

УДК 541(127+49+64)

## КИНЕТИКА РЕАКЦИЙ МЕЖДУ ПРОТИВОПОЛОЖНО ЗАРЯЖЕННЫМИ ЛИНЕЙНЫМИ И СЕТЧАТЫМИ ПОЛИЭЛЕКТРОЛИТАМИ

© 1994 г. А. М. Чупятов, В. Б. Рогачева, А. Б. Зезин, В. А. Кабанов

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова  
119899 Москва, Ленинские горы

Поступила в редакцию 08.07.93 г.

Изучена кинетика реакций между противоположно заряженными линейными и сетчатыми полиэлектролитами. Показано, что скорость переноса линейных полионов в противоположно заряженном геле определяется скоростью интерполиэлектролитных реакций обмена в слое поликомплекса. Сорбция линейного полиэлектролита ускоряется при повышении ионной силы раствора или уменьшении степени диссоциации полионов. Скорость переноса линейного полиэлектролита зависит также и от молекулярных характеристик пенетранта.

Недавно описанные реакции [1, 2] между противоположно заряженными линейными и сетчатыми полиэлектролитами (ПЭЛ), в которых полиэлектролитный гель использован в качестве одного из реагентов, образующих интерполиэлектролитный комплекс (ИПЭК), открывают новые аспекты в явлениях переноса полимерных цепей в набухших полимерных сетках и представляют интерес для изучения и моделирования активного транспорта полионов. ИПЭК, которые образуются в результате таких реакций, представляют собой разновидность композиционных полимерных материалов, построенных строго по принципу "змейка в клетке". Существенно, что в данном случае такая структура термодинамически устойчива, т.е. линейные ("змейка") и сетчатые ("клетка") фрагменты не проявляют склонности к сегрегации. Предлагаемая работа посвящена исследованию кинетики взаимодействия между противоположно заряженными слабосильными сетками и линейными ПЭЛ.

### ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

В качестве сетчатых ПЭЛ использовали сшитые полиакрилат натрия (СПА-На) и гидрохлоридполидиметиламиноэтилметакрилата (СПМЭК). Полимеры получали радикальной сополимеризацией акриловой кислоты с N,N-метилен-бис-акриламидом (1% от массы мономера) и солянокислой соли диметиламиноэтилметакрилата с N,N-метилен-бис-акриламидом (1% от массы мономера) в 10%-ных водных растворах. Сополимеризацию инициировали смесью персульфата аммония с метабисульфитом натрия (по 0.2% от массы мономера) и проводили в запаянных ампулах при комнатной температуре в течение 1 сут. Полученный гель полиакриловой

кислоты нейтрализовали, помещая его в водный раствор эквимолярного количества NaOH. Концентрация звеньев в равновесно набухших полностью ионизованных гелях СПА-На и СПМЭК составляла  $10^{-2}$  осново-моль/л.

В качестве линейных ПЭЛ использовали следующие поликатионы. Фракции поли-N-этил-4-винилпиридинийбромида (ПЭВПБ), средневесовые степени полимеризации которых были:  $\bar{P}_w = 350$  ( $\bar{M}_w/\bar{M}_n = 1.2$ ), 700 ( $\bar{M}_w/\bar{M}_n = 1.2$ ), 1600 ( $\bar{M}_w/\bar{M}_n = 1.1$ ) и 2700 ( $\bar{M}_w/\bar{M}_n = 1.1$ ). Статистический сополимер винилэтилпиридинийбромида (70 мол. %) и винилдодецилпиридинийбромида (30 мол. %) – полымло синтезирован в нашей лаборатории и любезно предоставлен Н.В. Павловой,  $\bar{P}_w = 220$ ; сополимер диметиламиноэтилметакрилата (ДАЭМ) и фениламиноэтилметакрилата (ФАЭМ) состава 98 : 2 мол. % имел  $\bar{P}_w = 300$ , а хитозан –  $\bar{P}_n = 700$ . В качестве полианионов применяли полиакрилат натрия (ПА-На) с  $\bar{P}_w = 520$  ( $\bar{M}_w/\bar{M}_n = 1.1$ ) и натрий-карбоксиметилцеллюлозу (КМЦ-На),  $\bar{P}_n = 500$ .

