

УДК 541.64:532.72:547.458.82

## ЭФФЕКТ КЕРРА В РАСТВОРАХ НИТРАТОВ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ

*Коломиец И. П., Лезов А. В., Марченко Г. Н.,  
Цветков В. Н.*

Электрическое двойное лучепреломление в импульсном поле растворов нитроцеллюлозы в циклогексаноне измерено компенсационным методом, основанным на синусоидальной модуляции эллиптической поляризации света. Удельные постоянные Керра  $K$  образцов нитроцеллюлозы с 11,0; 12,1; 13,0 и 13,4%-ным содержанием азота определены экстраполяцией концентрационных зависимостей  $K$  к нулевой концентрации. Для фракционированных образцов с 12,1 и 13,4% N получены экспериментальные зависимости  $K$  от ММ фракций, которые описываются теорией эффекта Керра в растворах червеобразных цепей. Оценены величина и угол наклона дипольных моментов звеньев к контуру молекулярной цепи нитроцеллюлозы. Исследована релаксация двупреломления растворов нитроцеллюлозы после окончания электрического импульса, определены времена ориентационной релаксации  $\tau$ . Сопоставление  $\tau$ , полученных экстраполяцией к нулевой концентрации, с характеристической вязкостью и ММ фракций позволяет сделать вывод о проявлении кинетической гибкости молекулярных цепей нитроцеллюлозы.

В работах [1–5], посвященных исследованию гидродинамических и динамооптических свойств растворов нитроцеллюлозы (НЦ), было показано, что степень замещения гидроксильных групп нитрогруппами заметно влияет на равновесную жесткость молекулярных цепей НЦ. Представляет-  
ся важным, используя результаты гидродинамических и динамооптиче-  
ских исследований, проанализировать данные, полученные при изучении  
эффекта Керра в растворах НЦ, поскольку в этом явлении наряду с опти-  
ческой анизотропией и равновесной жесткостью существенную роль  
играет электрическая структура молекулярной цепи: величина и ориента-  
ция дипольных моментов ее звеньев.

Исследования электрического двойного лучепреломления (ЭДЛ) рас-  
творов НЦ до сих пор немногочисленны: подробно изучались лишь НЦ с  
10,7% N в растворе в диоксане [1] и НЦ с 13,4% в ацетоне и циклогекса-  
ноне (ЦГ) [2]. При проведении систематических электрооптических  
исследований растворов НЦ с разным содержанием N, которые в настоя-  
щее время практически отсутствуют, предпочтительнее использовать один  
и тот же растворитель. НЦ с разной степенью нитрации от коллоксилинов  
до пироксилинов растворяются в ацетоне и ЦГ – растворителях, обладаю-  
щих заметной электропроводностью и значительной постоянной Керра,  
что затрудняет изучение эффекта Керра обычно применяемыми мето-  
дами [1, 6].

Для определения равновесного ЭДЛ и измерения зависимостей  
двойного лучепреломления от времени в проводящих растворах НЦ была  
разработана новая методика измерения переменного ЭДЛ, основанная на  
синусоидальной модуляции эллиптической поляризации света [7]. Исполь-  
зование импульсного электрического поля позволило исключить влияние  
проводимости растворов, а применение эллиптической модуляции света  
обеспечило возможность проведения измерений нулевым компенсацион-  
ным методом с точностью, достаточной для выделения малой доли эффек-  
та, вносимой полимером в разбавленный раствор, на фоне большого эффек-  
та растворителя.

