

УДК 541.64:539.199

**КОНФОРМАЦИЯ ЦЕПЕЙ И ЖЕСТКОСТЬ АРОМАТИЧЕСКИХ
ПОЛИИМИДОВ С ОДНОЙ ШАРНИРНОЙ ГРУППИРОВКОЙ
В ДИАНГИДРИДНОМ КОМПОНЕНТЕ**

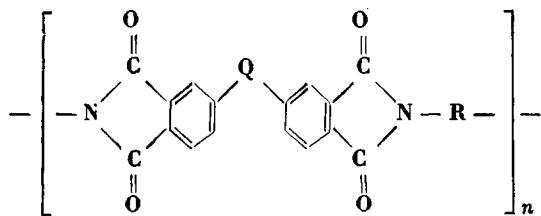
Гинзбург Б. М., Магдалёв Е. Т.

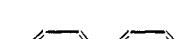
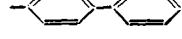
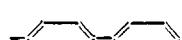
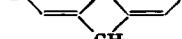
Рентгенографическим методом в сочетании с упругим растяжением непосредственно в дифрактометре исследованы высокоориентированные волокна из ароматических ПИ на основе диангидридов тетракарбоновых кислот с шарнирной группировкой между бензольными кольцами и ароматических диаминов. Для определения конформаций и податливости цепей в кристаллической решетке применен единый подход, основанный на использовании соотношений Миязава. Рассчитанные значения коэффициентов податливости хорошо согласуются с экспериментальными, полученными по модулю упругости кристаллических решеток вдоль полимерных цепей. Сделана оценка констант деформации углов внутреннего вращения.

В работах [1–6] были определены коэффициенты податливости γ цепей в кристаллических решетках ряда ароматических ПИ при растяжении вдоль цепи. По упругим свойствам решеток и цепей в решетках в отдельную группу были выделены ПИ с одной шарнирной группировкой в диангидридном компоненте (табл. 1), что соответствовало выделению этой же группы в известной классификации ПИ по химическому строению составного повторяющегося звена [7]. Для ПИ этой группы (обозначения ПИ в табл. 1) ДФОПФ и ДФОБ на основе геометрических соображений и некоторых структурных данных ранее рассматривали возможные конформации молекул в кристаллической решетке [8]. Однако из-за отсутствия данных о силовых константах деформации углов внутреннего вращения

Таблица 1

Строение и характеристики исследованных ПИ



$-R-$	$-Q-$	Обозначение	Период c' , нм	Модуль упругости решетки вдоль цепи (эксперимент), ГН/м ²
	$-O-$ $\text{---}\overset{\text{O}}{\parallel}\text{---}$	ДФОПФ	1,698	210
	$-O-$ $\text{---}\overset{\text{O}}{\parallel}\text{---}$	БФТПФ	1,725	150
	$-O-$ $\text{---}\overset{\text{O}}{\parallel}\text{---}$	ДФОБ	2,130	190
	$-O-$ $\text{---}\overset{\text{O}}{\parallel}\text{---}$	БФТБ	2,156	220
	$-O-$	ДФОФ	2,110	170

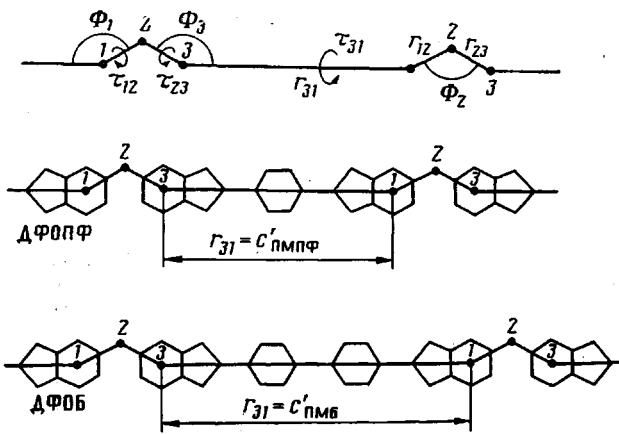


Рис. 1

Рис. 1. Общая схема строения цепей исследованных ПИ с одной шарнирной группировкой в диангидридном компоненте

