

УДК 541.64:537.3

## ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОЕ ДАЛЬНОДЕЙСТВИЕ И БЛИЗКОДЕЙСТВИЕ В ЦЕПЯХ ЛИНЕЙНОГО ПОЛИАЛЛИЛАМИНГИДРОХЛОРИДА<sup>1</sup>

© 2006 г. Г. М. Павлов\*, Е. В. Корнеева\*\*, И. И. Гаврилова\*\*, Н. Н. Тарасова\*\*, Е. Ф. Панарин\*\*

\*Научно-исследовательский институт физики им. В.А. Фока  
Санкт-Петербургского государственного университета  
198504 Санкт-Петербург, Петродворец, ул. Ульяновская, 1

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

Поступила в редакцию 28.12.2004 г.

Принята в печать 22.09.2005 г.

Проведено сравнительное изучение эффективности двух азоинициаторов при полимеризации солей аллиламина в воде и органических растворителях. Исследованы гидродинамические и молекулярные свойства полиаллиламингидрохлорида в 0.1 M NaCl в интервале молекулярных масс ( $M \times 10^{-3}$ ) = 18–65 и получены скейлинговые соотношения для характеристической вязкости ([ $\eta$ ] =  $7.65 \times 10^{-3} M^{0.8 \pm 0.1}$ ), коэффициента поступательной диффузии ( $D_0 = 2.41 \times 10^{-4} M^{(0.59 \pm 0.05)}$ ) и коэффициента скоростной седиментации ( $s_0 = 2.77 \times 10^{-15} M^{0.41 \pm 0.05}$ ). Гидродинамические данные интерпретированы с использованием концепции электростатического дальнодействия и близкодействия. Получены количественные оценки равновесной жесткости цепей полиаллиламингидрохлорида в 0.1 M NaCl и ее структурной и электростатической составляющих. Показано, что в чистой воде конформация цепей полиаллиламингидрохлорида близка к палочкообразной.

Полиаллиламин (ПАА) является катионным полиэлектролитом, содержащим первичную аминогруппу, наличие которой открывает широкие возможности синтеза новых полимеров для использования в биомедицинских и экологических целях (новые сорбенты для связывания ионов металлов, полимеры носители биологически активных веществ и т.п.) [1–4]. Например, ПАА хорошо образует комплексы с ДНК и является агентом для ее транспорта в клетку [5, 6]. В связи с этим проявляется интерес к методам синтеза полиаллиламина путем прямой гомополимеризации аллиламмониевых солей, поскольку так можно получить полимер в одну стадию. В работе [4] была продемонстрирована возможность синтеза полиаллиламина путем полимеризации таких солей в воде в присутствии водорастворимого азоинициатора 2,2-азо-бис-амидапропан дихлорида (I).

Выход полимера в данном случае достигал 80–85%.

В настоящей работе проведено сравнение эффективности двух азоинициаторов: (I) и ДАК (II) при полимеризацииmonoаллиламмониевых солей – фосфатов, хлоридов, сульфатов.

Несмотря на повышенный интерес к ПАА, в литературе находится недостаточно информации о его молекулярных и равновесных характеристиках. В связи с этим нами изучены гидродинамические свойства образцов гидрохлорида ПАА, полученных в разных условиях.

### ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Аллиламин (производства “Aldrich”) перед использованием перегоняли при атмосферном давлении и собирали фракцию с  $T_{\text{кип}} = 52.5\text{--}53^\circ\text{C}$ . Соли аллиламина (фосфат, сульфат и хлорид) получали путем нейтрализации 70%-ного водного раствора аллиламина, охлажденного до 0–5°C, постепенным добавлением по каплям эквимольного количества соответствующей кислоты. Ра-

<sup>1</sup> Работа выполнена при частичной финансовой поддержке Министерства промышленности, науки и технологий РФ (грант МШ 1823.2003.3).

E-mail: Georges.Pavlov@pobox.spbu.ru (Павлов Георгий Михайлович).