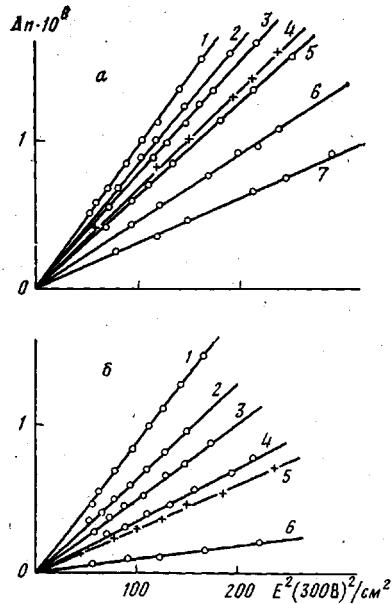


Рис. 1

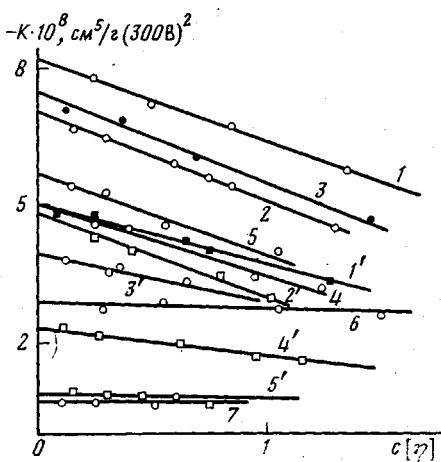


Рис. 2

Рис. 1. Зависимость ЭДЛ  $\Delta D$  от квадрата напряженности электрического поля  $E^2$  растворов в ЦГ образцов 1 (а) и 2 (б). а: фракции 3 (4, 6) и 8 (2, 3, 5, 7);  $c=0$  (1); 0,012 (2); 0,027 (3); 0,052 (4); 0,059 (5); 0,101 (6) и 0,129 г/100 см<sup>3</sup> (7); б: фракции 1 (3, 4) и 3 (2, 5, 6);  $c=0$  (1); 0,031 (2); 0,060 (3); 0,066 (4); 0,143 (5) и 0,205 г/100 см<sup>3</sup> (6)

Рис. 2. Концентрационные зависимости удельных постоянных Керра фракции образцов 1 (1-7) и 2 (1'-5'). Здесь и на рис. 6 номера кривых соответствуют номерам фракций образцов

Измеряли ЭДЛ растворов в ЦГ четырех образцов НЦ с различным содержанием азота (табл. 1). Изучали фракции образцов 1 и 2 и нефракционированные образцы 3 и 4. Характеристические вязкости  $[\eta]$ , ММ, оптические и гидродинамические характеристики молекул исследуемых фракций и образцов были определены ранее [3-5].

Измерения ЭДЛ проводили при температуре 293 К в поле импульсов постоянного напряжения до 500 В длительностью от 1 до 5 мс, которые поступали с частотой 2 Гц на ячейку Керра длиной 8 см с зазором между титановыми электродами 0,1 см. Источником света служил гелий-неоновый лазер с длиной волны  $\lambda=632,8$  нм. ЭДЛ определяли из измерений угла поворота тонкой слюдяной пластиинки, компенсирующей вызванную ЭДЛ разность хода световых волн. Положение компенсации фиксировали по нулевой амплитуде колебаний светового потока, связанных с осциллирующим фотоупругим эффектом модулятора. Фотоэлектрическую регистрацию

Таблица 1

## Электрооптические и кинетические характеристики НЦ в растворах в ЦГ

Образец, №	$N, \%$	Фракция, №	$[\eta] \cdot 10^{-2}, \text{см}^3/\text{г}$	$M \cdot 10^{-3}$	$x$	$-K \cdot 10^{-8}, \text{см}^5/\text{г} (300\text{B})^2$	$\tau \cdot 10^6, \text{с}$	$F$
1	13,4	1	16,5	822	96	8,1	270	0,76
		2	14,6	658	76	7,0	250	0,51
		3	13,5	600	70	7,3	240	0,54
		4	8,5	342	40	4,8	115	0,37
		5	7,4	280	30,4	5,4	100	0,29
		6	5,2	191	22,3	2,8	90	0,16
		7	3,0	106	12,4	0,8	—	—
2	12,1	1'	8,6	813	186	5,1	240	0,40
		2'	7,8	616	141	4,8	170	0,43
		3'	3,3	190	43,5	3,8	15	0,63
		4'	2,6	131	30	2,3	13,5	0,38
		5'	1,2	71	16,2	0,75	—	—
3	13,0	—	10,4	539	78	4,2	300	0,29
4	11,0	—	0,5	20	6,4	0,04	—	—

