

07;12

Эффект влияния лазерного излучения на проницаемость пористых мембран

© И.К. Мешковский, О.В. Клим, С.Н. Дмитриев

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

Поступило в Редакцию 18 июня 1997 г.

Исследовано влияние лазерного излучения на проницаемость тонких пористых полимерных мембран, полученных в Объединенном ядерном институте г. Дубна. Показано, что при эффективном фотовозбуждении молекулярных ионов скорость электродиффузии через мембрану существенно снижается. Изучено влияние температуры на процесс электродиффузии.

В ряде работ [1–3] показано, что фотовозбуждение электронной и колебательной подсистем молекул, находящихся в газовой фазе, приводит к снижению их подвижности в пористых мембранах. Кроме этого, были проведены исследования влияния лазерного излучения на подвижность растворенных молекулярных ионов [3] на образцах пористого стекла.

Целью настоящей работы являлось исследование влияния лазерного излучения на электродиффузионный поток молекулярных ионов некоторых лазерных красителей, растворенных в этаноле, при их электромиграции через тонкие пористые полимерные мембраны, что весьма актуально для изучения лазерного воздействия на биологические объекты.

Экспериментальная часть. Для эксперимента использовались пористые лавсановые мембраны толщиной $10\ \mu\text{m}$ с порами 20, 30 и 50 nm. Эксперименты проводились в кювете, состоящей из двух секций, которые перегородивались пористой мембраной. В левую часть кюветы наливался этанольный раствор красителя с концентрацией $10^{-3}\ \text{mol/l}$ и помещался анод, в правую часть — чистый этанол, катод и головка фотометрического волоконно-оптического зонда. Была предусмотрена возможность облучения поверхности мембраны излучением аргонового лазера ЛГ-106М-1.

Для измерения диффузионного потока через мембрану использовалась автоматизированная спектрофотометрическая установка.

На рис. 1, а приведены зависимости скорости электродиффузии красителя родамина Ж для мембран различного диаметра при температурах

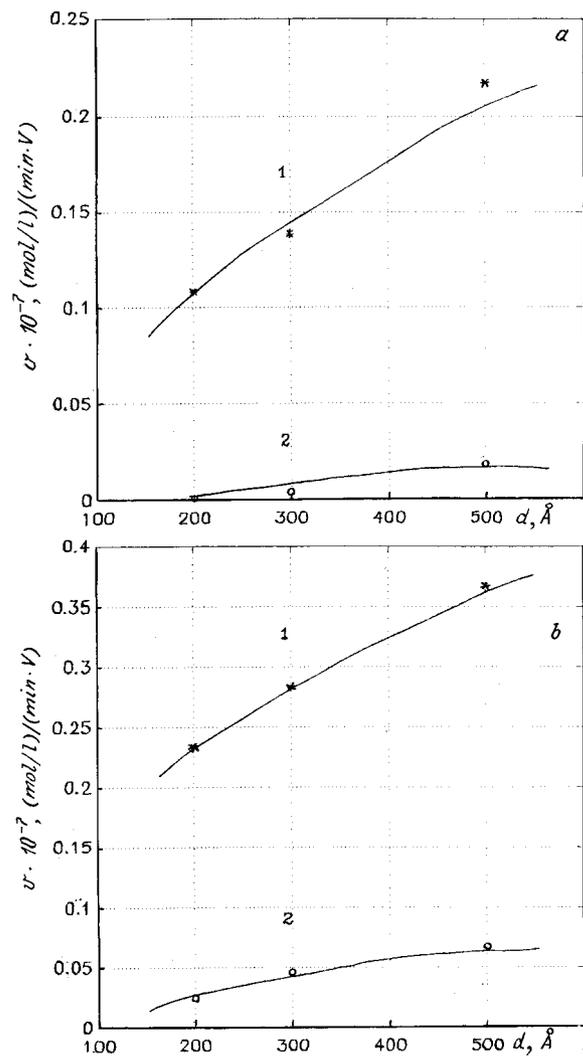


Рис. 1. Зависимость скорости электродиффузии красителя от диаметра пор мембраны без освещения излучением лазера. *a* — для родамина Ж: 1 — при температуре 60°C; 2 — при температуре 20°C; *b* — для тионина: 1 — при температуре 60°C; 2 — при температуре 20°C.