Таблица 1. Полимеризацияmonoаллиламмониевых солей на азоинициаторах

Противоион	Растворитель	Инициатор		T°, C	Время, ч	Выход, мас. %
		тип	концентрация мас. %			
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	H <sub>2</sub> O	I	0.6	55	15	26.3
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	H <sub>2</sub> O	I	2.9	50	41	57.3
Cl <sup>1-</sup>	H <sub>2</sub> O	I	3.5	50	42	80.0
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	H <sub>2</sub> O–метанол	I	2.7	60	90	7.6
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	Бутанол	II	9.8	60	72	33.0
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	Бутанол	II	8.0	60	82	47.0
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	<i>трет</i> -Бутанол	II	9.8	60	90	5.4
Cl <sup>1-</sup>	Бутанол	II	5.0	60	90	<1
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Метанол	II	3.0	60	40	<1
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Метанол	II	20.0	60	24	<2

дикальную полимеризацию проводили в атмосфере аргона в воде, метаноле, бутаноле, *трет*-бутаноле и смеси вода–метанол (1:1). При полимеризации фосфата аллиламина в воде полимер выделялся в виде липкой массы, которую после удаления воды растирали в ацетоне до порошка. При полимеризации хлорида аллиламина после завершения реакции реакционную массу разбавляли водой, и полимер выделяли осаждением в ацетон.

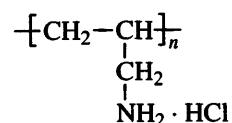
Для анализа гидродинамического поведения ПАА изучали вязкое течение, поступательную изотермическую диффузию и скоростную седиментацию разбавленных растворов полимеров. Измерения проводили на установках и с применением алгоритмов обработки первичных экспериментальных данных, неоднократно описанных ранее [7–9].

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

При полимеризации в воде с инициатором I образуется полиаллиламин с выходом до 60–80% в зависимости от природы противоиона. В присутствии инициатора II удалось получить полимер с выходом до 45% лишь в водно-органических смесях и в органических растворителях (табл. 1). Наибольший выход достигается при полимеризации хлорида и фосфатов в воде на гуанидиновом азо-

инициаторе I. При использовании инициатора II наиболее подходящим растворителем оказался бутанол. Хлорид и сульфат моноаллиламмония в указанных условиях полимеризуются с очень низким выходом.

Следует отметить, что фосфат полиаллиламина в воде не растворяется, и для проведения дальнейших исследований полимер переводили в хлорид путем растворения фосфата полиаллиламина в соляной кислоте с последующим выделением гидрохлорида осаждением ацетоном:



Таким образом, показана принципиальная возможность получения моноаллиламмониевых солей не только на водорастворимом азоинициаторе, но и инициаторе II в бутаноле.

Образцы ПАА проявляют полиэлектролитное поведение в чистой воде. Это иллюстрируют зависимости  $\eta_{\text{уд}}/c$  от  $c$ , показанные на рис. 1а. Данные для растворов ПАА в воде были обработаны также по Фуоссу (рис. 1б), и таким способом были получены значения характеристической вязкости  $[\eta]$ . Для нахождения молекулярных характеристик ПАА дальнейшие

