

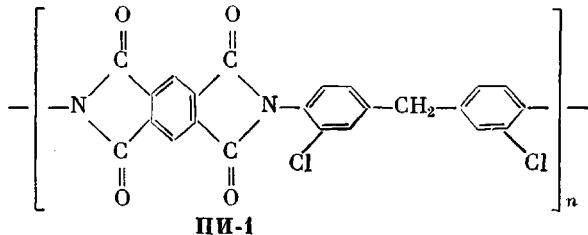
УДК 541.64:539.5:539.199

**КОНФОРМАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА И ОПТИЧЕСКАЯ  
АНИЗОТРОПИЯ МОЛЕКУЛ НЕКОТОРЫХ  
АРОМАТИЧЕСКИХ ПОЛИИМИДОВ**

Погодина Н. В., Мельников А. Б., Богатова И. Н.,  
Цветков В. Н., Коршак В. В., Виноградова С. В.,  
Русанов А. Л., Пономарев И. И., Маргалитадзе Ю. Н.

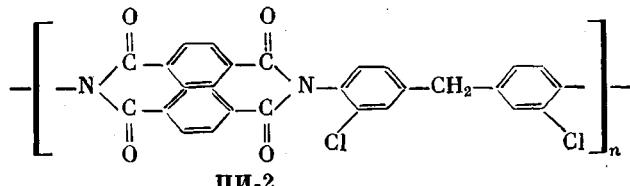
Методами вискозиметрии, поступательной диффузии, скоростной седиментации и двойного лучепреломления в потоке проведены сравнительные исследования двух ароматических ПИ, отличающихся структурой мономерного звена. Показано, что молекулы обоих полимеров характеризуются в растворах повышенной равновесной жесткостью  $A=80 \cdot 10^{-8}$  см при слабой заторможенности вращения в цепи  $\sigma=1,3$ , а различия в значениях оптической анизотропии  $\beta=(5-11) \cdot 10^{-17}$  см<sup>2</sup> вызваны присутствием в цепи одного из них более анизотропного нафталинового цикла.

В работе [1] было показано, что при осуществлении синтеза полипиромеллитимидов на основе 3,3'-дихлор-4,4'-диаминодифенилметана в условиях катализитической полициклоконденсации образующиеся полимеры



в известных пределах ММ растворяются в N-метил-2-пирролидоне (МП).

В рамках развития этих исследований катализитическая полициклоконденсация была успешно использована и для получения растворимых в МП полииimidов на основе 3,3'-дихлор-4,4'-диаминодифенилметана и диангидрида нафталин-1,4,5,8-тетракарбоновой кислоты — полимер



Структурная общность этих полииimidов предопределила наш интерес к сравнительному изучению их конформационных свойств в разбавленных растворах методами молекулярной гидродинамики и ДЛП. Существующие литературные сведения по исследованию аналогичных структур относятся главным образом к характеристике хорошо растворимых полипиромеллитимидов [2]. В то же время по изучению молекулярных свойств полинафтоилимидов (ПНИ) имеется лишь единичная оценка ММР кардового ПНИ, выполненная методами вискозиметрии и седиментационного анализа [3].

Гидродинамические свойства молекул ПИ исследовали в МП ( $\eta_0=1,83 \cdot 10^{-2}$  П,  $\rho_0=1,032$  г·см $^{-3}$  и  $n=1,468$  при  $21^\circ$ ;  $\eta_0=1,72 \cdot 10^{-2}$  П при  $25^\circ$ ), ДЛП в растворах – в МП и 96%-ной  $H_2SO_4$  ( $\eta_0=22,2 \cdot 10^{-2}$  П,  $\rho_0=1,81$  и  $n=1,435$  при  $21^\circ$ ). Поступательную диффузию молекул ПИ изучали с помощью диффузометра Цветкова [4] в диффузионной кювете с фторопластовым вкладышем длиной 3 см. Седиментационные измерения проводили на ультрацентрифуге МОМ-3180 (Венгрия), оснащенной поляризационно-интерферометрической приставкой [4] при скорости вращения ротора  $n=-45 \cdot 10^3$  об/мин в ПА-ячейке насыпающего типа длиной 1,2 см. Обработку интерферограмм проводили стандартным способом [4]. Для всех образцов исследовали концентрационную зависимость коэффициента седиментации  $S$  в интервале концентраций  $(0,05 < c < 0,2) \cdot 10^{-2}$  г/см $^3$ , что позволило надежно определить малые коэффициенты  $S \approx (0,5-1,5)$  ед. Свеберга в окрашенных растворах. Концентрационная зависимость коэффициента диффузии  $D$  в области исследованных концентраций отсутствовала.

