

УДК 541.64:532.13

ВРАЩАТЕЛЬНАЯ ВЯЗКОСТЬ НЕМАТИЧЕСКОЙ ФАЗЫ ЛИНЕЙНОГО АРОМАТИЧЕСКОГО ПОЛИЭФИРА

© 2002 г. С. С. Скороходов, А. П. Филиппов

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

Поступила в редакцию 09.07.2001 г.

Принята в печать 09.01.2002 г.

Методом пороговых переходов Фредерикса в магнитном поле исследована динамика текстурных переходов в термотропной нематической фазе ароматического полиэфира. Для фракций в интервале $M = 3 \times 10^3$ – 12.7×10^3 определены значения эффективной вращательной вязкости γ_1^* . Показано, что характер температурной зависимости вязкости и энергия активации ориентационных процессов не зависят от ММ. Изменение вращательной вязкости при увеличении ММ описывается степенной функцией с показателем степени $b = 2.6$, что свидетельствует о слабо свернутой конформации макромолекул исследованного полимера в нематическом расплаве. Полученные результаты сопоставлены с данными для термотропных ЖК-полимеров линейной и гребнеобразной структур.

ВВЕДЕНИЕ

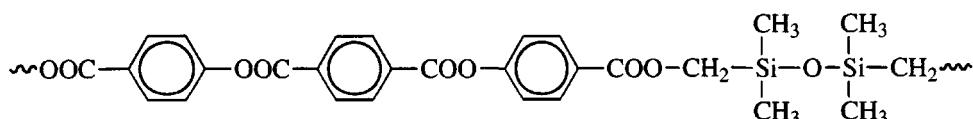
Уже первые исследования термотропных ЖК-полимеров показали, что процессы переориентации под действием внешних магнитных или электрических полей происходят в высокомолекулярных нематиках гораздо медленнее, чем в низкомолекулярных [1]. Такое поведение определяется высокими значениями коэффициентов вязкости ЖК-полимеров. Например, вращательная γ_1 и динамическая η вязкости высокомолекулярных нематиков оказываются на несколько порядков выше соответствующих величин, получаемых обычно для низкомолекулярных жидкких кристаллов [2–4]. При этом коэффициенты вязкости ЖК-полимеров резко возрастают при увеличении ММ.

Высокие значения коэффициентов вязкости и их зависимость от ММ обусловлены влиянием полимерной цепи на динамику ориентационных процессов в высокомолекулярных жидкких кристаллах. Анализ гидродинамических свойств тер-

мотропных нематических полимеров [3, 5] показывает, что переориентация макромолекул в ЖК-расплаве под действием внешнего магнитного поля происходит по сложному механизму. Основную роль в нем играет мономерное звено. При этом вращение мезогенных групп коррелировано по полимерной цепи разделяющими эти группы гибкими фрагментами.

Цели настоящей работы – исследование особенностей ориентационных процессов в линейном полимерном нематике, определение величин вращательной вязкости γ_1 ЖК-полимера и анализ зависимости γ_1 от температуры и ММ.

Для этого методом пороговых переходов Фредерикса в магнитном поле изучена динамика текстурных превращений в термотропной нематической фазе линейного ароматического полиэфира с силоксановыми гибкими фрагментами, разделяющими мезогенные ядра (АПЭ-Si)



E-mail: afil@mail.macro.ru (Филиппов Александр Павлович).

Синтез полимера описан работе [6]. Исследования оптических и равновесных упругих свойств нематической N фазы АПЭ-Si [7] показали, что степень межмолекулярного ориентационного порядка S и константы ориентационной упругости K_i не зависят от ММ.

В таблице приведены значения ММ исследованных фракций АПЭ-Si, определенные методами молекулярной гидродинамики в разбавленных растворах [8], а также – температуры фазового перехода изотропная жидкость I – нематическая фаза T_{I-N} . Отметим, что переход $I \rightleftharpoons N$ происходит в достаточно широком (до 20 К) температурном интервале, в котором существуют соседние фракции. Такое поведение, обусловленное полидисперсностью исследованных фракций АПЭ-Si по температурам фазовых переходов, вероятно, маскирует зависимость T_{I-N} от ММ.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

В настоящей работе использована классическая методика исследования пороговых переходов Фредерикса [9] и динамики ориентационных процессов в нематических жидкких кристаллах [10]. Особенности ее применения для изучения динамики текстурных превращений в термотропных ЖК-полимерах подробно описаны в работе [5]. Отметим только следующие обстоятельства.

