

ВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНЫЕ

Том (A) XXII

СОЕДИНЕНИЯ

№ 4

1980

УДК 541.64:535.556

ЭФФЕКТ ФОРМЫ В ДВОЙНОМ ЛУЧЕПРЕЛОМЛЕНИИ РАСТВОРОВ СТЕРЕОКОМПЛЕКСОВ ПОЛИМЕТИЛМЕТАКРИЛАТА

Мекеницкая Л. И., Голова Л. К., Америк Ю. Б.

Исследованы приведенные оптическая анизотропия и угол ориентации растворов стереокомплексов полиметилметакрилата в диметилформамиде и диоксане. Показано, что в наблюдаемый эффект двойного лучепреломления стереокомплексов в указанных растворителях основной вклад вносит эффект микроформы. Вычислены радиус инерции ассоциатов, состоящих из частиц стереокомплексов, и индивидуальных частиц. Полученные динамооптические и гидродинамические характеристики позволяют высказать предположение, что стереокомплексы представляют собой палочкообразные частицы, а ассоциаты, образуемые ими, — совокупность трех-четырех однородноориентированных частиц.

В работах [1—3] было изучено двойное лучепреломление в потоке растворов стереокомплексов ПММА, образующихся при смешении растворов стереоизомерных форм ПММА или полученных в процессе полимеризации. Эти исследования, проведенные при отсутствии в двойном лучепреломлении эффекта формы [4], показали, что растворы стереокомплексов характеризуются огромными отрицательными значениями оптической анизотропии, указывающими на большую степень упорядоченности структуры этих комплексов в растворе.

В данной работе исследовано двойное лучепреломление растворов стереокомплексов ПММА, полученных смешением синдиотактического (синдио) и изотактического ПММА (изо) в условиях, когда наблюдаемый эффект двойного лучепреломления обусловлен не только собственной анизотропией частиц, но и их формой, и поэтому позволяет получить информацию о некоторых морфологических свойствах стереокомплексов.

Растворителями, в которых образуются стереокомплексы, служили ДМФ и диоксан, показатели преломления n_s , которых отличаются от показателя преломления n_k полимера.

Для получения стереокомплекса был использован высокомолекулярный изотактический ПММА, полученный полимеризацией метилметакрилата в растворе толуола в присутствии PhMgBr [5], содержащий 96% изотактических триад, со средневесовой молекулярной массой $\bar{M}_w=5,5 \cdot 10^6$ и характеристической вязкостью в толуоле $[\eta]_0^{30}=2,6 \text{ дL/g}$ [6]. Синдиотактический ПММА содержал 77% синдиотактических триад и характеризовался молекулярной массой $\bar{M}_w=0,04 \cdot 10^6$ и характеристической вязкостью в толуоле $0,1 \text{ дL/g}$ [1].

Динамооптические характеристики вычисляли по результатам измерения величины двойного лучепреломления Δn и углов ориентации ϕ как функций градиента скорости g с использованием данных соответствующих вискозиметрических измерений. Двойное лучепреломление в потоке определяли на приборе, конструкция которого описана в работе [7]. Вязкость η раствора и η_0 растворителя измеряли в капиллярном вискозиметре типа Уббелоде — Гольде, а $[\eta]_0$ — вычисляли из данных измерений кинематической вязкости при различных градиентах скорости сдвига с экстраполяцией данных к условиям $g \rightarrow 0$.

Экспериментально полученные зависимости $\phi(g)$ и $\Delta n=f(g)$ качественно соответствовали ориентационной теории.