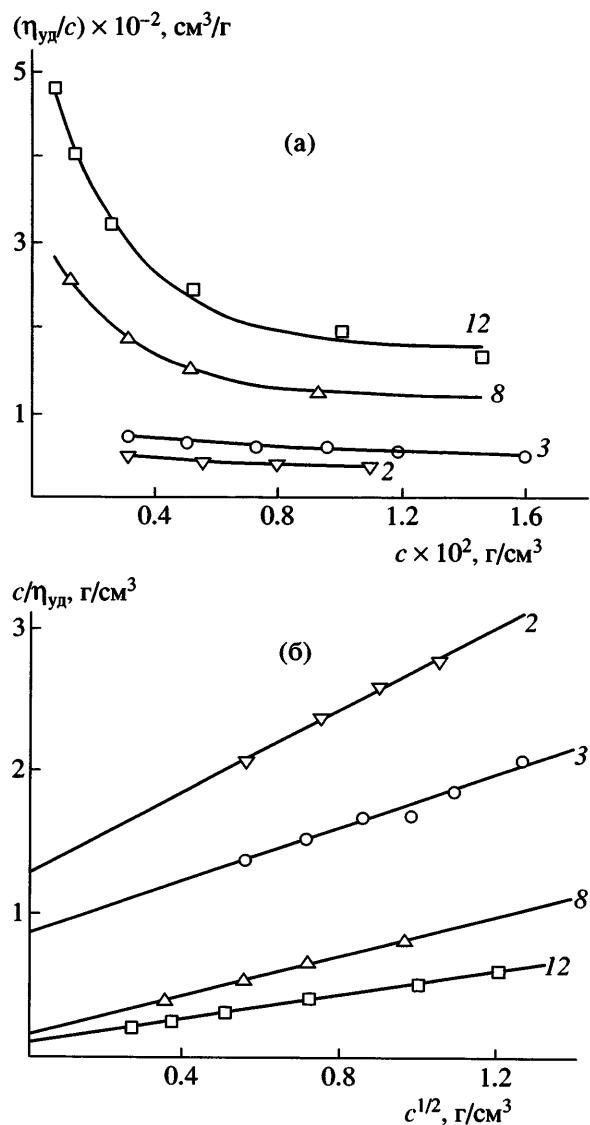


Рис. 1. Зависимости  $\eta_{\text{уд}}/c$  от  $c$  для образцов ПАА в чистой воде (а) и отвечающее ей построение Фуосса  $c/\eta_{\text{уд}}$  от  $c^{1/2}$  (б). Номера кривых соответствуют номерам образцов в табл. 2.

гидродинамические исследования проводили в 0.1 М NaCl, в котором первичные полиэлектролитные эффекты подавлены и транспортные свойства определяются молекулярными параметрами образцов. Все экспериментальные величины измерены или приведены к температуре 25°C, при которой растворитель имел плотность  $\rho_0 = 0.999 \text{ г}/\text{cm}^3$  и вязкость  $\eta_0 = 0.8974 \text{ сП}$ . Диффузионные измерения проводили в растворах с предельным разбавлением, когда фактор Дебая ( $c[\eta]$ ), характеризующий разбавленность раствора, был меньше 0.02.

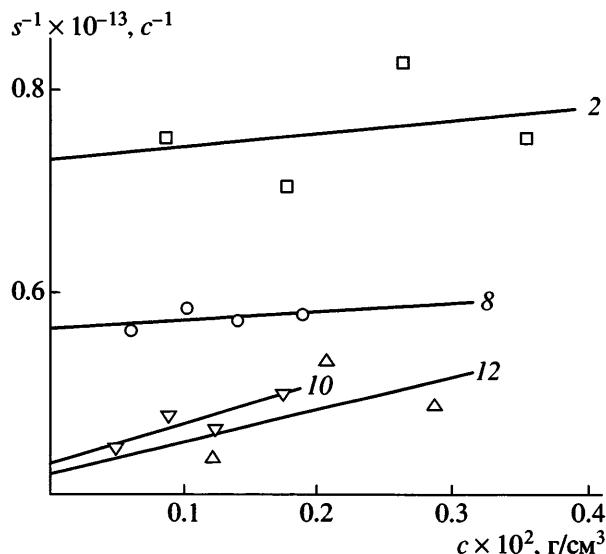


Рис. 2. Зависимость  $s^{-1}$  от концентрации полимера  $c$  для ПАА в 0.1 М NaCl. Номера кривых соответствуют номерам образцов табл. 2.