Во-первых, для АПЭ-Si удалось получить только гомеотропную текстуру, при которой ЖК-директор перпендикулярен поверхности подложки. Соответственно нами определены значения вязкости при деформации продольного изгиба γ_1^* – так называемой bend-вязкости или эффективной вращательной вязкости [10]. Величина γ_1^* меньше значений истинного коэффициента вращательной вязкости γ_1 и сильно зависит от напряженности приложенного H магнитного поля. Кажущееся уменьшение вязкости нематика обусловлено существованием при деформации продольного изгиба обратных потоков, т.е. гидродинамическим течением, вызванным деформацией ориентации. Влияние обратных потоков проявляется тем сильнее, чем больше возникающие под действием внешнего поля возмущения, и соответственно γ_1^* уменьшается при увеличении H [10]. В дальнейшем обсуждении использованы только значения вязкости γ_1^* , полученные путем экстраполяции $\gamma_1^*(H)$ к значениям относительной напряженности магнитного поля $H/H_c \rightarrow 1$, где H_c – критическое магнитное поле в переходе Фредерикса [9].

ММ, температуры T_{I-N} и энергии активации W для фракций АПЭ-Si

Фракция	$M \times 10^{-3}$	T_{I-N} , К	$W \times 10^{-3}$, К
1	12.7	509 ± 5	10.7
2	6.2	509 ± 4	9.3
3	4.5	509 ± 9	11.6
4	3.8	509 ± 6	11.5
5	3.0	509 ± 9	–

Во-вторых, при использовании метода пороговых переходов Фредерикса непосредственно измеряемой величиной является отношение $\gamma_1^*/\Delta\chi$ ($\Delta\chi$ – удельная диамагнитная анизотропия нематика). Следовательно, чтобы найти величину вращательной вязкости γ_1^* , необходимо знать значения $\Delta\chi$. Экспериментальное определение $\Delta\chi$ остается трудной задачей даже для низкомолекулярных жидких кристаллов. Однако значение $\Delta\chi$ можно достаточно точно оценить, используя выводы работы Цветкова [11]. В ней было показано, что для обычных нематиков, молекулы которых содержат сильно анизотропные фениленовые циклы, величина их мольной диамагнитной анизотропии $\Delta\chi_\mu$ определяется главным образом диамагнитной анизотропией этих циклов. Вклад других структурных элементов обычно не превышает нескольких процентов. Тогда, учитывая, что для нематических полимеров структурной единицей, ответственной за их равновесные свойства, является мономерное звено, можно записать

$$\Delta\chi \sim N_0 \Delta\chi_{\mu-\text{Ph}} \rho / M_0 S = \Delta\chi_0 S, \quad (1)$$

где $\Delta\chi_{\mu-\text{Ph}}$ – мольная диамагнитная анизотропия фениленовых циклов, N_0 – их число в мономерном звене, M_0 – ММ повторяющегося звена, ρ – плотность жидкого кристалла и $\Delta\chi_0$ – удельная диамагнитная анизотропия вещества при $S = 1$. Отметим, что точность определения $\Delta\chi_0$ по соотношению (1) достаточно высока. Например, значения диамагнитной анизотропии полимерных термотропных нематиков, рассчитанные по формуле (1), отличаются от экспериментально полученных величин $\Delta\chi_0$ не более чем на 15% [5].