Синтез и фракционирование линейных ПЭВПБ и ПА-На описаны в работе [1].

Линейный сополимер синтезировали радикальной сополимеризацией диметиламиноэтилметакрилата и фениламиноэтилметакрилата, взятых в молярном соотношении 98 : 2 в 50%-ном растворе в метаноле (инициатор 2,2-азо-бис-изобутиронитрил, 0.8% от массы мономера) при 60°C в течение 30 ч. Полученный полимер высаживали в гексан, а затем фракционировали из 4 - 5%-ного бензольного раствора дробным осаждением гексаном.

В работе использовали КМЦ-На фирмы "Serva", а также хитозан краба, полученный на Московском заводе им. Войкова.

Кинетику поглощения линейных ПЭ противоположно заряженными сетчатыми ПЭ изучали следующим образом. Образцы равновесно набухшего геля кубической или цилиндрической формы с массой 0.5 - 2.0 г помещали в раствор, содержащий линейные полионы. Убыль линейного ПЭЛ из окружающего раствора измеряли спектрофотометрически, отбирая для анализа небольшие пробы раствора или используя проточную кювету спектрофотометра. Концентрации линейных ПЭВПБ, сополимера ДАЭМ и ФАЭМ и полимила определяли по интенсивности поглощения света соответственно ПЭВПБ при  $\lambda = 257$  нм ( $\epsilon = 2700$ ), ПМЭК при  $\lambda = 241$  нм ( $\epsilon = 300$ ), ПМ при  $\lambda = 257$  нм ( $\epsilon = 3000$ ). Для измерений использовали спектрофотометр фирмы "Hitachi" (Япония). По убыли концентрации линейного компонента строили кинетические кривые в координатах степень завершенности реакции  $q = m_t/m_\infty$ -время  $t$  (рис. 1), где  $m_t$  – количество линейного ПЭЛ, поглощенного гелем к моменту времени  $t$  (осново-моли),  $m_\infty$  – максимальное количество линейного полимера, которое способен поглотить гель в условиях эксперимента.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

На рис. 1 в качестве примера приведены типичные кинетические кривые поглощения ПЭВПБ гелем СПА-На. Точки 1 и 2 соответствуют сорбции линейных полионов из растворов ПЭВПБ различных концентраций. Видно, что в исследуемом интервале концентраций ( $10^{-4}$  -  $10^{-3}$  осново-моли/л) скорость поглощения ПЭВПБ не зависит от концентрации линейного ПЭЛ в окружающем растворе. Интенсивность перемешивания также не оказывает заметного влияния на скорость сорбции. Следовательно, скорость сорбции линейных полионов противоположно заряженной сеткой контролируется не конвективно-диффузионным переносом макромолекул к поверхности образца, а определяется процессами их переноса непосредственно в фазе геля. Внутридиффузионный характер сорбции пенетранта – необходимое условие применимости кинетических моделей, основанных на законах диффузии Фика [3]. Однако в данном случае это условие оказывается недостаточным. Кинетика сорбции линейных ПЭЛ противоположно заряженными гелями не может быть описана в рамках обычных диффузионных моделей. Кинетические кривые поглощения не спрямляются в координатах  $q-t^{0.5}$  даже на начальных участках.

Систематические исследования механизма переноса линейных полионов в противоположно заряженных сетках показали также, что сорбция линейных полионов не описывается в терминах

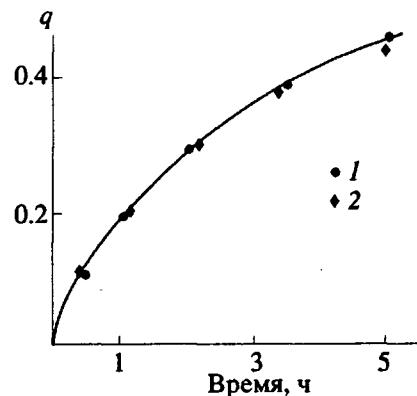
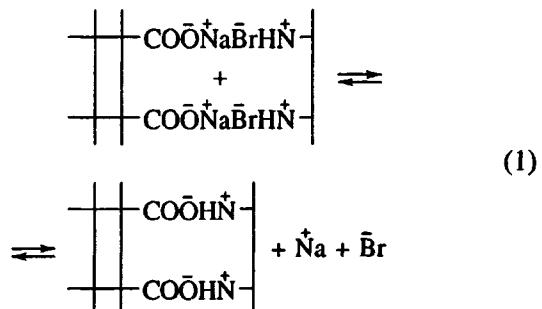