На рис. 1 приведен график зависимости углов ориентации ϕ от удельного напряжения сдвига $[g(\eta - \eta_0)]/c$ растворов стереокомплекса с соот-

ношением компонентов синдио : изо = 1 : 1. Видно, что в соответствии с методом Петерлина [8] точки группируются вокруг одной кривой, начальный наклон которой

$$\lim_{\begin{array}{l} g \rightarrow 0 \\ c \rightarrow 0 \end{array}} [(45^\circ - \varphi) / \{g(\eta - \eta_0)/c\}] = [\chi/g]/[\eta]_0 \eta_0$$

дает возможность определить характеристическую величину $[\chi/g]$ угла ориентации в двойном лучепреломлении. Зависимость $[\chi/g]$ от параметра $x = M[\eta]_0 \eta_0 / RT$ (вязкость меняли повышением температуры; значение M взято из работы [1]) также иллюстрирует, как это видно из рис. 2, ориен-

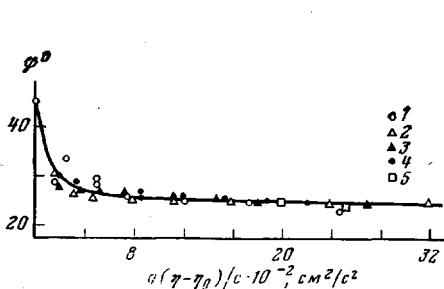


Рис. 1

Рис. 1. Зависимость угла ориентации φ от удельного напряжения сдвига $[g(\eta - \eta_0)]/c$ для растворов стереокомплекса синдио : изо = 1 : 1 в ДМФ при 30° для концентраций 0,05 (1); 0,07 (2); 0,10 (3); 0,12 (4) и 0,15 г/дл (5)

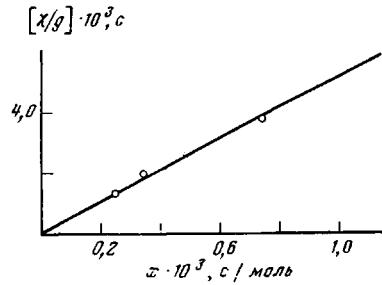


Рис. 2

Рис. 2. Зависимость характеристической величины угла ориентации $[\chi/g]$ от параметра $x = M \cdot [\eta]_0 \eta_0 / RT$ для растворов стереокомплекса синдио : изо = 1 : 1 в ДМФ

тационный характер наблюдаемого двойного лучепреломления в исследуемом интервале вязкости [9—11]. Согласно ориентационной теории [12], величина $[\chi/g]$ позволяет определить коэффициент вращательной диффузии D_r , частиц стереокомплекса из соотношения

$$[\chi/g] = 1/12D_r$$

Радиус инерции r_{D_r} частиц можно вычислить из соотношения

$$r_{D_r} = \left(\frac{kT}{8\pi\eta_0 D_r} \right)^{1/2}$$

В табл. 1 приведены значения $[\chi/g]$, D_r и r_{D_r} при 30° , вычисленные из измерений угла ориентации в растворах ДМФ для стереокомплексов с соотношением компонентов синдио : изо, равным 1 : 1, 2 : 1, а также для образцов изотактического ПММА, использованных для получения комплексов. В этой таблице также приведены значения радиусов инерции для некоторых образцов, вычисленные из измерений рассеяния света растворами в этом же растворителе (радиусы инерции взяты из работы [1], а также вычислены по экспериментальным данным [6]).

Как следует из табл. 1, размеры, вычисленные двумя методами, находятся в удовлетворительном согласии. Наблюдаемое возрастание радиуса инерции стереокомплексов по сравнению с радиусом инерции изотактического ПММА при уменьшении их характеристической вязкости можно, по-видимому, объяснить распрямлением спиралей изотактических макромолекул в частицах стереокомплекса.

Ниже приводятся значения радиусов инерции частиц стереокомплекса синдио : изо = 1 : 1 при различной температуре, вычисленные из измерений угла ориентации.