Температурная зависимость диамагнитной анизотропии определяется изменением с температурой параметра порядка, поскольку $\Delta\chi$ является однозначной функцией S . Значения параметра S можно оценить по результатам исследования

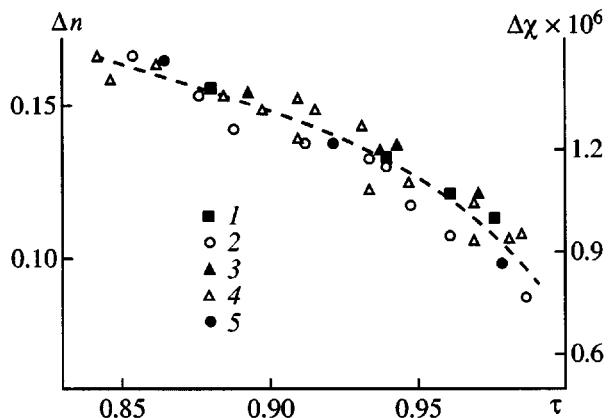


Рис. 1. Зависимости двойного лучепреломления Δn (точки) и удельной диамагнитной анизотропии $\Delta \chi$ (штриховая линия) от относительной температуры $\tau = T/T_{I-N}$ для АПЭ-Si. Здесь и на рис. 2 и 3 номера точек соответствуют номерам фракций в таблице.

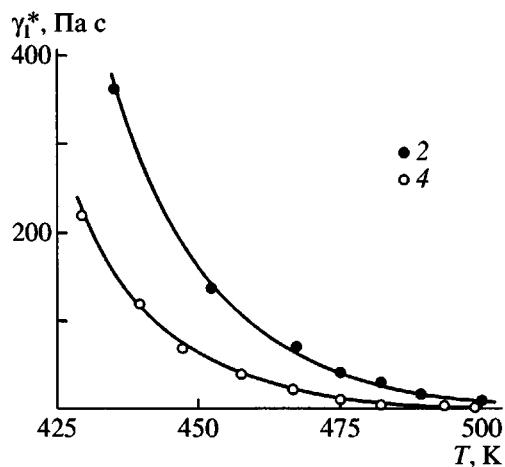


Рис. 2. Температурные зависимости кажущейся вращательной вязкости γ_1^* для фракций АПЭ-Si.

двойного лучепреломления нематической фазы АПЭ-Si [7], воспользовавшись формальным подходом Haller [12]. Проведенный им для большого числа нематиков анализ рефрактометрических данных показал, что температурную зависимость Δn и соответственно зависимость S от T можно представить в виде

$$\Delta n = \Delta n_0 (1 - \beta T/T_{I-N})^\gamma = \Delta n_0 S, \quad (2)$$

где β и γ – эмпирические параметры. Значения β обычно близки к единице (0.994–0.999), а значения γ лежат в интервале 0.13–0.22 [12]. Величину Δn_0 можно рассматривать как значение двойного

лучепреломления вещества в полностью упорядоченном состоянии (при $S = 1$). Соотношение (2) не имеет строго физического смысла, однако результаты его применения обычно хорошо согласуются с данными, полученными при непосредственном экспериментальном определении параметра S .

На рис. 1 по данным работы [7] приведены зависимости двойного лучепреломления Δn нематической фазы фракций АПЭ-Si от относительной температуры $\tau = T/T_{I-N}$. Применение подходов Цветкова и Haller к данным зависимостям приводит к соотношению для температурной зависимости диамагнитной анизотропии АПЭ-Si

$$\Delta \chi = \Delta \chi_0 S = \Delta \chi_0 (1 - 0.9935 \tau)^{0.261} = \\ = 2.35 \times 10^{-6} (1 - 0.9935 \tau)^{0.261} \quad (3)$$

Общая для исследованных фракций АПЭ-Si зависимость $\Delta \chi$ от τ также показана на рис. 1. Полученные таким образом значения были использованы для определения вращательной вязкости γ_1^* по экспериментальным величинам $\gamma_1^*/\Delta \chi$.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Температурная зависимость эффективной вращательной вязкости

На рис. 2 значения эффективной вращательной вязкости γ_1^* для некоторых фракций АПЭ-Si представлены в зависимости от абсолютной температуры T . Прежде всего следует отметить, что даже при высоких температурах, вблизи перехода $I \rightarrow N$, величины γ_1^* , полученные для исследованного ЖК-полимера, более чем на два порядка превосходят вращательную вязкость низкомолекулярных нематиков [13]. При близких значениях ММ и температуры значения γ_1^* для АПЭ-Si заметно больше коэффициентов вращательной вязкости гребнеобразных ЖК-полимеров акрилового и метакрилового рядов [4, 14, 15] и гребнеобразного полимера с мезогенными группами в основной и боковых цепях [5] и сопоставимы по порядку величины с γ_1 для линейного азоксипроизводного нематического полиэфира [3].