Рис. 2. Схема конформации участка цепи, содержащего два стержневидных фрагмента; внизу проекция вдоль вертикального направления (вдоль оси молекулы или с-оси кристаллической решетки). Наклон стержневидных фрагментов к оси молекулы сильно преувеличен; их проекции на базисную плоскость (отрезки $A'_1B'_1$ и $A'_2B'_2$) очень малы и изображены лишь для строгости рассмотрения

ния был проведен [3] лишь оценочный расчет γ для плоских конформаций цепей в предположении, что близость конформаций к стержневидной оправдывает плоскостное приближение.

В данной работе для расчета γ и конформаций цепей применена методика, основанная на использовании соотношений Миязава, которые связывают период спиральной цепи с геометрическими параметрами составляющих ее элементов [9], а дифференцирование этих соотношений позволяет выразить деформацию цепи под действием внешней силы через силовые константы деформации тех же элементов цепи [10, 11]. С учетом единства подхода для оценки конформаций цепей и γ , совокупности экспериментальных данных о структуре и податливости цепей двух весьма близких по химическому строению ПИ из указанной группы, совокупности данных о ПИ других групп в настоящей работе ставили задачи оценить силовые константы деформации углов внутреннего вращения в цепях исследуемых ПИ, вклад различных фрагментов цепей в податливость цепи в целом, степень приближенности расчетов γ , сделанных для плоских конформаций цепей.

Общая схема строения цепей исследованной группы ПИ представлена в верхней части рис. 1. Для упрощения будем считать, что составное повторяющееся звено состоит из трех стержневидных участков длиной r_{12} , r_{23} , r_{31} ; Φ_1 , Φ_2 , Φ_3 — валентные углы между ними; τ_{12} , τ_{23} , τ_{31} — углы внутреннего вращения при переходе от одного участка к другому. В дальнейшем рассматриваем ДФОПФ и ДФОБ (нижняя часть рис. 1). Ряд геометрических параметров цепей либо определен экспериментально [1, 6] (r_{31} ДФОПФ = $-1,228 \pm 0,001$ нм, r_{31} ДФОБ = $1,658 \pm 0,001$ нм, $\Phi_2 = 132 \pm 2^\circ$), либо очевиден ($\Phi_1 = \Phi_3 = 150^\circ$), либо получен путем комбинации собственных и литературных данных [1, 12] ($r_{12} = r_{23} = 0,275 \pm 0,005$ нм).

Ранее между сильными меридиональными рефлексами на рентгенограммах волокон из ДФОПФ и ДФОБ удалось наблюдать дополнительные слабые рефлексы, свидетельствующие о том, что в период идентичности c' вдоль цепи ДФОПФ входит три повторяющихся звена (или число, кратное трем), а в период ДФОБ — два (или число, кратное двум) [3]. Из ра-