Средняя величина инкремента показателя преломления в МП составляла  $d\eta/dc=0,13 \pm 0,02$  для ПИ-1 и  $d\eta/dc=0,17 \pm 0,01$  для ПИ-2. Удельный парциальный объем в МП определен в пикнометре объемом 27,4 см $^3$  и составил величину  $\bar{V}_{уд}=0,61$  для ПИ-1 и  $\bar{V}_{уд}=0,64$  для ПИ-2. Характеристическую вязкость измеряли в вискозиметрах Оствальда со временем течения растворителя  $\tau_{МР}=75$  с и  $\tau_{H_2SO_4}=107$  с. Средние значения констант Хаггинса для образцов ПИ-1  $k'=0,45$ , для ПИ-2  $k'=0,43$  в МП и  $k'=0,40$  в  $H_2SO_4$ . Величины  $[\eta]$ ,  $D_0$ ,  $S_0$ , а также молекулярные массы  $M_{SD} = \frac{RT}{1-\bar{V}\rho_0} \times$

$$\times \frac{S_0}{D_0},$$

представлены в табл. 1 и 2. ДЛП измеряли фотоэлектрическим способом с

применением модуляции эллиптической поляризации света [5, 6]. Использовали эллиптический компенсатор с разностью фаз  $\delta=(0,09 \pm 0,005)2\pi$  при длине волны Не–Не лазера  $\lambda=630$  нм. Исследования проводили в терmostатируемых титановых и фторопластовых динамооптических с высотой ротора  $l=3$  и 5,5 см и зазорами соответственно 0,017 и 0,05 см.

Зависимости  $\lg [\eta]$ ,  $\lg D_0$ ,  $\lg [S_0]$  от  $\lg M$  (рис. 1) свидетельствуют о сходном гидродинамическом поведении молекул обоих полимеров в МП. Экспериментальные точки для обеих молекулярных структур группируются около прямых, соответствующих уравнениям Марка – Куна

$$[\eta]=5,8 \cdot 10^{-2} M^{0,70} \text{ см}^3 \cdot \text{г}^{-1}, D=8,2 \cdot 10^{-3} M^{-58} \text{ см}^2 \cdot \text{с}^{-1}$$

$$[S]=\frac{S_0 \eta_0}{1-\bar{V}\rho_0}=5,8 \cdot 10^{-17} M^{0,42} \text{ г} \cdot \text{см}^{-1} \quad (1)$$

Равновесную жесткость молекулярных цепей ПИ определяли с использованием теорий поступательного трения червеобразных цепей, пренебрегающих эффектами исключенного объема, но учитывающих эффекты внутримолекулярного протекания [7, 8] по уравнению

$$\frac{DM\eta_0}{RT}=\frac{1}{P_\infty N_A} \left( \frac{M_L}{A} \right)^{\frac{R}{2}} M^{\frac{R}{2}} + \frac{M_L}{3\pi N_A} \left( \ln \frac{A}{d} - Q \right) \quad (2)$$

Здесь  $P_\infty=5,11$ ;  $R=8,3 \cdot 10^7$  эрг;  $N_A=6 \cdot 10^{23}$ ;  $T$  – абсолютная температура;  $A$  – длина сегмента Куна;  $d$  – гидродинамический диаметр цепи;  $M_L$  – молекулярная масса единицы длины цепи, равная  $29 \cdot 10^{-8}$  см $^{-1}$  для ПИ-1 и  $31 \cdot 10^{-8}$  см $^{-1}$  для ПИ-2;  $Q=1,43$  [7] и  $1,056$  [8]. Сопоставление теоретической зависимости (2) с экспериментальными данными (рис. 2) приводит к значениям длины сегмента Куна  $A=(80 \pm 15) \cdot 10^{-8}$  см и гидродинамического диаметра цепи  $d=(4 \pm 1) \cdot 10^{-8}$  см, совпадающим для обеих структур.

