

УДК 541(64+49):547.39

КОМПЛЕКСООБРАЗОВАНИЕ СОПОЛИМЕРА 2-АКРИЛАМИДО-2-МЕТИЛПРОПАНСУЛЬФОНАТА НАТРИЯ И ВИНИЛОВОГО ЭФИРА МОНОЭТАНОЛАМИНА С ПОЛИЭЛЕКТРОЛИТАМИ В ВОДНОЙ СРЕДЕ¹

© 2007 г. Е. М. Шайхутдинов, С. Х. Хусайн, К. Ж. Абдиев, Н. Ж. Сейткалиева

Казахский национальный технический университет им. К.И. Сатпаева

050013 Алматы, ул. Сатпаева, 22

Поступила в редакцию 11.04.2006 г.

Принята в печать 20.12.2006 г.

Радикальной сополимеризацией синтезирован новый водорастворимый полиэлектролит – сополимер 2-акриламидо-2-метилпропансульфоната натрия и винилового эфира моноэтаноламина. Обнаружена типичная для полиэлектролитов зависимость приведенной вязкости растворов сополимера от концентрации. Определена относительная активность мономеров, которая свидетельствует о более низкой реакционноспособности винилового эфира моноэтаноламина по сравнению с 2-акриламидо-2-метилпропансульфонатом натрия. Исследовано комплексообразование полученного сополимера с полиакриловой кислотой и поли-N,N-диметил-N,N-диаллиламмоний хлоридом. Установлено, что сополимер проявляет свойства полиамфолита и способен образовывать интерполимерные комплексы как с поликатионами, так и с поланионами. Показано, что поликомплекс сополимера с полиакриловой кислотой имеет развернутую структуру из-за наличия сульфонатных групп, не вступивших в реакцию комплексообразования, а комплекс сополимера с поли-N,N-диметил-N,N-диаллиламмоний хлоридом компактизирован за счет усиления гидрофобных взаимодействий, и размеры его частиц составляют порядка 80 нм.

ВВЕДЕНИЕ

Интерес к синтезу новых высокомолекулярных соединений на основе производных акриламида обусловлен непрерывным расширением области их применения в качестве высокоэффективных загустителей, флокулянтов, структурообразователей почв, абсорбентов, регуляторов реологических свойств буровых растворов, пленкообразователей для фармацевтических препаратов пролонгированного действия и т.д. [1–4].

Среди производных акриламида особое внимание привлекают 2-акриламидо-2-метилпропансульфоновая кислота и ее соли, на основе которых можно синтезировать различные водорастворимые сополимеры [5, 6].

¹ Работа выполнена при финансовой поддержке Фонда науки Министерства образования и науки Республики Казахстан (код проекта 3.657. Ф.03) по фундаментальным исследованиям.

E-mail: sarah_khussain@mail.ru (Хусайн Сара Хусаиновна).

Для осуществления реакции сополимеризации с натриевой солью 2-акриламидо-2-метилпропансульфоновой кислоты (**Na-АМС**) в качестве второго сомономера нами выбран простой виниловый эфир – виниловый эфир моноэтаноламина (**ВЭМЭА**). Следует отметить, что в литературе отсутствуют данные по исследованию сополимеризации **Na-АМС** с простыми виниловыми эфирами. В нашем случае **ВЭМЭА** представляет особый интерес из-за содержания в составе функциональной аминогруппы, способной вступать в мягких условиях в различные реакции с образованием новых ценных высокомолекулярных соединений [7].

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Для получения мономера **Na-АМС** использовали 2-акриламидо-2-метилпропансульфоновую кислоту (**H-АМС**) (содержание основного компонента не менее 99 мас. %) производства “Avocado Research Chemicals Ltd.” (Швейцария) без дополнительной очистки.

ВЭМЭА очищали вакуумной перегонкой ($T_{\text{кип}} = 45\text{--}46^\circ\text{C}/1.333 \text{ кПа}$, $n_D^{20} = 1.4357$).

Радикальную сополимеризацию Na-АМС и ВЭМЭА проводили в инертной среде при температуре 60°C и различных мольных соотношениях исходных мономеров в водном растворе (рН 9) в присутствии окислительно-восстановительного инициатора – эквимольной смеси гидросульфита натрия и персульфата калия. Масса инициатора составляла 0.1% от суммарной массы мономеров.

Относительную скорость реакции сополимеризации находили дилатометрическим методом на начальных степенях превращения мономеров. Конверсия не превышала 10%.

Полученный сополимер двукратно переосаждали ацетоном и сушили до постоянной массы под вакуумом при 40°C .

Состав сополимера определяли методами ИК-спектроскопии и потенциометрического титрования на иономере ЭВ-74 с применением стеклянного и хлорсеребряного электродов.

Полиакриловую кислоту (ПАК) (г. Дзержинск) с $M = 4.5 \times 10^5$ очищали переосаждением из диоксанового раствора петролейным эфиrom.

Промышенный образец поли-*N,N*-диметил-*N,N*-диаллиламмоний хлорида (ПМААХ) (г. Стерлитамак) с $M = 7 \times 10^4$ очищали переосаждением из водного раствора ацетоном и сушили при комнатной температуре под вакуумом.

Вязкость растворов полимеров в воде и в растворе NaCl измеряли в вискозиметре Уббелоде при 25°C .

ИК-спектры сополимеров и их комплексов снимали на спектрометре "Avator 370 CsJ" с Фурье-преобразователем в диапазоне частот $400\text{--}4000 \text{ см}^{-1}$. Спектры ПАК, сополимера Na-АМС–ВЭМЭА и их комплекса получали от порошковых препаратов с CsJ. Спектры поликомплекса сополимера Na-АМС–ВЭМЭА с ПМААХ измeryли на образцах, препарированных в вазелиновом масле в окнах KRS-5.