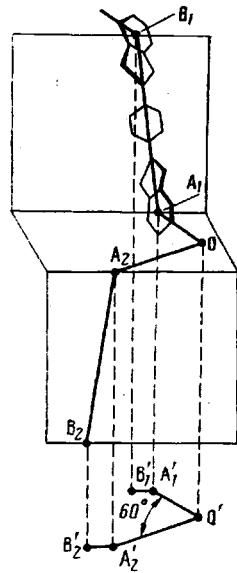


Рис. 2

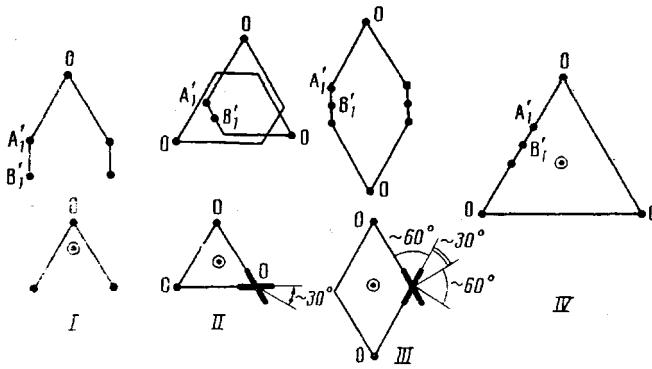


Рис. 3. Проекции наиболее вероятных конформаций ДФОПФ и ДФОБ на базисную плоскость. В верхнем ряду даны изображения с учетом проекций стержневидных фрагментов; из-за чрезвычайной малости этих проекций их можно не изображать (нижний ряд). Жирными и тонкими линиями около атомов О показано расположение плоскостей соответственно бензимидных и бензольных циклов. Кружком с точкой в центре обозначено расположение оси молекулы, проходящей через центр тяжести. Расстояния от оси до вершин деформируемых углов представляют собой плечи моментов сил, деформирующих эти углы

бот [3, 8] следовало также, что стержневидные участки r_{31} почти параллельны оси текстуры (отклонение $\leq 10^\circ$). Схема отрезка цепи, включающего два стержневидных участка, представлена на рис. 2. Угол при атоме О в проекции на базисную плоскость составляет $\sim 60^\circ$. Различные конформации цепей можно получить, комбинируя направления углов внутреннего вращения между бензимидными циклами и бензольными кольцами (что приводит к вариации углов τ_{31}) и знаки углов τ_{12}, τ_{23} . Однако считая, что $|\tau_{12}| = |\tau_{23}|$, а углы между одинаковыми фрагментами идентичны в обоих полимерах, и учитывая условия $c \approx 3nc'$ для ДФОПФ и $c \approx 2nc'$ для ДФОБ (c' – составная часть повторяющегося звена на ось молекулы, n – целое число), получим наиболее вероятные конформации, проекции которых на базисную плоскость изображены на рис. 3.

В случае конформации I в период c входит четыре звена, два дают проекцию $B'_1A'_1O A_2'B'_2$, два последующих повторяют ее в обратном направлении; для симметрии цепи характерно наличие плоскости скользящего отражения. Конформация III – спираль 2/1. Конформации II и IV представляют собой спираль 3/1. Конформации I и III соответствуют рентгенографическим данным для ДФОБ, а II и IV – для ДФОПФ. Дальнейший отбор возможных конформаций проведем, исходя из экспериментальных значений γ . Конформации I–IV должны обладать различной податливостью, так как плечи моментов сил, деформирующих углы Φ_i и τ_{ij} , возрастают от конформации I к конформации IV. Однако из экспериментов [4] следует, что γ для ДФОПФ меньше, чем для ДФОБ. Этому условию удовлетворяют конформации II для ДФОПФ и III для ДФОБ. Именно эти конформации будем анализировать далее.

Согласно уравнениям Миязава [9], параметры молекулярной спирали, состоящей из звеньев, представленных на рис. 1, связаны соотношениями

$$\begin{aligned}
 c' \sin(\beta/2) &= (r_{12} + r_{23} + r_{31}) \sin(\tau_{12}/2 + \tau_{23}/2 + \tau_{31}/2) \sin(\Phi_1/2) \sin(\Phi_2/2) \cdot \\
 &\cdot \sin(\Phi_3/2) - (-r_{12} + r_{23} + r_{31}) \sin(-\tau_{12}/2 + \tau_{23}/2 + \tau_{31}/2) \cos(\Phi_1/2) \cos(\Phi_2/2) \cdot \\
 &\cdot \sin(\Phi_3/2) - (r_{12} - r_{23} + r_{31}) \sin(\tau_{12}/2 - \tau_{23}/2 + \tau_{31}/2) \sin(\Phi_1/2) \cos(\Phi_2/2) \cdot \\
 &\cdot \cos(\Phi_3/2) - (r_{12} + r_{23} - r_{31}) \sin(\tau_{12}/2 + \tau_{23}/2 - \tau_{31}/2) \cos(\Phi_1/2) \sin(\Phi_2/2) \cdot \\
 &\cdot \cos(\Phi_3/2)
 \end{aligned} \tag{1}$$

