

Ал. Ф. Гайсин, И. Ш. Абдуллин, Ф. М. Гайсин,
П. А. Шацких, И. Т. Фахрутдинова, Аз. Ф. Гайсин

ОСОБЕННОСТИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО РАЗРЯДА С МЕТАЛЛИЧЕСКИМ КАТОДОМ, ПОГРУЖЕННЫМ В ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКИЙ АНОД

Ключевые слова: плазма, электролит, поваренная соль, разряд, давление.

Изучены структуры и формы электрического разряда с металлическим катодом, погруженным в электролитический анод. Показано особенности развития разряда. Обнаружено горение разряда вне электродов.

Keywords: plasma, electrolyte, table salt, category, pressure.

Structures and forms of an electric discharge with the metal cathode shipped in the electrolytic anode are studied. It is shown to feature of development of the category. Category burning out of electrodes is revealed.

Введение

В настоящее время возможности модификации материалов и изделий с использованием традиционных методов обработки практически исчерпаны. Новые технологические процессы позволяют экономить реагенты, сырье, повышать производительность труда, качество, надежность и долговечность изделий [1-3]. Одной из наиболее перспективных технологий является плазменная обработка материалов и изделий, в том числе с применением для этих целей неравновесной низкотемпературной плазмы электрического разряда между электролитическим анодом и погруженным твердым катодом в электролит. Этот вид разряда характеризуется следующими параметрами: концентрация электронов в разряде $n_e = 10^{17} - 10^{19} \text{ м}^{-3}$, температура электронов $T_e = 10^4 \text{ К}$ и температура газа $T \approx 1000 - 5000 \text{ К}$.

Неравновесная низкотемпературная плазма электрического разряда обеспечивает повышение эффективности таких технологических процессов, как очистка материалов с одновременной полировкой, упрочнение, газонасыщение и активация поверхности твердых тел. Этот вид разряда позволяет производить обработку поверхностей материалов, обеспечивает одностадийное получение металлического порошка, нанесение тонких пленок металлов, синтез органических соединений в электролите, очистку воды, стерилизация растворов и изделий.

В настоящее время существуют четыре модификации системы «парогазовый разряд – электролитический электрод»:

- 1) разряды в парогазовой среде между электролитическим и металлическим электродами;
- 2) разряды в парогазовой среде между электролитическими электродами;
- 3) разряды в парогазовой оболочке вокруг металлического электрода, погруженного в электролит;
- 4) микроразряды на погруженном в электролит аноде, покрытом слоем диэлектрика.

Несмотря на большие возможности использования электрического разряда в

промышленности, набор имеющихся в литературе экспериментальных данных не позволяет судить о закономерностях и механизмах разряда между электролитическим анодом и погруженным твердым катодом в электролит в процессе модификации материалов и изделий.

Экспериментальная установка и методика измерений

Установка предназначена для исследования электрического разряда с металлическим катодом, погруженным в электролитический катод при атмосферном и пониженных давлениях. Функциональная схема экспериментальной установки представлена на рис. 1.

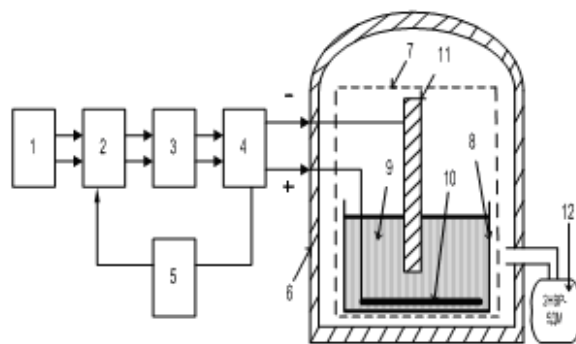


Рис. 1 - Многофункциональная схема экспериментальной установки

Основными частями экспериментальной установки являются: трёхфазный источник электропитания 1 напряжением 380/220 В и частотой 50 Гц, выпрямитель 2, выпрямитель для блока управления 3, источник опорного напряжения 4, устройство управления 5, вакуумная камера 6, разрядное устройство 7. Разрядное устройство состоит из диэлектрической ванны 8 с электролитом 9, пластины 10 для подвода отрицательного потенциала в электролит, металлического анода 11, а также вакуумного насоса 12 типа 2НВР-5ДМ. Рабочее давление в вакуумной камере регулируется изменением скорости откачки воздуха, а измеряется вакуумметром ВТИ модель 1218 класса точности 0,6.