Оптическую плотность D растворов смесей полимеров определяли на спектрофотометре СФ-16 при длине волны падающего света, равной 600 нм.

Свежеприготовленные водные растворы полимеров использовали в течение двух дней. Поликомплексы полимеров получали путем постепенного добавления раствора одного полимера в раствор второго при интенсивном перемешивании и оставляли на 24 ч для установления равновесного состояния при комнатной температуре, после чего измеряли вязкость и pH раствора.

При расчете концентрации растворов ПАК и ПМААХ использовали ММ повторяющегося мономерного звена полимера (осново-моль/л), а в случае сополимера Na-АМС–ВЭМЭА – усредненную молекулярную массу $M_{\text{ср}}$ повторяющихся мономерных звеньев:

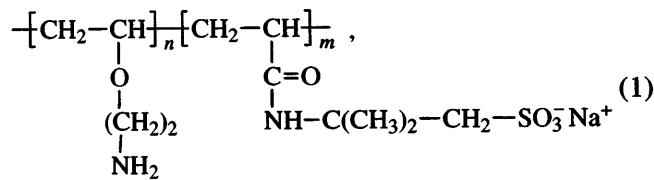
$$M_{\text{ср}} = M_{\text{Na-AMC}} v_{\text{Na-AMC}} + M_{\text{ВЭМЭА}} v_{\text{ВЭМЭА}},$$

где M и v – ММ и мольная доля мономерного звена в составе сополимера соответственно.

В смесях с полиэлектролитами относительную концентрацию сополимера выражали также как отношение мольной концентрации активного мономерного звена (Na-АМС или ВЭМЭА), участвующего в реакции интерполиэлектролитного взаимодействия, к мольной концентрации другого полимера.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Радикальной сополимеризацией нами получен новый линейный водорастворимый сополимер Na-АМС–ВЭМЭА с общей формулой



что подтверждается данными ИК-спектроскопии, потенциометрического и вискозиметрического титрования.

В ИК-спектрах сополимера имеются широкие полосы поглощения в области 3455 и 1651 см^{-1} , характерные для валентных и деформационных колебаний групп NH_2 [8]. В области $1248\text{--}1044 \text{ см}^{-1}$ обнаружаются полосы поглощения, характерные для сульфонатных групп.

Состав сополимеров, определенный потенциометрическим титрованием (таблица), свидетель-

Влияние соотношения мономеров в исходной смеси на относительную скорость реакции сополимеризации $v_{\text{отн}}$, состав сополимера Na-АМС-ВЭМЭА и характеристическую вязкость раствора в 0.1 моль/л NaCl ($T = 298$ K)

Состав исходной смеси, мол. %		Состав сополимера, мол. %		[η], дл/г	$v_{\text{отн}}$
ВЭМЭА	Na-АМС	ВЭМЭА	Na-АМС		
25.0	75.0	17.5	82.5	3.05	6.6
50.0	50.0	21.2	78.8	2.10	5.3
60.0	40.0	23.4	76.6	0.91	4.0
75.0	25.0	37.5	62.5	0.90	3.2

ствуют о том, что при любых исходных соотношениях мономеров образуется сополимер, обогащенный звеньями Na-АМС (M_2). Доля ВЭМЭА (M_1) в составе сополимера растет с повышением его доли в исходной реакционной смеси, однако не превышает 40 мол. %.

Методом Майо-Льюиса были рассчитаны константы сополимеризации мономеров ($r_1 = 0.06$, $r_2 = 1.2$). Их значения свидетельствуют о меньшей реакционной способности ВЭМЭА по сравнению с Na-АМС, так что при сополимеризации растущий радикал, оканчивающийся на звено ВЭМЭА, преимущественно взаимодействует с мономером Na-АМС. Следует отметить, что найденное значение r_1 очень близко к относительной активности ВЭМЭА при его радикальной сополимеризации со стиролом [9] и метакриловой кислотой [10]. Такая низкая реакционная способность радикалов ВЭМЭА при сополимеризации с другими виниловыми мономерами объясняется тем, что

кислород простого винилового эфира не имеет свободных стабильных орбит, в результате чего невозможна резонансная стабилизация между виниловым радикалом и кислородом [11].

На рис. 1 представлены зависимости приведенной вязкости раствора сополимера Na-АМС-ВЭМЭА в воде и в 0.1 моль/л NaCl от концентрации полимера. Очевидно, что в водных растворах сополимера с ростом концентрации наблюдается уменьшение вязкости (кривая 1), в то время как в 0.1 моль/л растворе NaCl приведенная вязкость увеличивается, причем зависимость имеет линейный характер (кривые 2–4). Эти результаты свидетельствуют о том, что полученный сополимер является типичным полиэлектролитом.

Следует отметить, что повышение содержания мономера ВЭМЭА в составе сополимера приводит к уменьшению характеристической вязкости сополимера в растворе NaCl (таблица). Это можно объяснить большей гидрофобностью мономера ВЭМЭА по сравнению с мономером Na-АМС, в результате чего с ростом содержания мономера ВЭМЭА в составе сополимера повышается гидрофобность макромолекул и усиливается компактизация макроцепи.