Для ряда образцов изучали концентрационную зависимость коэффициента седиментации  $s$  (рис. 2). При  $s < 2 \times 10^{-13} \text{ с}$   $c < 0.2 \times 10^{-2} \text{ г}/\text{cm}^3$  изменение  $s$  с концентрацией практически не наблюдается. Фактор плавучести ( $1 - \nu \rho_0$ ) был измерен в чистой воде и из него определено значение парциального удельного объема  $\nu = 0.715 \text{ см}^3/\text{г}$ , необходимое при расчете ММ. Значения характеристической вязкости, коэффициентов диффузии и скоростной седиментации, а также ММ и гидродинамического инварианта  $A_0$  представлены в табл. 2. Были получены средние значения не зависящих от молекулярной массы ПАА параметра Хаггинса ( $k' = 0.4 \pm 0.2$ ), инкремента показателя преломления ( $\Delta n/\Delta c = 0.16 \pm 0.01 \text{ см}^3/\text{г}$ ), гидродинамического инварианта [10]  $A_0 = (R[D]^2[s][\eta])^{1/3}$ , где  $[D] = D_0 \eta_0/T$ ,  $[s] = s_0 \eta_0/(1 - \nu \rho_0)$ ,  $R$  – универсальная газовая постоянная ( $A_0 = (3.5 \pm 0.2) \times 10^{-10}$ ). Среднее значение безразмерного параметра  $k_s/[\eta] = 1.5 \pm 0.2$ , где  $k_s$  – коэффициент в соотношении  $s^{-1} = s_0^{-1} (1 + k_s c + \dots)$ . Было найдено также среднее значение седиментационного параметра [11]  $\beta_s = N_A (R^{-2} [D]^2 [s] k_s)^{1/3}$  ( $N_A$  – число Авогадро,  $\beta_s = (1.1 \pm 0.2) \times 10^7$ ).

Сопоставление гидродинамических характеристик с ММ, рассчитанными по формуле Сvedberga  $M_{sD} = (RT/(1 - \nu \rho_0))(s_0/D_0)$ , позволило уста-

Таблица 2. Гидродинамические и молекулярные характеристики полиалиамина в 0.1 М NaCl

Образец, №	$D_0 \times 10^7$ , см <sup>2</sup> /с	$s_0 \times 10^{13}$ , с	$M_{sD} \times 10^{-3}$	$[\eta]$ , см <sup>3</sup> /г	$A_0 \times 10^{10}$	$P^*$	(L/ $\kappa^{-1}$ )
1	7.5	1.6	18.5	25	3.76	198	52
2	6.6	1.4	18.5	—	—	198	52
3	6.8	1.7	21.5	20	3.34	230	60
4	6.5	1.6	21.5	25	3.42	230	60
5	6.3	1.9	26.0	30	3.77	278	73
6	5.0	1.7	29.5	36	3.31	316	83
7	4.25	1.8	37.0	44	3.24	396	104
8	4.3	1.85	37.5	39	3.16	401	105
9	4.3	2.1	42.5	54	3.68	455	119
10	3.9	2.3	51.0	59	3.66	546	143
11	3.95	2.8	61.5	52	3.77	658	173
12	3.2	2.4	65.0	57	3.21	696	183

\* Степень полимеризации.

новить следующие скейлинговые соотношения для молекул ПАА в 0.1 М NaCl (рис. 3):

$$[\eta] = 7.65 \times 10^{-3} M^{0.8 \pm 0.1}$$

$$D_0 = 2.41 \times 10^{-4} M^{(0.59 \pm 0.05)}$$

$$s_0 = 2.77 \times 10^{-15} M^{0.41 \pm 0.05}$$

Показатели степени  $b_\eta = 0.8$ ,  $b_D = -0.59$  и  $b_s = 0.41$  хорошо коррелируют друг с другом. Однако величина  $b_\eta$  является большой по сравнению с подобными величинами, наблюдаемыми для линейных незаряженных алифатических полимеров в рассматриваемом интервале степеней полимеризации. Это может быть отражением как электростатического близкодействия, так и электростатического дальнодействия в цепях ПАА.

