) (а) и диалкоксазокбензолов (3) ($\Delta T = 10^\circ C$) (б). $G = [V_N(V^a - V_N)]^{-1}$, где V_N — мольный объем в нематической фазе, V^a — значение мольного объема в нематической фазе, экстраполированное из изотропной [18]

(соединение 92)*, цианфенилпиридинов (109). У трициклических соединений чет-нечетная альтерация вязкости выражена намного слабее, что подтверждается примером алкилциклогексиловых эфиров алкилциклогексилбензойной кислоты (225). В ряду с алкокси- и ацилоксизаместителями (диалкоксазокбензолы (табл. 3), алкоксицианбифенилы (табл. 10), производные фенилацетата (табл. 5), алкоксибензилиденбутиланилины (табл. 4)) ситуация обратная — вязкость больше у нечетных гомологов.

Такое изменение вязкости в гомологическом ряду связано с особенностями молекулярной упаковки, что подтверждается расчетами, выполненными на основе теории [18] (рис. 1). При удлинении алкильной цепочки вязкость, вообще говоря, растет, что особенно наглядно видно на примере алкоксифениловых эфиров алкилбензойных и алкилциклогексанкарбоновых кислот (табл. 7, 8, рис. 2). Если остаток молекулы содержит два бензольных кольца, вязкость линейно возрастает с увеличением длины молекулы. Для эфиров Демуса, когда одно бензольное кольцо заменено на циклогексановый фрагмент, вязкость экспоненциально растет с увеличением длины молекулы. Это говорит о том, что при увеличении вклада сил отталкивания значительно уменьшается свободный объем, необходимый для перемещения и переориентации молекул НЖК. Поэтому причине при разработке жидкокристаллических материалов для матричных экранов, где требуется большая крутизна вольт-контрастной характеристики (ВКХ), предпочтительными являются фенилбензоаты с длинной алкильной цепочкой, которые не только характеризуются низким значением отношения коэффициентов упругости K_{33}/K_{11} , обеспечиваю-

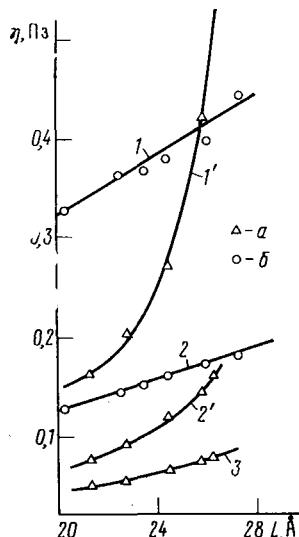
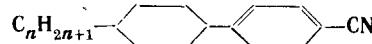


Рис. 2. Зависимость динамической вязкости η от средней длины молекулы L в смесях фенилбензоатов (18) (б) и циклогексилфенилкарбоксилатов (35) (а) при температурах 25 (1, 1'), 45 (2, 2'), 65° C (3)

* В скобках приведены номера соединений по табл. 1.

Таблица 11

Кинематическая вязкость алкил(цианфенил)циклогексанов [150]



η (20° С), Ст	1 0,18	2 0,19	3 0,18	4 0,22	5 0,21	6 0,28
n	7 0,265	8 0,33	9 0,325	10 0,40	11 0,40	12 0,47

Примечание. Значения η получены при экстраполяции температурной зависимости.

щим большую крутизну ВКХ, но и имеют меньшую по сравнению с эфирами Демуса величину вязкости. На основе приведенных выше примеров можно сделать вывод о слабой зависимости энергии активации вязкости от номера гомолога.

Влияние увеличения поляризуемости заместителя рассмотрим на примере алкенильных производных фенилциклогексанов (табл. 13). Удаление группы с двойной связью от остова молекулы приводит к увеличению поляризуемости заместителя, что видно по росту значений Δn , а также к увеличению вращательной вязкости по сравнению с пентилфенилциклогексаном. Тем не менее практическая ценность алкенильных производных высока, так как они имеют меньшие времена переключения твист-эффекта из-за меньшей величины вязко-упругого отношения. Сравнивая вязкости в ряду веществ (соединения 5–8), мы также видим, что увеличение поляризуемости заместителей (алкил-, ацетокси-, циннамо-, циангруппа) приводит к росту вязкости (см. также рис. 3, 4).

Количественное соотношение, связывающее значение вязкости η с объемом и дипольным моментом заместителя, получено для галогенпроизводных пропилциклогексил-бифенил этиана (соединения 233–236). При последовательной замене атома водорода на атомы F, Cl, Br величина $\ln \eta$ растет пропорционально дипольному моменту связи атома углерода с атомом галогена или кубу ван-дер-ваальсова радиуса заместителя (рис. 5). Учитывая, что заместитель галоген жестко связан с остовом молекулы, этот результат можно толковать и с точки зрения влияния дипольного момента остова молекулы на величину вязкости (дипольные моменты молекул или их фрагментов взяты или пересчита-

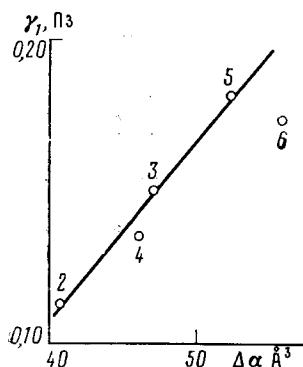


Рис. 3

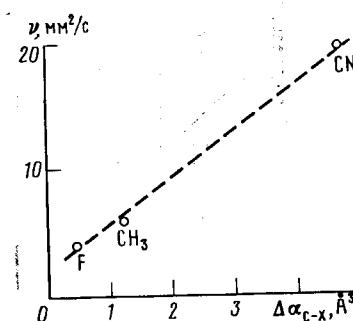


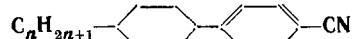
Рис. 4

Рис. 3. Зависимость вращательной вязкости η_1 диалкоксиазоксибензолов $(\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{O}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{N}=\text{N}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{OC}_n\text{H}_{2n+1})$ от анизотропии поляризуемости молекулы. Цифры означают номер гомолога

Рис. 4. Зависимость кинематической вязкости ν производных фенилциклогексанов $(\text{C}_6\text{H}_5-\text{C}_6\text{H}_4-\text{C}_6\text{H}_3-\text{X})$ от анизотропии поляризуемости связи $\text{C}-\text{X}$, где $\text{X}=\text{F}, \text{CH}_3, \text{CN}$