Для определения константы диссоциации аминогрупп были обработаны данные потенциометрического титрования водного раствора сополимера Na-АМС-ВЭМЭА раствором HCl (рис. 2) с помощью уравнения Гендерсона-Хассельбаха и построена зависимость pK от степени диссоциации (рис. 3). Экстраполируя зависимость $pK-\alpha$ до пересечения с осью ординат (при $\alpha = 0$), находили значение кажущейся константы диссоциации аминогрупп, которое составило $pK = pK_w - pK$ (при $\alpha = 0$) = $14.0 - 10.8 = 3.2$ (K_w – ионное произведение воды).

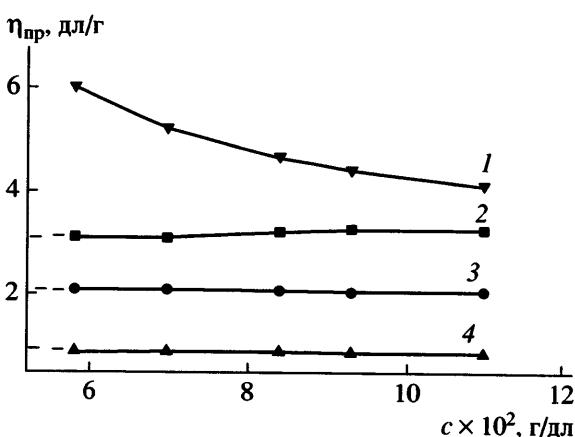


Рис. 1. Приведенная вязкость раствора сополимера Na-АМС-ВЭМЭА в воде (1) и в 0.1 моль/л NaCl (2–4) в зависимости от концентрации полимера. Содержание ВЭМЭА в сополимере 17.5 (1, 2), 21.2 (3) и 37.5 мол. % (4).

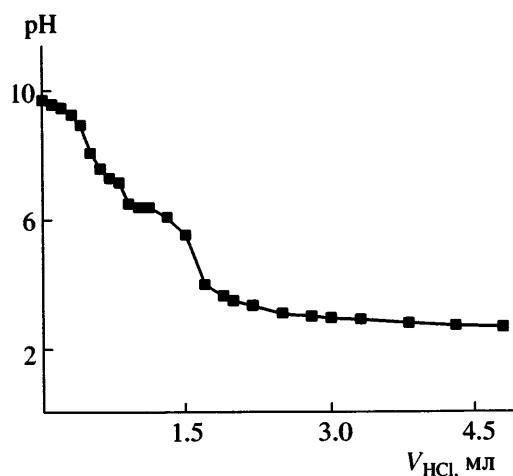


Рис. 2. Кривая потенциометрического титрования водного раствора сополимера Na-АМС-ВЭМЭА раствором HCl с концентрацией 0.01 моль/л. Концентрация сополимера 4×10^{-4} г/мл. Исходный объем раствора 10 мл.

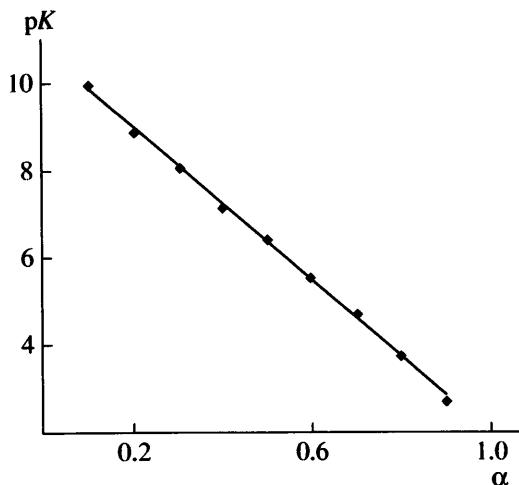
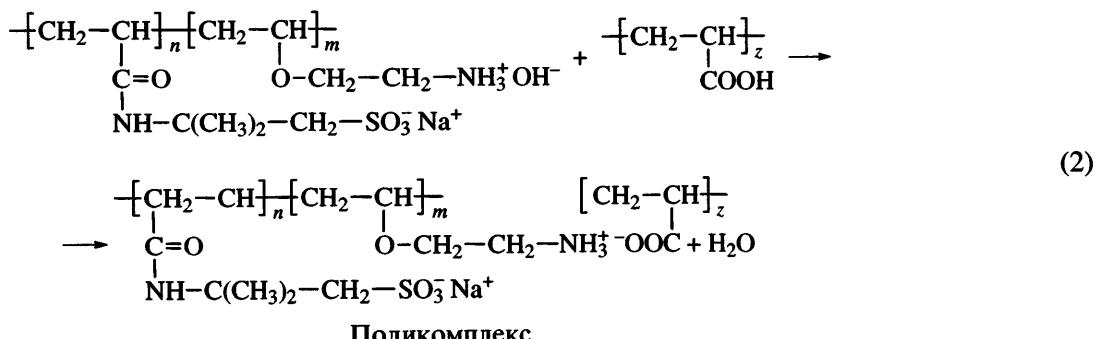


Рис. 3. Зависимость от степени ионизации pK сополимера Na-АМС-ВЭМЭА, содержащего 61 мол. % Na-АМС.

Комплексообразование сополимера Na-АМС-ВЭМЭА с полиэлектролитами в водных растворах

Как известно, для модификации свойств полимеров и расширения возможностей их практического применения все чаще используют интерполимерные реакции, приводящие к образованию полимер-полимерных комплексов (поликомплексов) [4, 12–14]. Кроме того, знание закономерностей изменения свойств полимеров в ходе интерполимерных реакций открывает широкую перспективу целенаправленного регулирования их физико-химических и поверхностных свойств.