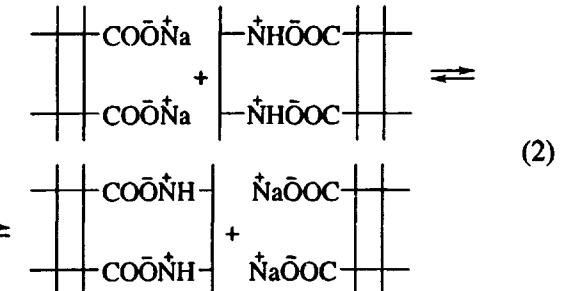
Рис. 1. Кинетические кривые сорбции линейного ПЭВПБ ( $\bar{P}_v = 1600$ ) гелем СПА-На.  $[ПЭВПБ] = 10^{-4}$  (1) и  $10^{-3}$  осново-моли/л (2).  $pH 7.5$ ,  $[NaCl] = 0.02$  моль/л,  $T = 25^\circ C$ .

пассивной диффузии их в образце геля. Процесс на самом деле представляет собой фронтально распространяющуюся интерполиэлектролитную реакцию (ИПР), сопровождающуюся образованием в фазе геля нового химического соединения – ИПЭК [1, 2, 4].

При погружении образца геля в водный раствор противоположно заряженного ПЭ на поверхности сетчатого ПЭ протекает ИПР соединения линейных полионов с поверхностными фрагментами сетки



Продвижение линейных макромолекул вглубь геля происходит путем ИПР обмена между уже образованным ИПЭК и свободными фрагментами сетки, т.е. посредством перескока участков линейного полиона с одного сегмента сетки на другой



Освобождающиеся в результате ИПР обмена фрагменты сетки образуют вакансии, которые

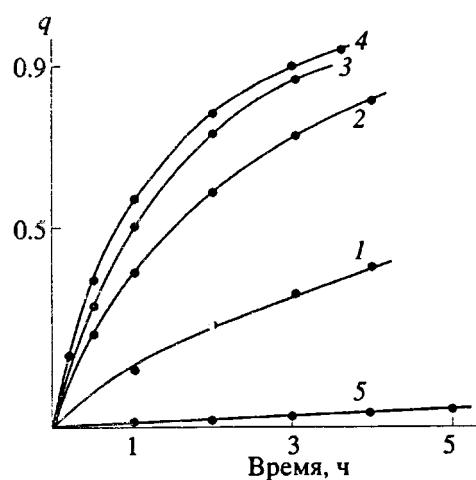


Рис. 2. Кинетические кривые сорбции линейного ПЭВПБ ( $\bar{P}_w = 1600$ ) гелем СПА-На из водно-солевых растворов при 25°C и pH 8 [NaCl] = 0 (1); 0.02 (2); 0.1 (3); 0.5 (4) и 1 моль/л (5).

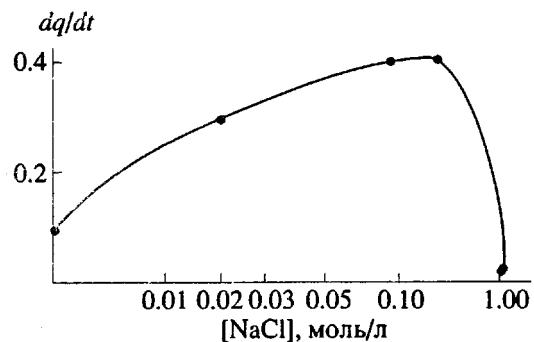


Рис. 3. Зависимость начальных скоростей сорбции линейного ПЭВПБ ( $\bar{P}_w = 1600$ ) гелем СПА-На от ионной силы раствора.