T°	30	50	70	30 (охлаждение от 70°)
$r_{D_r} \cdot 10^7, \text{ см}$	204	191	184	204

Таблица 1

Гидродинамические характеристики изотактического ПММА
и стереокомплекса ПММА в ДМФ ($T = 30^\circ$)

Образец	$\{\eta\}_{\text{d}, \text{c}/g}$	$\left[\frac{\chi}{g} \right] \cdot 10^4, \text{ c}$	$D_r, \text{ c}^{-1}$	Радиус инерции $r \cdot 10^7$ (см), определенный методом	
				двойного лучепреломления	светорассеяния
Изотактический ПММА (получен на BuLi)	1,90	4,4	189,4	105	108
Изотактический ПММА (получен на PhMgBr)	3,20	17,3	48,0	166	161
Комплекс смешения синдио : изо = 1 : 1 *	0,84	12,7	65,6	149	152
Комплекс смешения синдио : изо = 1 : 1 **	1,75	35,4	23,5	204	—
Комплекс смешения синдио : изо = 1 : 1 **	1,85	27,7	30,1	193	—
Комплекс смешения синдио : изо = 2 : 1 **	1,45	48,7	17,1	233	238

* Комплекс, содержащий изотактический ПММА, полученный на BuLi.

** На PhMgBr.

Таблица 2

Динамооптические характеристики стереокомплекса синдио : синдио = 1 : 1 в ДМФ

T°	$\left[\frac{\Delta n_e}{g(\eta - \eta_0)} \right] \cdot 10^{10}, \text{ g} \rightarrow 0, \text{ c} \rightarrow 0$	$\left[\frac{\Delta n_{\text{сум}}}{g(\eta - \eta_0)} \right] \cdot 10^{10}, \text{ g} \rightarrow 0, \text{ c} \rightarrow 0$	$\left[\frac{\Delta n_{f_g}}{g(\eta - \eta_0)} \right] \cdot 10^{10}, \text{ g} \rightarrow 0, \text{ c} \rightarrow 0$	$s \cdot 10^{-4}$
30	-1815	+168	+1983	1,1
50	-1618	+168	+1786	0,75
70	-673	+72	+745	0,3
30 *	-3820	+225	+4025	2,3

* Образец охлаждали от 70 до 30°.

Из приведенных данных видно, что радиус инерции стереокомплекса несколько уменьшается с повышением температуры и принимает прежнее значение при охлаждении. Такая зависимость может быть обусловлена существованием ассоциатов из частиц стереокомплексов, которые разрушаются выше 50° и образуются вновь при охлаждении растворов [13]. Однако, как следует из вышеприведенных данных, разрушение ассоциатов сопровождается незначительным изменением радиуса инерции. Это позволяет предположить, что радиус инерции ассоциатов из частиц стереокомплексов определяется в основном радиусом инерции индивидуальных частиц. Действительно, при сравнительно небольшом числе однородно-ориентированных частиц в ассоциате его радиус инерции может меняться незначительно.

О высокой организации, существующей в растворах частиц стереокомплексов в ДМФ, свидетельствует, по-видимому, и завышенное значение коэффициента a в уравнении ориентационной теории, связывающем величину $[\chi/g]$ с молекулярной массой M и $[\eta]$

$$[\chi/g] = \frac{aM[\eta_0]\eta_0}{RT}$$

Значение этого коэффициента, вычисленное графически из рис. 2, равно 5, в то время как для различных моделей гауссовых цепей оно лежит в пределах от 0,5 до 1,5.

Результаты исследования оптической анизотропии растворов исследуемого стереокомплекса приведены на рис. 3, на котором изображена концентрационная зависимость приведенной анизотропии при температурах 30, 50 и 70°, а также после охлаждения растворов до исходной температуры 30°. Поскольку экспериментально измеренное положительное двойное лучепреломление в данном случае представляет собой суммарный эффект, обусловленный как эффектом собственной анизотропии, так и эффектом формы, обращает на себя внимание отсутствие характерной для этого слу-