Коэффициент γ_1^* исследованных фракций АПЭ-Si сильно зависит от температуры, быстро увеличиваясь при понижении температуры T (рис. 2). На сегодняшний день проблема зависимости коэффициентов вязкости нематиков от степени порядка S и энергии активации W , а также вопрос о зависимости самой энергии W от па-

параметра S остаются дискуссионными [13], поскольку не существует общей модели, которая хорошо согласовывалась бы со всем набором экспериментальных данных. Анализ показывает, что зависимости γ_1^* от T , полученные для АПЭ-Si, описываются в рамках активационной модели Аррениуса

$$\gamma_1 \sim S^\alpha \exp(W/T), \quad (4)$$

где показатель степени α , учитывающий зависимость вязкости от параметра порядка, определяется молекулярными параметрами жидкого кристалла. В соответствии с выводами работы [16] величина $\alpha = 1$ для низкомолекулярных нематиков с удлиненной цепью сопряжения, а для жидких кристаллов, молекулы которых содержат фрагменты с насыщенными связями, $\alpha = 2$.

На рис. 3 для ряда фракций АПЭ-Si представлены зависимости $\ln(\gamma_1^*/S^\alpha)$ от $1/T$. Для всех исследованных фракций АПЭ-Si экспериментальные данные лучше описываются соотношением (1) при $\alpha = 2$. Аналогичный результат был получен для линейного азоксипроизводного полиэфира [3]. Однако следует учитывать, что в случае АПЭ-Si различия в коэффициентах корреляции R при экстраполяции экспериментальных данных при $\alpha = 1$ и 2 минимально и не превышает 0.001, поэтому невозможно сделать выбор в пользу одного из значений показателя степени α в уравнении (4).

В таблице приведены энергии активации W , определенные при $\alpha = 2$. Для всех фракций АПЭ-Si получены большие значения $W = (9.3-11.6) \times 10^3$ К. Это более чем в 2 раза превосходит величину W , типичную для низкомолекулярных нематиков [13]. Однако значения W для АПЭ-Si близки к величинам энергии активации для линейного ($W \sim 9.0 \times 10^3$ К) [3], гребнеобразного ($W \sim 14 \times 10^3$ К) [2] и гребнеобразного комбинированного ($W \sim 12 \times 10^3$ К) [5] полимеров.

Наиболее существенным представляется то обстоятельство, что в исследованном интервале ММ энергия активации W практически не зависит от ММ (таблица). Подобный результат при близких значениях ММ ранее был получен для гребнеобразного полимера комбинированной структуры [5] и для линейного азоксипроизводного полиэфира [3], в то время как для гребнеобразных полимеров акрилового ряда с цианбифенильными мезогенными группами обнаружена достаточно сильная зависимость W от ММ. Для них при изменении степени полимеризации от 560 до 2530 энергия активации увеличивается в 1.5 раза [17].

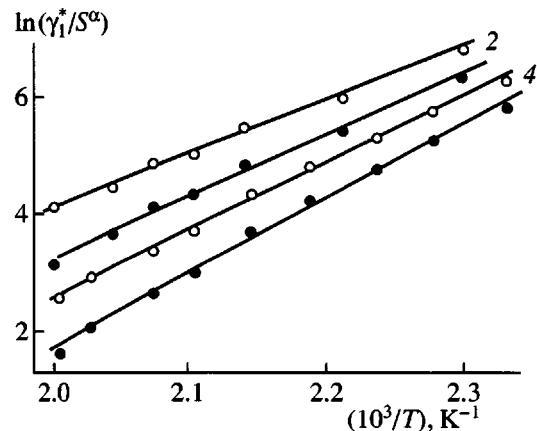


Рис. 3. Зависимости $\ln(\gamma_1^*/S^\alpha)$ от T^{-1} для фракций АПЭ-Si при $\alpha = 1$ (темные точки) и 2 (светлые).