продвигаются в направлении границы раздела образец–раствор, т.е. противоположном направлению движения линейных полионов, и по достижении этой границы сразу же вступают в ИПР соединения с линейным ПЭЛ из окружающего раствора. Таким образом, движущей силой активного транспорта служит ИПР соединения (реакция (1)) на поверхности образца, а весь слой образовавшегося ИПЭК, по-существу, представляет собой реакционную зону, в которой непрерывно осуществляется ИПР обмена (реакция (2)).

Существенно, что на любой промежуточной стадии процесса в образце сохраняется резкая граница между плотным слоем поликомплекса и непрвращенным гелем. Поскольку образующийся ИПЭК очень слабо набухает в водных средах по сравнению с исходным сетчатым ПЭЛ, сорбция линейных полионов противоположно заряженными гелями сопровождается значительным уменьшением объема образца (в  $10^3$  - 10 раз в зависимости от ионной силы раствора).

Известно, что ИПР соединения между противоположно заряженными линейными ПЭЛ в растворе протекают практически мгновенно [5]. Следовательно, ИПР соединения, протекающая на внешней поверхности образца геля, не может лимитировать общую скорость сорбции. Кроме того, мы показали, что начальная скорость сорбции линейного ПЭЛ образцом геля существенно понижается, если на его поверхности предварительно создать слой ИПЭК. Следовательно, скорость переноса линейного ПЭЛ из внешнего раствора в объем геля лимитируется скоростью ИПР обмена в слое ИПЭК. Поэтому можно ожидать, что факторы, влияющие на скорость ИПР обмена, будут определять и кинетику сорбции ПЭЛ противоположно заряженным гелем.

В работах [6, 7] изучена кинетика ИПР обмена в растворах нестехиометрических ИПЭК, образованных линейными полиметакрилатом натрия (ПМА-На) и ПЭВПБ. Было показано, что скорость ИПР обмена в таких системах существенно возрастает при уменьшении линейной плотности заряда ПЭЛ и увеличении ионной силы раствора. Так, в отсутствие соли реакция обмена между ИПЭК ПМА-На–ПЭВПБ и свободным ПМА-На практически не идет, а при [NaCl] = 0.1 моль/л она полностью завершается за время смешения компонентов. Причина столь резкого влияния ионной силы на скорость реакции обмена заключается в ослаблении электростатического взаимодействия между противоположно заряженными полионами, что значительно облегчает перенос поликатионов ПЭВПБ с одного полиона на другой.

Влияние ионной силы на скорость сорбции линейного ПЭЛ сетчатым изучено нами на примере системы СПА-На–линейный ПЭВПБ. На рис. 2 представлены кинетические кривые сорбции линейного ПЭВПБ гелем СПА-На из растворов, содержащих различные концентрации хлористого натрия. Гель СПА-На предварительно выдерживали в водно-солевых растворах с заданной концентрацией NaCl до достижения равновесной степени набухания (1 - 1.5 сут), а затем вырезали образцы кубической формы, имеющие приблизительно одинаковый объем. Поскольку равновесная степень набухания СПА-На уменьшается с увеличением ионной силы раствора, понятно, что такие образцы геля содержали тем большее количество СПА-На, чем меньше набухаемость геля. Сорбцию проводили, помещая гель в растворы, содержащие одинаковое количество ПЭВПБ, недостаточное для полного превращения образцов гелей в ИПЭК, поэтому при расчете степени превращения  $q$  величину  $m_\infty$  принимали равной всему количеству линейного полиона в реакционных смесях (в специальных опытах было показано, что состав образующегося ИПЭК СПА-На–ПЭВПБ не зависит от концентрации низкомолекулярного электролита в

интервале  $[NaCl] = 0 - 0.5$  моль/л и соответствует эквимолярному соотношению компонентов в ИПЭК). Поскольку сорбция в этом случае проходит до полного исчерпания линейных полионов в растворе, кинетические кривые имеет смысл анализировать до степени превращения, не превышающих 0.6 - 0.7. При  $q > 0.7$  из-за низкой остаточной концентрации линейного ПЭЛ в окружающем растворе сорбция может перейти во внешнедиффузионный режим. Кроме того, при высоких значениях  $q$  площади поверхности образцов геля с разной исходной набухаемостью существенно различаются из-за различия в величине контракции.