На рис. 3 представлены периоды идентичности молекулярных цепей ПИ-1 и ПИ-2 в вытянутой конформации. При этом молекулы моделируются эквивалентными цепями виртуальных связей  $\Delta_1=18,3 \cdot 10^{-8}$  см для ПИ-1 и  $\Delta_2=18,7 \cdot 10^{-8}$  см для ПИ-2, сочлененных под углом  $\Theta=70^\circ$ , а длина мономерного звена в направлении вытянутой цепи  $\lambda=\Delta \cos(\Theta/2)=15,3 \cdot 10^{-8}$  см для ПИ-1 и  $\lambda=15,7 \cdot 10^{-8}$  см для ПИ-2. Длина сегмента Куна при незаторможенном вращении вычисляется по формуле [9, 10]

$$A_f=\frac{\Delta}{\cos \frac{\Theta}{2}} \frac{1+\cos \Theta}{1-\cos \Theta} \quad (3)$$

и составляет для обеих молекулярных структур  $A = (47 \pm 1) \cdot 10^{-8}$  см. Соответственно степень заторможенности вращения в реальных цепях ПИ  $\sigma = (A/A_0)^{1/2} = 1,3$ , что близко к значениям  $\sigma$  для других жесткоцепных полимеров [2]. Напомним, что обсуждаемое нами значение длины сегмента Куна  $A = 80 \cdot 10^{-8}$  см получено сопоставлением экспериментальных данных с уравнением (2), учитывающим эффекты протекания в молекулярной цепи. Влияние именно этих эффектов рассматривается нами как причина отклонения показателей степени в уравнениях (1) от значения 0,5. Если исходить из другого предположения (нередко принимаемого в литературе) и считать, что в уравнениях (1) повышенные значения показателей степени вызваны негауссостью цепи, связанной с эффектами исключенного объема (не  $\theta$  условия), то для вычисления  $A$  вместо урав-

Таблица 1

Гидродинамические и динамооптические характеристики молекул ПИ-1  
в метилпирролидоне и 96%-ной  $H_2SO_4$

$[\eta] \cdot 10^2$ , $cm^3 \cdot g^{-1}$	$S \cdot 10^{13}$ , с	$D \cdot 10^7$ , $cm^2 \cdot s^{-1}$	$M_{SD} \cdot 10^{-3}$	$\frac{dn}{dc}$	$[\eta] \cdot 10^8$ , $cm^4 \cdot c^2 \cdot g^{-1}$	$[\eta] \cdot 10^{10}$ , $cm \cdot c^2 \cdot g^{-1}$	$\frac{\Delta n}{\Delta \tau} \cdot 10^{10}$ , $cm \cdot c^2 \cdot g^{-1}$
<b>Метилпирролидон</b>							
0,9	0,81	2,1	23,4	—	30,0	33,3	35,6
0,57	0,68	3,9	11,5	0,156	18,0	32,8	31,6
0,34	0,56	4,1	9,3	0,110	10,2	30,0	27,6
0,35	0,49	4,9	6,7	0,136	10,7	30,0	30,6
<b><math>H_2SO_4</math></b>							
0,28	—	—	—	—	10,0	35,7	32,0
0,20	—	—	—	—	5,7	29,0	27,1
0,19	—	—	—	—	6,2	32,7	31,6
0,18	—	—	—	—	5,8	31,7	31,5

Таблица 2

Гидродинамические и динамооптические характеристики молекул ПИ-2  
в метилпирролидоне и 96%-ной  $H_2SO_4$