Зависимость вращательной вязкости от ММ

Зависимость вращательной вязкости полимерного нематика от ММ может быть описана соотношением

$$\gamma_1^* \sim M^b \quad (5)$$

Значение показателя степени b определяется как жесткостью и конформацией полимерной цепи, так и способом упаковки макромолекул в нематическом расплаве [18, 19]. Сопоставление значений γ_1^* для разных фракций ЖК-полимера следует проводить при фиксированной температуре T препарата и при близких величинах степени параметра порядка S . Для исследованного в данной работе ЖК-полиэфира второе условие выполняется автоматически при выполнении первого, поскольку для АПЭ-Si ни температура T_{L-N} , ни параметр порядка S не зависят от ММ.

Зависимости γ_1^* от T в широком интервале температур получены только для фракций 2–4. Для остальных фракций значения γ_1^* определены только при отдельных температурах. Поэтому зависимость γ_1^* от M во всем интервале ММ удалось получить только при одной температуре $T = 475$ К.

На рис. 4 в логарифмическом масштабе построена зависимость кажущейся вращательной вязкости γ_1^* от ММ. Она хорошо аппроксимируется прямой линией с наклоном $b = 2.6 \pm 0.1$. Для АПЭ-Si значение b много меньше величины $b = 6$, предсказываемой для палочкообразных молекул [18], и заметно превосходит $b = 2$ для вытянутых персистентных цепей [19]. При этом для АПЭ-Si зна-

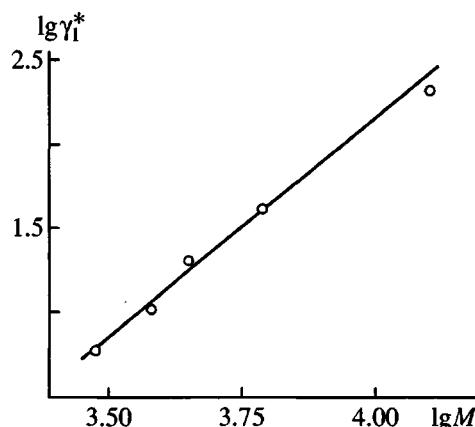


Рис. 4. Зависимость $\lg \gamma_1^*$ от $\lg M$ для АПЭ-Si при 475 К.

чение b несколько меньше значения $b = 3$, которое следует ожидать в случае рептационного движения гибкоцепных молекул в расплаве [19].

Исследованный полимер характеризуется достаточно низкой равновесной жесткостью. Длина сегмента Куна близка к 3 нм [8]. При этом исследованный интервал ММ составляет $(3.0-12.7) \times 10^3$, т.е. даже самая высокомолекулярная фракция содержит не более 20 сегментов Куна. Следовательно, можно заключить, что полученные значения показателя степени представляются разумными и соответствующими возможной конформационной упаковке макромолекул АПЭ-Si в нематическом расплаве. Для них можно ожидать слабо свернутую конформацию основной цепи. Тем не менее значения показателя степени b , близкие к трем, вряд ли могут свидетельствовать о рептационном движении, т.е. об очень сильном переплетении макромолекул. В пользу этого прежде всего свидетельствуют относительно малые значения длины макромолекул. Низкомолекулярные фракции состоят всего из 5–10 сегментов Куна. При этом длина сегмента Куна определена для изолированных молекул АПЭ-Si по данным молекулярной гидродинамики в разбавленных растворах [8]. При переходе к ЖК-расплавам можно ожидать некоторого увеличения жесткости макромолекул и изменения их конформации, увеличения доли вытянутых макромолекул.

При близких температурах T значения b для АПЭ-Si заметно больше соответствующих величин для гребнеобразных полимеров акрилового и метакрилового рядов [14, 15, 17], для которых $b \sim 0.8-1.0$ при 380–400 К. Такое различие качественно согласуется с предсказанием теории [19]. Действительно, ММ полимеров, исследованных в работах [14, 15, 17], заметно выше, чем ММ для

изучавшихся нами фракций АПЭ-Si. Для макромолекул этих гребнеобразных полимеров можно ожидать более свернутых конформаций в нематическом расплаве и соответственно приближения величины показателя степени в уравнении (5) к значению $b = 1$, предсказываемому для гибкоцепных полимерных молекул [19].