Полученные экспериментальные данные удобно представить в виде зависимостей начальных скоростей сорбции (угловой коэффициент кинетических кривых рис. 2 при  $q = 0$ ) от ионной силы раствора (рис. 3). Из представленных данных видно, что даже в отсутствие низкомолекулярного электролита в исходном растворе сорбция линейного ПЭЛ, а следовательно и ИПР обмена, протекает с заметной скоростью. По-видимому, это обусловлено тем, что локальная концентрация соли, образующейся в результате ИПР соединения (схема (1)) и частично диффундирующей внутрь геля, оказывается достаточной для осуществления там ИПР обмена. Увеличение концентрации соли в растворе до  $[NaCl] = 0.1$  моль/л заметно ускоряет сорбцию линейного ПЭЛ гелем, но лишь в несколько раз в отличие от ИПР обмена в растворе [6], когда в этом интервале ионной силы скорость обмена возрастает на несколько порядков. Дальнейшее повышение ионной силы до 0.6 моль/л уже почти не влияет на скорость поглощения гелем линейного поликатиона. Полученные данные подтверждают, что скорость сорбции линейных полионов противоположно заряженными гелями (она определяется скоростью ИПР обмена в объеме геля) на самом деле зависит от локальной концентрации низкомолекулярной соли в зоне реакции, которая в общем случае не совпадает с концентрацией соли в окружающем растворе.

При  $[NaCl] = 1$  моль/л скорость сорбции резко понижается (рис. 3). При столь высокой концентрации соли электростатическое взаимодействие между противоположно заряженными линейным и сетчатым ПЭЛ практически отсутствует из-за экранирования противоионами, и межцепные солевые связи не образуются. Иными словами, ИПР соединения (схема (1)) в этих условиях практически не происходит, а, следовательно, исчезает источник свободной энергии, необходимый для обеспечения активного транспорта полионов в фазу геля. Действительно, ранее мы показали, что ИПЭК, образованный между линейным ПЭВПБ и СПА-На при  $[NaCl] > 0.7$  моль/л разрушается с качественным выделением в раствор линейного поликатиона. В этих условиях сорбция

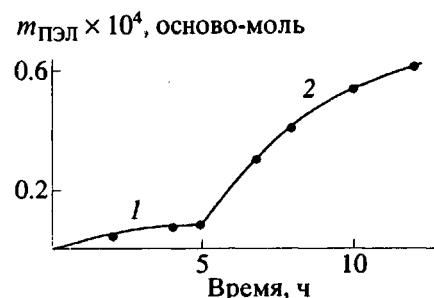
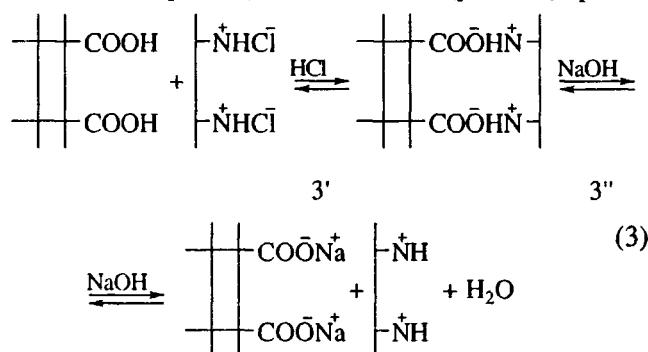


Рис. 4. Сорбция линейного сополимера гелем СПА-На при значениях pH 11.5 (1) и 10.5 (2).  $m_{\text{СПА-На}} = 10^{-4}$  осново-моль (2г),  $[NaCl] = 0.05$  моль/л;  $T = 25^\circ\text{C}$ .