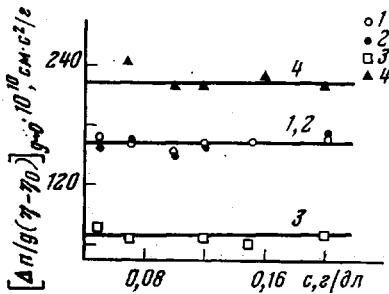


Рис. 3

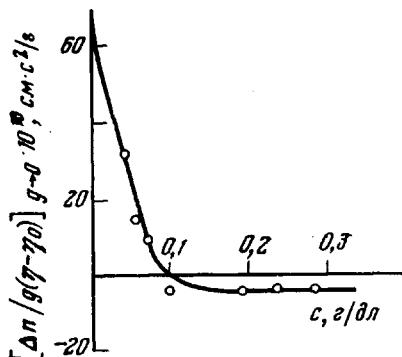


Рис. 4

Рис. 3. Зависимость приведенной анизотропии $\left[\frac{\Delta n}{g(\eta - \eta_0)} \right]_{g \rightarrow 0}$ от концентрации для растворов стереокомплекса синдио: изо=1:1 в ДМФ при температурах 30 (1), 50 (2) и 70° (3); а также после охлаждения раствора от 70 до 30° (4)

Рис. 4. Зависимость приведенной анизотропии $\left[\frac{\Delta n}{g(\eta - \eta_0)} \right]_{g \rightarrow 0}$ от концентрации для растворов стереокомплекса синдио: изо=1:1 в диоксане при температуре 30°

чаяя зависимости приведенной анизотропии $\left[\frac{\Delta n_{\text{сум}}}{g(\eta - \eta_0)} \right]_{g \rightarrow 0}$ от концентрации раствора [4], наблюдаемое во всей исследуемой температурной области. Отсутствие зависимости приведенной анизотропии от концентрации в данном случае означает, что эффект макроформы Δn_s , обусловленный анизотропией формы клубка, в измеряемое двойное лучепреломление не вносит существенного вклада и весь эффект формы практически сводится к эффекту микроформы Δn_{fs} [4], обусловленному анизотропией формы сегмента.

Такая роль эффекта микроформы вызвана, по-видимому, высокой упорядоченностью структуры в растворе и отличием конформации частиц стереокомплекса от гауссова клубка. Если экспериментальную величину эффекта микроформы, полученную как разность между суммарной приведенной анизотропией раствора и собственной приведенной анизотропией, использовать в теоретическом соотношении

$$\left[\frac{\Delta n_{fs}}{g(\eta - \eta_0)} \right]_{c \rightarrow 0} = \frac{(n_s^2 + 2)^2 (n_k^2 - n_s^2)}{180\pi R T n_s^3 \rho} M_0 s (L_2 - L_1)_s,$$

то можно оценить число s повторяющихся звеньев в сегменте эквивалентной гауссовой цепи, которая обеспечивала бы столь большой эффект микроформы. Для этого расчета приняли молекулярную массу M_0 повторяющегося звена равной 200 (в предположении, что в него входит пара-звено синдио- и изотактического ПММА), а коэффициенты формы эллипсоида

$L_2 - L_1 = 2\lambda$ — предельное значение, к которому стремятся асимметричные молекулы. Плотность ρ комплекса в твердой фазе определяли пикнометрически в этиловом спирте.

В табл. 2 представлены значения всех составляющих приведенной анизотропии растворов исследуемого комплекса, а также величины s , имеющие условное значение, при различных температурах. Из таблицы видно, что влияние температуры на суммарный эффект приведенной анизотропии находится в соответствии с изменениями собственной анизотропии [2]: при нагревании до 50° приведенная анизотропия практически не меняется, при дальнейшем нагревании до 70° значительно уменьшается, а затем становится выше (после охлаждения растворов до исходной температуры). Незначительное изменение значения приведенной анизотропии при 50° (температуре, при которой ассоциаты в значительной степени разрушены) свидетельствует о том, что измеряемая анизотропия обусловлена высокой организацией самих частиц стереокомплекса. Увеличение анизотропии после нагревания растворов, наблюдавшееся ранее также и для изотактического ПММА [6], может быть вызвано конформационными изменениями — переходом спиральных молекул изотактического ПММА в условиях стереокомплекса из конформации 5_2 в конформацию 5_4 [14, 15].