Образец, №	$[\eta] \cdot 10^2$ , $cm^3 \cdot g^{-1}$	$S \cdot 10^{13}$ , с	$D \cdot 10^7$ , $cm^2 \cdot s^{-1}$	$M_{SD} \cdot 10^{-3}$	$\frac{dn}{dc}$	$[\eta] \cdot 10^8$ , $cm^4 \cdot c^2 \cdot g^{-1}$	$[\eta] \cdot 10^{10}$ , $cm \cdot c^2 \cdot g^{-1}$	$\frac{\Delta n}{\Delta \tau} \cdot 10^{10}$ , $cm \cdot c^2 \cdot g^{-1}$	$[\chi] \cdot 10^5$ , $g \cdot cm^{-2}$
<b>Метилпирролидон</b>									
1	2,15	1,46	0,73	146,6	0,176	150	70	76	1,4
2	1,60	—	0,95	112,6 *	0,178	100	63	58	0,55
3	1,70	1,32	1,10	87,4	0,173	110	65	66	0,6
4	1,25	—	1,15	78,0 *	0,164	73	58	56	0,4
5	1,40	1,28	1,25	74,6	0,170	82	59	57	0,45
6	0,62	1,0	2,10	35,0	0,177	35	57	53	0,1
7	0,54	0,81	2,50	23,5	0,194	27	50	52	0,06
8	0,55	0,74	2,50	21,5	0,146	30	55	54	0,07
<b><math>H_2SO_4</math></b>									
1	2,1	—	—	—	—	140	70	72	21,0
2	1,65	—	—	—	—	115	70	78	16,0
3	1,60	—	—	—	—	105	66	71	8,0
4	1,1	—	—	—	—	72	66	71	2,8
5	1,2	—	—	—	—	83	69	74	4,0
6	0,61	—	—	—	—	32,5	53	54	1,4
7	0,54	—	—	—	—	30,5	57	57	0,7
8	0,52	—	—	—	—	28,0	54	54	0,7

\* Определены по значениям  $[\eta]$  и  $D$  с использованием уравнений Марка — Куна (1)

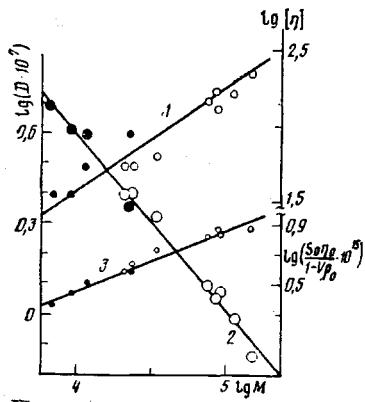


Рис. 1

Рис. 1. Зависимость  $\lg[\eta]$  (1),  $\lg D$  (2),  $\lg[S]$  (3) от  $\lg M$  для молекул ПИ-1 (темные точки) и ПИ-2 (светлые точки) в метилпирролидоне

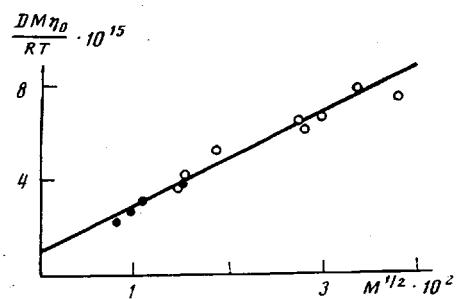


Рис. 2

Рис. 2. Зависимость величины  $DM\eta_0/RT$  от  $M^{1/2}$  для молекул ПИ-1 (темные точки) и ПИ-2 (светлые точки) в метилпирролидоне

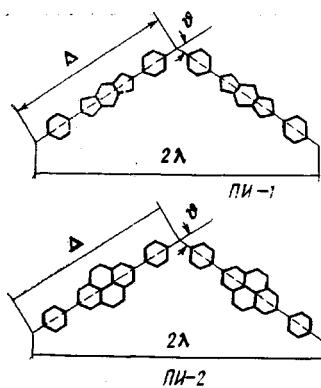


Рис. 3

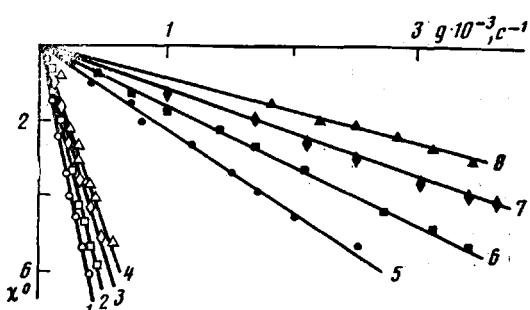


Рис. 4

Рис. 4. Зависимость угла  $\chi$  от градиента скорости  $g$  для образца 1 ПИ-2 в серной кислоте (светлые точки) и в метилпирролидоне (темные точки) при концентрации полимера  $c \cdot 10^2 = 0,133$  (1); 0,0845 (2); 0,0356 (3); 0,021 (4); 0,247 (5); 0,189 (6); 0,106 (7) и 0,068 г·см³ (8)

нения (2) следует пользоваться построением зависимости  $1/DM^{1/2}$  или  $[\eta]/M^{1/2}$  от  $M^{1/2}$ , экстраполируя данные к условиям  $M \rightarrow 0$  [11, 12]. Обработка наших экспериментальных данных этим методом приводит к значению  $A \approx (25-30) \cdot 10^{-8}$  см, которое значительно ниже величины  $A_f = 47 \cdot 10^{-8}$  см, определяющей наименьшую возможную жесткость цепи при полной свободе вращения, и потому не имеет физического смысла.