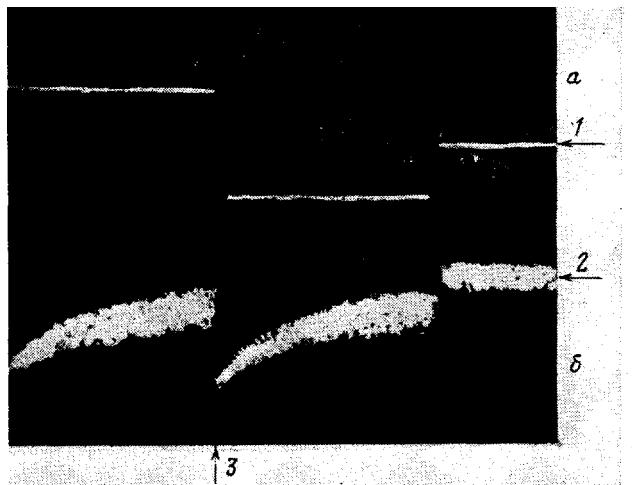


Рис. 3. Осциллограмма электрического импульса с быстрой инверсией полярности (а) и вызванного им импульса фототока (б), демонстрирующего изменение ЭДЛ раствора. Стрелки 1 и 2 указывают положение нулевого уровня соответственно электрического и оптического импульсов, стрелка 3 — момент скачка в оптическом импульсе после инверсии направления электрического поля.

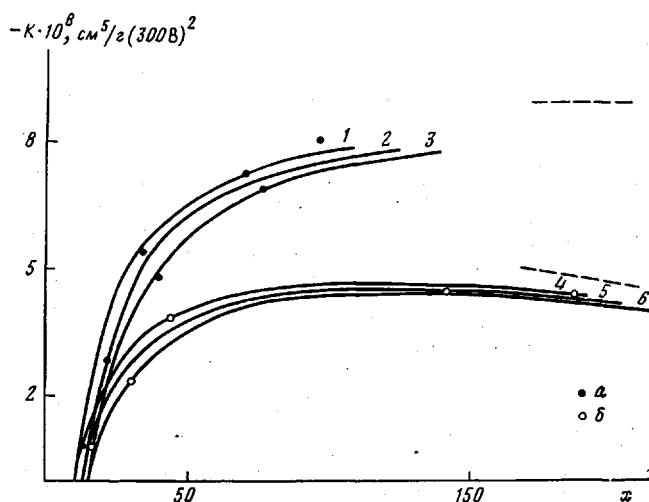


Рис. 4. Зависимости удельной постоянной Керра от  $x$ . Точки относятся к образцам 1 (а) и 2 (б). Кривые проведены для  $\theta=77$  (1, 4), 78 (2, 5) и  $79^\circ$  (3, 6). Штриховые линии — значения  $K_\infty=-9 \cdot 10^{-8}$  (1-3) и  $-5,5 \cdot 10^{-8} \text{ см}^5/\text{г} (300 \text{ В})^2$  (4-6)

колебаний светового потока осуществляли с использованием фотоумножителя и селектирующей системы. Эллиптическим компенсатором служила слюдяная пластина с разностью хода  $0,01\lambda$ . Экспериментальная установка и методика измерений описана в работе [7].