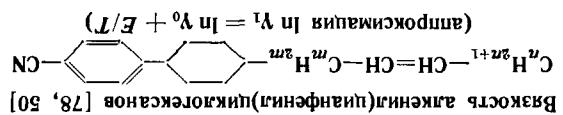
Таблица 12

Вращательная и динамическая вязкость алкил(цианфенил)циклогексанов



[аппроксимация *a*: $\ln \gamma_1 = \ln A_0 + E/T$; *b*: $\ln [\gamma_1/(\Delta n)^2] = \ln A_0 + E/T$; *f*: $\ln [\gamma_1/(\Delta n)^2] = \ln A_0 + E/(T - T_0)$]

n	γ_1		η (20° C)	T_{NI}	Аппрокси- мация	$\ln A_0$	E	$(T = 0,95T_{NI})$	T_0	Ссылки	Примечание
	25° C	$T = 0,95T_{NI}$									
3			0,193							[149]	
5	0,97		0,210	328,2	<i>b</i>	-5,8	2,76	0,149		[16, 149]	
					<i>f</i>				247,4	[16]	Более точная аппрокси- мация
	1,28 (22° C)				<i>a</i>		4,87			[76]	
	0,80			328,2	<i>a</i>		4,48			[3]	
7	1,40	0,69	0,268	330,2	<i>b</i>	-10,05	3,25	0,102		[16, 149]	
	1,09				<i>f</i>	-5,52	0,529		207,8	[16]	Более точная аппрокси- мация



n, m	$\gamma_i (220^\circ C)$	$\eta (220^\circ C)$	$\eta/K_{10} (220^\circ C)$	$\gamma_i / K_{10} \text{ c/m}^2$	TNI	$\ln \gamma_0$	ε	$(\Delta T = 10^\circ C)$	$t_{\text{блеск}} (220^\circ C)$	$\Delta t_{\text{блеск}} (220^\circ C)$
$n = 3, m = 0$	1,34	0,221	1,11	334,7	-16,62	4,99	0,116	40		
$n = 2, m = 0$ (60%);	1,21	0,228	1,23	325,4	-16,32	4,87	0,117	42		
$n = 3, m = 0$ (60%);	1,19	0,209	1,15	324,1	-16,33	4,87	0,115	37		
$n = 1, m = 2$ (60%);	1,50	0,190	0,83	338,4	-15,73	4,76	0,127	32		
$n = 3, m = 0$ (60%);	0,97	0,278	1,59	308,3	-20,10	5,92	0,105	67		
$n = 0, m = 5$	0,99	0,263	2,02	305,4	-14,65	4,32	0,086	43		
$n = 0, m = 0$ (60%);	1,28	0,215	1,14	328,1	-16,67	4,99	0,099	55		
$C_6H_{11}-$ 	1,01	0,263	1,18	308,1	-21,24	6,27	0,178			

Таблица 13

ны согласно [151, 152]). Корреляцию между значениями дипольного момента заместителя, жестко прикрепленного к остову молекулы, и динамической или кинетической вязкостью НЖК можно видеть и на примере би- и трициклических производных фенилциклогексана (соединения 60, 61, 66, 69 и 135, 138, 140, 141). Отметим, что алкилфенилалкилциклогексаны (соединение 60) имеют наименьшую среди известных НЖК вязкость, а также наименьшее значение температуры стеклования

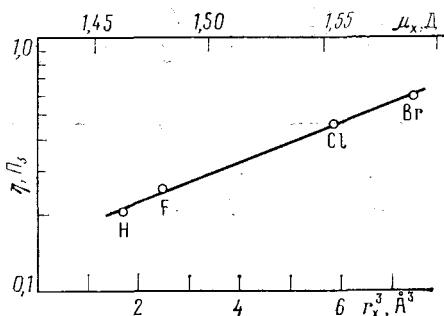


Рис. 5. Зависимость динамической вязкости (η_1) галогенпроизводных соединений от ван-дер-ваальсова радиуса заместителя (r_X) и дипольного момента связи С—Х (μ_X)

$T_g = 159$ К, что делает их основным компонентом при разработке ЖК материалов с высоким быстродействием при низких (до минус 60°С) температурах.

Влияние дипольного момента мостика, соединяющего бензольные кольца, на величину вращательной вязкости и ее энергию активации рассмотрим с помощью табл. 14. Данные, приведенные в таблице, не только подтверждают установленную корреляцию между дипольным моментом остова молекулы и вязкостью НЖК, но и позволяют утверждать, что распределение электронной плотности внутри молекулы существенным образом сказывается и на энергии активации, величина которой характеризует энергию межмолекулярного взаимодействия.

В табл. 15 приведены вязкостные и диэлектрические характеристики НЖК, молекулы которых содержат гетероциклический фрагмент. Хотя дипольные моменты самих гетероциклов практически одинаковы, введение их в молекулу НЖК существенным образом изменяет ее дипольный момент, что заметно сказывается на величине анизотропии диэлектрической проницаемости $\Delta\epsilon$; кроме того, снова наблюдается корреляция значений $\Delta\epsilon$ и γ_1 . На значения γ_1 и E влияет также положение гетероатомов (см. данные по фенилпиридинам, соединения 110, 111, 114, 115, табл. 1). На примере производных диоксана, оксатиана и дитиана (103–105) видно, что замена одного, а затем и второго атома кислорода в диоксановом фрагменте на атомы серы приводит к повышению вязкости.

Таблица 14

Влияние дипольного момента μ остова молекулы, имеющей мостиковый фрагмент, на величину вращательной вязкости γ_1 и энергии активации E

Соединение	$\gamma_1, \text{Пз} (25^\circ \text{C})$	$E (10^3 \text{ K})$	$\mu, \text{Д}$
<chem>Cc1ccccc1-C#Cc2ccccc2-OCC2</chem>	(0,9)	3,6	0+0,3
<chem>COc1ccccc1-CH=Nc2ccccc2-Cc3ccccc3</chem>	1,09	5,82	1,57
<chem>COc1ccccc1-N=Nc2ccccc2-Cc3ccccc3</chem>	1,57	4,55	1,70
<chem>Cc1ccccc1-C(=O)c2ccccc2-OCC2</chem>	2,20	5,11	1,90
<chem>COc1ccccc1-CH(=O)Nc2ccccc2-Cc3ccccc3</chem>	(6)	7,35	2,39

На тесную связь вязкости и анизотропии диэлектрической проницаемости указывает рис. 6, на котором по оси абсцисс отложены значения $\Delta\epsilon$ более, чем для 80 материалов швейцарской фирмы «Хоффман-Ла-Рош», а по оси ординат — значения η для этих материалов. Среднестатистическая прямая описывается уравнением $\eta = 0,105 + 0,02 \Delta\epsilon$, а практически все точки $\eta(\Delta\epsilon)$ укладываются между двумя прямыми $\eta_{\max} = 0,22 + 0,02 \Delta\epsilon$ и $\eta_{\min} = 0,055 + 0,02 \Delta\epsilon$.