Полученный результат еще раз наглядно иллюстрирует тот факт, что для полимерных цепей жесткость которых ( $A \approx 80 \cdot 10^{-8}$  см) в 3–5 раз превосходит жесткость типичных гибкоцепных полимеров в области ММ в несколько десятков тысяч, влияние эффектов исключенного объема на конформационные и гидродинамические характеристики ничтожно мало и может не приниматься во внимание. Этот вывод вполне соответствует предсказаниям теории, согласно которой параметр исключенного объема  $z$  как для гибкоцепного, так и для жесткоцепного полимера пропорционален отношению  $(M_L/A)^{1/2}$  [10] и следовательно при увеличении жесткости  $A$  в 3–5 раз уменьшается в 5–10 раз.

Исследование ДЛП осложнялось поглощающей способностью окрашенных растворов ПИ, что потребовало особой тщательности при определении

молекулярных характеристик (в первую очередь углов ориентации ДЛП) в маловязком органическом растворителе. Измеряемое двойное лучепреломление  $\Delta n$  для всех образцов ПИ-1 и ПИ-2 как в МП, так и в  $H_2SO_4$  положительно по знаку и пропорционально напряжению сдвига  $\Delta \tau = g(\eta - \eta_0)$ , где  $g$  — градиент скорости потока,  $\eta$  и  $\eta_0$  — вязкости раствора и растворителя соответственно. Значения приведенного ДЛП

$$[\eta]/[\eta] = \lim_{\substack{g \rightarrow 0 \\ c \rightarrow 0}} \left( \frac{\Delta n}{gc\eta_0} \right) / \lim_{\substack{c \rightarrow 0}} \frac{(\eta - \eta_0)}{c}$$

и значения оптического коэффициента сдвига  $\Delta n/\Delta \tau = \Delta n/[g(\eta - \eta_0)]$  представлены для исследованных полимеров ПИ-1, ПИ-2 в табл. 1 и 2 соответственно. Зависимость угла ориентации ( $\pi/4$ ) —  $\chi$  от градиента скорости  $g$  в МП имела аномальный характер. Низкие характеристические значения  $[\eta]$  и  $[\chi]$ , полученные для образцов ПИ-1 в сернокислотном растворителе, могут свидетельствовать как о разрыве связи С—N в пятичленном цикле, так и о некоторой деструкции молекул полипиромеллитимида в  $H_2SO_4$ .

Существенно иная ситуация наблюдалась при исследовании ДЛП в растворах ПИ-2. Совпадение вязкостных и оптических характеристик молекул ПИ-2 в сернокислотном и органическом растворителях (табл. 2) свидетельствует об отсутствии деструкции молекул ПИ-2 в  $H_2SO_4$ . Характер зависимости  $\chi = f(g)$  (рис. 4) подтверждает молекулярность растворов ПИ-2 как в МП, так и в  $H_2SO_4$ . Характеристические значения  $[\chi/g] = \lim_{\substack{g \rightarrow 0 \\ c \rightarrow 0}} (\chi/g)$

(рис. 5) представлены в табл. 2. Там же содержатся коэффициенты  $G$ , вычисленные по формуле (4)

$$G = \frac{[\chi/g]RT}{M_{sp}[\eta]\eta_0} \quad (4)$$

Среднее экспериментальное значение по образцам ПИ-2  $G = 0,58 \pm 0,07$  в МП и  $G = 0,65 \pm 0,13$  в  $H_2SO_4$ , что близко к теоретическим значениям  $G = 0,5 - 0,67$  для кинетически жестких гауссовых клубков с различной степенью протекания [13]. Последнее обстоятельство имеет важное значение, поскольку оправдывает использование коэффициента  $G = 0,6$  при расчете молекулярных масс  $M_\chi$  по формуле (4) и экспериментальным значениям  $[\chi/g]$  и  $[\eta]$ . Кроме того, близость полученных значений  $G$  молекул ПИ-2 в органическом и сернокислотном растворителях подтверждает отсутствие деструкции его молекул в  $H_2SO_4$ .

