

## ВЛИЯНИЕ ДИАФРАГМЕННОГО РАЗРЯДА НА ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА РАСТВОРОВ ЭЛЕКТРОЛИТОВ

*Ивановский государственный химико-технологический университет,  
пр.Ф.Энгельса, 7, г. Иваново, 153000, Россия*

*\*Институт химии растворов РАН,  
ул. Академическая, 1, г. Иваново, 153045, Россия, [kav@isc-ras.ru](mailto:kav@isc-ras.ru)*

### Введение

В работах, посвященных изучению действия электрических разрядов на водные растворы электролитов [1, 2], отмечается изменение кислотности и электропроводности растворов. Значения электропроводности последних могут изменяться на 1–2 порядка величины. Для случая тлеющего разряда такое изменение вполне можно объяснить образованием в зоне плазмы оксидов азота и последующим их растворением в рабочем электролите, что вызывает изменение кислотности, и, как следствие, электропроводности растворов. В случае же подводных разрядов, в частности диафрагменного, образование  $\text{NO}_x$  в зоне плазмы исключается, так как разряд горит в объеме электролита при отсутствии азота. Ранние эксперименты [3] показали, что действие диафрагменного разряда на водные растворы кислот и щелочей приводит к заметному уменьшению электропроводности. В [4] сопоставлялись расчетные и экспериментальные данные изменений электропроводности в условиях тлеющего разряда. В настоящей работе ставилась задача получения аналогичных результатов для случая диафрагменного разряда. Идея такого подхода заключается в следующем. Если изменение электропроводности раствора есть следствие только изменений концентрации ионов  $\text{H}_3\text{O}^+$ ,  $\text{OH}^-$ , то есть изменения кислотности раствора при постоянной подвижности ионов, то измеренные значения электропроводности должны совпадать с рассчитанными по экспериментальным величинам pH. Расхождение между ними можно трактовать как следствие изменений подвижности ионов  $\text{H}_3\text{O}^+$ ,  $\text{OH}^-$ , вызванных влиянием разряда на структурные характеристики раствора.

### Методика эксперимента

В экспериментах использовалась ячейка для диафрагменного разряда, подобная описанной в [3]. В качестве электродов служили графитовые стержни диаметром 5 мм. Рабочее напряжение менялось от 200 до 550 В, а ток разряда – от 30 до 250 мА. Использовались растворы водопроводной воды, HCl (pH=1,6), HNO<sub>3</sub> (pH=1,88), H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (pH=1,851), NaOH (pH=10). Объем раствора составлял 400 мл. Диаметр диафрагмы – 1–1,5 мм.

Кислотность измерялась универсальным иономером И-160 через каждые 5 минут. Замеры электропроводности проводились синхронно с измерением кислотности с помощью иономера IonLab.

При расчете электропроводности учитывался вклад изменения кислотности растворов. Электропроводность рассчитывалась по формуле

$$\chi = c(\text{H}) \cdot \lambda(\text{H}) + c(\text{OH}) \cdot \lambda(\text{OH}) + c(\text{K}^+) \cdot \lambda(\text{K}^+) + c(\text{A}^-) \cdot \lambda(\text{A}^-),$$

где  $c$  – концентрация, г-экв/л;  $\lambda$  – предельная эквивалентная электропроводность (подвижность) соответствующего иона, Ом<sup>-1</sup>·см<sup>2</sup>/(г-экв).

В таблице представлены справочные значения  $\lambda$  разных ионов при различных температурах [5].

T <sup>0</sup> C	Na <sup>+</sup>	H <sup>+</sup>	OH <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>
18	42,18	315	171	66,0	62,3	68,4
35	61,54	397	-	92,21	-	-
45	73,73	441,4	-	108,92	-	-
55	86,88	483,1	-	126,4	-	-
100	145	630	450	212	195	260

Используя справочные данные влияния температуры на предельную эквивалентную проводимость, делали поправки на температуру общей электропроводности раствора при расчете.

## Результаты и обсуждения

На рис. 1 представлены рассчитанные (индекс "а") и измеренные (индекс "б") значения электропроводности водопроводной воды (кривая 1,а,б) и раствора NaOH (кривая 2,а,б). В случае водопроводной воды измеренные значения электропроводности лежат лишь немного ниже рассчитанных. В то же время для раствора NaOH расхождение этих данных лежит далеко за пределами погрешности эксперимента.