В теории полиэлектролитов [12, 13] в качестве меры длины используется радиус экранирования Дебая–Хюкеля  $\kappa^{-1}$  – расстояние, на которое распространяется действие электрического поля отдельного заряда, помещенного в среду, содержащую другие заряды:

$$\kappa^{-1} = (8\pi\lambda_B\mu)^{-1/2}$$

Здесь  $\lambda_B = (e^2/4\pi\epsilon_0 kT)$  – радиус Бъеррума, характеризующий экранирующее действие растворителя,  $e$  – элементарный заряд,  $\epsilon_0$  – электрическая постоянная,  $\epsilon$  – диэлектрическая проницаемость среды,  $k$  – постоянная Больцмана,  $T$  – абсолютная

температура;  $\mu = (1/2) \sum n_i Z_i^2$  – ионная сила раствора,  $n_i$  – число  $i$ -х ионов в единице объема,  $Z_i$  – заряд  $i$ -го иона в единицах  $e$ . Для растворов солей одновалентных ионов  $\mu = c_s \times 10^{-3} N_A \text{ см}^{-3}$ , где  $c_s$  – мольная концентрация соли. В нашем случае имеем  $\lambda_B = 0.71 \text{ нм}$  и  $\kappa^{-1} = 0.96 \text{ нм}$ .

Заряды, находящиеся вдоль по цепи на расстоянии  $l \gg \kappa^{-1}$ , вызывают электростатическое дальнодействие. Для изученных макромолекул ПАА контурная длина молекулы  $L \gg \kappa^{-1}$  (табл. 2) и, следовательно, большая величина  $b_\eta$  может быть объяснена проявлением прежде всего электростатического дальнодействия в цепях ПАА, т.е. их объемным набуханием.

Параметр  $\epsilon$ , характеризующий объемное набухание цепей, рассчитывали по соотношениям  $\epsilon = (2b_\eta - 1)/3$  и  $\epsilon = 2b_D - 1$  [14]. Для изучаемой системы значения этого параметра заключены в пределах 0.18–0.20. Учет объемного взаимодействия проводили на основе теории Грэя–Блюмфельда–Хирста [15] для поступательного трения червеобразных цепей, согласно которой

$$\begin{aligned} [s]N_A P_0 &= \\ &= [3/(1-\epsilon)(3-\epsilon)] M_L^{(1+\epsilon)/2} A^{-(1-\epsilon)/2} M^{(1-\epsilon)/2} + (1) \\ &+ (M_L P_0 / 3\pi) [\ln(A/d) - (1/3)(A/d)^{-1} - \phi(\epsilon)] \end{aligned}$$

Здесь  $P_0 = 5.11$  – гидродинамический параметр Флори,  $M_L$  – масса единицы длины полимерной

