

ВЛИЯНИЕ СВОЙСТВ РАСТВОРА НА ТОКИ ПОГАСАНИЯ ТЛЕЮЩЕГО РАЗРЯДА АТМОСФЕРНОГО ДАВЛЕНИЯ С ЭЛЕКТРОЛИТНЫМ КАТОДОМ

*Институт химии растворов РАН,
ул. Академическая, 1, г. Иваново, 153045, Россия*

Введение

Газоразрядная активация химических превращений в растворах представляет несомненный интерес с точки зрения возможных технологических и экологических применений [1]. В то же время практическое использование плазменно-растворных систем в значительной мере сдерживается недостаточной изученностью их физических свойств и инициируемых ими физико-химических процессов. Важнейшее значение при этом имеют процессы на границе раздела фаз плазма–раствор. Процессы переноса нейтральных и заряженных частиц через эту границу формируют каналы связи плазменных и растворных процессов. Бомбардировка раствора положительными ионами, инжестируемыми из зоны плазмы, вызывает химическую активацию раствора и изменение его физико-химических свойств. В то же время другое следствие ионной бомбардировки – перенос компонентов раствора в зону плазмы определяет формирование химического состава плазмы, что должно влиять на ее свойства [2]. Если изменения физико-химического состояния растворов под действием газовых разрядов изучаются достаточно интенсивно, то обратная связь в плазменно-растворных системах исследована мало. Цель работы – экспериментальное исследование влияния свойств раствора на элементарно контролируемую характеристику тлеющего разряда с электролитным катодом – током погасания. Такое влияние можно ожидать, если физико-химические свойства раствора существенно изменяют его эмиссионные характеристики (изменения катодного падения потенциала) и химический состав зоны плазмы (напряженность поля в положительном столбе).

Методика эксперимента

Тлеющий разряд в воздухе при атмосферном давлении зажигался в открытой ячейке, схема которой приведена в [3] (рис. 1,а). Расстояние между графитовым анодом и поверхностью электролита составляло 1–2 мм и измерялось с точностью 10^{-2} мм. Катод выполнен из нержавеющей стали. Катодное и анодное пространства не разделялись. В качестве электролитного катода использовались водные растворы хлоридов натрия, калия, рубидия и цезия, а также сульфата, карбоната и нитрата натрия. Концентрация солей изменялась в широких пределах (10^{-5} –3 моль/л), рабочий объем раствора составлял 250 мл, температура комнатная. Измерения токов погасания производились вручную при медленном уменьшении ЭДС источника. Варьируемыми параметрами были состав и концентрация раствора, расстояние между анодом и поверхностью раствора и величина балластного сопротивления.

Результаты измерений и их обсуждение

Изменение тока погасания с величиной балластного сопротивления в общем отвечает ожидаемому уменьшению с ростом R_6 . Однако в области больших значений R_6 наблюдается скачкообразное уменьшение тока погасания, превышающее порядок величины. В свою очередь изменение межэлектродного расстояния сравнительно мало влияет на ток погасания, но при малых расстояниях наблюдаются переходы в форму разряда, отвечающую очень низким токам погасания (рис. 1, 2).

Влияние химической природы электролита и его концентрации проиллюстрировано данными, приведенными на рис 3. В случае растворов хлоридов щелочных металлов наблюдается зависимость тока погасания от концентрации электролита, имеющая во всех случаях однотипный S-образный характер. В области низких концентраций все зависимости стремятся к пределу, по-видимому, отвечающему концентрации чистой воды. При больших концентрациях электролита наблюдаются некоторые различия данных для солей разных щелочных металлов. В то же время в этой области наблю-

дается переход в слаботочную форму разряда. Влияние на токи погасания природы аниона следует из данных, приведенных на рис. 4. В этих экспериментах в качестве фиксируемого параметра использовалась не концентрация электролита, а его электропроводность. Результаты экспериментов, проведенных с растворами, имеющими электропроводность в пределах 365–380 мкСм/см, убедительно иллюстрируют изменение тока погасания разряда при изменении природы аниона в растворе электролита.