Из данных табл. 1, 2 и рис. 6 следует, что величина  $[\eta]/[\eta]$  в каждом гомологическом ряду остается практически постоянной. Это позволяет считать полученные значения предельными  $[\eta]/[\eta]_\infty$ , соответствующими гауссовой области оптических свойств. Некоторое возрастание  $[\eta]/[\eta]$  с ростом ММ для гомологического ряда ПИ-2 может быть связано с проявлением эффекта макроформы  $[\eta]/[\eta]_\gamma$ , учет которого по формуле [10]

$$\frac{[\eta]}{[\eta]_\gamma} = 0,232\Phi(n^2+2)^2 M \left( \frac{dn}{dc} \right)^2 / \pi N_A RT n \quad (5)$$

снижает величину  $[\eta]/[\eta]_\infty = 70 \cdot 10^{-10}$  см·с<sup>2</sup>·г<sup>-1</sup> на 4%. Таким образом, сравнение величин приведенного двойного лучепреломления, соответствующих сегментной анизотропии молекул ПИ-1,2 показывает, что они отличаются примерно вдвое  $[\eta]/[\eta]_{\text{сп-1}} = 33 \cdot 10^{-10}$  см·с<sup>2</sup>·г<sup>-1</sup>,  $[\eta]/[\eta]_{\text{сп-2}} = 65 \cdot 10^{-10}$  см·с<sup>2</sup>·г<sup>-1</sup>.

Пользуясь формулой Куна [4, 10]

$$\frac{[\eta]}{[\eta]_\gamma} = \frac{4\pi(n^2+2)^2}{45kTn} \beta A \quad (6)$$

и учитывая одинаковую равновесную жесткость полиимидов  $A = 80 \cdot 10^{-8}$  см,

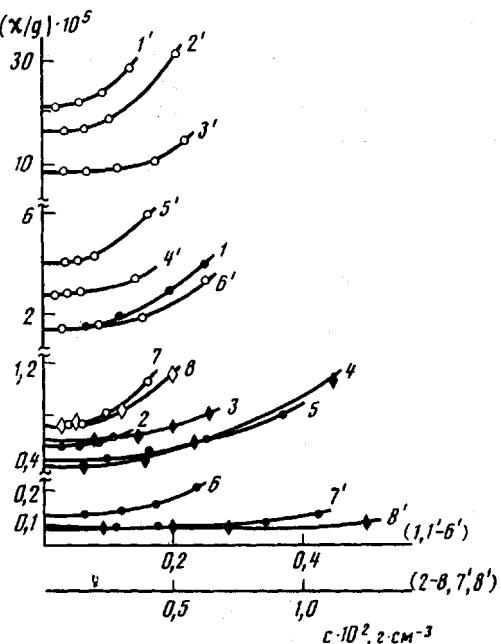


Рис. 5. Зависимость начальных наклонов ( $\chi/g$ ) от концентрации с для образцов ПИ-2 в серной кислоте (светлые точки) и метилпирролидоне (темные точки). Цифры соответствуют номерам образцов в табл. 2

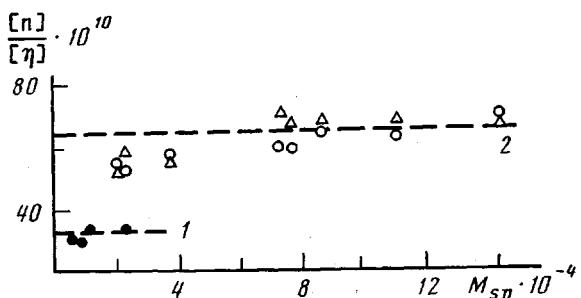


Рис. 6. Зависимость  $[\eta]/[\eta]$  от  $M$  для образцов ПИ-1 в метилпирролидоне (темные точки) и для образцов ПИ-2 в метилпирролидоне (светлые точки) и в серной кислоте (треугольники)

получаем примерно двукратное отличие оптической анизотропии единицы длины  $\beta$  исследованных структур  $\beta_{\text{ПИ-1}}=5 \cdot 10^{-17} \text{ см}^2$ ,  $\beta_{\text{ПИ-2}}=11 \cdot 10^{-17} \text{ см}^2$ .