Для всех фракций и образцов были получены зависимости равновесного ЭДЛ  $\Delta n$  от квадрата напряженности электрического поля  $E^2$ , которые хорошо аппроксимировались прямыми линиями (рис. 1) в соответствии с законом Керра. Постоянная Керра ЦГ  $\Delta n/E^2=9,5 \cdot 10^{-11} \text{ см}^2/(300 \text{ В})^2$ . Из разности наклонов зависимостей  $\Delta n(E^2)$  для раствора концентрации  $c$  и  $\Delta n_0(E^2)$  для растворителя вычисляли удельную постоянную Керра НЦ  $K=(\Delta n_c - \Delta n_0)/cE^2$ . Полученные значения  $K < 0$  и возрастают по абсолютной величине с уменьшением  $c$ . Концентрационные зависимости  $K(c)$  (рис. 2) для всех исследованных образцов и фракций НЦ имеют общий характер и подобны зависимостям, полученным для образца 1 в двух растворителях [2]. Значения  $K$ , приведенные в табл. 1, соответствуют условиям бесконечного разбавления и были определены линейной экстраполяцией графиков зависимостей  $K(c)$  к нулевой концентрации (рис. 2).

Чтобы установить механизм ориентации молекул НЦ, ответственный за наблюдаемое ЭДЛ, были поставлены специальные опыты, в которых на ячейку Керра с

раствором НЦ подавали пары равных по амплитуде и смежных во времени импульсов противоположной полярности. Как видно из осцилограммы (рис. 3), полученная таким способом инверсия направления электрического поля приводила к скачкообразному падению и следующему за ним восстановлению фототока, вызванных последовательными спадом и нарастанием ЭДЛ в результате поворота жестких молекулярных диполей на 180°. Результаты опытов непосредственно свидетельствуют о дипольно-ориентационном механизме ЭДЛ, т. е. об упорядочении молекулярных оптических осей в электрическом поле вследствие ориентации постоянных дипольных моментов молекул НЦ.

Совпадение отрицательного знака ЭДЛ и знака ДЛП в потоке растворов НЦ [3, 4], обусловленное ориентационным механизмом ДЛП, свидетельствует о преобладании в явлении ЭДЛ составляющих дипольного момента вдоль контура молекулярной цепи, что характерно для жесткоклеточных полимеров. Столь же отчетливо жесткоклеточное строение молекул НЦ проявляется в резкой зависимости постоянной Керра  $K$  от ММ (табл. 1). Зависимости  $K(M)$ , представленные на рис. 4, подобны полученным ранее для различных производных целлюлозы [1, 6, 8]. Стремление  $K$  с увеличением ММ к некоторому предельному значению отражает изменение конформации молекул НЦ от слабоизогнутого стержня к гауссовому клубку, которое описывается в теории эффекта Керра для червеобразных цепей [9].

Теоретическая зависимость  $K$  от приведенной контурной длины молекулярной цепи  $x=2M/M_0S$  ( $M_0$  — молекулярная масса мономерного звена цепи,  $S$  — число мономерных звеньев в сегменте Куна), согласно теории [8, 9], может быть записана в виде

$$K/K_\infty = \frac{x^2 - 52x/15 - 2(1-e^{-x})/45 + 24(1-e^{-x})/5 - 6xe^{-x}/5}{x^2 - 0,8(x-1+e^{-x})} \cdot \left[ 1 - 0,6 \operatorname{tg}^2 \theta \frac{x-1+e^{-x}}{x^2 - 0,8(x-1+e^{-x})} \right] \quad (1)$$

Здесь  $K_\infty$  — предельное значение  $K$  при  $x \rightarrow \infty$  в области конформаций гауссова клубка — выражается формулой

$$K_\infty = \frac{2\pi N_A}{135n} \left( \frac{n^2 + 2}{kT} \right)^2 Q^2 (\alpha_1 - \alpha_2) (\mu_0^2 / M_0) S \cos^2 \theta, \quad (2)$$

где  $\mu_0$  — дипольный момент мономерного звена,  $(\alpha_1 - \alpha_2)$  — оптическая анизотropия сегмента Куна,  $\theta$  — угол, образуемый диполем  $\mu_0$  с направлением цепи,  $n$  — показатель преломления растворителя,  $Q$  — фактор внутреннего поля, равный по Лоренцу  $(\epsilon + 2)/3$ ,  $\epsilon$  — диэлектрическая проницаемость растворителя ( $\epsilon = 18,3$  для ЦГ).