$$\begin{aligned}
 \cos(\beta/2) &= \cos(\tau_{12}/2 + \tau_{23}/2 + \tau_{31}/2) \sin(\Phi_1/2) \sin(\Phi_2/2) \sin(\Phi_3/2) - \\
 &- \cos(-\tau_{12}/2 + \tau_{23}/2 + \tau_{31}/2) \cos(\Phi_1/2) \cos(\Phi_2/2) \sin(\Phi_3/2) - \cos(\tau_{12}/2 - \tau_{23}/2 + \\
 &+ \tau_{31}/2) \sin(\Phi_1/2) \cos(\Phi_2/2) \cos(\Phi_3/2) - \cos(\tau_{12}/2 + \tau_{23}/2 - \tau_{31}/2) \cos(\Phi_1/2) \cdot \\
 &\cdot \sin(\Phi_2/2) \cos(\Phi_3/2),
 \end{aligned} \tag{2}$$

где β — угол поворота вокруг оси полимерной спиралы при переходе от одного повторяющегося звена к другому. При выбранном направлении вращения молекулярных спиралей для конформации II (ДФОПФ) имеем $\beta = -240^\circ$, для конформации III (ДФОБ) $\beta = -180^\circ$. Решая уравнения (1) и (2) для ДФОПФ, получим $\tau_{12} \approx (218 \pm 2)^\circ$, $\tau_{31} \approx (51 \pm 2)^\circ$; для ДФОБ: $\tau_{12} \approx \approx (218 \pm 2)^\circ$, $\tau_{31} \approx (112 \pm 2)^\circ$. При другой системе отсчета углов, отличной от выбранной Миязава, получим $\tau_{12} = 218^\circ - 180^\circ = 38^\circ$, что хорошо согласуется с результатами квантовохимических расчетов [13]. Разность углов τ_{31} для обоих полимеров обусловлена, очевидно, углом между плоскостями бензольных ядер в молекуле ДФОБ; следовательно, этот угол $\approx (60 \pm 4)^\circ$, а угол между плоскостями бензольного ядра и бензимидного цикла равен половине угла τ_{31} для ДФОПФ, т. е. $(26 \pm 1)^\circ$. Некоторое несоответствие углов между циклами углам, указанным на рис. 3, может быть одной из причин неточного соответствия конформаций цепей спиралям 3/1 и 2/1.

Запишем выражение γ через параметры молекулярной спирали

$$\gamma = \sum_n (\partial c' / \partial R_n)^2 / K_n = \sum_n \gamma_n (\partial c' / \partial R_n)^2, \quad (3)$$

где R_n — обобщенные координаты (r_{ij} или Φ_i или τ_{ij}); K_n — упругие постоянные или силовые константы деформации этих координат (обозначим их соответственно k_{ij} , H_i и F_{ij}); γ_n — коэффициенты податливости тех же координат, обратные по величине значениям K_n . Дифференцируя уравнения (1) и (2) по выбранной координате R_n и подставляя в полученное выражение численные значения параметров, найдем численные значения $\partial c' / \partial R_n$ (табл. 2). Участки r_{31} в исследуемых ПИ представляют собой составные повторяющиеся звенья стержневидных ПИ, податливость которых была определена ранее [1, 6]. Поэтому для ДФОПФ имеем $k_{31} = -42 \text{ Н/м}$; для ДФОБ $k_{31} = 31 \text{ Н/м}$. Податливость виртуальной связи r_{12} равна $\gamma_{12} = 1/k_{12} = 0,5 \cdot 10^{-2} \text{ м/Н}$ и получена как сумма податливости связи CO ($\approx 0,2 \cdot 10^{-2} \text{ м/Н}$ — среднее значение по литературным данным [14, 15]) и половины податливости бензольного кольца, определенной ранее [1, 6]. Прежде чем провести оценку H_i , заметим, что связи r_{12} и r_{23} лежат в плоскостях, которые наклонены к связям r_{31} не более чем на 20° [8]; тогда можно положить связи r_{12} , r_{23} и r_{31} лежащими в одной плоскости. При растяжении цепи вдоль связей r_{31} (рис. 1) изменить углы Φ_1 , Φ_2 и Φ_3 независимо друг от друга невозможно. Введем эффективные упругие постоянные указанных углов. Запишем уравнение потенциальной энергии деформации угла $\Phi_i^{\circ\Phi}$

$$H_i^{\circ\Phi} (\Delta \Phi_i^{\circ\Phi})^2 / 2 = H_1 (\Delta \Phi_1)^2 + H_2 (\Delta \Phi_2)^2 / 2$$