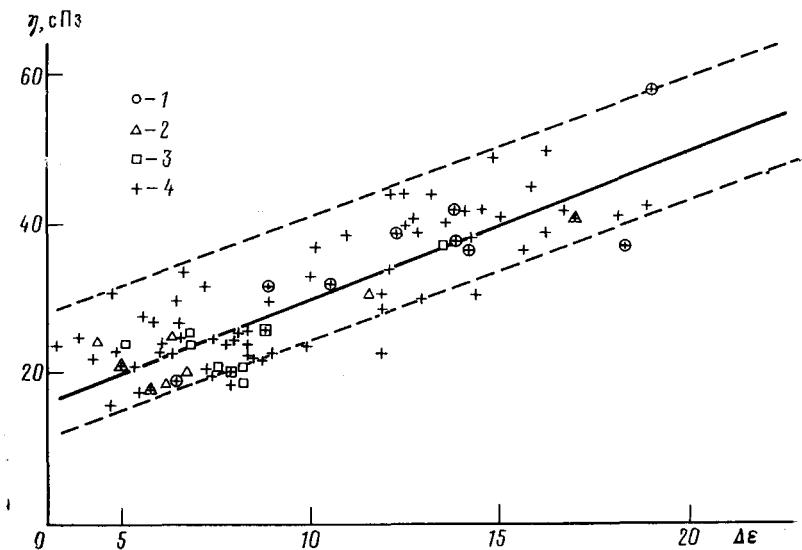


Рис. 6. Зависимость вязкости η жидкокристаллических материалов фирмы «Хоффман-Ла-Рош» от анизотропии диэлектрической проницаемости $\Delta\epsilon$.

Сплошная линия — усреднение по всем ЖКМ, пунктирные — η_{\max} и η_{\min} (см. текст): 1 — ЖКМ с мультиплексностью 1 : 4, 2 — ЖКМ для ТПТ-матриц, 3 — ЖКМ для супертвист-эффекта, 4 — остальные ЖК материалы

В табл. 16 сведены данные о полярных соединениях, не содержащих гетероциклических фрагментов. Замена CN-группы на NCS уменьшает вязкость ЖК вещества, хотя времена переключения твист-эффекта остаются теми же. Не меняет величину $t_{\text{выкл}}$ и введение этанового мостика вместо простой связи или замена алкильной группы на алкенильную с удаленной от циклогексанового фрагмента двойной связью, хотя оба этих фактора заметно повышают вязкость НЖК. Сочетание же двух действующих в разные стороны факторов — тиоциан-группы и этанового мостика приводят (по-видимому, вследствие менее плотной упаковки молекул и отсутствия дипольного момента у мостика) к значительному понижению величин γ_1 и $t_{\text{выкл}}$.

Таблица 15

Влияние гетероциклического фрагмента, имеющего дипольный момент μ , на величину анизотропии диэлектрической проницаемости $\Delta\epsilon$ и вращательной вязкости γ

Соединение	γ , Пз (25° С)	μ , Д	$\Delta\epsilon (\Delta T = 10 \text{ К})$
<chem>CnH2n+1-C(=O)c1ccc(cc1)-C(=O)c2ccc(cc2)N#C</chem>	1,02	~0	11,73
<chem>CnH2n+1-C(=O)c1cc(O)cc(cc1)-C(=O)c2ccc(cc2)N#C</chem>	1,34	2,14÷2,55	13,30
<chem>CnH2n+1-C(=O)c1cc(N)cc(cc1)-C(=O)c2ccc(cc2)N#C</chem>	1,84	2,11÷2,20	16,60
<chem>CnH2n+1-C(=O)c1cc(N=C)cc(cc1)-C(=O)c2ccc(cc2)N#C</chem>	2,01	2,0÷2,42	19,72

Таблица 16

Вращательная вязкость (γ_1), энергия активации (E),
времена выключения твист-эффекта ($t_{\text{выкл}}$) бициклических полярных соединений

Соединение	γ_1 , Пз	E (10 ³ К)	$t_{\text{выкл}}$, мс
<chem>Cc1ccc(cc1)-c2ccc(cc2)C#N</chem>	1,28	4,87	43
<chem>Cc1ccc(cc1)-c2ccc(cc2)N(C)S(=O)(=O)C</chem>	0,83	4,30	41
<chem>CC(C)=CH-Cc1ccc(cc1)-c2ccc(cc2)C#N</chem>	1,50	4,76	32
<chem>CH2=CH-Cc1ccc(cc1)-c2ccc(cc2)C#N</chem>			
<chem>CC(C)=CH-Cc1ccc(cc1)-c2ccc(cc2)NCS</chem>	1,00	4,82	32
<chem>Cc1ccc(cc1)-CH2-CH2-c2ccc(cc2)C#N</chem>	1,80	4,87	43
<chem>CC(C)=CH-Cc1ccc(cc1)-CH2-CH2-c2ccc(cc2)C#N</chem>	2,15	4,99	29
<chem>CH2=CH-Cc1ccc(cc1)-CH2-CH2-c2ccc(cc2)C#N</chem>			
<chem>CC(C)=CH-Cc1ccc(cc1)-CH2-CH2-c2ccc(cc2)NCS</chem>	1,05	4,82	21
<chem>Cc1ccc(cc1)-COOC(=O)c2ccc(cc2)C#N</chem>	2,69	4,43	29
<chem>Cc1ccc(cc1)-c2ccc(cc2)C#N</chem>	1,01	6,27	55
<chem>Cc1ccc(cc1)-CH=N-c2ccc(cc2)C#N</chem>	3,60	5,36	39
<chem>Cc1ccc(cc1)-COOC(=O)c2ccc(cc2)C#N</chem>	4,10	6,48	70

