

Министерство науки и высшего образования Российской
Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования "Казанский (Приволжский)
федеральный университет"
Набережночелнинский институт (филиал)

**ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО РАЗРЯДА С
ЖИДКИМ АНОДОМ**

Учебно-методическое пособие

Набережные Челны
2020

УДК 620.3

Тазмеев Г.Х., Тазмеев Х.К. Исследование электрического разряда с жидким анодом: учебно-методическое пособие к лабораторному практикуму по дисциплине «Плазменные системы в нанотехнологии». - Набережные Челны: НЧИ КФУ, 2020 – 8 с.

Рецензент: доцент, к.т.н. Ч.С. Страшинский

Учебно-методическое пособие предназначено в помощь студентам для выполнения лабораторной работы по дисциплине «Плазменные системы в нанотехнологии».

*Печатается по рекомендации
Учебно-методической комиссии отделения информационных
технологий и энергетических систем НЧИ КФУ*

© Набережночелнинский институт КФУ, 2020.

1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАБОТЫ

В начале XXI века область исследований наноматериалов получила быстрое развитие благодаря уникальным электрическим, оптическим, магнитным и каталитическим свойствам этих материалов. Наночастицы (НЧ) из чистого металла и металлического сплава были использованы в качестве материалов для катализа, микроэлектроники, оптоэлектроники и магнетизма, а также в качестве проводящих паст, топливных элементов и электродов батареи. Среди различных методов, доступных сегодня для синтеза наноматериалов, методы генерации плазмы в жидкости являются относительно новыми. Растущий интерес к этим методам обусловлен их многочисленными преимуществами, прежде всего тем, что они сравнительно просты. Генерация плазмы осуществляется простыми техническими средствами.

В данной работе плазма генерируется в электрическом разряде между металлическим катодом и жидким анодом в открытом воздухе.

Наиболее важной интегральной характеристикой разряда является его вольтамперная характеристика (ВАХ). Она показывает зависимость между установившимися значениями тока и напряжения разряда. По ней можно узнать о процессах, происходящих внутри разряда, и о свойствах плазмы.

На рис. 1 представлены два варианта ВАХ: падающая (а) и восходящая (б).

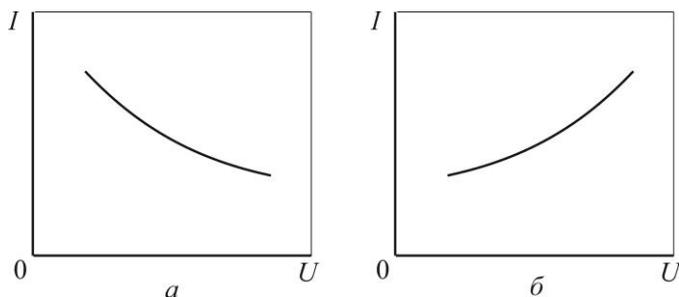


Рис. 1. Вольтамперные характеристики.

С практической точки зрения наибольший интерес вызывают электрические разряды с восходящей ВАХ, т.к. они горят устойчиво. Чем больше крутизна, тем лучше. Для электрических разрядов с падающей ВАХ в цепи питания требуются балластные резисторы. На них рассеивается энергия в виде тепла. Поэтому при падающей ВАХ неизбежны потери энергии.

2. ОПИСАНИЕ УСТАНОВКИ И ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

2.1.1. Система электрического питания.

Электрическое питание подается от источников инверторного типа. На рис. 2.1 представлена схема подключения к источнику питания.

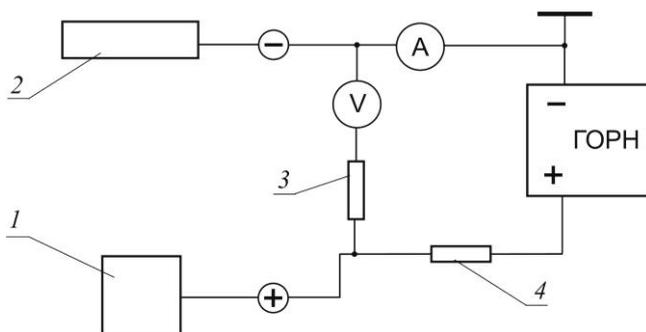


Рис. 2. Схема электрического питания. 1 – анодный узел; 2 – катод; 3 – добавочное сопротивление; 4 – балластный резистор.

Модульные источники питания типа ГОРН выполнены с выходными параметрами: ток (0,1-5) А; напряжение холостого хода (0-3050) В. Диапазон выходного тока расширяется при параллельном подключении модулей. Источники ГОРН обеспечивают высокую точность стабилизации тока разряда. Согласно техническим характеристикам отклонения не

превышают 3 % от установленного значения тока в диапазоне (3-5) А и 1 % от максимального значения в диапазоне (0,1-3) А.