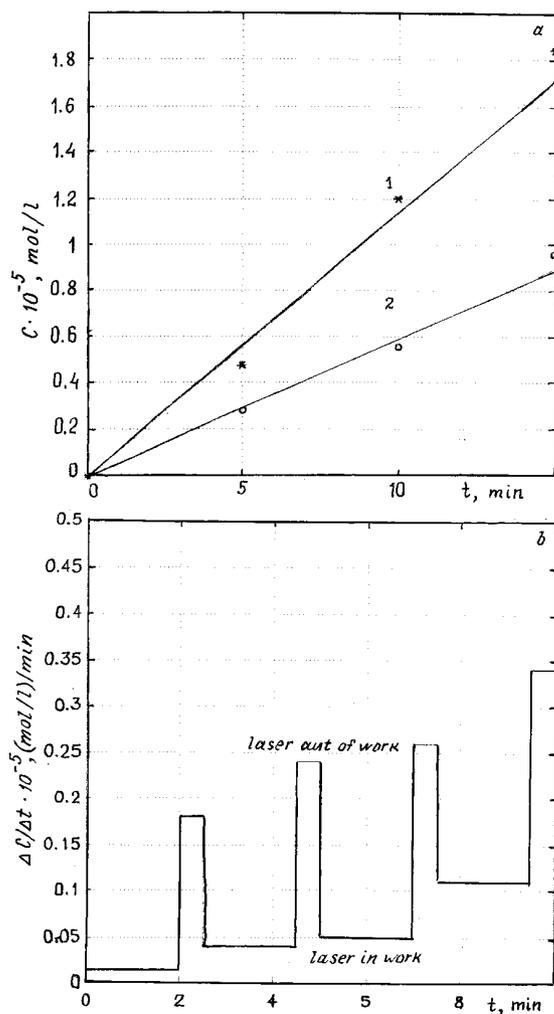


Рис. 2. *a* — зависимость изменения концентрации родамина Ж во времени при электродиффузии через мембрану с диаметром пор 30 nm при напряжении на электродах 900 V: 1 — без освещения излучением лазера, 2 — с одновременным освещением излучением лазера; *b* — зависимость скорости электродиффузии тионина во времени при электродиффузии через мембрану с диаметром пор 20 nm при напряжении на электродах 900 V.

20 и 60°С без освещения излучением лазера. На рис. 1, *b* приведены аналогичные зависимости для тионина.

При освещении мембран с диаметром пор 30 и 20 нм излучением аргонового лазера с плотностью мощности $\sim 15 \text{ W/cm}^2$ скорость диффузионного потока существенно снижается, что иллюстрирует зависимости, приведенные на рис. 2, при этом график (1) рис. 2, *a* и зависимость на рис. 2, *b* построены с учетом динамики фотообесцвечивания красителя. Снижение мощности подаваемого излучения до 5 W/cm^2 для тионина и до 1.5 W/cm^2 для родамина Ж приводило к исчезновению наблюдаемого эффекта замедления диффузионного потока. Для мембран с диаметром пор 50 нм влияния лазерного излучения на скорость электродиффузии не наблюдалось.

Обсуждение результатов. Из данных рис. 1, *a, b* следует, что скорость электромиграции с повышением температуры увеличивается. Данные рис. 2, *a, b* показывают, что облучение молекул возбуждающим лазерным излучением приводит к существенному снижению скорости электродиффузии. Эти результаты соответствуют результатам, полученным при изучении аналогичных зависимостей для пористого стекла.

Полученные результаты показывают, что эффект торможения молекулярных ионов при электромиграции через тонкие полимерные мембраны носит пороговый характер от мощности лазерного излучения, в значительной мере зависит от размера пор мембраны и молекулярной структуры иона.

Результаты, полученные в работах [1–3], а также материалы настоящей работы позволяют сделать вывод о том, что воздействие возбуждающего излучения приводит к снижению проницаемости пористых мембран. Этот вывод может объяснить некоторые физиологические эффекты при лазерном облучении биологических объектов.

Кроме этого, обнаруженная закономерность позволяет вести целенаправленную работу по разделению веществ и их очистке.

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] Мешковский И.К., Клим О.В. // Письма в ЖТФ. 1997. Т. 23. В. 10. С. 4–8.