На рис. 4 точки изображают экспериментальные значения  $K$  образцов 1 и 2 при разных  $x$ . При вычислении  $x$  (табл. 1) использовали значения  $S=60; 35; 52$  и  $25$  для образцов 1—4 соответственно, полученные из зависимостей  $[\eta]$  от  $M$  [3—5] с помощью теории характеристической вязкости червеобразных цилиндров [11]. Теоретические кривые на рис. 4 проведены согласно выражению (1), в котором для наилучшего соответствия экспериментальным данным принято, что  $K_\infty = -9 \cdot 10^{-8}$  см<sup>5</sup>/г (300 В)<sup>2</sup> и  $\theta = 78^\circ$  для образца 1 и  $K_\infty = -5,5 \cdot 10^{-8}$  см<sup>5</sup>/г (300 В)<sup>2</sup> и  $\theta = 78^\circ$  для образца 2.

Подставляя в формулу (2) значения  $K_\infty$  и полученные методом ДЛП в потоке  $\alpha_1 - \alpha_2 = -5,52 \cdot 10^{-23}$  см<sup>3</sup> для образца 1 [3] и  $\alpha_1 - \alpha_2 = -3,38 \cdot 10^{-23}$  см<sup>3</sup> для образца 2 [4], а также  $S$  и  $\theta$ , можно определить дипольный момент  $\mu_0$  глюкоширанозного звена НЦ. Различия  $\mu_0$  для образцов 1 и 2 не превышают погрешности определения  $\mu_0$ , а сами значения  $\mu_0$  при учете внутреннего поля по Лоренцу оказываются близкими к 5Д. Следовательно, с изменением содержания азота в НЦ от 12,1 до 13,4%  $K$  увеличивается в основном вследствие возрастания равновесной жесткости молекулярных цепей.

Постоянная Керра образцов 3 и 4 определена только при одном конечном значении приведенной контурной длины молекул  $x$  (табл. 1). В этом случае, используя экспериментальные значения приведенного ДЛП в потоке  $[\eta]/[\eta]$ , можно попытаться оценить параллельную компоненту  $\mu_{0\parallel} =$

Таблица 2

Компонента дипольного момента глюкопиранозного звена вдоль молекулярной цепи НЦ образцов 3 и 4, вычисленная по формуле (3)

$\theta^\circ$	$1/\varphi(x)$	$\mu_0 \parallel, \text{Д}^*$	$1/\varphi(x)$	$\mu_0 \parallel, \text{Д}^*$
	Образец 3		Образец 4	
50	1,03	0,80	1,36	0,26
60	1,04	0,80	1,62	0,28
65	1,05	0,81	2,00	0,31
70	1,08	0,82	3,59	0,42
73	1,11	0,83	23,63	1,06
74	1,12	0,83	-14,86	-
80	1,37	0,92	-0,64	-

\* 1 Д =  $3,336 \cdot 10^{-30}$  Кл·м.