Хотя замещение атома водорода на атом фтора и называют изогеометрическим [153], но происходящее при этом увеличение электроотрицательности молекулы приводит к уменьшению термостабильности мезофазы и к увеличению коэффициента внутреннего трения, что видно на примере фторированных производных алкилфениловых эфиров алкилциклогексанкарбоновых кислот (соединение 34), толанов (16), бифенилов (53, 54), бифенилциклогексанов (136, 137). Однако одновременное введение фтора в мета- и пара-положения способствует существенному снижению вязкости. Так, дифторофенильные производные бициклогексилэтана (239 и 318) имеют едва ли не самые малые значения вязкости среди три- и тетрациклических веществ соответственно. Следует также отметить, что соединения, содержащие CN-группу в пара-положении и фтор в мета-положении, имеют большое положительное значение $\Delta\epsilon$ по сравнению с аналогичными соединениями, не имеющими фтора. Например, для цианфенилового эфира гептилбензойной кислоты $\Delta\epsilon = +12$, а аналогичного 3-фтор-4-цианфенилового эфира $\Delta\epsilon = +49,7$ (22,23), что связано с тем, что атом фтора препятствует димеризации полярных молекул, приводящей к частичной компенсации их дипольных моментов. Такое свойство позволяет существенно уменьшить пороговое напряжение электрооптического эффекта. Вещества с фтором или хлором в терминальном положении (аналог — соединение 66) часто вводятся в ЖК материалы для понижения их вязкости [154].

Атом серы обладает меньшей по сравнению с кислородом электротрицательностью, поэтому замещение серой кислорода в эфирном мостике COO, способствует увеличению термостабильности мезофазы, а также небольшому увеличению вязкости, что видно при сравнении аллоксифениловых и аллокситиофениловых эфиров алкилциклогексанкарбоновых кислот (35, 44), метилфениловых и метилтиофениловых эфиров пропилбифенил- и пропилциклогексилфенилкарбоновых кислот (соединения 206 и 230, 211 и 231).

При составлении ЖК материалов для наблюдения эффекта динамического рассеяния или для получения низкой частоты инверсии знака

анизотропии диэлектрической проницаемости используются вещества с большим поперечным дипольным моментом, чаще всего с одной или двумя боковыми CN-группами. Сравнивая значения вязкости для метил(пропилбифенил)бензоата и метил(пропилбифенил)-3-цианобензоата (соединения 206 и 207), для аналогичных пропилциклогексилпропиводных (211, 214), а также для аллокси(алкилциклогексилфенил)бензоата и аналогичного 2,3-дицианбензоата (215, 216) видим, что эффект увеличения вязкости (в 2,2–2,5 раза по сравнению с вязкостью веществ, не содержащих боковых групп) не зависит от количества CN-групп. Менее полярная метильная группа в меньшей степени увеличивает вязкость (212). Путем удлинения алкильных цепочек вдоль длинной оси молекулы можно вообще свести к минимуму увеличение вязкости, вносимое CN-группой (см. данные для соединения 214, где сравниваются вязкости двух производных 3-цианобензоата с суммарной длиной алкильных цепочек, равных, соответственно 4 и 9 метильным группам). Очевидно, для двухкольчатьих соединений наличие боковых циангрупп оказывается на величине вязкости сильнее (35, 42).

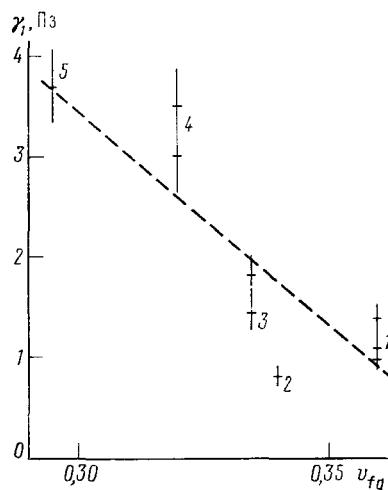
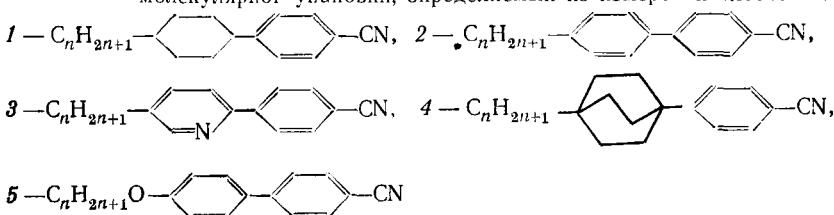


Рис. 7. Связь величины вращательной вязкости γ_1 бициклических полярных соединений с величиной геометрического свободного объема $v_{fg}=1-k_p$, где k_p — коэффициент молекулярной упаковки, определяемый из измерений плотности.



Введение латеральных алкил- и аллоксигрупп в мета-положение *bis*-алкилбензоилоксibenзолов (соединения 260–264) приводит к значительному увеличению вязкости НЖК по чисто геометрическим причинам, причем аллокси- и ацилокси группы дают большее увеличение вязкости по сравнению с алкильными. Вязкость производных бициклооктана (соединения 96–99) велика главным образом, по геометрическим причинам — вследствие более плотной упаковки молекул из-за наличия фрагмента, имеющего большой объем. Еще раз отметим, что это не оказывается на характере межмолекулярного взаимодействия, и энергия активации фенилбициклооктанов так же невелика, как у фенилциклогексанов. Влияние молекулярной упаковки на величину вращательной вязкости бициклических полярных соединений иллюстрируется рис. 7.

Для усиления амплитудной модуляции света при использовании эффекта динамического рассеяния света или фазовой модуляции при ис-

пользовании *S*- и *B*-эффектов в задачах преобразования изображений или дефектоскопии требуется большая величина двулучепреломления Δn . Малым значением вязкости при большой величине Δn обладают производные толанов (соединения 13–16, 243, 244, 272, 273). Из табл. 6 видно, что производные толанов имеют малую величину энергии активации вязкоупругого отношения, что обуславливает слабую температурную зависимость времен переключения электрооптического отклика.