В настоящей работе исследовано комплексообразование сополимера Na-АМС-ВЭМЭА с ПАК (полианион) и ПМААХ (поликатион). На рис. 4 показано изменение pH и приведенной вязкости раствора ПАК при добавлении сополимера Na-АМС-ВЭМЭА. Видно, что при введении сополимера pH раствора поликислоты увеличивается, а приведенная вязкость падает. Такое изменение pH можно объяснить следующим образом. В водном растворе аминные группы сополимера присоединяют молекулы воды, образуя гидроксаммониевые группы. При добавлении сополимера в раствор ПАК эти аммониевые группы взаимодействуют с карбоксильными группами поликислоты по кислотно-основному механизму:



Очевидно, что в результате межмолекулярного взаимодействия концентрация ионов водорода в растворе ПАК будет уменьшаться, pH

раствора увеличиваться (рис. 4, кривая I). С другой стороны, блокирование карбоксильных групп поликислоты в ходе комплексообразования вызывает

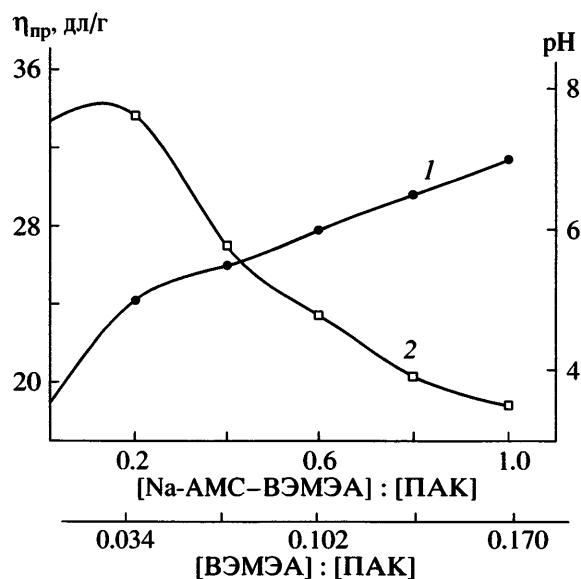


Рис. 4. Зависимости pH (1) и приведенной вязкости (2) водного раствора ПАК от относительной концентрации добавленного сополимера Na-АМС-ВЭМЭА (содержание Na-АМС 83 мол. %). [ПАК] = 5×10^{-3} осново-моль/л. $T = 298$ К.

рост гидрофобности макромолекул, что в конечном итоге приводит к усилению компактизации цепи поликислоты, и тем самым, к уменьшению вязкости раствора (рис. 4, кривая 2).

На рис. 5 представлены результаты потенциометрического и вискозиметрического титрования раствора сополимера Na-АМС-ВЭМЭА раствором ПАК. Водный раствор сополимера имеет щелочную среду (pH 9.8), что обусловлено присутствием основных аминогрупп в составе полимера. При добавлении поликислоты в раствор сополимера аминогруппы последнего взаимодействуют с карбоксильными группами ПАК по кислотно-основному механизму, согласно схеме (2). Это приводит к снижению pH (кривая 1) вследствие уменьшения концентрации гидроксид-ионов и к увеличению вязкости раствора сополимера (кривая 2). Повышение приведенной вязкости раствора сополимера с ростом относительной концентрации ПАК в смеси можно объяснить тем, что макромолекула сополимера в своем составе имеет как положительно заряженные (аминогруппы), так и отрицательно заряженные (сульфонатные) функциональные группы. В водной среде эти группы могут взаимодействовать между собой, блокируя друг друга (внутримоле-

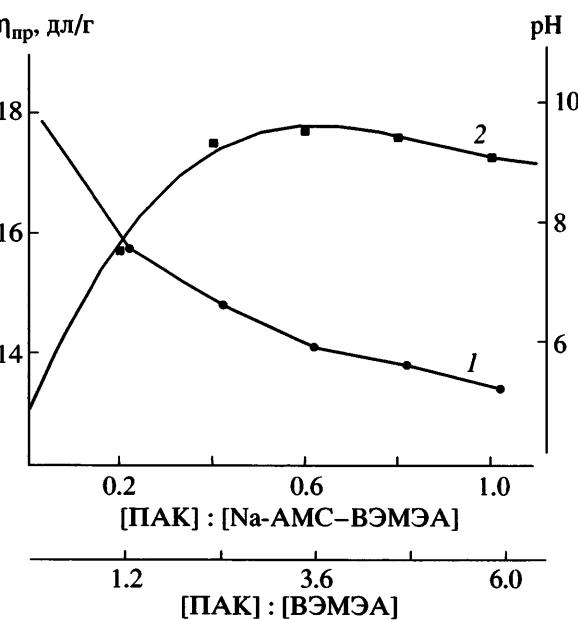


Рис. 5. Зависимости pH (1) и приведенной вязкости (2) водного раствора сополимера Na-АМС-ВЭМЭА (содержание Na-АМС 83 мол. %) от относительной концентрации добавленной ПАК. [Na-АМС-ВЭМЭА] = 5×10^{-3} осново-моль/л. $T = 298$ К.

кулярные солевые связи). Так как в составе сополимера мольное содержание сульфонатных групп (83 мол. %) в несколько раз превышает количество аминогрупп (17 мол. %), макромолекулы сополимера в целом заряжены отрицательно. Следовательно, можно предположить, что при добавлении ПАК в раствор сополимера Na-АМС-ВЭМЭА карбоксильные группы поликислоты конкурентно взаимодействуют с аминогруппами сополимера. В результате этого внутримолекулярные солевые связи в макромолекулах сополимера разрушаются и вместо них появляются межмакромолекулярные солевые связи между аминогруппами сополимера и карбоксильными группами поликислоты. Это ведет к росту доли свободных отрицательно заряженных сульфонатных групп вдоль макроцепи сополимера, разворачиванию клубка сополимера и увеличению вязкости раствора. А свободные от интерполимерных взаимодействий сульфонатные группы обеспечивают растворимость поликомплекса в воде.