Приведенные в табл. 2 значения s выражены колоссальными числами, которые для эквивалентной гауссовой цепи могут соответствовать только модели «палочки». Если предположить, что для кинетической единицы стереокомплексов в растворе справедлива эта модель, то ее длину можно вычислить из соотношения $L = \sqrt{12\bar{r}^2}$, где \bar{r}^2 — среднеквадратичное значение радиуса инерции. С другой стороны, длину частицы можно оценить из соотношения $L = s\lambda$, где λ — длина повторяющегося звена. Результаты, вычисленные двумя методами, приводятся ниже величины (\bar{r} получена из измерений характеристического угла ориентации, для λ принято значение $2,1 \cdot 10^{-8}$ см, соответствующее периоду идентичности, приходящемуся на мономерное звено спиральных молекул изотактического ПММА и стереокомплекса [16, 17]).

T°	30	50	70
$L = \sqrt{12\bar{r}^2} \cdot 10^5, \text{ см}$	7,3	6,6	6,4
$L = s\lambda \cdot 10^5, \text{ см}$	23,7	15,8	6,3

Из полученных результатов следует, что значение L определенное из оптических измерений в интервале температур 30 — 50° , даже выше, чем из гидродинамических, что связано, по-видимому, с условным значением s , которое при указанной температуре фактически выражает не число повторяющихся звеньев в частице стереокомплекса, а полное число их в ассоциате. Дальнейшее нагревание растворов до 70° (когда ассоциатов практически нет) приводит к выравниванию значений L , рассчитанных двумя методами. На основании полученных результатов можно высказать предположение, что ассоциаты в исследуемых растворах стереокомплексов состоят из ~ 3 — 4 частиц стереокомплексов.

Расчет L для стереокомплексов после охлаждения растворов до исходной температуры 30° (ассоциаты восстанавливаются [13]) приводит к значению $L = 48,3 \cdot 10^{-5}$ см. По-видимому, при формировании стереокомплексов до повышения температуры растворов имеется определенная вероятность существования их частиц в виде изогнутой «палочки». После термической обработки и последующего охлаждения растворов происходят конформационные изменения в частицах, в результате которых вероятность существования последних в виде изогнутых «палочек» уменьшается и увеличивается вероятность их выпрямления.

На рис. 4 представлена концентрационная зависимость приведенной анизотропии растворов стереокомплекса ПММА с соотношением синдио : изо = 1 : 1 при 30° в диоксане. Для образования этого стереокомплекса также использовали указанные выше исходные стереокомпоненты. Из

графика видно, что с ростом концентрации вначале происходит уменьшение приведенной анизотропии, а затем, начиная с некоторой концентрации, она перестает меняться и принимает практически постоянное значение. Такой вид зависимости приведенной анизотропии от концентрации растворов свидетельствует о том, что в наблюдаемый эффект двойного лучепреломления вносит свой вклад как эффект макро-, так и микроформы.

Заметный вклад эффекта макроформы в двойное лучепреломление растворов стереокомплекса в диоксане связан с хорошим качеством растворителя ($[\eta]_0^{30} = 4,35 \text{ dl/g}$), в котором частицы, по-видимому, достаточно разрыхлены и насыщены растворителем. Из рис. 4 видно также, что двойное лучепреломление стереокомплекса в диоксане с ростом концентрации меняет свой знак с положительного на отрицательный. Подобный эффект наблюдался в этом же растворителе для растворов макромолекул с отрицательной анизотропией [18].