Учитывая, что $\Delta \Phi_1 = \Delta \Phi_2 / 2 = \Delta \Phi_1^{\circ\Phi}$, получим $2H_1 + 4H_2 = H_1^{\circ\Phi}$. Аналогично для угла $\Phi_2^{\circ\Phi}$ имеем $H_2^{\circ\Phi} (\Delta \Phi_2^{\circ\Phi})^2 / 2 = H_1 (\Delta \Phi_1)^2 + H_2 (\Delta \Phi_2)^2 / 2$; $\Delta \Phi_2 = 2\Delta \Phi_1 = -\Delta \Phi_2^{\circ\Phi}$, $H_1 / 2 + H_2 = H_2^{\circ\Phi}$. Значение $H_1 = 2,1 \cdot 10^{-18} \text{ Н}\cdot\text{м}/\text{рад}$ было определено ранее [5]. Анализ литературы показывает, что силовые постоянные деформации угла СОС лежат в интервале значений $(0,7-1,8) \cdot 10^{-18} \text{ Н}\cdot\text{м}/\text{рад}$ [14, 15]. Тогда, с учетом этого интервала $H_1^{\circ\Phi} = H_2^{\circ\Phi} = (7,0-11,4) \cdot 10^{-18} \text{ Н}\cdot\text{м}/\text{рад}$; $H_2^{\circ\Phi} = (1,7-2,8) \cdot 10^{-18} \text{ Н}\cdot\text{м}/\text{рад}$. Силовые постоянные углов внутреннего вращения имеют обычно порядок $10^{-19} \text{ Н}\cdot\text{м}/\text{рад}$. Поэтому для

Таблица 2

Значения $\partial c' / \partial R_n$ для ДФОПФ и ДФОБ

R_n	$\partial c' / \partial R_n^*$		R_n	$\partial c' / \partial R_n^*$		R_n	$\partial c' / \partial R_n^*$	
	ДФОПФ	ДФОБ		ДФОПФ	ДФОБ		ДФОПФ	ДФОБ
r_{12}	0,86 ₆	0,86 ₉	Φ_1	0,089 ₈	0,048 ₆	τ_{12}	-0,010	0,025 ₇
r_{23}	0,86 ₆	0,86 ₉	Φ_2	0,006	0,099 ₅	τ_{23}	-0,010	0,025 ₇
r_{31}	0,99 ₇	0,99 ₈	Φ_3	0,089 ₈	0,048 ₆	τ_{31}	0,009	0,055 ₅

* Величины $\partial c' / \partial r_{ij}$ безразмерны, а $\partial c' / \partial \tau_{ij}$ и $\partial c' / \partial \Phi_i$ — выражены в нм/рад.

ДФОПФ с учетом малости коэффициентов $\partial c'/\partial \tau_{ij}$ соответствующими членами в уравнении (3) можно в первом приближении пренебречь. Тогда, подставляя в это уравнение известные данные, для ДФОПФ получим $\gamma_{dfopf} = (3,2-3,3) \cdot 10^{-2}$ м/Н. В случае ДФОБ коэффициенты $\partial c'/\partial \tau_{ij}$ значительно больше, и пренебрежение вкладом углов внутреннего вращения приведет к более существенным отклонениям рассчитанных значений γ от экспериментальных. Поэтому теперь воспользуемся тем обстоятельством, что ДФОПФ и ДФОБ близки по строению, и, подставив для каждого из них известные коэффициенты в уравнение (3), получим

$$(\gamma_{dfob} - \gamma_{dfopf}) = [(1,0-1,3) \cdot 10^{-2} + (0,11/F_{12} + 0,30/F_{31}) \cdot 10^{-20}] \text{ м/Н}$$