На образование полимерных комплексов между полиэлектролитами указывают также данные ИК-спектроскопии ПАК и ее смеси с сополимером Na-АМС-ВЭМЭА (рис. 6). Порошковые об-

разцы для измерения спектра поликомплекса ПАК–сополимер получены путем выпаривания водного раствора смеси полиэлектролитов с мольным составом $n = [\text{ПАК}] : [\text{Na-АМС-ВЭМЭА}] = 0.5$ при комнатной температуре под вакуумом.

В спектре ПАК обнаруживается характеристическая полоса поглощения групп C=O при частоте колебания 1712 см^{-1} и широкая полоса поглощения в области частот $2670\text{--}3135 \text{ см}^{-1}$, характерная для гидроксидных групп кислоты.

А в спектре смеси ПАК с сополимером характеристическая полоса поглощения групп C=O смешена в сторону более высоких частот (1715 см^{-1}) и интенсивность несколько снижена. В спектре смеси также присутствует широкая полоса поглощения в области частот $1044\text{--}1218 \text{ см}^{-1}$, характерная для групп S=O [8]. Эти изменения в спектрах

свидетельствуют о взаимодействии сополимера Na-АМС-ВЭМЭА с ПАК.

На рис. 7 представлены зависимости pH, приведенной вязкости и оптической плотности водного раствора сополимера Na-АМС-ВЭМЭА от относительной концентрации добавленного ПМААХ. Видно, что при постепенном увеличении относительной концентрации ПМААХ в смеси наблюдается уменьшение pH и приведенной вязкости раствора сополимера (кривые 1, 2) и монотонный рост оптической плотности раствора смеси (кривая 3).

Указанные эффекты объясняются тем, что при добавлении ПМААХ в раствор сополимера, вероятно, происходит электростатическое взаимодействие сульфонатных групп сополимера с четвертичными аммониевыми группами ПМААХ по следующей схеме:



В результате блокирования отрицательно заряженных сульфонатных групп усиливаются гидрофобные взаимодействий между углеводородными радикалами макромолекул, что приводит к уменьшению приведенной вязкости раствора сополимера. Гидрофобизация макромолекул поликомплекса сопровождается ухудшением их растворимости, о чем свидетельствует повышение оптической плотности раствора сополимера по мере роста относительной концентрации ПМААХ в смеси (рис. 7, кривая 3). Незначительное уменьшение pH раствора сополимера (рис. 7, кривая 1) при добавлении ПМААХ, по-видимому, обусловлено снижением степени ионизации аминогрупп сополимера в составе поликомплекса вследствие образования компактной макромолекулярной структуры.

Изменение pH, приведенной вязкости и оптической плотности водного раствора ПМААХ при добавлении сополимера Na-АМС-ВЭМЭА представлено на рис. 8. В этом случае наблюдается уменьшение вязкости, увеличение оптической плотности и незначительное повышение pH раствора ПМААХ с повышением относительной концентрации добавленного сополимера. Небольшой рост pH раствора полиоснования по мере увеличения концентрации сополимера можно считать результатом ионизации аминогрупп сополимера, входящего в состав поликомплекса.

Об образовании комплекса (сополимер Na-АМС-ВЭМЭА)-ПМААХ свидетельствуют также данные ИК-спектроскопии (рис. 9). В спектре сополимера обнаружены полосы поглощения ва-

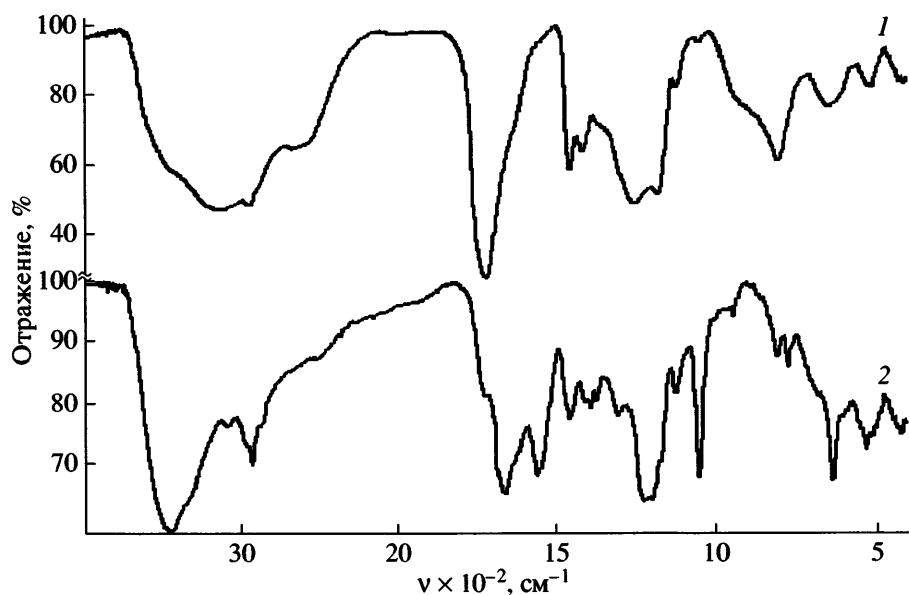


Рис. 6. ИК-спектры ПАК (1) и ее смеси с сополимером Na-АМС-ВЭМЭА (2). Состав смеси полиэлектролитов $n = [\text{ПАК}] : [\text{Na-АМС-ВЭМЭА}] = 0.5$.