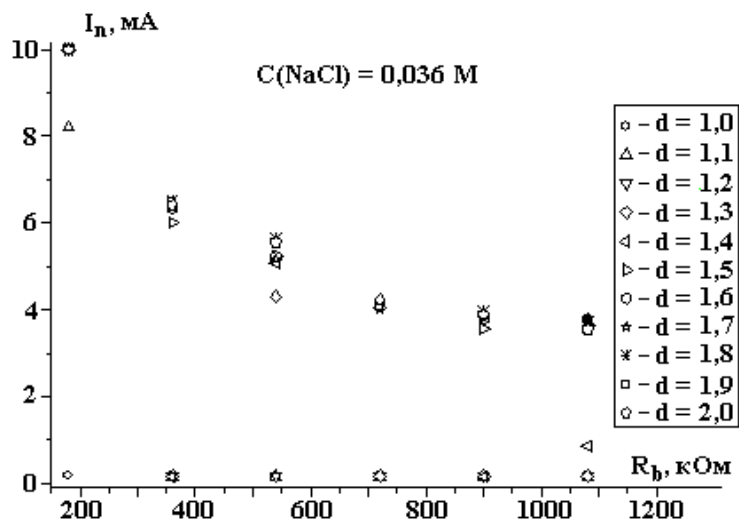


Рис. 1. Зависимость тока погасания от величины балластного сопротивления для различных межэлектродных расстояний: $d = 1,0 - 2,0$ мм

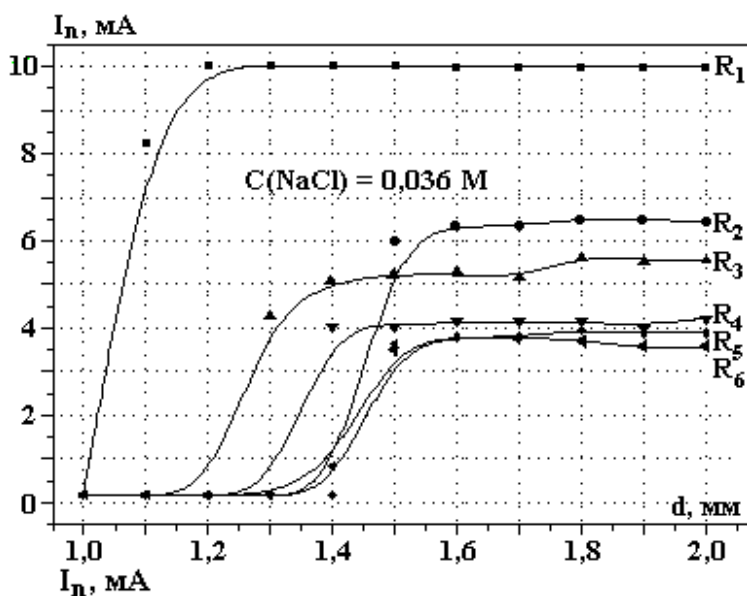


Рис. 2. Зависимость тока погасания от межэлектродного расстояния для различных балластных сопротивлений (кОм): $R_1 = 180$; $R_2 = 360$; $R_3 = 540$; $R_4 = 720$; $R_5 = 900$; $R_6 = 1080$