линейного ПЭВПБ СПА-На может протекать лишь по механизму пассивной диффузии, но так как коэффициент распределения для такой системы  $K = [\text{ПЭВПБ}]_{\text{гель}} / [\text{ПЭВПБ}]_{\text{раствор}}$  меньше единицы, а соотношение объемов фаз  $V_{\text{раствор}} / V_{\text{гель}} > 10$ , то убыль ПЭВПБ из окружающего раствора практически не обнаруживается.

В том случае, если ИПЭК образован слабыми ПЭЛ, равновесие ИПР соединения можно сместить в сторону разрушения интерполимерного комплекса не только путем увеличения концентрации экранирующей низкомолекулярной соли, но и изменением pH раствора. Так, например, ИПЭК СПА-На-ПМЭК кооперативно разрушается в кислых ( $\text{pH} < 3$ ) и в щелочных ( $\text{pH} > 11$ ) средах



На рис. 4 приведены кинетические кривые сорбции линейного сополимера ДАЭМ и ФАЭМ поликарилатным гелем при различных значениях pH раствора. Участок 1 кривой соответствует pH 11.5, при котором равновесие ИПР (3') полностью сдвинуто вправо, т.е. электростатическое взаимодействие между компонентами полностью экранировано. Видно также, что как и в концентрированных солевых растворах (рис. 2, кривая 5) скорость сорбции гелем СПА-На линейного сополимера при pH 11.5 ничтожно мала, т.е. соответствует пассивной диффузии линейного полиамина в объеме сетки. Скорость процесса резко возрастает, если в реакционную среду добавить раствор HCl, это отражает участок 2 кинетической кривой.

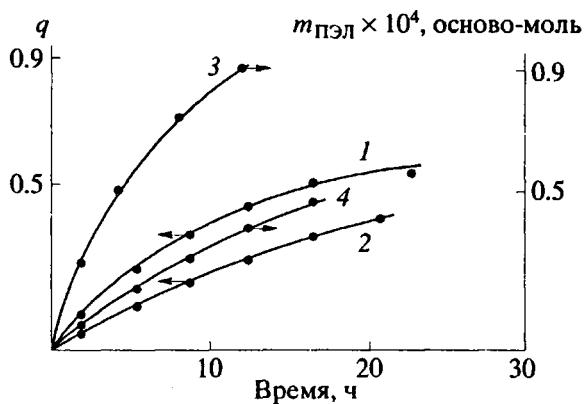


Рис. 5. Кинетические кривые сорбции сополимера различной степени диссоциации  $\alpha$  гелем СПА-На.  $\alpha = 0.05$  (1, 3) и 0.95 (2, 4).  $m_{\text{СПА-На}} = 10^{-4}$  осново-моль (2г),  $[\text{NaCl}] = 0.05$  моль/л;  $T = 25^\circ\text{C}$ .

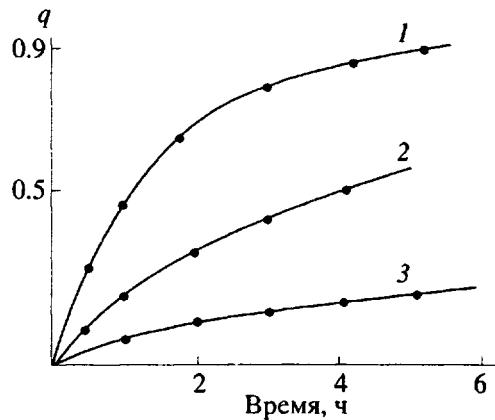


Рис. 6. Кинетические кривые сорбции линейного ПЭВПБ с различной  $\bar{P}_n$  гелем СПА-На. Значения  $\bar{P}_n$  ПЭВПБ составляют 350 (1), 1600 (2) и 2700 (3).  $pH 7.5$ ,  $[\text{NaCl}] = 0.02$  моль/л;  $T = 25^\circ\text{C}$ .