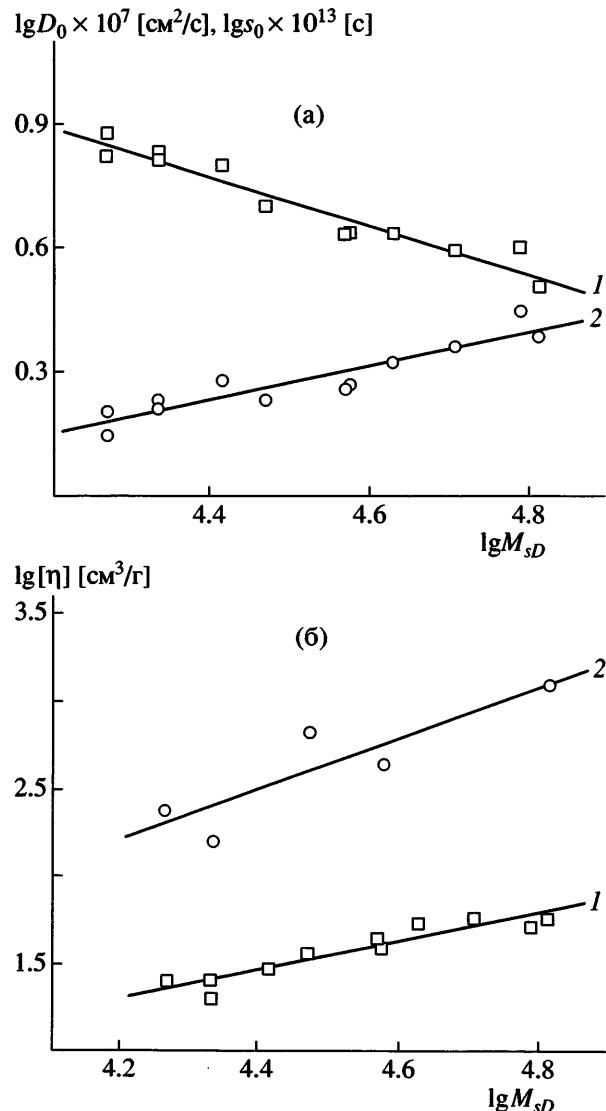


Рис. 3. Зависимости Марка–Куна–Хаувинка–Сакурады для ПАА в растворе. а – коэффициенты диффузии (1) и седиментации (2) в водном растворе NaCl (0.1 моль/л); б – характеристическая вязкость в водном растворе NaCl (0.1 моль/л) (1) и в чистой воде (2).

цепи,  $A$  – длина статистического сегмента,  $d$  – гидродинамический диаметр цепи,  $\phi(\epsilon) = 1.431 + 2.64\epsilon + 4.71\epsilon^2$  [16]. Вискозиметрические данные анализировали также в рамках уравнения (1) с заменой переменных  $[s]N_A P_0 = (M^2 \Phi_0 / [\eta])^{1/3}$  [8, 9], где  $\Phi_0 = 2.87 \times 10^{23}$  моль<sup>-1</sup> – вязкостный параметр Флори.

Зависимости  $s_0$  и  $(M^2 / [\eta])^{1/3}$  от  $M^{(1-\epsilon)/2}$  представлены на рис. 4. Они приводят при  $M_L = 3.7 \times 10^9$  г/см моль к следующим численным оценкам:  $A = 3.3 \pm$

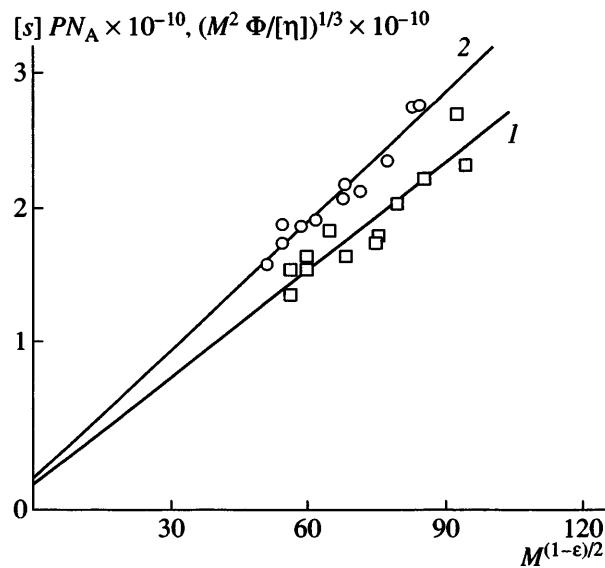


Рис. 4. Построения, используемые для оценки равновесной жесткости цепи  $A$  и гидродинамического диаметра  $d$  из данных по седimentации (1) и характеристической вязкости (2).

$\pm 1$  нм,  $d = 0.8 \pm 0.5$  нм из данных по поступательному трению и  $A = 2.6 \pm 0.6$  нм,  $d = 0.4 \pm 0.2$  нм из вискозиметрических данных. В качестве средних оценок будем использовать величины  $A = 3$  и  $d = 0.6$  нм.

В случае полиэлектролитов рассматривается концепция аддитивности жесткости цепи [12, 13]. Равновесная жесткость цепи является суммой структурной и электростатической составляющих, так что  $A = A_{\text{стр}} + A_{\text{эл}}$ . Заряды, находящиеся на расстоянии  $l < \kappa^{-1}$  вдоль цепи, вызывают дополнительное электростатическое близкодействие, которое приводит к повышению жесткости цепи на величину  $A_{\text{эл}}$ , которая зависит от линейной плотности заряда и ионной силы раствора. Линейный полиэлектролит характеризуется безразмерным параметром  $Q_{\text{эл}}$ , представляющим собой произведение радиуса Бъеррума и линейной плотности заряда ( $Z/L$ ):  $Q_{\text{эл}} = (\lambda_B Z)/L$ . Общее выражение для  $A_{\text{эл}}$ , полученное Odijk [17], содержит фактор коррекции  $f^2$ , учитывающий конденсацию противоионов на полиэлектролитной цепи ( $f^2 < 1$ ) и некоторую функцию нормированной на радиус Дебая–Хюккеля контурной длины макромолекулы  $F(L/\kappa^{-1})$ , такую, что при  $L/\kappa^{-1} \gg 1$ ,  $F(L/\kappa^{-1}) = 1$ . Таким образом,  $A_{\text{эл}} = (Q_{\text{эл}}^2 / 2\lambda_B \kappa^2) f^2 F(L/\kappa^{-1})$  и в

