

И. Э. СУЛЕЙМЕНОВ, Э. Е. КОПИШЕВ, Э. Н. СУЛЕЙМЕНОВ

## ГЕНЕРАЦИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТОКА В СИСТЕМЕ ПОЛИЭЛЕКТРОЛИТНЫЙ ГЕЛЬ–РАСТВОР

Показано, что химическая реакция между веществом полиэлектролитного геля и компонентами раствора может способствовать генерации электрического тока.

Установлено, что при набухании полимерного геля в растворе может происходить генерация электрического тока [1]. Данный эффект получает объяснение в рамках общей теории поведения гелей под воздействием электрического тока [2,3]. В этих работах показано, что данное явление может быть описано в терминах задачи о подвижной границе.

При таком подходе нет необходимости учитывать образование (или гибель зарядов) в системе; теоретическое описание может быть полностью построено в рамках модели электролитической диссоциации. Генерация тока при набухании гидрогеля объясняется через перераспределение пространственного положения ионов.

Между тем в работах [4,5] отмечено, что существует целый ряд явлений, для последовательной интерпретации которых представлений, вытекающих из модели электролитической диссоциации, недостаточно. Явления, на основании анализа которых была показана ограниченность представлений, вытекающих из теории электролитической диссоциации, происходят в том числе и при воздействии электрического тока на жидкости. Однако исследованные жидкости представляют собой преимущественно высокотемпе-

ратурные расплавы, что не позволяет адекватно очертить границы применимости диссоциационной модели, широко используемой для описания водных растворов.

Вместе с тем, как это отмечается, например, в [6,7], данный вопрос актуален для совершенствования целого ряда технологий, в частности гидрометаллургических. Поэтому весьма важна разработка методики, которая позволила бы поставить прямые эксперименты, позволяющие определить границы применимости теории электролитической диссоциации для водных растворов. Методологической основой здесь могут служить представления о парных неравновесных явлениях, а именно, если электрический ток способен стимулировать определенный химический процесс, то должны существовать и условия, при которых данная химическая реакция также вызывает электрический ток.

Нами был использован гель на основе оксида ванадия-5, сформированный в водном растворе. Схема экспериментальной установки показана на рис.1. Данная установка позволяла измерять ток, генерируемый при взаимодействии вещества геля с водным раствором различных веществ. Такая система аналогична исследован-

ной в [1]. В этой работе было показано, что полиэлектролитный гель, подвергшийся воздействию электрического тока (и перешедший при этом в коллапсированное состояние), при обратном набухании может генерировать электрический ток.

Гель на неорганической основе также обладает сходным свойством, что подтверждается результатами экспериментальных измерений.

Эксперимент проводился по следующей методике. Гель выращивали из водного раствора оксида ванадия-5 в соответствии с [8]. В раствор погружали медные электроды и подавали на них электрический ток силой порядка 10 мА. При этом ключ 1 находился в положении, при котором через внешнюю цепь протекал электрический ток, создаваемый источником 2. В этом случае на одном из электродов образовывался гель (3 на рис.1), вид которого представлен на рис. 2.

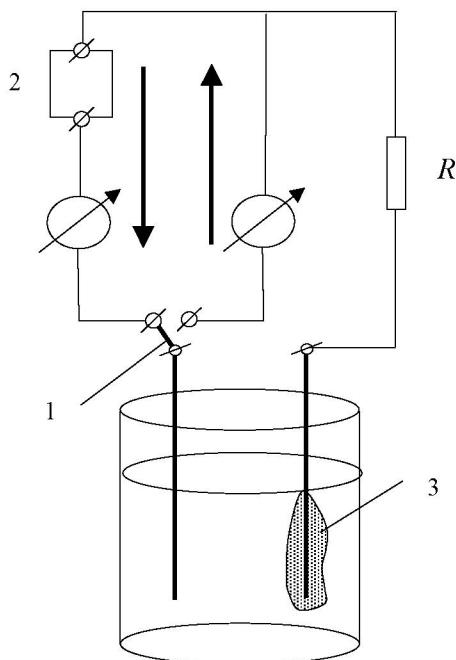


Рис. 1. Схема экспериментальной установки

Ток в разрядной цепи регистрировали при помощи микроамперметра М2005, имеющего порог чувствительности не ниже 0,05 мкА и точность измерений не ниже 0,01 мкА.

При переключении ключа 1 ток во внешней цепи менял направление, что позволяло прямо измерить генерацию электрического тока непосредственно в растворе, из которого был выращен гель.