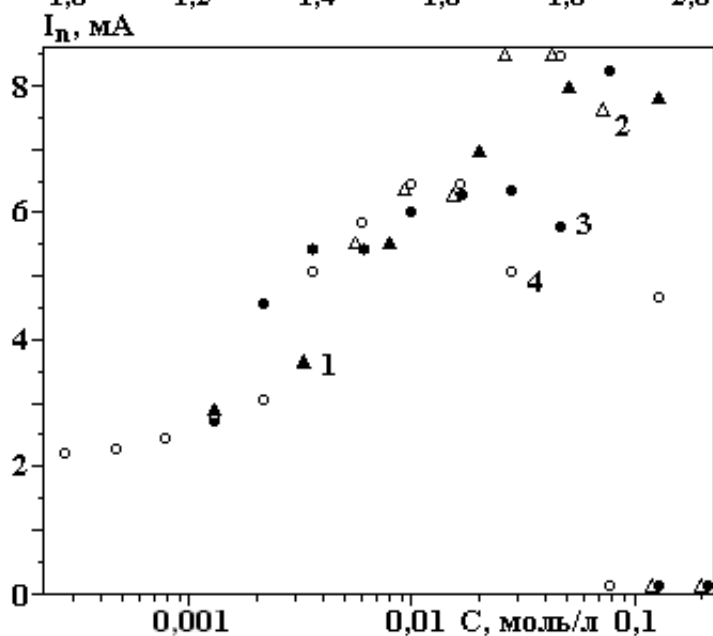


Рис. 3. Зависимость тока погасания I_n от концентрации соли C : 1 – NaCl; 2 – KCl; 3 – RbCl; 4 – CsCl

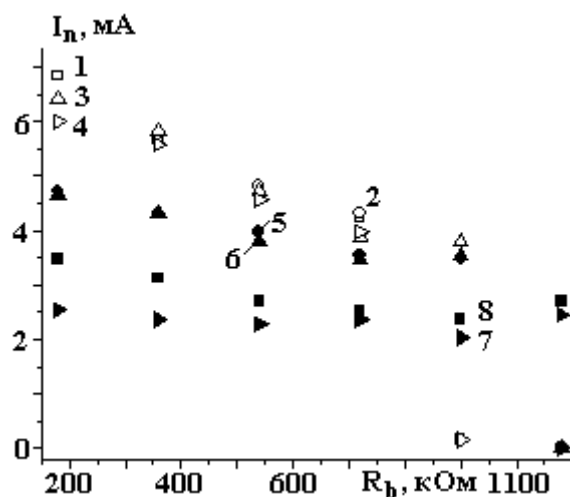


Рис. 4. Зависимость тока погасания от величины балластного сопротивления для солей натрия, электропроводность растворов: 710–720 (1 – 4) и 365–380 мкСм/см (5 – 8). 1, 5 – Na_2SO_4 ; 2, 6 – NaCl ; 3, 7 – Na_2CO_3 ; 4, 8 – NaNO_3

Выводы

Свойства раствора, выражаемые природой и концентрацией растворенного вещества, оказывают несомненное влияние на ток погасания тлеющего разряда, причем с ростом концентрации он возрастает. Варьирование свойств раствора, межэлектродного расстояния и балластного сопротивления показало наличие двух форм тлеющего разряда с электролитным катодом. Форма, характеризующаяся очень низким током погасания (сотни мкА), устойчива в определенных диапазонах концентраций электролита, при больших балластных сопротивлениях, малых межэлектродных расстояниях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кутепов А.М., Захаров А.Г., Максимов А.И. Вакуумно-плазменное и плазменно-растворное модифицирование полимерных материалов. М., 2004.
2. Энциклопедия низкотемпературной плазмы / Гл. ред. В.Е. Фортов. М., 2000. Т. 2. С. 18–78.
3. Сергеева И.Н., Титова Ю.В., Максимов А.И. Исследование действия тлеющего и диафрагменного разрядов атмосферного давления на раствор метиленового синего // Электронная обработка материалов. 2002. № 4. С. 34–39.

Поступила 23.05.05

Summary

A stable glow discharge was produced in atmospheric air using water solutions as a cathode. It was found the quenching current of the discharge depends on the solution nature. We found out the dependence between the quenching current and ballast resistance, geometry of the discharge gap. The quenching current depends strongly on the concentration of the solution. It was found the existence of two forms of the discharge. In our opinion the difference of the quenching currents in the same conditions is the consequence of the deformation of the current-voltage characteristic.