случае  $Q_{\text{эл}} > 1$  выражение принимает более простой вид  $A_{\text{эл}} = \kappa^2/2\lambda_{\text{в}}$ .

В нашем случае  $Q_{\text{эл}} \approx 2.8$ , и оценка электростатической составляющей длины статистического сегмента приводит к величине  $A_{\text{эл}} = 0.65$  нм. Следовательно, структурная составляющая  $A_{\text{стр}} \approx \approx 2.3$  нм, что является величиной, характерной для незаряженных алифатических макромолекул без объемных заместителей в боковых цепях [9, 10, 16, 18].

В чистой воде молекулы ПАА, несмотря на небольшие значения степени полимеризации, проявляют сильные полиэлектролитные эффекты (рис. 1). Величины  $[\eta]$ , полученные экстраполяцией Фуосса, в несколько раз превосходят величины, полученные для раствора NaCl с концентрацией 0.1 моль/л (рис. 1). Это свидетельствует о значительном увеличении объема, занимаемого макромолекулами в бессолевом растворе. Рост размеров, происходящий за счет разворачивания цепи, вызван большой линейной плотностью заряда на цепях ПАА. В качестве линейного незаряженного аналога ПАА можно в первом приближении рассматривать цепи поливинилформамида, изученного нами ранее [18], и для него получена оценка длины статистического сегмента  $A = 2$  нм. Данная величина хорошо коррелирует с приведенной выше оценкой структурной составляющей равновесной жесткости цепей ПАА в 0.1 М NaCl.

Сопоставление величин  $[\eta]$  с ММ (рис. 3б) дает следующее скейлинговое соотношение для ПАА в H<sub>2</sub>O:

$$[\eta] = 14.2 \times 10^{-3} M^{1.4 \pm 0.4}$$

Показатель степени здесь свидетельствует о значительном ожесточении цепей ПАА в чистой воде. Предполагая, что в цепях ПАА, находящихся в водном бессолевом растворе, могут проявляться как эффекты электростатического близкодействия, так и эффекты электростатического дальнодействия, даем оценку длины статистического сегмента  $A \approx 40$  нм. Это более, чем на порядок превосходит величину, найденную для 0.1 М NaCl. Число статистических сегментов  $(L/A)_{\text{H}_2\text{O}}$  в цепях ПАА в данном случае изменяется в пределах 1–4. Иными словами, конформация цепей ПАА в воде приближается к палочкообразной.

Таким образом, результаты, полученные при изучении гидродинамических характеристик ПАА, как в солевом растворителе, так и в чистой воде, могут быть количественно интерпретированы на основе разделения вкладов электростатического близкодействия и дальнодействия в размеры цепей в растворе.