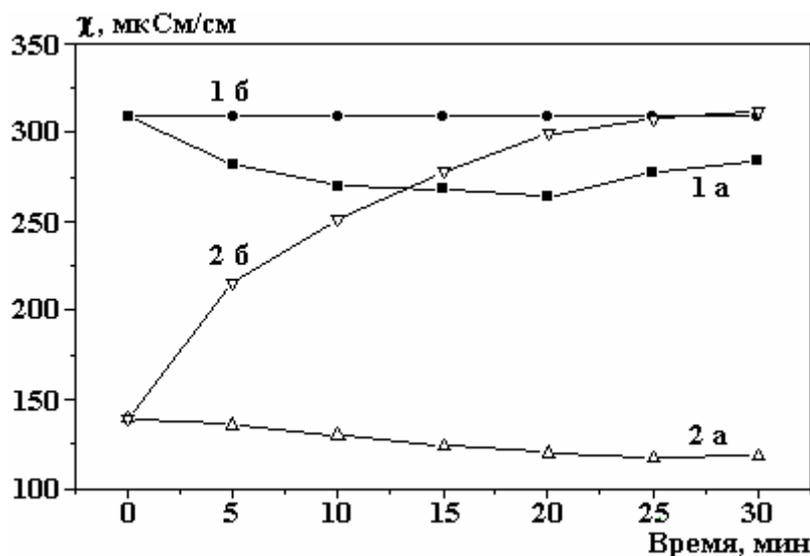


Рис. 1. Сопоставление расчетных (индекс "а") и экспериментальных (индекс "б") значений изменения удельной электропроводности растворов под действием диафрагменного разряда. 1 – водопроводная вода; 2 – NaOH (pH=10)

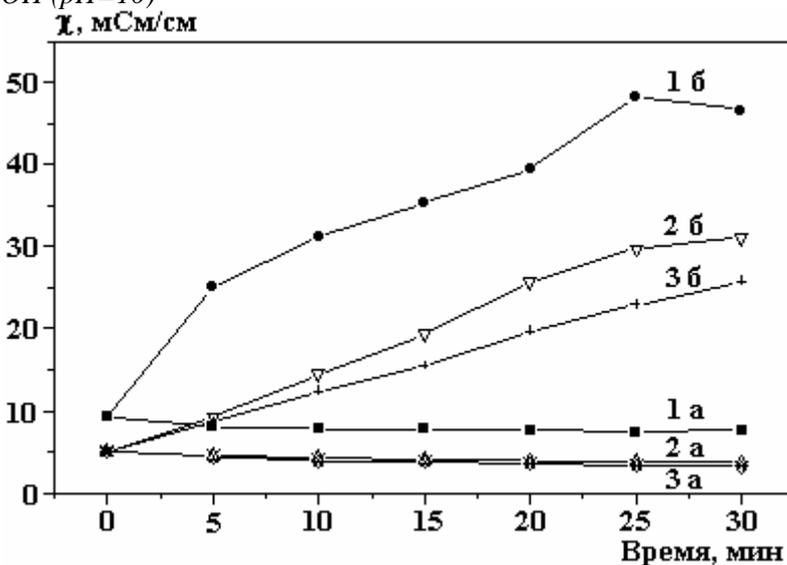


Рис. 2. Ход расчетных (индекс "а") и экспериментальных (индекс "б") значений удельной электропроводностей ряда кислот: 1 – HCl; 2 – HNO<sub>3</sub>; 3 – H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (pH=1)

Такой же характер имеют данные, полученные для растворов кислот (рис. 2). Поэтому полагаем, что наибольшие различия расчета удельных электропроводностей и измерений для кислот и щелочи закономерны и связаны с изменениями структуры раствора под действием диафрагменного разряда, в наибольшей степени сказывающимися на подвижности ионов гидроксония, механизм движения которых является эстафетным [6]. Предполагается, что под действием диафрагменного разряда происходит разрыв сетки водородных связей, что в первую очередь оказывает влияние на подвижность ионов H и OH.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Brisset J. L., Lelive J., Doubla A., Amouroux J. Interactions with aqueous solutions of the air corona products // Revue Phys. Appl. 1990. 25. N 6. P. 535–543.

2. Кутепов А. М., Захаров А. Г., Максимов А. И. Проблемы и перспективы исследований активируемых плазмой технологических процессов // Доклады Академии наук. 1997. Т. 357. № 6. С. 782.
3. Максимов А.И., Стройкова И.К. Сопоставление действия тлеющего и диафрагменного разрядов в водных растворах // Электронная обработка материалов. 2003. № 1. С. 52.
4. Хлюстова А.В., Замаева Т.В., Максимов А.И. Особенности изменения электропроводности растворов кислот и щелочей под действием тлеющего разряда // Электронная обработка материалов. 2007. № 6. С. 72.
5. Справочник химика. Т 3. Химическое равновесие и кинетика. Свойства растворов. Электродные процессы. М.; Л.: Химия, 1964. 1008 с.
6. Робинсон Р., Стокс Р. Растворы электролитов. М.: Изд-во иностранной литературы, 1963. 644 с.

*Поступила 10.11.08*

### **Summary**

Comparison results of accounted and experimental conductivity data for acid, alkali solution and tap water after diaphragm discharge action are presented. Obtained data analysis showed that the experiment and account is disagreement. We assume that it could explain change of structure features of solutions.

---