Ток электрического разряда и напряжение, подаваемое на разрядные устройства, измеряются стрелочными приборами М 2015 и М 2016 класса точности 0,2.

2.1.2. Генератор плазмы.

На рис. 3 схематично изображен разрядный узел генератора плазмы.

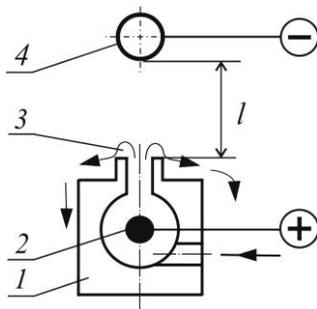


Рис. 3. Схема разрядного узла. 1 – корпус анодного узла; 2 – токоподвод; 3 – выходная щель; 4 – катод. Стрелками показано направление течения электролита.

Корпус 1 анодного узла выполнен из диэлектрического материала. Внутри него смонтирован металлический электрод 2, который служит токоподводом к электролиту. Электролит вытекает из щели 3 корпуса 1. Разряд зажигается между электролитом и металлическим катодом 4, который представляет собой водоохлаждаемую медную трубу.

2.1.3. Скоростная видеосъемка.

Фотографирование электрического разряда осуществляется скоростной видеокамерой ВИДЕОСКАН-415. Она позволяет получить кадры с экспозицией до 1 мкс.

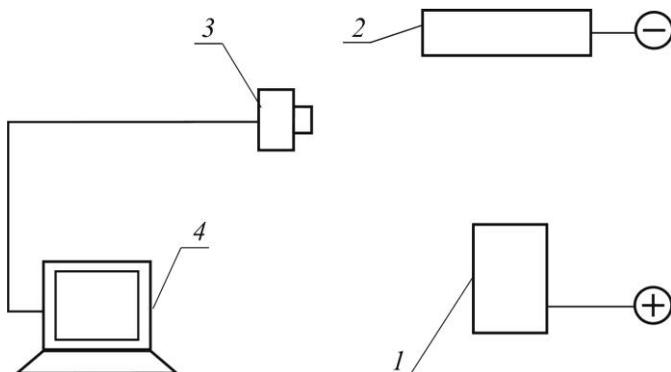


Рис. 4. Видеосъемка разряда. 1 – анодный узел; 2 – катод; 3 – видеокамера; 4 – компьютер.

Информация от видеокамеры 3 передается компьютеру 4 (рис. 4).

2. 2. Порядок выполнения работы.

ЗАДАНИЕ I. Получение вольтамперной характеристики. Устанавливается заданное межэлектродное расстояние l . Заполняется таблица измерений.

Таблица 1.

№	I		U		P , Вт	R , Ом
	дел	А	дел	В		
1						
2						
3						
4						
5						

Выполняется не менее 5 измерений.

Цена деления вольтметра – 40 В/дел. Цена деления амперметра определяется на выбранный диапазон измерений.

ЗАДАНИЕ 2. Исследование структуры и внешнего вида разряда.

Выполняется видеосъемка. Рекомендуемая экспозиция 200 мкс. Параметры режимов горения разряда записываются в таблицу измерений.

Таблица 2.

Серия кадров	<i>I</i>		<i>U</i>	
	дел	А	дел	В
1				
2				
3				

Видеосъемка производится в менее 3-х режимах горения разряда.

3. ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ

Вольтамперная характеристика строится на миллиметровой бумаге.

Вычисляется мощность по формуле

$$P = I \cdot U. \quad (1)$$

Определяется электрическое сопротивление межэлектродного промежутка

$$R = \frac{U}{I}. \quad (2)$$

Анализируются полученные видеокadres. К отчету прилагаются не менее 3-х фотографий разряда.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Объясните механизм протекания тока на границе «жидкий анод - плазма».

2. Каков механизм эмиссии электронов с катода?
3. Опишите вольтамперную характеристику.
4. Как меняется структура разряда при повышении тока?
5. Нарисуйте схему электрического питания.

ЛИТЕРАТУРА

1. Райзер Ю.П. Физика газового разряда. – М.: Изд-во: Интеллект, 2009.

2. Даутов Г.Ю., Тимеркаев Б.А. Генераторы неравновесной газоразрядной плазмы. – Казань: Изд-во «Фэн», 1996.

Подписано в печать 25.05.2020 г.
Формат 60x84x16. Печать ризографическая.
Бумага офсетная. Гарнитура «Times New Roman».
Усл. -печ.л. 0,5. Уч.-изд.л. 0,5.
Тираж 50 экз. Заказ № 1578. -
Издательско-полиграфический центр
Набережночелнинского института
Казанского (Приволжского) федерального университета

423810, г. Набережные Челны, Новый город, проспект Мира, 68/19
тел./факс (8552) 39-65-99 e-mail: ic-nchi-kpfu@mail.ru