

УДК 544.6

## ВЛИЯНИЕ ОЗОНА НА ПОЛИАНИЛИН

А.А. Крылов, С.С. Рясенский, А.А. Петрова

Тверской государственный университет  
Кафедра неорганической и аналитической химии

Изучено влияние озона в воздушной среде на геометрические характеристики полианилиновой плёнки. Показано возможность использования ПАНи плёнки в качестве газового сенсора на содержание озона в воздухе.

**Ключевые слова:** полианилин, сенсор, озон.

Многие электропроводные полимеры, например полианилин (ПАНи), могут под действием электрического тока, а также под воздействием окислителей и восстановителей многократно изменять степень окисления, что влияет на структуру ПАНи, что приводит к изменению конформации и, как следствие, к изменению геометрических характеристик полианилина [1]. Этот эффект был использован при создании сенсоров на рН и окислительно-восстановительный потенциал [2; 3]. Подобные сенсоры предназначены для работы в водной среде. Интересно проследить влияние окислителей на механические свойства пленки ПАНи в газовой среде. Поэтому цель настоящей работы – проследить влияние озона на механические свойства полианилина.

Выбор озона в качестве окислителя обусловлен тем, что этот газ имеет высокий окислительно-восстановительный потенциал, а продуктом восстановления также является газ - кислород

Для наблюдения за поведением плёнки ПАНи при воздействии на неё  $O_3$  использовали экспериментальную установку, состоящую из электрохимической ячейки с оптическим окном, микроскопа с видеоокуляром TopCam UCМOS 8 MP и компьютера, при помощи которого осуществлялся контроль на каждой стадии эксперимента (рис. 1).

Установка позволяла фиксировать изменение геометрических параметров плёнки ПАНи, которая была основой химического актуатора (ХА), который представлял собой платиновую фольгу длиной 4 см и толщиной 0.06 мм, покрытую с одной стороны пленкой ПАНи толщиной 0.04 мм, а с другой – изолирующим лаком.

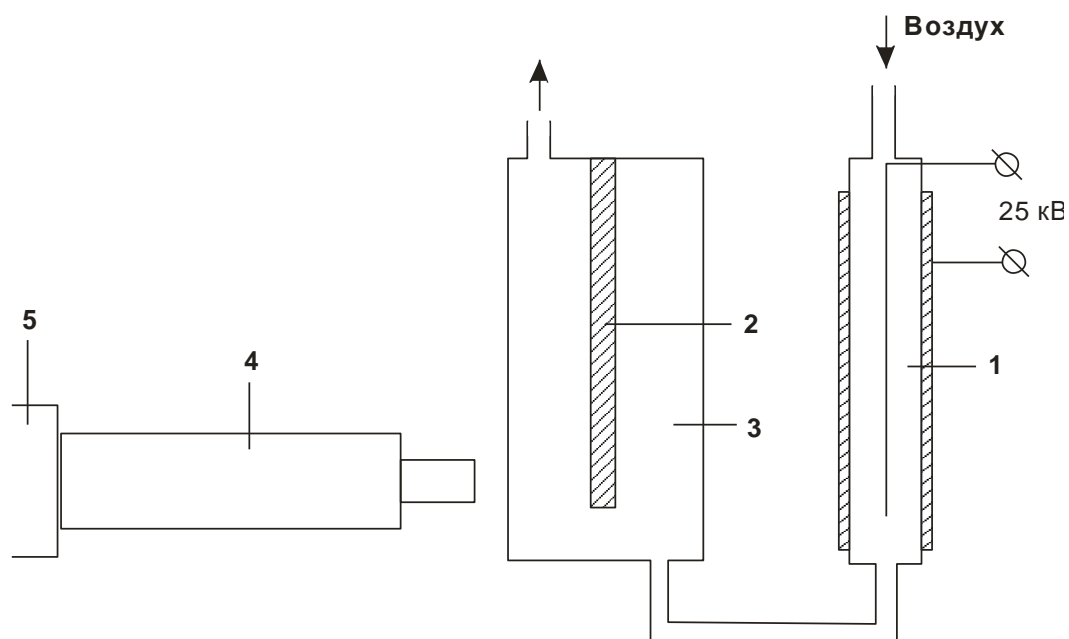


Рис. 1. Экспериментальная установка

Поскольку ПАНИ не растворяется в обычных растворителях, для его нанесения использовали метод циклической вольтамперометрии (ЦВА) [4]. Изготовленный таким образом ХА изображен на рис. 2.

