

02;03;05;07;12

Эффект влияния лазерного излучения на электродиффузию молекулярных ионов в стержне пористого стекла

© И.К. Мешковский, О.В. Клим

С.-Петербургский государственный институт точной механики и оптики (Технический университет)

Поступило в Редакцию 24 января 1997 г.

В работе исследовалось влияние лазерного излучения на электродиффузию ионов красителя в пористом стекле. Показано, что при эффективном фотовозбуждении молекулярных ионов скорость электродиффузии в пористом стекле существенно снижается. Изучено влияние температуры на процесс электродиффузии.

Первые работы по исследованию влияния лазерного излучения на диффузию молекул через мембрану из пористого стекла [1,2] показали, что фотовозбуждение электронной и колебательной подсистем молекул, находящихся в газовой фазе, приводит к снижению их подвижности в пористых мембранах.

Учитывая значительную перспективность применения упомянутых методов в процессах фоторазделения элементов и веществ в растворах [3], целью настоящей работы являлось исследование влияния лазерного излучения на электродиффузионный поток молекулярных ионов некоторых лазерных красителей, растворенных в этаноле при их электромиграции через стержень из пористого стекла.

Экспериментальная часть

Для эксперимента были подготовлены параллелепипеды из пористого стекла ДВ-1М [4] размером $4 \times 4 \times 15$ мм, которые используются в качестве основы твердотельных активных элементов перестраиваемых лазеров на красителе [5–7].

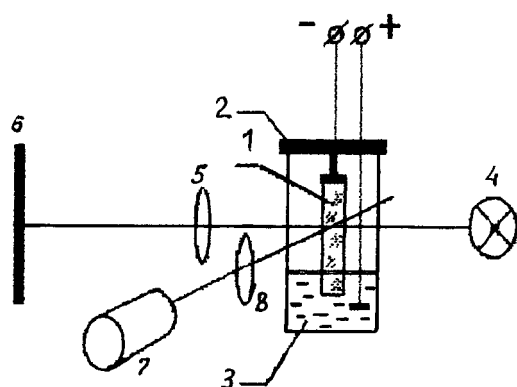


Рис. 1. Схема эксперимента: 1 — пористый стержень; 2 — крышка с держателем; 3 — кювета с раствором красителя; 4 — осветитель; 5 — проекционная линза; 6 — экран; 7 — аргонный лазер; 8 — расфокусирующая линза.

Эксперименты проводились на партии из 12 образцов. В качестве раствора красителя применялись этанольные растворы родамина Ж и тионина с концентрацией $2 \cdot 10^{-4}$ моль/л.

Схема эксперимента приведена на рис. 1. Пористый параллелепипед (1) предварительно прогревался при температуре 150°C для удаления влаги, затем пропитывался чистым этанолом, после чего одним торцом крепился в крышке с держателем (2), к которому присоединялся катод, и помещался в кювету (3) таким образом, чтобы его второй торец соприкасался с раствором красителя. Анод помещался непосредственно в раствор. С помощью проекционной системы (4, 5) на экране (6) формировалось изображение параллелепипеда.

При приложении электрического потенциала молекулярные ионы увлекаются полем и перемещаются от анода к катоду. При этом на экране по миллиметровой шкале наблюдается движение фронта окраски. В направлении, перпендикулярном оси проекционной системы, была предусмотрена возможность облучения пористого стержня излучением аргонного лазера ЛГ-106М-1, при этом лазерный пучок расфокусировался линзой (8), что позволяло облучать всю зону движения красителя.

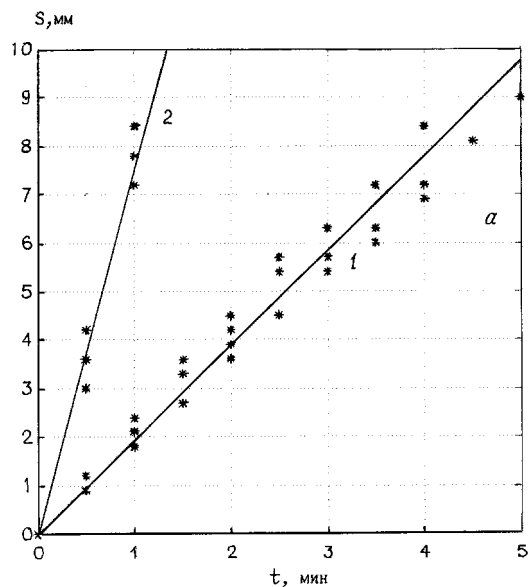


Рис. 2. Зависимость смещения фронта окраски от времени при напряжении на электродах 300 В при электромиграции красителя: *a* — для раствора родамина Ж в этаноле без освещения излучением лазера: 1 — при температуре 20°C, 2 — при температуре 60°C; *b* — для раствора родамина Ж в этаноле при температуре 20°C: 1 — без освещения излучением лазера, 2 — при одновременном освещении излучением лазера; *в* — для раствора тионина в этаноле при температуре 20°C: 1 — без освещения излучением лазера, 2 — при одновременном освещении излучением лазера.