Влияние формы фрагмента остова, а также положения заместителя в *цис*- или *транс*-положении можно наблюдать на примере производных спиро[3.3]гептана (соединение 205), *цис*- и *транс*-циклогексанов (203, 204), а также бициклогексанов (88–94) и циклогексилциклогексенов (86, 87). На примере производных циклогексена (134, ср. с 132, 141; 276, ср. с 282) и нафталена (соединения 126–128) мы видим, что гидрирование связей в остове молекулы не всегда приводит к понижению вязкости. Анализируя данные для этой группы веществ, отметим очень маленькую вязкость метилового эфира пропилбициклогексилметана (90) при довольно высокой температуре просветления. Таким свойством оно обязано необычному строению боковой цепочки.

Более высокое значение вязкости у полярного производного циклогексилциклогексана (92) при большей температуре просветления по сравнению с фенилциклогексановым аналогом (69) говорит о более плотной упаковке молекул бициклогексанов, несмотря на то, что у этих веществ в образовании мезофазы основную роль играют силы отталкивания. Аналогичное увеличение вязкости, а также энергии активации мы видим у трициклических производных пиримидина (183 и 185), имеющих циклогексановый фрагмент рядом с CN-группой. Одновременное понижение у них T_{NI} по сравнению с бензонитриловым аналогом (184) указывает на то, что в этих случаях форма молекулы, по-видимому, отличается от линейной. Среди веществ, состоящих из трициклических полярных молекул, оптимальным по вязкости и температуре просветления для составления ЖК материалов является алкилциклогексилпиримидинилбензонитрил (184).

От того, с каким атомом мостиковой группы $-\text{COO}-$ соединен циклогексановый фрагмент, в значительной степени зависит форма молекулы, а отсюда и вязкость и термостабильность вещества, что наглядно подтверждается многими примерами (сравни вязкость цианфениловых эфиров алкилциклогексанкарбоновых кислот и алкилциклогексиловых эфиров цианбензойных кислот (39 и 48, 40 и 49), алкилциклогексилового эфира алкилциклогексилбензойной кислоты и алкилциклогексилфенилового эфира алкилциклогексанкарбоновой кислоты (200 и 225), алкилфенилового и алкилциклогексилового эфиров алкилфенилбензойных кислот (206 и 221), аналогичных эфиров алкилбициклогексанкарбоновых кислот (222, 226)). Из сравнения видно, что вещества с фрагментом $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{O}-$ имеют меньшую вязкость и большую температуру просветления по сравнению с веществами с фрагментом $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}-\text{C}_6\text{H}_5-\text{O}-$. Среди трехкольчатых неполярных соединений наименьшей вязкостью и довольно высокой температурой просветления обладает метилфениловый эфир пропилбициклогексанкарбоновой кислоты, что делает его перспективным для практического применения. Для алcoxисоединений с мостиками $-\text{COO}-$ меньшая вязкость получается, когда бензольное кольцо находится между двумя атомами кислорода (ср. данные для алcoxифенил-алкилбензоатов и алкилфенил-алcoxисибензоатов (18, 19), а также для алcoxифенил-алкилбифенил-карбоксилатов и алкилфенил-алcoxисибифенилкарбоксилатов (208, 209)).

В качестве основных выводов подчеркнем, что вязкость НЖК определяется следующими характеристиками молекул: размером и формой молекулы, поляризуемостью заместителей, дипольным моментом остова молекулы. Таблицы могут служить руководством для целенаправленно-

Таблица 17

Кинематическая вязкость советских и зарубежных жидкокристаллических материалов [156—158]

Обозначение	Соединение *	$\eta \cdot 10^3, \text{ Ст}$ (20° C)
ЖК-440	<chem>C4H9-C(=O)c1ccc(cc1)-N=N-c2ccc(cc2)OCOC6H13</chem> , (4)	37,07
ЖК-616	ЖК-440, (22)	41,8
ЖК-654	»	51,4
ЖК-805	(38)	51,96
ЖК-910	<chem>C4H9-C(=O)c1ccc(cc1)C#N</chem> , (38)	30
ЖК-609	(52)	32,31
ЖК-807	(52, 55, 132)	69,58
E7 («Би-Ди-Эйч»; Англия)	(52, 132)	44
ЖК-1282	(35, 52, 55), <chem>C4H9-C(=O)c1ccc(cc1)-COO-c2ccc(cc2)-c3ccc(cc3)C#N</chem>	52
ЖК-1289	To же	41
ЖК-1290	»	43
P-52 («Чиско», Япония)		40
SP-706C (ДНТ, «Япония»)		32,13
E-202, 210 («Би-Ди-Эйч»)		24,7
ЖК-1350	(35, 61, 69, 138, 143)	22
ЖК-1351	To же	19
ЖК-1390	(60, 61, 69, 135, 143)	24,45
ЖК-1391	To же	21,30
NP-1565 («Е. Мерк», ФРГ)	»	19
ZLI-1957/5 («Е. Мерк», ФРГ)		18
ZLI-2471 («Е. Мерк», ФРГ)		17
ZLI-2081		14
RO-3652		$\eta = 16 \text{ cП}$ ($T = 22^\circ \text{ C}$)
RO-2915 («Хофман-Ла-Рош», Швейцария)		$\eta = 22 \text{ cП}$ ($T = 22^\circ \text{ C}$)
ЖК-1133	(69, 96)	36,7
ЖК-1144	<chem>C5H11-C(=O)c1ccc(cc1)-C2=CC=CC=C2-C#N</chem> -CN	78,3
ЖК-1281	(35, 45), <chem>C4H9-C(=O)c1ccc(cc1)-COO-c2ccc(cc2)-c3ccc(cc3)C#N</chem>	32
ЖК-1283	(35, 109), <chem>C5H11-C(=O)c1ccc(cc1)-C2=CC=CC=C2-C#N</chem> -CN	66
ЖК-1285	»	58
ЖК-999	ЖК-440, (42, 246)	36,4
ЖК-1000	(18, 42, 246)	62,1

* В круглых скобках указаны номера соединений по табл. 1.