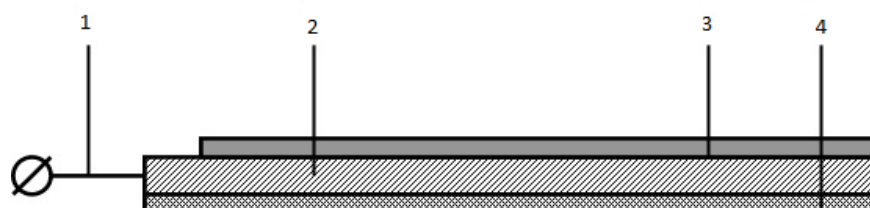
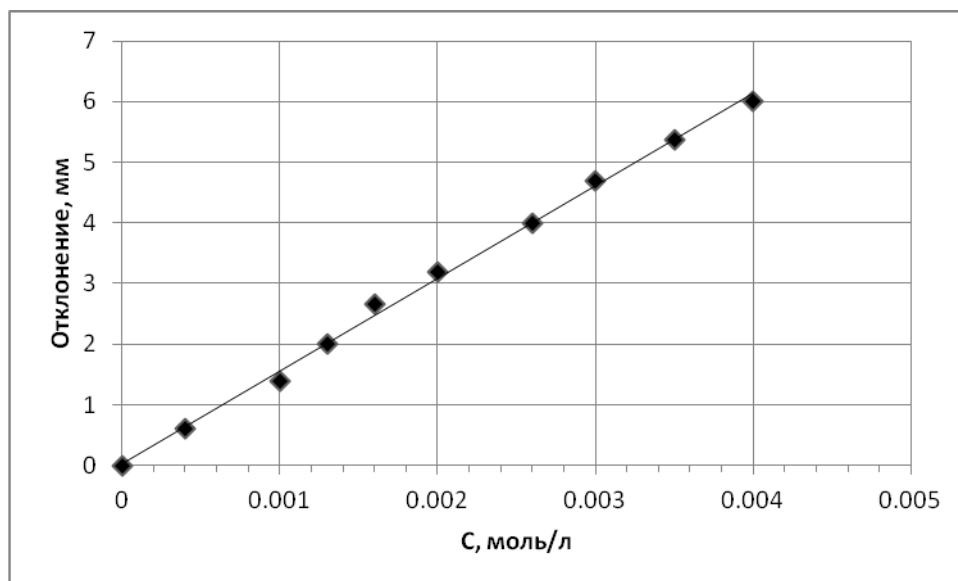


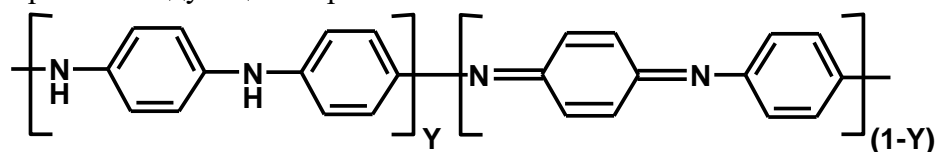
Рис. 2. Химический актуатор: 1 – токоотвод, 2 – платиновая подложка, 3 – слой полианилина, 4 – изолирующий лак

Озон был получен методом тлеющего высоковольтного разряда [5]. Концентрацию озона в воздухе определяли косвенным методом йодометрического титрования. В эксперименте концентрация озона в воздухе варьировалась от 0 до 0.004 М. Результаты экспериментов представлены на рис. 3.



Р и с . 3. Отклик химического актуатора на озон

Наблюдается линейная зависимость отклика ХА на содержание  $O_3$  в воздухе (рис. 3). Как известно, структуру полианилина можно изобразить следующим образом:



Известно, что конформация ПАНи в значительной мере зависит от степени окисления последнего. Степень же окисления ПАНи, в свою очередь, определяется величиной  $Y$ . Иными словами, процесс окисления ПАНи сопровождается увеличением содержания иминохиноидных группировок, что соответствует возрастанию  $Y$ .

Поскольку озон является сильным окислителем, вероятно, он окисляет полианилин, что приводит к изменению конформации ПАНи, вследствие чего мы наблюдаем отклик ХА. Как показано в [1], молекула ПАНи в восстановленном состоянии имеет практически линейную структуру, а в окисленном – зигзагообразную.