На рис. 2, *a* приведены зависимости смещения фронта окраски от времени для раствора родамина Ж при температуре 20°C (график 1) и при температуре пористого стержня 60°C (график 2) без освещения образца лазерным излучением.

На рис. 2, *b* приведены зависимости смещения фронта окраски от времени для раствора родамина Ж при температуре 20°C (график 1) без освещения лазерным излучением и та же зависимость при одновременном облучении лазерным излучением с плотностью мощности $\sim 5 \text{ Вт/см}^2$ (график 2).

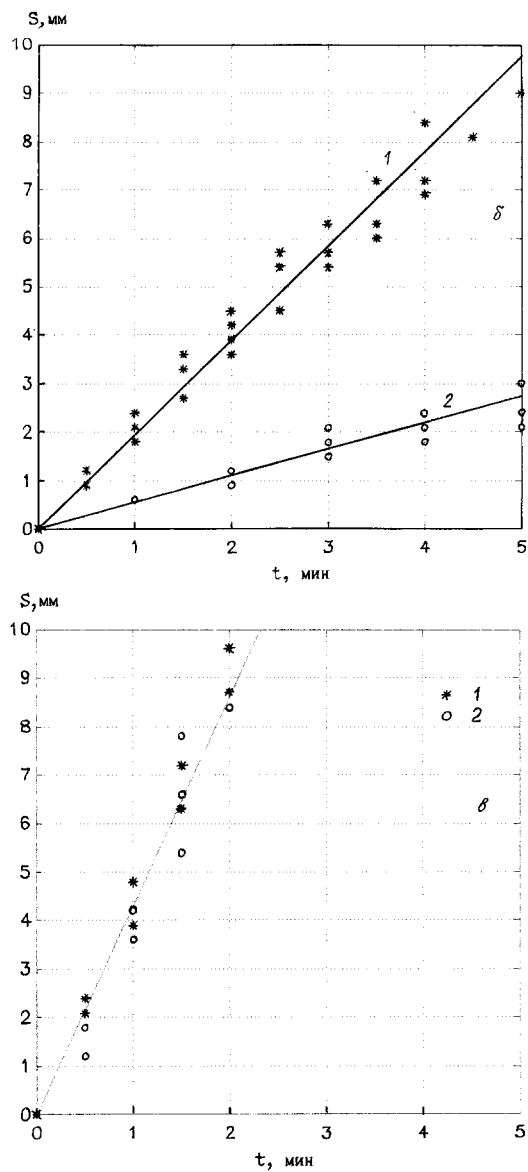


Рис. 2 (продолжение).

Обсуждение результатов

Из данных рис. 2, *a* следует, что скорость электромиграции с повышением температуры увеличивается. Данные рис. 2, *b* показывают, что облучение молекул возбуждающим лазерным излучением приводит к существенному снижению скорости электродиффузии. Для сравнения на рис. 2, *в* представлены данные аналогичных экспериментов для молекулярных ионов тионина. Полоса поглощения раствора родамина Ж в этаноле ($\lambda_{\max} = 530$ нм) совпадает со спектром излучения аргонового лазера. Тионин имеет максимум полосы поглощения около 590 нм, и его возбуждение от излучения аргонового лазера малоэффективно. Эти данные указывают на то, что эффект влияния лазерного излучения на электромиграцию наблюдается лишь при условии эффективного фотовозбуждения молекул.

Полученные результаты показывают, что при облучении молекул возбуждающим излучением их подвижность в пористой матрице уменьшается. Этот эффект может быть использован для разделения изотопов, атомов и молекул, а электромиграция позволяет на несколько порядков увеличить производительность процесса разделения.

Список литературы

- [1] Карлов Н.В., Мешковский И.К., Петров Н.П., Петров Ю.Н., Прохоров А.М. // Письма в ЖТФ. 1979. Т. 30. В. 1. С. 48–52.
- [2] Кравченко В.А., Лоткова Э.Н., Мешковский И.К., Петров Ю.Н. // Письма в ЖТФ. 1981. Т. 7. В. 19. С. 1197–1199.
- [3] Применение лазеров в спектроскопии и фотохимии. М.: Мир, 1983. С. 245.
- [4] Мешковский И.К., Белоцерковский Г.М., Плаченев Т.Г., Молчанова О.С. // Журн. прикл. химии АН СССР. 1968. № 7. С. 1452–1454.
- [5] Мешковский И.К. Активный элемент лазера на красителе / Авт. свид. СССР № 725536. 1979.
- [6] Дульнев Г.Н., Земский В.И., Крынецкий Б.Б., Мешковский И.К., Прохоров А.М., Стельмах О.М. // Изв. АН СССР. Сер. физ. 1979. Т. 43. № 2. С. 237–238.
- [7] Альтишулер Г.Б., Дульнева Е.Г., Ерофеев А.В. // ЖТФ. 1985. Т. 55. В. 8. С. 1622–1624.