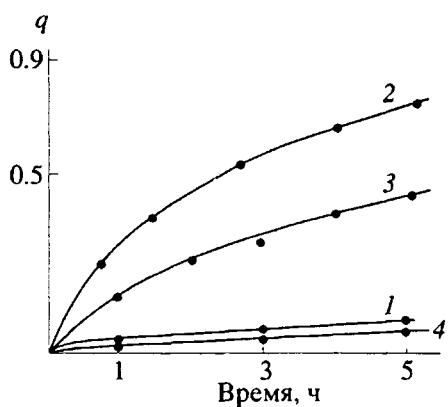


Рис. 7. Кинетические кривые сорбции линейных хитозана с  $\bar{P}_n = 700$  (1), ПЭВПБ с  $\bar{P}_n = 700$  (2) гелем СПА-На, а также линейных ПА-На с  $\bar{P}_n = 520$  (3) и КМЦ-На с  $\bar{P}_n = 500$  (4) гелем СПМЭК.  $[\text{NaCl}] = 0.02$  моль/л;  $T = 25^\circ\text{C}$ .

На примере системы СПА-На–линейный сополимер ДАЭМ и ФАЭМ мы изучили влияние степени диссоциации сополимера  $\alpha$  на скорость его активного транспорта в отрицательно заряженной сетке. На рис. 5 представлены кинетические кривые сорбции полиакрилатным гелем линейного ПМЭК степени диссоциации  $\alpha = 0.05$  (кривая 1) и 0.95 (кривая 2). Видно, что скорость сорбции слабозаряженного сополимера ДАЭМ и ФАЭМ несколько больше, чем скорость поглощения практически полностью ионизованного полииона. Следует, однако, заметить, что максимальное количество указанного сополимера, сорбированное полиакрилатным гелем  $m_\infty$ , зависит от степени диссоциации линейного и сетчатого ПЭЛ, включенных в состав ИПЭК. Так, при  $\alpha = 0.05$  состав образующегося ИПЭК  $\varphi = m_1^*/m_2 = 2.5$  ( $m_1$  и  $m_2$  – числа осново-молей сополимера и СПА-На включенных в ИПЭК [4], а при  $\alpha = 0.95$  ИПЭК содержит эквимолярное количество обоих компонентов). На рис. 5 кривые 3 и 4 построены в координатах количество линейного сополимера ДАЭМ и ФАЭМ–время. Хотя кинетические кривые 1 и 2 сорбции сополимера разной степени диссоциации полиакрилатным гелем различаются не очень значительно, количество линейного ПЭЛ, поглощенного сеткой в каждый момент времени для образца, имеющего  $\alpha = 0.05$ , оказывается существенно большим, чем для образца с  $\alpha = 0.95$  (кривые 3 и 4). Потоки  $j$ , рассчитанные в начальной точке кривой сорбции для указанного сополимера с  $\alpha = 0.95$  и 0.05, составили соответственно  $3 \times 10^{-7}$  и  $10^{-6}$  осново-моль/(см<sup>2</sup> ч).

Таким образом, влияние экранирующего электролита и величины линейной плотности заряда поликатиона на кинетику ИПР обмена в слое поликомплекса согласуется с обнаруженным ранее для противоположно заряженных линейных полимеров.

Скорость переноса линейных полионов в геле существенно увеличивается при повышении температуры. Энергии активации, рассчитанные нами по начальным участкам кинетических кривых для различных фракций ПЭВПБ ( $\bar{P}_n = 350, 700, 1600$  и 2700), близки и составляют около 40 кДж/моль. Это отражает сегментальный характер движения линейных полионов в фазе геля. В то же время скорость переноса линейных полионов в противоположно заряженном геле зависит от длины цепи пенетранта. Увеличение степени полимеризации ПЭВПБ значительно понижает скорость его сорбции гелем СПА-На, как это видно из рис. 6.

Размер кинетической единицы, участвующей в акте переноса, очевидно, зависит от жесткости и конформации цепи. На рис. 7 представлены кинетические кривые сорбции гелем СПА-На жесткоцепного положительно заряженного полисахарида – хитозана в сравнении с кривыми сорбции

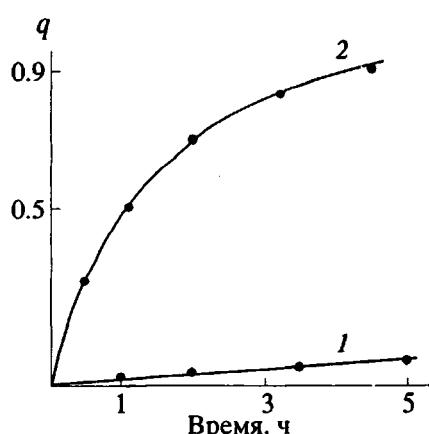


Рис. 8. Кинетические кривые сорбции гелем СПА-На полимыла с  $\bar{P}_w = 220$  (1) и ПЭВПБ с  $\bar{P}_w = 350$  (2). pH 7.5; [NaCl] = 0.02 моль/л;  $T = 25^\circ\text{C}$ .

