

**Т.В. Будтова, И.Э. Сулейменов, Ю.А. Толмачев**

## **АДАПТИВНЫЕ ОПТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ НА БАЗЕ СИЛЬНОНАБУХАЮЩИХ ПОЛИЭЛЕКТРОЛИТНЫХ ГИДРОГЕЛЕЙ**

Показана перспективность полиэлектrolитных гидрогелей в качестве материала для изготовления адаптивных оптических систем.

Сильнонабухающие полиэлектrolитные гидрогели [1] представляют собой особый класс полимерных сеток, способных поглощать водные растворы в объеме до 1 л воды на 1 кг сухого вещества. До сих пор использовались только гигроскопические свойства гелей (медицинская и парфюмерная промышленность). Однако, как показано в настоящей статье, уникальные свойства полиэлектrolитных гелей позволяют применять их и при изготовлении оптических устройств. К таким свойствам относится возможность получения оптического качества поверхностей за счет масштабирования при изменении степени набухания геля (синтез геля можно проводить в сосуде большого объема, повторяющего форму изготавливаемого оптического элемента, а затем гомотетически уменьшить образец до размеров, определяемых термодинамическим качеством среды [2]). С помощью этого свойства можно добиться оптического качества поверхностей даже при низком качестве обработки используемых форм. Другим важным свойством является способность геля локально менять свою форму вследствие электрического воздействия [3]. Эта способность связана с явлением контракции геля при протекании через него электрического тока: гидрогель отдает чистую воду, уменьшая при этом свой объем [4]. Контракция носит обратимый характер, и при прекращении действия набухший гель восстанавливает свою первоначальную форму. Существенно, что неоднородное распределение тока способно создавать неоднородные деформации полимерной сетки, что позволяет реализовывать оптические элементы с формой поверхности, гибко реагирующей на внешний сигнал.

Набухший по крайней мере в 100 раз гидрогель практически ничем не отличается от чистой воды, поскольку концентрация собственно полимера составляет не более  $10^{-4}$  моль/л. Вследствие этого при изменении степени набухания геля в пределах 50–500 раз показатель преломления остается практически неизменным и контракция приводит, практически, только к изменению формы оптического элемента.

Таким образом, создавая неоднородное распределение тока в системе гидрогель—раствор, можно видоизменять форму поверхности оптического элемента в соответствии с внешним сигналом. Создание неоднородного распределения токов может, например, быть обеспечено с помощью секционированных электродов.

Более простым методом воздействия на форму оптического элемента, выполненного из гидрогеля, являются механические деформации. От метода воздействия электрическими полями их отличает более низкая степень пространственного разрешения по отношению к вариации формы отдельных участков оптической поверхности. Однако этот способ может оказаться полезным для простейших адаптивных устройств, к которым, например, относится линза с перестраиваемым фокусным расстоянием. Здесь синтезированный в форме линзы образец гидрогеля деформируется внешним кольцом, выполненным, например, в виде ирисовой диафрагмы. Искривление поверхности линзы при неизменном показателе преломления позволяет управлять ее оптической силой.

Другим способом создания деформаций может служить механическое стягивание окружающей линзу петли и т.д.

Таким образом, полиэлектrolитные гидрогели являются перспективным материалом для изготовления адаптивных оптических систем.

1. Ohmine I., Tanaka T. // Chem. Phys. 1982. V. 77. P. 5725–5729.
2. Дубровский С.А., Афанасьева М.В., Рыжкин М.А., Казанский К.С. // Высокомолек. соед. А. 1989. Т. 31. N 2. С. 321–327.
3. Tanaka T., Nishio I., Sun S.T. et al. // Science. 1982. V. 812. P. 467–469.
4. Махаева Е.Е., Стародубцев С.Г., Хохлов А.Р. // Фундаментальные проблемы современной науки о полимерах. (Тез. докл. Всесоюзн. конф.). Л., 1990. С. 44.

Санкт-Петербургский государственный университет

Поступила в редакцию  
26 апреля 1995 г.

T. V. Budtova, I. E. Suleimenov, Yu. A. Tolmachev. **Adaptive Optical Systems Based on Strongly Swelling Polyelectrolytic Hydrogels.**

Polyelectrolytic hydrogels are shown in the paper to be promising as a source material for adaptive optical systems.