Время отклика составляло не более 1.3 с. При этом процесс релаксации практически не происходил. Вероятно, это можно объяснить необратимым окислением ПАНи озоном.

Для возврата ЭХА в исходное состояние достаточно поместить его в водный раствор 0.02М гидрохлорида анилина в среде соляной кислоты и провести несколько циклов сканирования потенциала методом ЦВА. Была обнаружена прямая зависимость между толщиной

плёнки ПАНИ и величиной отклонения ХА в интервале 0.01–0.08 мм (рис. 4). Как видно из рисунка, чем толще плёнка ПАНИ, тем выше крутизна отклика ХА. Однако при толщине более 0.08 мм ХА перестаёт работать.

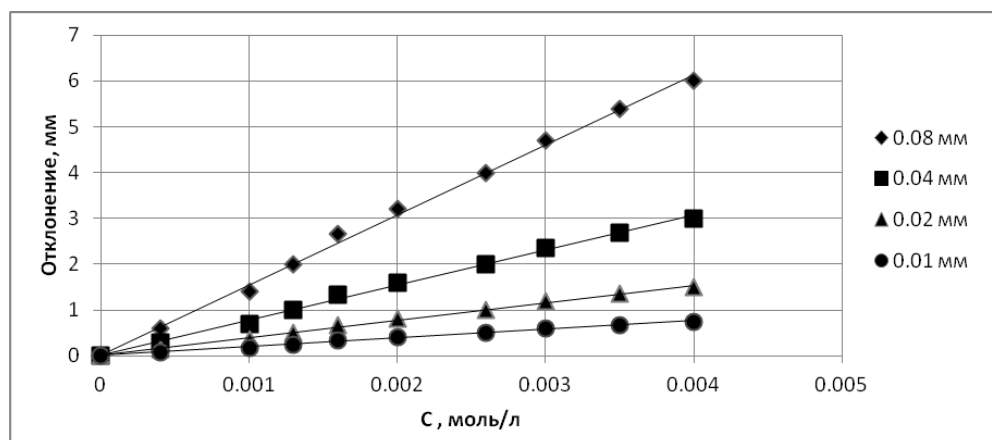


Рис. 4. Влияние толщины пленки ПАНИ на отклик химического актуатора

Обнаруженный эффект может быть использован для создания газового сенсора с откликом на озон с непосредственным отсчётом показаний. Данный сенсор будет пиковым, т.е. показывающим максимальную концентрацию озона за изучаемый промежуток времени.

#### Список литературы

1. Рясенский С.С., Крылов А.А. //Вестник ТвГУ. Серия: «Химия». 2013. №15. С. 9–13.
2. Рясенский С.С., Крылов А.А., Феофаова М.А., Баранова Н.В. // Высокомолекулярные соединения. Сер. Б. 2015. Т.57. №4, С. 295–299.
3. Крылов А.А. // Наука будущего – наука молодых : материалы междунар. науч. форума, 29 сент.–02 окт. 2015 г., Севастополь / Севастопольский государственный университет, Инкоконсалт К ; М.: Издатель, 2015. С. 257–258.
4. Ничипорович Л.Н., Тимофеева О.В., Рясенский С.С. // Физико-химия полимеров: Синтез, свойства и применение. 1999. №5. С. 136–140
5. Филиппов Ю.В., Вобликова В.А., Пантелеев В.И. Электросинтез озона // МГУ им. М. В. Ломоносова. М.: Издательство МГУ, 1987. 237 с.

**THE INFLUENCE OF OZONE ON POLYANILINE**

**A.A. Krylov, S.S. Ryasenskii, A.A. Petrova**

Tver State University  
*Chair of inorganic and analytical chemistry*

The influence of ozone, in the air environment, on the geometric characteristics of the polyaniline film. The possibility of using PANI film as a gas sensor on the ozone content in the air .

**Keywords:** *polyaniline, sensor, ozone.*

*Об авторах:*

КРЫЛОВ Анатолий Анатольевич – аспирант химико-технологического факультета ТвГУ, e-mail: [tolya21@yandex.ru](mailto:tolya21@yandex.ru)

РЯСЕНСКИЙ Сергей Станиславович – кандидат химических наук, доцент, декан химико-технологического факультета ТвГУ, e-mail: [p000199@mail.ru](mailto:p000199@mail.ru)

ПЕТРОВА Анастасия Анатольевна – аспирант химико-технологического факультета ТвГУ, e-mail: [spectre66613@gmail.ru](mailto:spectre66613@gmail.ru)