Для линейных ЖК-полимеров при близких ММ иногда получают более высокие значения b [3, 20]. Например, для линейного азоксипроизводного нематического полиэфира найдено $b \sim 4.7$ [3]. Соответственно авторы цитируемых работ предполагают, что молекулы исследованных ими полимеров имеют вытянутую конформацию. При этом они отмечают, что такой вывод противоречит гибкоцепному характеру исследованных полимеров [20]. Сопоставляя их результаты с величиной $b = 2.6$, полученной нами для АПЭ-Si, следует учитывать следующие обстоятельства. Во-первых, для сравниваемых полимеров сильно различается природа гибкого фрагмента, соединяющего мезогенные ядра. В случае АПЭ-Si это силиконовые цепочки, более гибкие, чем метилевые в полимерах, изучавшихся в работах [3, 20]. Во-вторых, различается природа мезогенных ядер, в частности их дипольный момент. Величина дипольного момента молекул, по крайней мере в случае низкомолекулярных нематиков, может заметно влиять на значения вращательной вязкости [13]. В-третьих, значения b получены при разных температурах. Например, для азоксипроизводного полиэфира зависимость вязкости от ММ анализировалась при 393 К, что на 80 К ниже, чем для АПЭ-Si. Понижение температуры может привести к увеличению жесткости полимерной цепи и изменению ее конформации, что безусловно, должно сказаться на значениях показателя степени b в уравнении (5). Качественно это предположение подтверждается наблюдаемым увеличением b при понижении температуры в нематических расплавах гребнеобразных полимеров [14, 15, 17]. Об этом же свидетельствуют полученные для АПЭ-Si значения $b \sim 2.4$ при 493 К и $b \sim 2.9$ при 450 К. Однако эти величины следует рассматривать как оценки, поскольку они определены только по трем значениям ММ каждое.

ВЫВОДЫ

Проведенные исследования динамики процессов переориентации в магнитном поле позволяют заключить, что основные физические процессы, ответственные за вращательную вязкость в термопроточных полимерных жидких кристаллах, вероятно, такие же, как и в низкомолекулярных нематиках. В механизме ориентации макромолеку-

лы основную роль играет повторяющееся звено полимера. Это подтверждается тем, что температурные зависимости вязкости γ_1^* имеют одинаковый вид и близкие количественные параметры (значения энергии активации) для всех фракций АПЭ-Si. Полимерный характер проявляется в изменении абсолютных значений вращательной вязкости и энергий активации переориентационных процессов, а также в сильной молекулярно-массовой зависимости вязкости. Это обусловлено тем, что движение жестких мезогенных групп коррелировано соединяющими их гибкими спейсерами.

Особенности динамических процессов в нематической фазе исследованных ЖК-полимеров в значительной степени связаны с их гибкоцепным характером. Повышенная гибкость обеспечивает относительно высокую свободу движения мезогенных групп и облегчает конформационные переходы в нематическом полимерном расплаве. При этом каждое мезогенное ядро взаимодействует в первую очередь с ближайшими соседями, т.е. как и в обычных низкомолекулярных нематических жидких кристаллах. Однако в полимере это взаимодействие частично осуществляется через спейсер. Химическая связь мезогенных групп уменьшает ориентационные флуктуации в нематике и благоприятствует увеличению как длительности ориентационных процессов, так и их энергии активации.

Характер зависимости вращательной вязкости АПЭ-Si от ММ определяется конформацией его макромолекул в нематическом расплаве. Для них, вероятно, характерна слабо свернутая конформация, обусловленная, с одной стороны, невысокими значениями ММ исследованных фракций и с другой – умеренной жесткостью полимера. Небольшая длина макромолекул исследованных фракций АПЭ-Si должна приспособовать проявлению рептационного механизма движения.