го синтеза новых веществ и выбора имеющихся соединений при составлении жидкокристаллических материалов с заданным быстродействием. Отметим, что не всегда вязкости ЖК веществ в смесях складываются аддитивно. Свойства смесей НЖК и ЖК материалов описаны в [133, 155—158] и составляют предмет отдельного исследования. Для справки в табл. 17 приведены данные о кинематической вязкости η для различных советских и зарубежных материалов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Benicewicz B. C., Johnson J. F.//Mol. Cryst. Liquid Cryst. 1981. V. 65. P. 111.
2. Де Же В. Физические свойства жидкокристаллических веществ. М.: Мир, 1982. 152 с.
3. Bock F.-J., Knepper H., Schneider F.//Liquid Cryst. 1986. V. 1. P. 239.
4. Knepper H., Schneider F., Sharma N. K.//J. Chem. Phys. 1982. V. 77. P. 3203.
5. Gerber P. R., Schadt M.//Z. Naturforsch. A. 1982. Bd. 37. S. 179.
6. Цветков В. Н.//Журн. эксперим. и теорет. физики. 1939. Т. 9. С. 602.
7. Knepper H., Schneider F.//J. Phys. E: Sci. Instrum. 1983. V. 16. P. 512.
8. Stedler L. T. S., Hyde A. J., Petrich R. A., Leslie F. M.//Mol. Cryst. Liquid Cryst. 1983. V. 90. P. 255.
9. Van Dijk J. W., Beens W. W., De Jeu W. H.//J. Chem. Phys. 1983. V. 79. P. 3888.
10. Чигринов В. Г., Гребенкин М. Ф.//Кристаллография. 1975. Т. 20. С. 1240.
11. Schad Hr.//J. Appl. Phys. 1983. V. 54. P. 494.
12. Helfrich W.//J. Chem. Phys. 1972. V. 56. P. 3187.
13. Gerber P. R.//Appl. Phys. 1981. V. A26. P. 139.
14. Иванов С. А., Бетров В. Ю.//Кристаллография. 1982. Т. 27. С. 1014.
15. Van der Meulen J. P., Zijlstra R. J. J.//J. Phys. (Paris). 1984. Т. 45. Р. 1347.
16. Беляев В. В., Иванов С. А., Гребенкин М. Ф.//Кристаллография. 1985. Т. 30. С. 1160.
17. Belyaev V. V., Grebyonkin M. F., Ivanov S. A.//6th Liquid Crystals Conf. of Socialist Countries. Abstr. Halle (DDR), 1985. C82.
18. Diogo A. C., Martins A. F.//Mol. Cryst. Liquid Cryst. 1981. V. 66. P. 133.
19. Demus D., Demus H., Zaschke H. Flüssige Kristalle in Tabellen. I. VEB Deutscher Verlag Grundstoffindustrie, 1976; Demus D., Zaschke H.//Flüssige Kristalle in Tabellen. II. Leipzig: VEB Deutscher Verlag Grundstoffindustrie, 1984.
20. Аверьянов В. М., Жуков В. А., Шабанов В. Ф., Адоменас П. В.//Кристаллография. 1982. Т. 27. С. 333.
21. Hanson E. G., Shen Y. R.//Mol. Cryst. Liquid Cryst. 1976. V. 36. P. 193.
22. De Jeu W. H., Claassen W. A. P.//J. Chem. Phys. 1978. V. 63. P. 102.
23. Bata L., Buka A., Molnar G.//Mol. Cryst. Liquid Cryst. 1977. V. 38. P. 155.
24. Knepper H., Reifenrath V., Schneider F.//Chem. Phys. Lett. 1982. V. 87. P. 59.
25. Beens W. W., De Jeu W. H.//J. Phys. (Paris). 1983. Т. 44. Р. 129.
26. Mukoh A., Abe H., Kitamura T.//Mol. Cryst. Liquid. Cryst. 1983. V. 94. P. 155.
27. Takatsu H., Takeuchi K., Tanaka Y., Sasaki M./Ibid. 1986. V. 141. P. 279.
28. Leenhouts F., De Jeu W. H., Dekker A. J.//J. Phys. (Paris). 1979. Т. 40. Р. 989.
29. Van der Meulen J. P., Zijlstra R. J. J.//Ibid. 1984. Т. 45. Р. 1347.
30. McQueen D. H., Singhal V. K.//J. Phys. D.: Appl. Phys. 1974. V. 7. P. 1983.
31. Meiboom S., Hewitt R. G.//Phys. Rev. Lett. 1973. V. 30. P. 261.
32. Kim M. G., Park S., Cooper Sr. M., Letcher S. V.//Mol. Cryst. Liq. Cryst. 1976. V. 36. P. 143.
33. Zwetkoff W., Sosnovsky A.//Acta Physicochim. URSS. 1943. V. 18. P. 358; Yun C. K.//Phys. Lett. A. 1973. V. 43. P. 369.
34. DIС Recent Liquid Crystal Materials//Материалы фирмы «Дай Ниппон» (Япония), 1988.
35. Margerum J. D., Wong S.-M., Jensen J. E. et al.//Mol. Cryst. Liquid Cryst. 1985. V. 122. P. 97.
36. Constant J., Raynes E. P.//Ibid. 1981. V. 70. P. 105.
37. Пат. 36595 Англия (4 462 924 США)//С. А. 1980. V. 93. 58293j.
38. Margerum J. D., Jensen J. E., Lackner A. M.//Mol. Cryst. Liquid Cryst. 1981. V. 68. P. 137.
39. Беляев В. В., Герасимов А. А., Гребенкин М. Ф., Лисецкий Л. Н.//Журн. эксперим. и теорет. физики. 1984. Т. 86. С. 955.
40. Eidenschink R.//Chem. in unserer Zeit. 1984. N 5. S. 168.
41. Пат. 4 340 498 США//С. А. 1982. V. 96. 199 323t.
42. Schad Hr., Zeller H. P.//Phys. Rev. A. 1982. V. 26. P. 2940.
43. Пат. 4 454 193 США//С. А. 1984. V. 101. 156 450g.
44. Schad Hr., Kelly S. M.//J. Chem. Phys. 1984. V. 81. P. 1514.
45. Пат. 155 792 Европа//С. А. 1986. V. 104. 120 167x.
46. Пат. 61/030 565 Япония//С. А. 1986. V. 105. 106 322h.
47. Demus D., Zaschke H.//Mol. Cryst. Liquid Cryst. 1981. V. 63. P. 129.
48. Полушкин С. Г., Ротинян Т. А., Агафонов М. А.//V Всесоюз. науч. конф. «Жидкие кристаллы и их практическое использование»: Тез. докл. Иваново, 1985. Т. 1, кн. 1 и 2. С. 12.
49. Проспект фирмы «Е. Мерк» (ФРГ), 1988.
50. Buchecker R., Schadt M.//Mol. Cryst. Liquid Cryst. 1987. V. 149. P. 359.
51. Margerum J. D., Wong S.-M., Lackner A. M., Jensen J. E.//Ibid. 1981. V. 68. P. 157.
52. Schadt M., Buchecker R., Leenhouts F. et al.//Ibid. 1986. V. 139. P. 1.
53. Goto Y., Sugimori S., Ogawa T.//Proc. of the 6th Int. Display Research Conf. «Japan Display». Tokyo, 1986. P. 324.
54. Takatsu H., Takeuchi K., Sato H.//Mol. Cryst. Liq. Cryst. 1984. V. 112. P. 165.
55. Пат. 3 317 921 ФРГ//С. А. 1984. V. 100. 148 628q.
56. Inukai T., Furukawa K., Inoue H., Terashima K.//Mol. Cryst. Liquid Cryst. 1983. V. 94. P. 109.