Возможный вклад анизотропии микроформы  $\beta_{fs}$  [4, 10]

$$\beta_{fs} = \frac{M_L}{2\pi N_A \bar{V}_{yd}} \left( \frac{dn}{dc} \right)^2 \quad (7)$$

уменьшает абсолютные значения  $\beta_{\text{ПИ-1}}$  и  $\beta_{\text{ПИ-2}}$  на 40%, однако не устраивают разницу между ними, обусловленную, по нашему мнению, различием химической структуры ПИ.

Применение в синтезе ПИ диангидрида — 1,4,5,8-нафталинтетракарбоновой кислоты позволило получить более высокомолекулярные образцы, образующие молекулярно-дисперсные и стабильные растворы как в органическом, так и в сернокислотном растворителях, что значительно расширило возможности экспериментальных исследований ПИ. Проведенные сравнительные исследования ПИ-1 и ПИ-2 показали, что молекулы обоих полимеров характеризуются в растворах повышенной равновесной жесткостью  $A=80 \cdot 10^{-8} \text{ см}$ , обусловленной геометрическими размерами мономерного звена при относительно слабой заторможенности вращения в цепи

$\sigma=1,3$ , а различия в значениях оптической анизотропии, очевидно, вызваны присутствием в цепи одного из них более анизотропного нафталинового цикла.

Авторы благодарят Н. П. Евлампиеву за проведение измерений двойного лучепреломления ряда образцов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Коршак В. В., Рusanов А. Л., Маргалитадзе Ю. Н., Фидлер С. Х., Серков Б. Б., Дихтерев П. В. // Высокомолек. соед. Б. 1986. Т. 28. № 8. С. 584.
2. Бессонов М. И., Когон М. М., Кудрявцев В. В., Лайус Х. А. Полиимиды – класс термостойких полимеров. Л., 1983. 328 с.
3. Выгодский Я. С., Молодцова Е. Д., Виноградова С. В., Тимофеева Г. И., Павлова С. А., Коршак В. В. // Высокомолек. соед. Б. 1979. Т. 21. № 2. С. 100.
4. Цветков В. Н., Эскин В. Е., Френкель С. Я. Структура макромолекул в растворах. М., 1964. 720 с.
5. Пеньков С. Н., Степаненко В. З. // Оптика и спектроскопия. 1963. Т. 14. № 4. С. 156.
6. Цветков В. Н., Коломиец И. П., Лезов А. В., Степченков А. С. // Высокомолек. соед. А. 1983. Т. 25. № 6. С. 1326.
7. Hearst J. E., Stockmayer W. H. // J. Chem. Phys. 1962. V. 37. № 7. P. 1425.
8. Yamakawa H., Fujii M. // Macromolecules. 1973. V. 6. № 3. P. 407.
9. Бирштейн Т. М. // Высокомолек. соед. А. 1977. Т. 19. № 1. С. 54.
10. Цветков В. Н. Жесткоцепные полимерные молекулы. Л., 1986. 380 с.
11. Stockmayer W. H., Fixman M. // J. Polymer Sci. 1963. № 1. P. 137.
12. Cowie J. M. G., Bywater S. // Polywater. 1965. V. 6. № 4. P. 197.
13. Chaeffey Ch. // J. Chem. Phys. 1966. V. 63. № 10. P. 1358.

Научно-исследовательский институт физики  
при Ленинградском государственном  
университете им. А. А. Жданова

Поступила в редакцию  
28.III.1988

Институт элементоорганических соединений  
им. А. Н. Несмеянова АН СССР

#### CONFORMATIONAL PROPERTIES AND OPTICAL ANISOTROPY OF SOME AROMATIC POLYIMIDES MOLECULES

Pogodina N. V., Mel'nikov A. B., Bogatova I. N.,  
Tsvetkov V. N., Коршак В. В., Vinogradova S. V.,  
Rusanov A. L., Ponomarev I. I., Margalitadze Yu. N.

#### Summary

Two aromatic polyimides having the different structure of the repeating unit have been comparatively studied by viscometry, translational diffusion, velocity sedimentation and flow birefringence methods. The both polymers molecules are shown to be characterized by enhanced equilibrium rigidity  $A=80 \cdot 10^{-8}$  cm and slight retardation of rotation  $\sigma=1,3$ , while the difference in values of optical anisotropy  $\beta=(5-11) \cdot 10^{-17}$  cm<sup>2</sup> is related with the presence of one of the most anisotropic naphthalene cycle.