Авторы выражают признательность Г.С. Смирновой за синтез исследованного полиэфира и Л.Н. Андреевой за фракционирование образца и получение однородно ориентированных нематических текстур.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Тальрозе Р.В., Шибаев В.П., Платэ Н.А. // Высокомолек. соед. А. 1983. Т. 25. № 12. С. 2467.
2. Casagrande C., Veyssie M., Weill C., Finkelmann H. // Mol. Cryst. Liq. Cryst. Lett. 1983. V. 92. № 2. P. 49.
3. Esnault P., Volino F., Martins A.F., Kumar S., Blumstein A. // Mol. Cryst. Liq. Cryst. 1987. V. 157. P. 143.
4. Строганов Л.Б., Прохоров А.Н., Галиуллин Р.А., Киреев Е.В., Шибаев В.П., Платэ Н.А. // Высокомолек. соед. А. 1992. Т. 34. № 1. С. 146.
5. Филиппов А.П., Андреева Л.Н., Зуев В.В., Скорогодов С.С. // Высокомолек. соед. А. 2001. Т. 43. № 5. С. 799.
6. Зуев В.В., Смирнова Г.С., Тарасова И.И., Скорогодов С.С. // Высокомолек. соед. Б. 1989. Т. 31. № 10. С. 784.
7. Цветков В.Н., Андреева Л.Н., Филиппов А.П., Смирнова Г.С., Скорогодов С.С., Билибин А.Ю. // Высокомолек. соед. А. 1992. Т. 34. № 7. С. 104.
8. Бушин С.В., Андреева Л.Н., Астапенко Э.П., Смирнова Г.С., Скорогодов С.С., Цветков В.Н. // Высокомолек. соед. Б. 1991. Т. 33. № 12. С. 913.
9. Freericksz V.K., Zolina V.V. // Z. fur Kristallogr. 1931. B. 79. № 1–4. S. 255.
10. Pieranski P., Brochard F., Guyon E. // J. Phys. 1973. V. 34. № 1. P. 35.
11. Цветков В.Н., Сосновский А.Н. // Журн. эксперим. и теорет. физики. 1943. Т. 13. № 9/10. С. 353.
12. Haller I. // Prog. Solid-State Chem. 1975. V. 10. Pt 2. P. 103.
13. Беляев В.В. // Успехи химии. 1989. Т. 58. № 10. С. 1601.
14. Рогунова М.А., Строганов Л.Б., Тальрозе Р.В., Шибаев В.П., Платэ Н.А. // Высокомолек. соед. А. 1992. Т. 34. № 8. С. 46.
15. Барматов Е.Б., Бойко Н.И., Шибаев В.П. // Высокомолек. соед. А. 1997. Т. 39. № 5. С. 848.
16. Беляев В.В., Иванов С.А., Гребенкин М.Ф. // Кристаллография. 1985. Т. 30. № 6. С. 1160.
17. Shibaev V.P., Barmatov E.B., Stroganov L.V. // Modern Topics in Liquid Crystals / Ed. by Buka A. Singapore: World Scientific, 1993. P. 73.
18. Kuzuu N., Doi M. // J. Phys. Soc. Jpn. 1984. V. 53. № 3. P. 1031.
19. De Gennes P.G. // Polymer Liquid Crystals / Ed. by Ciferri A., Krigbaum W.R., Meyer R.B. New York; London: Acad. Press, 1982. Ch. 5. P. 115.
20. Klein T., Jun H.X., Esnault P., Blumstein A., Valino F. // Macromolecules. 1989. V. 22. № 9. P. 3731.

Rotational Viscosity of a Nematic Phase of a Linear Aromatic Polyester

S. S. Skorokhodov and A. P. Filippov

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

Abstract—The dynamics of texture transformations occurring in the thermotropic nematic phase of the aromatic polyester was studied by the method of Freedericksz threshold transitions in a magnetic field. For fractions with molecular masses ranging from 3×10^3 to 12.7×10^3 , the values of the effective rotational viscosity γ_1^* were determined. It was shown that the pattern of the temperature dependence of viscosity and the activation energy of orientation processes are independent of molecular mass. A variation in rotational viscosity with the increasing molecular mass is described by the power function with the exponent $b = 2.6$, thereby suggesting a weakly twisted conformation of the polymer under examination in a nematic melt. The data obtained are compared with the results collected for thermotropic linear and comb-shaped LC polymers.