лентных колебаний групп O—H и N—H с максимумами при 3315 и 3417 cm^{-1} . Полосы поглощения, проявляющиеся при 1607 и 1659 cm^{-1} , можно отнести к карбонильным (C=O) группам. В спектре

ПМААХ полоса поглощения валентных колебаний, соответствующая четвертичным аммониевым и гидроксидным группам, наблюдается при 3404 cm^{-1} . В спектре смеси сополимера с ПМААХ

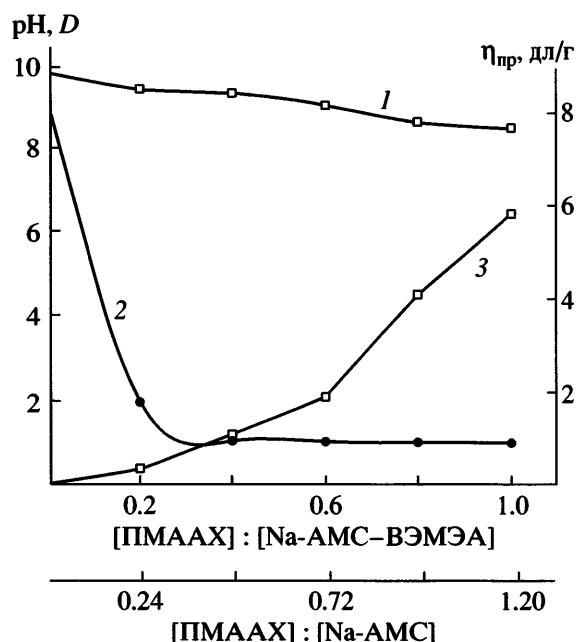


Рис. 7. Зависимости pH (1), приведенной вязкости (2) и оптической плотности (3) водного раствора сополимера Na-АМС-ВЭМЭА (содержание Na-АМС 83 мол. %) от относительной концентрации добавленного ПМААХ. $[\text{Na-АМС-ВЭМЭА}] = 5 \times 10^{-3}$ осново-моль/л. $T = 298\text{ K}$.

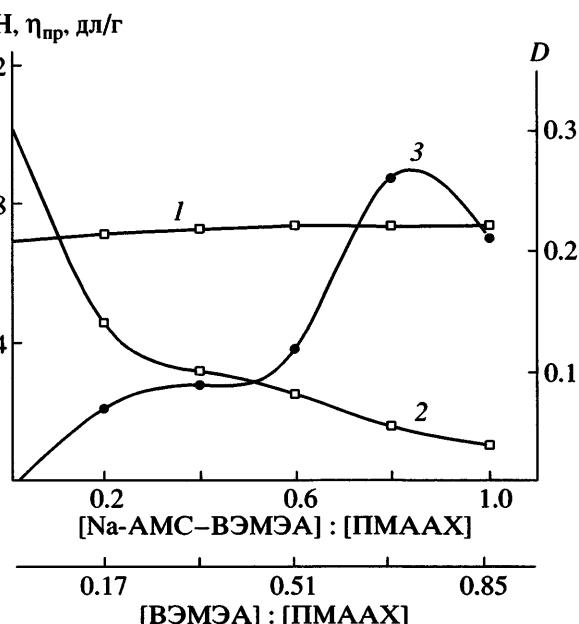


Рис. 8. Зависимости pH (1), приведенной вязкости (2) и оптической плотности (3) водного раствора смеси ПМААХ от относительной концентрации добавленного сополимера Na-АМС-ВЭМЭА (содержание Na-АМС 83 мол. %). $[\text{ПМААХ}] = 5 \times 10^{-3}$ осново-моль/л. $T = 298\text{ K}$.

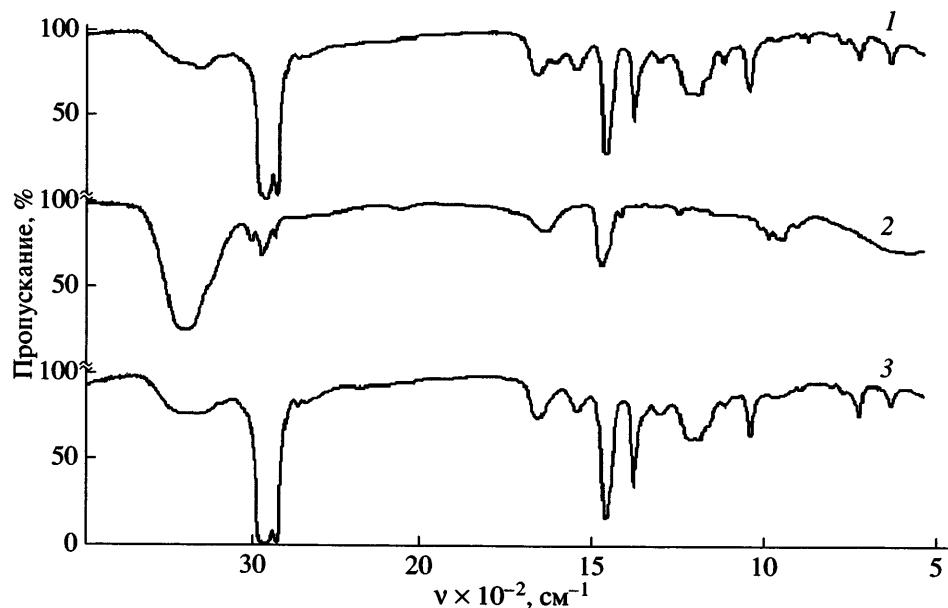


Рис. 9. ИК-спектры сополимера Na-АМС-ВЭМЭА (1), ПМААХ (2) и их смеси (3). Состав смеси $n = [\text{ПМААХ}] : [\text{Na-АМС-ВЭМЭА}] = 0.5$.