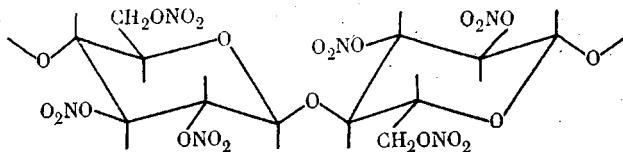
=  $\mu_0 \cos \theta$  по формуле (3), выведенной из соотношения (1) и выражения для  $[n]/[\eta]$  согласно работе [10]

$$\mu_0 \parallel = \left\{ \frac{54kTM_0}{(\varepsilon+2)^2 N_A S} \cdot \frac{K}{[n]/[\eta]} \cdot \frac{1}{\varphi(x)} \right\}^{0,5}, \quad (3)$$

где

$$\varphi(x) = (1/x) \left[ x - 1 + e^{-x} - 0,6 \operatorname{tg}^2 \theta \frac{(x-1+e^{-x})^2}{x^2 - 0,8(x-1+e^{-x})} \right]$$

В табл. 2 приведены значения  $\mu_0 \parallel$ , вычисленные по формуле (3) при разных значениях  $\theta$  и при  $[n]/[\eta] = -3,2 \cdot 10^{-9} \text{ г}^{-1} \cdot \text{см} \cdot \text{с}^2$  для образца 3 и  $[n]/[\eta] = -7 \cdot 10^{-10} \text{ г}^{-1} \cdot \text{см} \cdot \text{с}^2$  для образца 4. Видно, что  $\mu_0 \parallel$  образца 3 близка к 1 Д и слабо изменяется при варьировании  $\theta$ , а  $\mu_0 \parallel$  образца 4 возрастает с увеличением  $\theta$ , достигая 1 Д при  $\theta = 73^\circ$ . При  $\theta > 73^\circ \varphi^{-1}(x)$  скачком меняет знак. Это означает, что при  $\theta > 73^\circ$  постоянная Керра образца 4, согласно теории [9], должна иметь положительный знак, противоположный знаку экспериментальной величины  $K$ . Таким образом, если справедлива теория, угол  $\theta$  для образца НЦ с 11,0% N не может быть больше 73°. Этот вывод согласуется с результатами работы [1], в которой для НЦ с 10,7% N было получено  $\theta = 60^\circ$ . Значение угла наклона дипольных моментов звеньев к направлению молекулярной цепи 78° для НЦ с 13,4% N и с 12,1% N заметно превышает максимальное значение 73° для НЦ с 11,0% N и 60° для НЦ с 10,7% N [1]. Следовательно, увеличение числа нитрогрупп в глюкопиранозном звене приводит к преимущественному возрастанию компоненты дипольного момента звена, перпендикулярной контуру цепи, что хорошо коррелирует с экваториальным расположением полярных групп  $\text{NO}_2$  в пиранозном кольце, находящемся в наиболее устойчивой конформации



При этом компонента диполя звена, параллельная цепи,  $\mu_0 \parallel$  оказывается близкой 1 Д, как вообще для всех исследованных ранее эфиров целлюлозы, основной вклад в  $\mu_0 \parallel$  которых вносят ацетальные и глюкозидные связи С—O основной цепи.

Разработанный метод измерения ДЛП, основанный на эллиптической модуляции света [7], был применен для исследования релаксации  $\Delta n$  после окончания электрического импульса. Зависимости от времени  $\Delta n(t)$  определяли из измерений азимутального угла эллиптического компенсатора-