ПЭВПБ близкой молекулярной массы (кривые 1 и 2). Видно, что сорбция гибкоцепного ПЭВПБ протекает значительно быстрее. Сильное различие в скоростях сорбции наблюдается и при изучении кинетики поглощения карбоксилсодержащих линейных гибкоцепных полианионов ПА-На и жесткоцепных полианионов КМЦ-На гелем со-полимера (кривые 3 и 4 на рис. 7). Видно, что перенос жестких полианионов КМЦ-На в положительно заряженном геле СПМЭК также существенно замедлен.

На рис. 8 приведена кинетическая кривая поглощения гелем СПА-На компактных положительно заряженных макромолекул полимыла – сополимера N-этил- и N-додецил-4-винилпиридиний катионов (70 : 30),  $\bar{P}_w = 1400$ . В водном растворе такие макромолекулы имеют компактную конформацию; при этом гидрофобные N-доде-

цилпиридиневые звенья находятся в ядре глобулы, а гидрофильные N-этилпиридиневые – образуют “опушку” (конформация “глобула с опушкой”). Размер таких компактных частиц составляет около 70 Å. Для сравнения на рис. 8 показаны кинетические кривые поглощения линейного ПЭВПБ практически той же степени полимеризации. Видно, что скорость проникновения компактных частиц в объем геля оказывается несравненно ниже. Это естественно, ибо компактные макромолекулы способны перемещаться как единое целое, т.е. размер и масса кинетической единицы совпадает с размером и массой частицы полимыла. Такая система представляет интерес как модель транспорта белковых глобул в заряженных гидрогелях при условиях электростатического притяжения белковых глобул и фрагментов сетки.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Рогачева В.Б., Превыш В.А., Зезин А.Б., Кабанов В.А. // Высокомолек. соед. А. 1988. Т. 30. № 10. С. 2120.
2. Кабанов В.А., Зезин А.Б., Рогачева В.Б., Превыш В.А. // Makromol. Chem. 1989. В. 190. Р. 2211.
3. Crank J. Mathematics of Diffusion. Oxford: Clarendon Press, 1971.
4. Кабанов В.А., Зезин А.Б., Рогачева В.Б., Превыш В.А. // Докл. АН СССР. 1988. Т. 303. № 2. С. 399.
5. Бакеев К.Н., Изумрудов В.А., Зезин А.Б., Кабанов В.А. // Докл. АН СССР. 1988. Т. 299. № 6. С. 1405.
6. Изумрудов В.А., Савицкий А.П., Зезин А.Б., Кабанов В.А. // Докл. АН СССР. 1983. Т. 272. № 6. С. 1408.
7. Изумрудов В.А., Бакеев К.Н., Зезин А.Б., Кабанов В.А. // Докл. АН СССР. 1986. Т. 286. № 6. С. 1442.

## Kinetics of Reactions between Oppositely Charged Linear and Network Polyelectrolytes

A. M. Chupryatov, V. B. Rogacheva, A. B. Zezin, and V. A. Kabanov

Moscow State University  
Moscow, 119899 Russia

**Abstract** – The kinetics of the reaction between oppositely charged linear and network polyelectrolytes was studied. The rate of transfer of the linear polyions in an oppositely charged gel is determined by the rate of interpolyelectrolyte exchange reactions within a polycomplex layer. The sorption of a linear polyelectrolyte grows upon increasing the ionic strength of the solution and decreasing a degree of polyion dissociation. The transfer rate of the linear polyelectrolyte depends also on the molecular characteristics of the penetrant.