Приравняем это выражение разности экспериментальных значений [3] $\gamma_{dfob} - \gamma_{dfopf} = (1,5 \pm 0,2) \cdot 10^{-2}$ м/Н. Далее приравнивая поочередно члены с F_{12} и F_{31} нулю, получим $F_{12} \geq 2 \cdot 10^{-19}$ Н·м/рад; $F_{31} \geq 4 \cdot 10^{-19}$ Н·м/рад. Тогда с учетом оценки F_{12} и F_{31} (что приводит к увеличению возможного разброса данных) имеем $\gamma_{dfopf} \leq 3,5 \cdot 10^{-2}$ м/Н; $\gamma_{dfob} \leq 5,2 \cdot 10^{-2}$ м/Н. Плоская модель конформаций цепей [3] приводила при расчетах практически к тем же результатам в случае ДФОПФ ($3,2 \cdot 10^{-2}$ м/Н) и к заниженным значениям ($4,3 \cdot 10^{-2}$ м/Н) для ДФОБ. Это объясняется тем, что вклады податливости углов внутреннего вращения, которыми пренебрегали в работе [3], в общую податливость цепи ДФОПФ составляют не более 4% и могут составить до 30% в случае ДФОБ, что в свою очередь обусловлено изменением радиуса молекулярной спирали при переходе от ДФОПФ к ДФОБ (рис. 3) и увеличением соответствующих плеч моментов сил, деформирующих углы τ_{ij} . Поскольку нижним пределом γ является значение, полученное без учета податливости углов внутреннего вращения, окончательно получим $\gamma_{dfopf} = (3,2-3,5) \cdot 10^{-2}$ м/Н; $\gamma_{dfob} = (4,3-5,2) \cdot 10^{-2}$ м/Н. В обоих случаях имеем хорошее согласие с экспериментом [3]: $\gamma_{dfopf} = (3,5 \pm 0,1) \cdot 10^{-2}$ м/Н; $\gamma_{dfob} = (5,0 \pm 0,1) \cdot 10^{-2}$ м/Н.

Вклады P_i отдельных фрагментов в общую податливость звена составляют: для ДФОПФ — $P_{\Phi_1} + P_{\Phi_2} \leq 6\%$; $P_{\Phi_2} \sim 0$; $P_{r_{12}} + P_{r_{23}} \leq 3\%$; $P_{\tau_{31}} \leq 1\%$; $P_{r_{31}} \geq 68\%$; $P_{r_{12}} + P_{r_{23}} \geq 22\%$; для ДФОБ — $P_{\Phi_1} + P_{\Phi_2} \leq 1\%$; $P_{\Phi_2} \leq 11\%$; $P_{r_{12}} + P_{r_{23}} \leq 13\%$; $P_{\tau_{31}} \leq 15\%$; $P_{r_{31}} \geq 45\%$; $P_{r_{12}} + P_{r_{23}} \geq 15\%$.

Отметим, что вклады в податливость эквивалентны вкладам в энергию деформации звена. Рассмотрим особенности «раскладки» податливости по фрагментам. В случае ДФОПФ угол Φ_2 практически не деформируется, тогда как в случае ДФОБ тот же угол вносит заметный вклад в податливость цепи, что связано с различным расположением угла в обоих полимерах относительно направления внешней силы (оси молекулы). В обоих полимерах подавляющий вклад в податливость цепей вносит продольная деформируемость стержневидных участков — минимум 90% в ДФОПФ и минимум 60% в ДФОБ.

Из химических формул других ПИ исследованной группы следует, что они должны быть аналогичны по конформации ДФОПФ и ДФОБ, т. е. иметь длинные стержневидные участки, расположенные параллельно оси молекулярной спирали и на небольшом расстоянии от нее. Это соображение подтверждается (табл. 1) как близостью значений c' для ДФОПФ и БФТПФ, с одной стороны, и ДФОБ, БФТБ и ДФОФ, с другой, так и тем, что разность значений c' для БФТБ и БФТПФ (так же, как и для ДФОБ и ДФОПФ) составляет $0,430 \pm 0,002$ нм, т. е. как раз длину группы, на которую различаются участки r_{31} . Сходство конформационного строения цепей в кристаллических решетках проявляется и в близости значений модуля упругости E_k кристаллической решетки вдоль направления цепи (табл. 1).