Величину $\left[\frac{\Delta n_{\text{сум}}}{g(\eta - \eta_0)} \right]_{\substack{g \rightarrow 0 \\ c \rightarrow 0}} = +70 \cdot 10^{-10} \text{ см} \cdot \text{с}^2/\text{г}$ определяли экстраполяцией кривой $\left[\frac{\Delta n}{g(\eta - \eta_0)} \right]_{g \rightarrow 0} = f(c)$ к условию $c \rightarrow 0$, а величину $\left[\frac{\Delta n_{fs}}{g(\eta - \eta_0)} \right]_{\substack{g \rightarrow 0 \\ c \rightarrow 0}} = +1800 \cdot 10^{-10} \text{ см} \cdot \text{с}^2/\text{г}$ — по разности между ординатой отрезка кривой, параллельного оси абсцисс $\left[\frac{\Delta n_{e+fs}}{g(\eta - \eta_0)} \right]_{\substack{g \rightarrow 0 \\ c \rightarrow 0}} = -4 \cdot 10^{-10} \text{ см} \cdot \text{с}^2/\text{г}$, и значением собственной приведенной анизотропии $\left[\frac{\Delta n_e}{g(\eta - \eta_0)} \right]_{\substack{g \rightarrow 0 \\ c \rightarrow 0}} = -1804 \cdot 10^{-10} \text{ см} \cdot \text{с}^2/\text{г}$, пересчитанной для диоксана (при допущении, что собственная анизотропия частиц не зависит от растворителя). Величину $\left[\frac{\Delta n_f}{g(\eta - \eta_0)} \right]_{\substack{g \rightarrow 0 \\ c \rightarrow 0}} = +74 \cdot 10^{-10} \text{ см} \cdot \text{с}^2/\text{г}$ определяли по разности $\left[\frac{\Delta n_{\text{сум}}}{g(\eta - \eta_0)} \right]_{\substack{g \rightarrow 0 \\ c \rightarrow 0}} - \left[\frac{\Delta n_{e+fs}}{g(\eta - \eta_0)} \right]_{\substack{g \rightarrow 0 \\ c \rightarrow 0}}$. Если по полученным динамооптическим характеристикам вычислить асимметрию формы P (при этом \bar{M}_w принимали, согласно работе [1], равной $14 \cdot 10^6$), коэффициент Флори и число s повторяющихся звеньев, которые бы соответствовали эквивалентному гауссову клубку, то получается, что $P=4,4$; $\Phi=8,0^{-23}$ и $s=0,79 \cdot 10^4$.

Высокие значения Φ и s свидетельствуют о том, что частицы стереокомплекса в диоксане также имеют палочкообразную форму. Однако учитывая, что в растворах диоксана частицы стереокомплекса ассоциированы и насыщены хорошим растворителем, значение фактора формы P является относительно невысоким. После нагревания растворов до 60° и последующего охлаждения их до исходной температуры значения приведенной анизотропии имели следующие значения:

$$\left[\frac{\Delta n_f}{g(\eta - \eta_0)} \right]_{\substack{g \rightarrow 0 \\ c \rightarrow 0}} = +40 \cdot 10^{-10} \text{ см} \cdot \text{с}^2/\text{г}$$

и

$$\left[\frac{\Delta n_{e+fs}}{g(\eta - \eta_0)} \right]_{\substack{g \rightarrow 0 \\ c \rightarrow 0}} = -2 \cdot 10^{-10}, \text{ см} \cdot \text{с}^2/\text{г},$$

т. е. величина приведенной анизотропии, обусловленной эффектом макроформы, уменьшилась почти вдвое, в то время как анизотропия, обусловленная эффектом микроформы, практически не изменилась. Наблюданное

уменьшение эффекта макроформы вызвано, по-видимому, распадом ассоциатов при нагревании ($[\eta]$ уменьшается вдвое). Как указывалось в работе [13], в растворе диоксана ассоциаты из частиц стереокомплекса разрушаются при повышении температуры и при охлаждении растворов до исходной температуры вновь не восстанавливаются. Поэтому величина

$$\text{эффекта } \left[\frac{\Delta n_{e+fs}}{g(\eta - \eta_0)} \right]_{\substack{g \rightarrow 0 \\ c \rightarrow 0}}, \text{ полученная после охлаждения растворов до}$$

исходной температуры, свидетельствует о том, что упорядоченность структуры в растворах стереокомплексов в диоксане определяется упорядоченностью индивидуальных частиц стереокомплекса. На основании полученных динамооптических характеристик можно предположить, что в диоксане, так же как и в ДМФ, ассоциаты из частиц стереокомплекса представляют собой образования из однородноориентированных палочкообразных частиц.