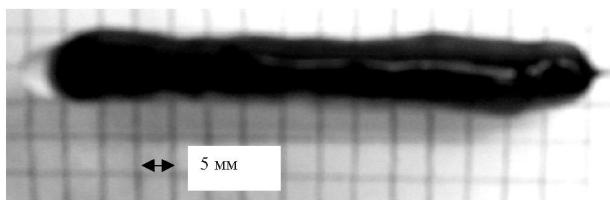


Рис.2. Фотография геля на основе оксида ванадия-5, полученного под действием электрического тока

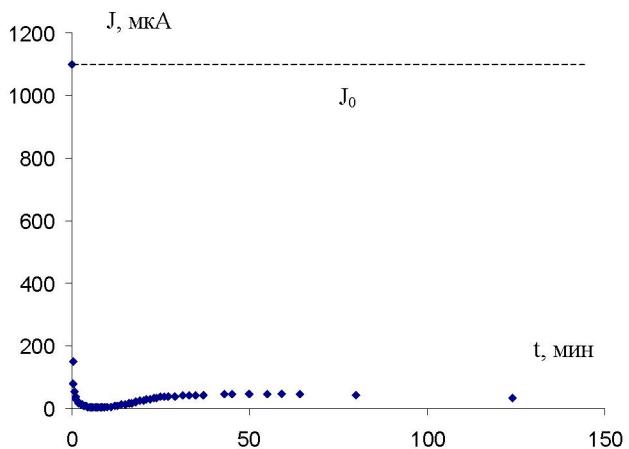


Рис. 3. Генерация тока в растворе оксида ванадия-5

На рис. 3 показана зависимость силы тока во внешней цепи от времени (кривая разряда геля), указано стартовое значение разрядного тока  $J_0$ .

Видно, что в такой системе ток разряда резко спадает до значений порядка 10 мкА.

В экспериментах изучалась также генерация тока при помещении образца геля в растворы других веществ, а также в дистиллированной воде. Было установлено, что в растворах кислот и чистой воде генерация тока происходит с очень низкой эффективностью (полученные значения силы тока не превосходят предел чувствительности микроамперметра). Эффективной генерации тока становится при помещении геля в раствор щелочи. Кривая, аналогичная рис. 3, для раствора гидроксида натрия представлена на рис.4.

Видно, что генерация тока происходит в течение достаточно продолжительного времени, соответствующего переходу геля в раствор.

Таким образом, уже на данном этапе исследований можно констатировать, что характер генерации тока в рассматриваемой системе существенно зависит от природы химических со-

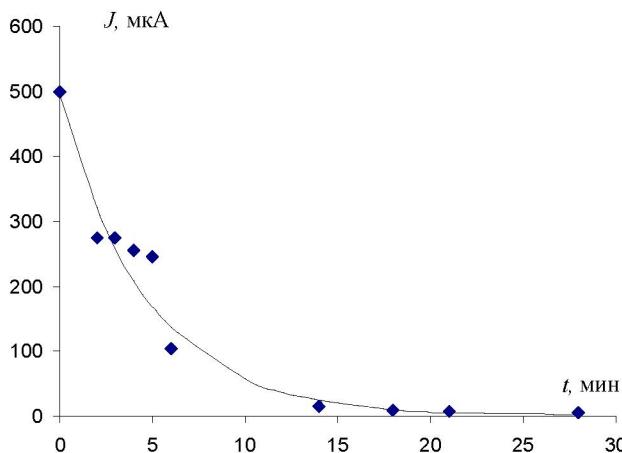


Рис. 4. Генерация тока в растворе оксида ванадия-5

единений, обуславливающих переход вещества геля в жидкую фазу. Это создает возможность для количественного описания эффектов, обратных электролизу, и ответа на вопрос о границах применимости теории электролитической диссоциации, поскольку в данном случае возникает возможность для прямого количественного со-поставления силы тока, связанной с движением ионов и данными эксперимента.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Suleimenov I.E., Mamytbekov G.K., Suleimenov E.N., Bekturov E.A. New electric energy sources based on polyelectrolyte hydrogels // 6-th General Assembly of Federation of Engineering Institutions of Islamic Countries: Proc. Almaty, 1999. P. 40-42.

2. Сулейменов И.Э., Переладов И.Ю., Сулейменов Э.Н. Количественная интерпретация аналога закона Фарадея, описывающего коллапс полиэлектролитных гидрогелей // Вестник КазГУ. Сер хим. 2002. № 1 (25). С.49-56.

3. Suleimenov I., Pereladov I. and Bekturov E. Theoretical description of polyelectrolyte hydrogel collapse in electric field // Euroasian Chem. Tech. J. 2002, N4. P.243-247.

4. Сулейменов Э.Н., Ни Л.П., Сулейменов И.Э. Характеристические точки зависимости электропроводности оксидных систем от температуры // Докл. АН РК. 1999. №3. С. 66-73.

5. Коржумбаев А.Е., Сулейменов Э.Н. Влияние вибрационного воздействия на структурно-чувствительные свойства оксидно-сульфидных расплавов // КИМС. 1998. №1. С. 42-46.

6. Сулейменов Э.Н., Сулейменов И.Э., Байгозин Ж.О. Промышленная экология и фундаментальные исследования // Материалы конф. «Промышленная экология и охрана водных экосистем». Алматы, 1997. С.103-109.

7. Сулейменов Э.Н. Использование особенностей структуры конденсированных фаз для создания и совершенствования металлургических технологий // КИМС. 1998. №1. С. 68-73.

8. Сулейменов И.Э., Козлов В.А., Бимендина Л.А., Бектуроев Е.А. Самоорганизация органических и неорганических полимеров в воде. Алматы: Дайк-Пресс, 1999. 229 с.

#### Резюме

Полиэлектролитті гель затының және ерітінді компоненттерінің арасындағы химиялық реакция – электротының пайда болуына ықпал жасай алтыны көрсетілген.

Институт metallurgii  
и обогащения МОН РК,  
г. Алматы

Поступила 06.05.2006 г.