57. Беляев В. В., Гребенкин М. Ф., Лисецкий Л. Н.//Журн. физ. химии. 1988. Т. 62. С. 3087.
58. Пат. 87 102 Европа//С. А. 1984. В. 100. 15 416x.
59. Пат. 3 029 378 ФРГ//С. А. 1981. В. 94. 217 673x.
60. Пат. 2 548 360 ФРГ//С. А. 1977. В. 87. 46 607 с.
61. Беляев В. В., Гребенкин М. Ф.//Кристаллография. 1983. Т. 28. С. 1003.
62. Bradshaw M. J., McDonnel D. G., Raynes E. P.//Mol. Cryst. Liquid Cryst. 1981. V. 70. Р. 289.
63. McDonnel D. G., Raynes E. P., Smith R. A.//Ibid. 1985. V. 123. Р. 169.
64. Chmielewski A. G.//Ibid. 1986. V. 132. Р. 339.
65. Constant J., Raynes E. P.//Ibid. 1980. V. 62. Р. 115.
66. Пат. 3 216 281 ФРГ//С. А. 1983. В. 98. 135 314z.
67. Пат. 171 794 Европа//С. А. 1986. В. 105. 143 704e.
68. Пат. 3 151 367 ФРГ//С. А. 1983. В. 99. 149 641m.
69. Пат. 4 211 666 США//С. А. 1980. В. 92. 41 593p.
70. Eidenschink R.//Mol. Cryst. Liquid Cryst. 1983. V. 94. Р. 119.
71. Takatsu H., Takeuchi K.//Ibid. 1986. V. 138. Р. 231.
72. Eidenschink R.//Ibid. 1985. V. 123. Р. 57.
73. Пат. 14 840 Европа//С. А. 1981. В. 94. 121 064y.
74. Пат. 194 879 Европа//С. А. 1987. В. 106. 186 647B.
75. Пат. 119 756 Европа//С. А. 1985. В. 102. 24 260k.
76. Schadt M., Petrzilka M., Gerber P., Villiger A.//Mol. Cryst. Liquid Cryst. 1985. V. 122. Р. 241; Schadt M., Petrzilka M.//Proc. SID. 1985. V. 26. Р. 117.
77. Пат. 4 468 340 США//С. А. 1983. В. 99. 149 639s.
78. Schadt M., Buchecker R., Villiger A. et al.//IEEE Transactions on Electron Devices. 1986. V. ED-33. Р. 1187.
79. Dabrowski R., Dziaduszek J.//Mol. Cryst. Liquid Cryst. Lett. 1984. V. 102. Р. 155.
80. Dabrowski R., Dziaduszek J., Szezuciński T.//Mol. Cryst. Liquid Cryst. 1985. V. 124. Р. 241.
81. Carr N., Gray G. W., McDonnel D. G.//Ibid. 1983. V. 97. Р. 13.
82. Пат. 60/215 652 Япония//С. А. 1986. В. 105. 162 746m.
83. Пат. 3 420 110 ФРГ//С. А. 1985. В. 103. 14 653x.
84. Пат. 90 548 Европа//С. А. 1984. В. 100. 59 667j.
85. Abdullaev H. M., Gray G. W., Toyne K. J.//Mol. Cryst. Liquid Cryst. 1985. V. 124. Р. 105.
86. Andrews B. M., Gray G. W., Bradshaw M. J.//Ibid. 1985. V. 123. Р. 257.
87. Haramoto Y., Kamogawa H.//Ibid. 1985. V. 131. Р. 201.
88. Haramoto Y., Kamogawa H.//Ibid. 1985. V. 131. Р. 101.
89. Пат. 8 400 665 Англия (4 698 176 США)//С. А. 1986. В. 104. 139 427.
90. Пат. 194 153 Европа//С. А. 1987. В. 106. 93 752s.
91. Grebyonkin M. F., Petrov V. F., Belyaev V. V. et al.//Mol. Cryst. Liquid Cryst. 1985. V. 129. Р. 245.
92. Гребенкин М. Ф., Иващенко А. В. Жидкокристаллические материалы. М.: Химия, 1989.
93. Пат. 123 907 Европа//С. А. 1985. В. 102. 141 028v.
94. Пат. 4 640 795 США//С. А. 1987. В. 106. 129 480t.
95. Пат. 193 191 Европа//С. А. 1987. В. 106. 41 728u.
96. Пат. 62/010 083 Япония//С. А. 1987. В. 107. 68 350x.
97. Deutscher H.-J., Schäfer W., Keil M. et al.//Z. Chem. 1984. Bd. 24. S. 406.
98. Gray G. W., Lacey D.//Mol. Cryst. Liquid Cryst. 1983. V. 99. Р. 123.
99. Пат. 227 721 ГДР//С. А. 1986. В. 105. 143 703d.
100. Chan L. K. M., Gray G. W., Lacey D.//Mol. Cryst. Liquid Cryst. 1985. V. 123. Р. 185.
101. Пат. 59/039 876 Япония//С. А. 1984. В. 101. 171 276c.
102. Пат. 3 139 130 ФРГ//С. А. 1982. В. 97. 109 680a.
103. Пат. 96 850 Европа//С. А. 1984. В. 100. 148 629r.
104. Пат. 2 701 591 ФРГ//С. А. 1978. В. 89. 215 805e.
105. Пат. 4 422 951 США//С. А. 1983. В. 98. 98 883m.
106. Пат. 59/161 348 Япония//С. А. 1985. В. 102. 112 938t.
107. Пат. 3 148 448 ФРГ//С. А. 1981. В. 94. 183 325k.
108. Davison I. R., Muriel Hall D.//Mol. Cryst. Liquid Cryst. 1985. V. 129. Р. 17.
109. Пат. 4 603 485 США.
110. Пат. 4 640 796 США//С. А. 1985. В. 105. 181 666v.
111. Пат. 61/280 489 Япония//С. А. 1987. В. 107. 124 744t.
112. Пат. 226 891 ГДР//С. А. 1986. В. 104. 216 675h.
113. Villiger A., Boiler A., Schadt M.//Z. Naturforsch. B. 1979. Bd. 34. S. 1535.
114. Торгов С. И., Аболин А. Г., Карамышева Л. А., Иващенко А. В.//Журн. орг. химии. 1988. Т. 24. С. 192.
115. Пат. 4 390 467 США//С. А. 1984. В. 101. 101 302j.
116. Пат. 2 613 293 ФРГ//С. А. 1977. В. 87. 37 448v.
117. Пат. 202 514 Европа//С. А. 1987. В. 106. 186 669k.
118. Пат. 61/207 359 Европа//С. А. 1987. В. 106. 205 733v.
119. Пат. 3 510 795 ФРГ//С. А. 1986. В. 104. 79 323e.
120. Chan L. K. M., Gemmel R. A., Gray G. W. et al.//Mol. Cryst. Liquid Cryst. 1987. V. 147. Р. 113.
121. Пат. 94 198 Европа//С. А. 1984. В. 100. 112 368r.
122. Пат. 3 342 631 ФРГ//С. А. 1985. В. 103. 186 953m.