присутствует характеристическая полоса поглощения группы C=O сополимера (1657 см^{-1}), а полосы аминогрупп смешены в область меньших частот (3411 и 3312 см^{-1}). Кроме того, в спектре смеси полимеров отсутствует полоса поглощения при 1607 см^{-1} , характерная для индивидуального сополимера. Указанные изменения в спектрах сополимера подтверждают образование полиэлектролитного комплекса между сополимером Na-АМС-ВЭМЭА и ПМААХ.

Из турбидиметрических данных определен размер частиц полиэлектролитного комплекса сополимера Na-АМС-ВЭМЭА с ПМААХ. Известно, что если размер дисперсных частиц составляет от $1/10$ до $1/3$ длины световой волны и показатели преломления частиц и среды не сильно отличаются, то для описания светорассеяния в системе можно применить эмпирическое уравнение Геллера [15]:

$$D = k\lambda^{-n}, \quad (4)$$

где D – оптическая плотность, λ – длина волны падающего света, k – константа, не зависящая от длины волны света, n – показатель степени длины волны света. Уравнение (4) применимо при очень малых концентрациях дисперсной фазы. В данном случае концентрация полимеров составляет 5×10^{-3} осново-моль/л.

Значение показателя степени n в уравнении (4) зависит от соотношения между радиусом частиц r и длиной волны падающего света, характеризуемого параметром Z :

$$Z = 8\pi r/\lambda \quad (5)$$

Между значением показателя степени и параметром Z существует обратная линейная зависимость (рис. 10) [15].

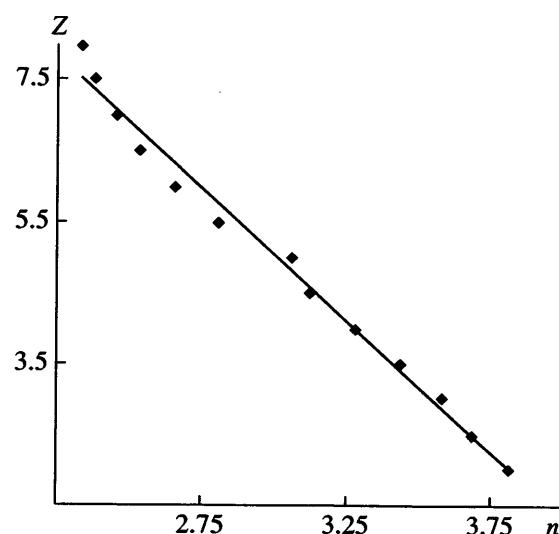


Рис. 10. Зависимость показателя степени n в уравнении Геллера от параметра Z [15].

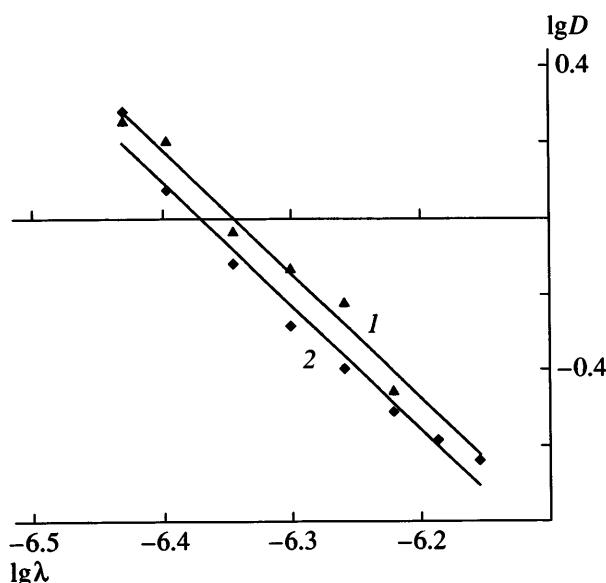


Рис. 11. Зависимости $\lg D$ от $\lg \lambda$ для поликомплекса (сополимер Na-АМС-ВЭМЭА)-ПД-МДААХ, полученного при добавлении ПМААХ в раствор сополимера (состав смеси $n = [\text{ПМААХ}] : [\text{Na-АМС-ВЭМЭА}] = 0.4$; $[\text{Na-АМС-ВЭМЭА}] = 5 \times 10^{-3}$ осново-моль/л) (1) и при добавлении сополимера в раствор ПМААХ (состав смеси $n = [\text{Na-АМС-ВЭМЭА}] : [\text{ПМААХ}] = 0.8$; $[\text{ПМААХ}] = 5 \times 10^{-3}$ осново-моль/л) (2).

На рис. 11 представлены зависимости логарифма оптической плотности от логарифма длины волны падающего света для водного раствора поликомплекса, полученного путем добавления раствора ПМААХ в раствор сополимера Na-АМС-ВЭМЭА (кривая 1) и путем добавления раствора сополимера в раствор ПМААХ (кривая 2). Из графика найдено значение тангенса угла наклона прямой $\lg D - \lg \lambda$, которое составило для первой прямой -3.2 . Из зависимости Z от n (рис. 10) определено значение параметра $Z = 4.2$ и по уравнению (5) рассчитан средний радиус частиц поликомплекса (Na-АМС-ВЭМЭА)-ПМААХ, который оказался равным 80 нм. При этом за длину волны падающего света брали среднеарифметическую длину волны пропущенного через раствор света (485 нм).