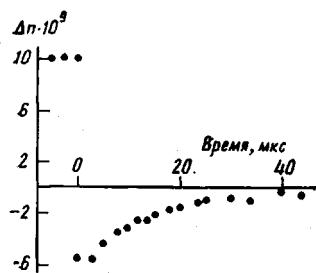


Рис. 5

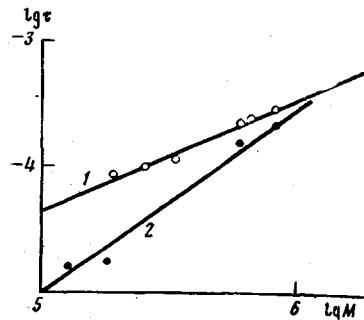


Рис. 7

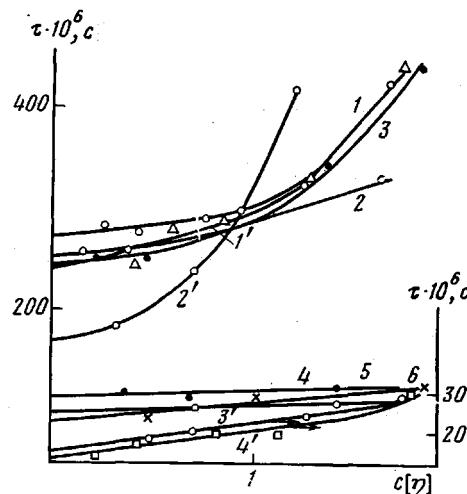


Рис. 6

Рис. 5. Временная зависимость ЭДЛ  $\Delta n$  в процессе релаксации эффекта после окончания электрического импульса напряжением в 450 В для раствора с концентрацией 0,16 г/100 см<sup>3</sup> фракции 4 образца 2

Рис. 6. Зависимости времени релаксации  $\tau$  от концентрации растворов образцов 1 (1-6) и 2 (1'-4')

Рис. 7. Зависимости времени релаксации  $\tau$  от ММ образцов 1 (1) и 2 (2)

ра. Компенсацию осуществляли поворотом компенсатора в положение, при котором в заданный момент времени  $t$ , фиксируемый на развертке осциллографа, отсутствуют колебания светового потока на частоте модуляции. Время измеряли с помощью калиброванной задержки запуска развертки осциллографа и отсчитывали от момента окончания электрического импульса. Частота модуляции 280 кГц обеспечивала дискриминирование интервалов времени от 3 мкс и более.

Типичный пример экспериментальной зависимости  $\Delta n(t)$  представлен на рис. 5, на котором видно, что в момент окончания электрического импульса происходит скачок  $\Delta n$  от положительного к отрицательному значению, связанный с быстрой релаксацией эффекта растворителя — ЦГ, а затем следует более медленная релаксация отрицательного ЭДЛ. Полученные зависимости  $\Delta n(t)$ , как правило, не могли быть аппроксимированы экспоненциальной функцией  $\exp(-t/\tau)$ , что свидетельствует о существовании полидисперсности по временам релаксации  $\tau$ . Отношение времен релаксации разного усреднения  $\tau$  и  $(1/\tau)$ , полученных соответственно из площади под приведенной кривой спада  $\Delta n(t)/\Delta n(0)$  и ее начального наклона, принимало значения от 1 до 1,2 для фракций образца 1 и от 1,3 до 2 для фракций образца 2. Отличие этого отношения от единицы свидетельствует о сравнительно небольшой полидисперсности фракций образца 1 и значительной полидисперсности фракций образца 2.

Значения времени релаксации  $\tau$ , приведенные в табл. 1, были получены экстраполяцией концентрационных зависимостей  $\tau$  (рис. 6) к нулевой концентрации. Сопоставление  $\tau$  с  $M$  и  $[\eta]$  исследуемых фракций согласно соотношению  $1/6\tau = FRT/M[\eta]_{\eta_0}$  [8] позволяет вычислить значения модельного коэффициента  $F$  (табл. 1). Величина  $F$  характеризует форму молекул, если ориентационная релаксация происходит в результате вращательной диффузии молекул как целого. При изменении конформации ки-