Одно из основных применений ПИ — получение термостойких волокон и пленок. Термостойкость их молекулярных фрагментов в первую очередь определяется химическим строением повторяющегося звена. Поэтому при обычном термическом анализе полимерных аналогов с одинаковым набором типов химических связей должны получаться одинаковые «термостойкости» — температуры, при которых начинается разрушение макромолекул. Иное дело, когда волокно или пленка находятся под нагрузкой. При

идентичности имеющихся фрагментов повторяющегося звена может произойти резкое перераспределение термической стабильности фрагментов вследствие их разной «энергетической загруженности», обусловленной различным конформационным строением. Таким образом, наряду с обычными исследованиями термостойкости ненагруженных систем могут быть развиты исследования термостойкости под нагрузкой, поскольку термостойкость полимеров в условиях эксплуатации под нагрузкой определяется не только химическим строением составного повторяющегося звена, но и конформацией цепи полимера.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гинзбург Б. М., Магдалёв Е. Т., Волосатов В. Н., Прокопчук Н. Р., Френкель С. Я. Механика полимеров, 1976, № 5, с. 771.
2. Гинзбург Б. М., Магдалёв Е. Т., Волосатов В. Н., Прокопчук Н. Р., Френкель С. Я. Высокомолек. соед. Б, 1976, т. 18, № 12, с. 918.
3. Гинзбург Б. М., Магдалёв Е. Т., Волосатов В. Н., Френкель С. Я. Механика полимеров, 1978, № 3, с. 394.
4. Гинзбург Б. М., Магдалёв Е. Т., Волосатов В. Н., Френкель С. Я. Механика полимеров, 1978, № 5, с. 781.
5. Магдалёв Е. Т., Гинзбург Б. М., Волосатов В. Н., Френкель С. Я. Высокомолек. соед. Б, 1980, т. 22, № 2, с. 134.
6. Гинзбург Б. М., Магдалёв Е. Т., Волосатов В. Н., Френкель С. Я. Высокомолек. соед. Б, 1981, т. 23, № 9, с. 701.
7. Адррова Н. А., Бессонов М. И., Лайус Л. А., Рудаков А. П. Полиимида — новый класс термостойких полимеров. Л.: Наука, 1968, с. 211.
8. Магдалёв Е. Т. Высокомолек. соед. Б, 1978, т. 20, № 2, с. 132.
9. Miyazawa T. J. Polymer Sci., 1961, v. 55, № 161, p. 215.
10. Shimanouchi T., Asahina M., Enomoto S. J. Polymer Sci., 1962, v. 59, № 167, p. 93.
11. Enomoto S., Asahina M. J. Polymer Sci., 1962, v. 59, № 167, p. 101.
12. Бокий Г. Б. Кристаллохимия. М.: Наука, 1971, с. 400.
13. Зубков В. А., Бирштейн Т. М., Милевская И. С. Высокомолек. соед. А, 1975, т. 17, № 9, с. 1955.
14. Грибов Л. А. Введение в молекулярную спектроскопию. М.: Наука, 1976, с. 400.
15. Гордон А., Форд Р. Спутник химика. М.: Мир, 1976, с. 541.

Институт высокомолекулярных
соединений АН СССР

Поступила в редакцию
8.VII.1985

CHAIN CONFORMATION AND RIGIDITY OF AROMATIC POLYIMIDES HAVING ONE HINGE FRAGMENT IN DIANHYDRIDE COMPONENT

Ginzburg B. M., Magdalev Ye. T.

Summary

High-oriented fibers of aromatic polyimides on the basis of dianhydrides of tetracarboxylic acids having the hinge fragment between benzene rings and aromatic amines have been studied by X-ray analysis in combination with elastic stretching of samples in diffractometer. The conformation and compliance of chains in the crystalline lattice have been determined using the Miyazawa expressions. The calculated values of compliance coefficients coincide with experimental ones obtained from the elasticity modulus of crystalline lattices along the polymer chains. The strain constants of internal rotation angles have been evaluated.