Обсуждение результатов исследований

Результаты экспериментального исследования развития электрического разряда с металлическим катодом, погруженным в электролитический анод представлены при напряжении разряда $U = 320 \text{ В}$, тока разряда $I = 50 \text{ А}$. В качестве электролита используется 3% раствор поваренной соли в технической воде. Твердый катод входит на половину в электролитический анод. Видеосъемка проводилась на видеокамеру SONYHDR-SR72E. Время экспозиции одного кадра составляет $t = 0.04 \text{ с}$, а полное время развития разряда $t = 0.72 \text{ с}$. После включения источника питания при $t = 0.01 \text{ с}$ вокруг стального металлического катода наблюдается объемный разряд, который распространяется вдоль металлического катода вверх. При этом начинается интенсивное испарение поверхности электролита. У поверхности электролитического катода начинается интенсивное турбулентное перемешивание плазмы и электролита. Как видно из фотографии *рис.2*, при $t = 0.02 \text{ с}$ электролита и распыление материала катода в виде микрочастиц. Кроме того, на поверхности и внутри образуется пористый электролит. Наличие пористого электролита приводит к горению многоканального разряда в пористом объеме электролита. Анализ экспериментальных данных показал, что объемный разряд горит также вдоль металлического катода.



Рис. 2

Наблюдается особенность горения электрического разряда с металлическим катодом, погруженным в электролитический анод. Вблизи верхней части металлического электрода объемный разряд начинает отделяться от катода. Между

нижним и верхним объемным разрядом наблюдается горение электрического разряда со слабым свечением. С течением времени от $t = 0.02 \text{ с}$ до $t = 0.03 \text{ с}$ верхняя часть объемного разряда отделяется и начинает гореть вне электродов. Наблюдается еще одна особенность. Одновременно объемный разрядом горит многоканальный разряд кольцевой формы вокруг металлического катода, который приводит к интенсивному испарению электролитического анода.



Рис. 3

Заключение

1. Изучено развитие электрического разряда с металлическим катодом, погруженным в электролитический анод.
2. Выявлено, что объемный разряд неоднородной формы может гореть вне электродов.

Литература

1. Гайсин Ф.М. *Электрические разряды в парогазовой среде с нетрадиционными электродами* / Ф.М. Гайсин, Э.Е. Сон // Энциклопедия низкотемпературной плазмы / под ред. Фортова В.Е.-М.: Наука, 2000.-241 с.
2. Гайсин А.Ф. *Паровоздушные разряды между электролитическим катодом и металлическим анодом при атмосферном давлении* / А.Ф. Гайсин, Э.Е. Сон // ТВТ.-2005.-Т.43.-№1.-С.5.
3. Гайсин А.Ф. *Струйный многоканальный разряд с электролитическими электродами в процессах обработки твердых тел* / А.Ф. Гайсин, И.Ш. Абдуллин, Ф.М. Гайсин//Монография. Казан. гос.технол.ун-т; Казан.гос.техн.ун-т им. А.Н. Туполева.Казань,2006.-450с.

© Ал. Ф. Гайсин – канд. техн. наук, асс. КНИТУ – КАИ, almaz87@mail.ru; И. Ш. Абдуллин – д-р техн. наук, проф., проректор КНИТУ, abdullin_i@kstu.ru; Ф. М. Гайсин – д-р физ.-мат. наук, проф. КНИТУ-КАИ, almaz87@mail.ru; П. А. Шацких - асп. КНИТУ – КАИ; И. Т. Фахрутдинова - асп. КНИТУ – КАИ; Аз. Ф. Гайсин – д-р техн. наук, проф. КНИТУ-КАИ.