нетически жестких цепных молекул от палочкообразной до непротекаемого гауссова клубка с увеличением длины цепи  $F$  возрастает от 0,13 до 0,25 [8]. Относительно высокие значения  $F$ , полученные для образцов НЦ при больших ММ (табл. 1), свидетельствуют о том, что ориентационная релаксация молекул НЦ в конформации гауссова клубка происходит быстрее, чем можно ожидать, исходя из значений  $[\eta]$  и  $M$  для кинетически жестких макромолекул. Фактически полученные значения  $F$  для НЦ с разной ММ отражают относительно слабые зависимости  $\tau$  от  $M$  (рис. 7), аппроксимирование которых степенной функцией  $M^a$  дает значения показателя  $a$ , не превышающие характерного для кинетически жесткого непротекаемого гауссова клубка  $a=1,5$ . Результаты исследования кинетики эффекта Kerr согласуются с данными, полученными методом ДЛП в потоке [1, 3, 4], и могут быть интерпретированы как проявление в ориентационной релаксации кинетической гибкости макромолекул НЦ. Это означает, что для высокомолекулярных фракций НЦ скорость вращения молекулы как целого становится сравнимой со скоростью конформационных перестроек молекулярной цепи. Подобные явления наблюдались при изучении кинетики эффекта Kerr в растворах высокомолекулярных образцов карбанилата целлюлозы [8].

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Погодина Н. В., Поживилко К. С., Евлампиева Н. П., Мельников А. Б., Бушин С. В., Диценко С. А., Марченко Г. Н., Цветков В. Н. Высокомолек. соед. А, 1981, т. 23, № 6, с. 1252.
2. Цветков В. Н., Коломиец И. П., Лезов А. В., Марченко Г. Н. Докл. АН СССР, 1982, т. 265, № 5, с. 1202.
3. Погодина Н. В., Поживилко К. С., Мельников А. Б., Диценко С. А., Марченко Г. Н., Цветков В. Н. Высокомолек. соед. А, 1981, т. 23, с. 2453.
4. Погодина Н. В., Лавренко П. Н., Поживилко К. С., Мельников А. Б., Колобова Т. А., Марченко Г. Н., Цветков В. Н. Высокомолек. соед. А, 1982, т. 24, № 2, с. 332.
5. Павлов Г. М., Козлов А. Н., Марченко Г. Н., Цветков В. Н. Высокомолек. соед. Б, 1982, т. 24, № 4, с. 284.
6. Цветков В. Н., Рюмчев Е. И., Погодина Н. В. Высокомолек. соед., 1977, т. 19, № 9, с. 2141.
7. Цветков В. Н., Коломиец И. П., Лезов А. В., Степченков А. С. Высокомолек. соед. А, 1983, т. 25, № 6, с. 1327.
8. Tsvetkov V. N., Andreeva L. N. Advances Polymer Sci., 1981, v. 39, p. 95.
9. Цветков В. Н. Докл. АН СССР, 1972, т. 205, № 2, с. 328.
10. Цветков В. Н. Высокомолек. соед. А, 1978, т. 20, № 9, с. 2066.
11. Yamakawa H., Fuji M. Macromolecules, 1974, v. 7, № 1, p. 128.

Институт физики при Ленинградском  
государственном университете  
им. А. А. Жданова

Поступила в редакцию  
18.IV.1984

#### KERR EFFECT IN SOLUTIONS OF CELLULOSE NITRATES

*Kolomets I. P., Lezov A. V., Marchenko G. N.,  
Tsvetkov V. N.*

#### Summary

Electrical birefringence in the impulse field of solutions of cellulose nitrates in cyclohexanone has been measured by the compensational method based on the sinusoidal modulation of the elliptic light polarization. The specific Kerr constants  $K$  of nitrocellulose samples having 11, 12.1, 13.0 and 13.4% of nitrogen were determined by extrapolation of concentrational dependences of  $K$  to the zero concentration. For fractionated samples with 12.1 and 13.4% of N the experimental dependences of  $K$  on MM of fractions were obtained described with the theory of the Kerr effect in solutions of worm-like chains. Using the theory the value and the angle of the slope of dipole moments of units to the circuit of the molecular chain of cellulose nitrate were evaluated. The birefringence relaxation after electrical impulse was studied, the times of orientational relaxation  $\tau$  were found. Comparison  $\tau$  obtained by extrapolation to the zero concentration with intrinsic viscosity and MM of fractions permits to conclude the manifestation of the kinetic flexibility of cellulose nitrate molecular chains.