Для поликомплекса, полученного путем добавления раствора сополимера в раствор ПМААХ, параметры светорассеяния, определенные графически, имели следующие значения: $n = -3.3$ и $Z = 4.1$. Соответственно радиус частиц поликомплекса $r = 79$ нм. Следовательно, можно предпо-

ложить, что размер частиц поликомплекса (сополимер Na-АМС-ВЭМЭА)-ПМААХ не зависит от пути его получения. Это возможно в том случае, если независимо от состава смеси полимеров образуется поликомплекс с постоянным составом, т.е. стехиометрический интерполимерный комплекс [16, 17].

Таким образом, можно заключить, что сополимер Na-АМС-ВЭМЭА в водных растворах ведет себя как полiamфолит и способен взаимодействовать как с катионными, так и с анионными полиэлектролитами [18], причем благодаря усилию внутри- и межмолекулярных гидрофобных взаимодействий в ходе интерполимерных реакций частицы поликомплекса имеют компактную структуру.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Полиакриламид / Под ред. Куренкова В.Ф. М.: Химия, 1992.
- Куренков В.Ф. // Соросовский образоват. журн. 1997. № 7. С. 57.
- Куренков В.Ф. // Соросовский образоват. журн. 1997. № 5. С. 48.
- Куренков В.Ф., Шевцова С.А., Антонович О.А., Hartan Hans-Georg, Лобанов Ф.И. // Химия и компьютерное моделирование. Бутлеровские сообщения. Тематический раздел: Химическая технология. 2004. Т. 5. № 3. С. 39. (Интернет журнал).
- Kurenkov V.F., Kolesnikova I.Yu., Solov'ev D.A. // J. Appl. Chem. 2001. V. 74. № 3. P. 501.
- Kurenkov V.F., Zaitseva O.A., Karyagina S.V. // Polym. Sci., Polym. Chem. 2002. V. 44. № 2. P. 124.
- Жубанов Б.А., Шайхутдинов Е.М., Осадчая Э.Ф. Простые виниловые эфиры в радикальной полимеризации. Алма-Ата: Наука, 1985.
- Сильверстейн Р., Басслер Г., Морил Т. Спектрометрическая идентификация органических соединений. М.: Мир, 1977.
- Осадчая Э.Ф., Парецкая Н.А. // Вестн. Казахского национального университета. 2003. № 2 (30). С. 204.
- Чопобаева Н.Н., Мун Г.А. // Вестн. Казахского национального университета. 1998. № 10. С. 72.

11. Хэм Д. Сополимеризация / Пер. с англ. под ред. Кабанова В.А. М.: Химия, 1971.
12. Смирнов Н.Н., Федотов Ю.А. // Критические технологии. Мембранны. 2001. № 12. С. 25.
13. Бимендина Л.А., Яшарова М.Г., Кудайбергенов С.Е., Бектуров Е.А. Полимерные комплексы. Семипалатинск: Семипалатинский гос. ун-т, 2003.
14. Mende M., Petzold G., Buchhammer H. // Colloid Polym. Sci. 2002. V. 280. P. 342.
15. Лабораторные работы и задачи по коллоидной химии / Под ред. Фролова Ю.Г., Гродского А.С. М.: Химия, 1986. С. 216.
16. Зезин А.Б., Рогачева В.Б. Успехи химии и физики полимеров. М.: Химия, 1973. С. 3.
17. Кабанов В.А., Зезин А.Б., Харенко А.В., Калюжная Р.И. // Докл. АН СССР. 1976. Т. 230. № 1. С. 139.
18. Бектуров Е.А., Кудайбергенов С.Е., Рафиков С.Р. // Успехи химии. 1991. Т. 60. № 4. С. 835.

Complexation of Sodium 2-Acrylamido-2-methylpropanesulfonate–Monoethanolamine Vinyl Ether Copolymer with Polyelectrolytes in Aqueous Medium

E. M. Shaikhutdinov, S. Kh. Khusain, K. Zh. Abdiev, and N. Zh. Seitkalieva

*Kanysh Satpaev Kazakh National Technical University,
ul. Satpaeva 22, Almaty, 050013 Kazakhstan
e-mail: sarah_khussain@mail.ru*

Abstract—A new water-soluble polyelectrolyte—the copolymer of sodium 2-acrylamido-2-methylpropane-sulfonate and monoethanolamine vinyl ether—has been synthesized by free-radical copolymerization. The concentration behavior of the reduced viscosity of copolymer solutions that is typical for polyelectrolytes has been revealed. The reactivity ratios of the monomers have been measured. These values indicate a lower reactivity of monoethanolamine vinyl ether than that of sodium 2-acrylamido-2-methylpropanesulfonate. The complexation of this copolymer with poly(acrylic acid) and poly(*N,N*-dimethyl-*N,N*-diallylammmonium chloride) has been studied. It has been found that the copolymer demonstrates the polyampholytic behavior and is able to form interpolymer complexes both with polycations and polyanions. It has been established that the polycomplex of the copolymer with polyacrylic acid has the unfolded structure due to the presence of sulfonate groups uninvolved in complexation, while the complex of the copolymer with poly(*N,N*-dimethyl-*N,N*-diallylammmonium chloride) is compact due to enhancement of hydrophobic interactions, and the sizes of its species are of the order of 80 nm.