Институт нефтехимического синтеза
АН СССР им. А. В. Топчиева

Поступила в редакцию
15 II 1979

ЛИТЕРАТУРА

1. А. Ю. Кошевник, М. М. Кусаков, Н. М. Лубман, Л. И. Мекеницкая, О. В. Орлова, А. А. Пасынская, Э. Р. Разумовская, Л. М. Шульгина, Высокомолек. соед., A12, 2103, 1970.
2. М. М. Кусаков, Л. И. Мекеницкая, Высокомолек. соед., B15, 213, 1973.
3. Л. И. Мекеницкая, Л. К. Голова, Ю. Б. Америк, Высокомолек. соед., A18, 1799, 1976.
4. В. Н. Цветков, В. Е. Эскин, С. Я. Френкель, Структура макромолекул в растворах, «Наука», 1964.
5. Tsunko Kodama, Fumio Ide, Kazuo Nakazusa, Chem. High. Polymer, 22, 225, 1965.
6. М. М. Кусаков, А. Ю. Кошевник, Л. И. Мекеницкая, Л. М. Шульпина, Ю. Б. Америк, Л. К. Голова, Высокомолек. соед., B15, 150, 1973.
7. М. М. Кусаков, Н. М. Лубман, Л. И. Мекеницкая, Приборы и техника эксперимента, 1967, № 5, 221.
8. A. Peterlin, J. Polymer Sci., 12, 45, 1954.
9. W. Kuhn, H. Kulin, Helv. chim. acta, 26, 1394, 1943; 28, 1533, 1945.
10. R. Cerf, J. Phys. rad., 19, 122, 1958.
11. R. Cerf, Fortschr. Hochpolym. Fortsch., 1, 382, 1959.
12. A. Peterlin, H. Stuart, Z. Phys., 112, 129, 1939.
13. Л. И. Мекеницкая, Ю. Б. Америк, Л. К. Голова, Высокомолек. соед., A20, 1334, 1979.
14. M. D'Alagni, P. De Santis, A. M. Liquori, M. Savino, J. Polymer Sci., B2, 921, 1964.
15. Ф. П. Григорьева, Т. М. Бирштейн, Ю. Я. Готлиб, Высокомолек. соед., A9, 580, 1967.
16. J. D. Stroupe, R. E. Hughes, J. Amer. Chem. Soc., 80, 2342, 1958.
17. A. Liquori, I. Anzuino, V. Coto, M. D'Alagni, P. De Santis, M. Savino, Nature, 206, 358, 1965.
18. Э. В. Фрисман, Э. Н. Архипова, Докл. АН СССР, 115, 491, 1951.

FORM EFFECT IN BIREFRINGENCE OF SOLUTIONS OF POLYMETHYL METHACRYLATE STEREOCOMPLEXES

Mekenitskaya L. I., Golova L. K., Amerik Yu. B.

Summary

Reduced optical anisotropy and reduced orientation angle of solutions of polymethyl methacrylate stereocomplexes in dimethylformamide and into dioxane have been studied. It was shown that the main contribution into the observed birefringence effect of the stereocomplexes in the solvents brings in the effect of microform. The radii of inertia have been calculated for associates consisting of stereocomplex particles as well as for individual particles. The dynamic optical characteristics and hydrodynamic ones obtained allow to make an assumption that the stereocomplexes are rod-like particles and associates formed by them are agglomerates consisting of three – four uniform-oriented particles.