Авторы благодарят О.П. Горбунову и Ю.А. Арпидова, принимавших участие в экспериментальной части работы.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Мастерова М.Н., Андреева Л.И., Зубов В.П., Поплав Л.С., Кабанов В.А.* // Высокомолек. соед. А. 1976. Т. 18. № 9. С. 1957.
2. *Крейндель М.Я., Андреева Л.И., Каплан А.М., Голубев В.Б., Мастерова М.Н., Зубов В.П., Поплав Л.С., Кабанов В.А.* // Высокомолек. соед. А. 1976. Т. 18. № 10. С. 2233.
3. *Zubov V.P., Kumar V.V., Masterova M.N., Kabanov V.A.* // J. Macromol. Sci., Chem. 1979. V. 13. № 1. P. 111.
4. *Harada S., Hasegawa S.* // Makromol. Chem., Rapid Commun. 1984. V. 15. № 1. P. 27.
5. *Wolfert M.A., Dash P.R., Nazarova O., Oupicky D., Seymour L.W., Smart S., Strohalm J., Ulbrich K.* // Bioconjugate Chem. 1999. V. 10. P. 993.
6. *Касьяненко Н.А., Копышев А.М., Обухова О.Н., Назарова О.В., Панарин Е.Ф.* // Журн. физ. химии. 2002. Т. 76. № 11. С. 2021.
7. *Цветков В.Н.* Жесткоцепные полимерные молекулы. М.: Наука, 1986.
8. *Павлов Г.М., Селюнин С.Г., Шильдяева Н.А., Якопсон С.М., Эфрос Л.С., Усова С.В.* // Высокомолек. соед. А. 1985. Т. 27. № 8. С. 1627.
9. *Павлов Г.М., Панарин Е.Ф., Корнеева Е.В., Курочкин К.В., Байков В.Е., Ушакова В.Н.* // Высокомолек. соед. А. 1990. Т. 32. № 6. С. 1190.
10. *Цветков В.Н., Эскин В.Е., Френкель С.Я.* Структура макромолекул в растворах. М.: Наука, 1964.
11. *Павлов Г.М., Френкель С.Я.* // Высокомолек. соед. Б. 1986. Т. 28. № 5. С. 353.
12. *Mandel M.* // Polyelectrolytes: Science and Technology. Ed. by Hara M. New York: Marcel Dekker, 1991.

13. Barrat J.-L., Joanny J.-F. // *Adv. Chem. Phys.* 1996. V. 94. P. 1.
14. Птицын О.Б., Эйзнер Ю.Е. // *Журн. физ. химии.* 1958. Т. 32. № 12. С. 2464.
15. Gray G., Bloomfield V., Hearst J. // *J. Chem. Phys.* 1967. V. 46. № 4. P. 1493.
16. Pavlov G. M. // *Progr. Colloid Polym. Sci.* 2002. V. 119. P. 149.
17. Odijk T. // *J. Polym. Sci., Polym. Phys. Ed.* 1977. V. 15. P. 477.
18. Павлов Г. М., Корнеева Е.В., Ебел С., Гаврилова И.И., Нестерова Н.А., Панарин Е.Ф. // *Высокомолек. соед. А.* 2004. Т. 46. № 10. С. 1732.

## Electrostatic Long-Range and Short-Range Interactions in Linear Poly(allylamine hydrochloride) Chains

**G. M. Pavlov\*, E. V. Korneeva\*\*, I. I. Gavrilova\*\*, N. N. Tarasova\*\*, and E. F. Panarin\*\***

\**Fock Research Institute of Physics, St. Petersburg State University,  
ul. Ul'yanovskaya 1, Petrodvorets, 198504 Russia*

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

**Abstract**—The efficiencies of two azo initiators in the polymerization of allylamine salts in water and organic solvents were compared. The hydrodynamic and molecular characteristics of poly(allylamine hydrochloride) in 0.1 M NaCl in the molecular mass range ( $M \times 10^{-3}$ ) = 18–65 were studied, and the scaling relationships were derived for the intrinsic viscosity ( $[\eta] = 7.65 \times 10^{-3} M^{0.8 \pm 0.1}$ ), translational diffusion coefficient ( $D_0 = 2.41 \times 10^{-4} M^{-(0.59 \pm 0.05)}$ ), and velocity sedimentation coefficient ( $s_0 = 2.77 \times 10^{-15} M^{0.41 \pm 0.05}$ ). The hydrodynamic data were interpreted in terms of electrostatic long-range and short-range interactions. The equilibrium rigidity of poly(allylamine hydrochloride) chains in 0.1 M NaCl and its structural and electrostatic constituents were quantitatively estimated. It was shown that the conformation of poly(allylamine hydrochloride) chains in pure water is close to rodlike.