123. *Takatsu H., Takeuchi K., Sato H.*//*Mol. Cryst. Liquid Cryst.* 1984. V. 108. P. 157.
124. *Balkwill P., Bishop D., Pearson A., Sage I.*//*Ibid.* 1985. V. 123. P. 1.
125. Пат. 260 127 ГДР (3 427 119 ФРГ)//С. А. 1986. V. 104. 120 173w.
126. Пат. 255 700 Европа//С. А. 1988. V. 109. 102 368н.
127. Пат. 61/151 150 Япония//С. А. 1987. V. 106. 205 364a.
128. Пат. 4 519 936 США.
129. Пат. 152 014 Европа//С. А. 1986. V. 104. 177 856a.
130. Пат. 60/078 972 Япония//С. А. 1985. V. 103. 105 003в.
131. *Clark M. G., Harrison J.*//*Appl. Phys.* 1973. V. 47. P. 13.
132. *Kresse H., Demus D., Wrobel S. et al.*//*Acta Phys. Polon.*, 1980. V. A57. P. 699.
133. *Knepper H., Schneider F.*//*Mol. Cryst. Liquid Cryst.* 1983. V. 97. P. 219.
134. *Hauser A., Rettig R., Selbmann Ch. et al.*//*Cryst. Res. Technol.* 1984. V. 19. P. 261.
135. *Kresse H., Keil M., Weissflog W.*//*Ibid.* 1983. V. 18. P. 563.
136. *Takatsu H., Takeuchi K.*//*Mol. Cryst. Liquid Cryst.* 1983. V. 100. P. 345.
137. Пат. 84 974 Европа//С. А. 1984. V. 100. 15 786t.
138. Пат. 3 117 152 ФРГ//С. А. 1983. V. 98. 106 943у.
139. Пат. 3 223 637 ФРГ//С. А. 1983. V. 98. 225 350н.
140. Пат. 99 099 Европа//С. А. 1984. V. 100. 191 435м.
141. *Торгова С. И., Аболин А. Г., Ройтман К. В. и др.*//*Журн. орг. химии*. 1988. Т. 24. С. 199.
142. Пат. 90 671 Европа//С. А. 1984. V. 100. 148 624к.
143. Пат. 4 592 857 США.
144. Пат. 4 617 141 США//С. А. 1984. V. 100. 148 629г.
145. Пат. 61/158 937 Япония//С. А. 1987. V. 106. 205 373с.
146. *Gasparoux H., Prost J.*//*J. Phys. (Paris)*. 1971. Т. 32. P. 953.
147. Шмелев О. Я., Баландин В. А.//*V Всесоюз. науч. конф. «Жидкие кристаллы и их практическое использование»*: Тез. докл. Иваново, 1985. Т. 2. Кн. 1 и 2. С. 9.
148. Иванов С. А., Ветров В. Ю., Адоменас П. В., Сируткаite P. A.//*V Конф. соц. стран по ЖК*: Тез. докл. Одесса, 1983. С — 17.
149. *Pohl L., Eidenschink R., Krause G., Erdmann D.*//*Phys. Lett.* 1977. V. 60A. P. 421.
150. *Pohl L., Weber R., Eidenschink R.*//*XI Freiburger Arbeitstagung*. Freiburg, 1979.
151. Минкин В. И., Осинов О. А., Жданов Ю. А. Дипольные моменты в органической химии. Л.: Химия, 1968.
152. Осинов О. А., Минкин В. И., Гарновский А. Д. Справочник по дипольным моментам. М.: Высш. шк., 1971.
153. *Gray G. W.*//*Mol. Cryst. Liquid Cryst. Lett.* 1985. V. 124. P. 89.
154. Пат. 3 136 624 ФРГ//С. А. 1983. V. 99. 70 370р.
155. Беляев В. В., Гребенкин М. Ф.//*Кристаллография*. 1984. Т. 29. С. 815.
156. Беляев В. В., Гребенкин М. Ф., Ковшев Е. И., Слащева Г. Г.//*III Научн.-техн. семинар «Оптические свойства жидких кристаллов и их применение»*: Тез. докл. Л., 1983. С. 51.
157. Петров В. Ф., Гребенкин М. Ф., Беляев В. В., Иващенко А. В.//*Там же*. С. 49.
158. *Blinov L. M., Kovshev E. I., Titov V. V.*//*Mol. Cryst. Liquid Cryst.* 1981. V. 70. P. 267.