

УДК: 621.793.02

**ВОЛЬТ-АМПЕРНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА УСТАНОВОК НИЗКОЧАСТОТНОЙ ПЛАЗМЕННОЙ ОБРАБОТКИ**

Богачёв Максим Андреевич,

*Магистр 1 года,**кафедра «Электронные технологии в машиностроении»**Московский государственный технический университет**Научный руководитель: Д.Д. Васильев,**кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры «Электронные технологии в машиностроении»*

Операции предварительной плазменной подготовки поверхности являются обязательными практически в любом технологическом процессе производства изделий микро и нанoeлектроники [1], оптики [2], а так же в медицине [3].

Особое место среди оборудования плазменной обработки занимают установки с низкочастотным (НЧ) газовым разрядом. Такие установки надежны и универсальны по применению [5]. Низкочастотная плазма в основном используется для «жесткой» быстрой очистки образцов (пластины, подложки, детали) от загрязнений перед последующими операциями.

Плазменная обработка изделий происходит за счет физического взаимодействия ионов с поверхностью объекта обработки. От рода процессного газа, энергии ионов и их количества (плотности) зависит тип воздействия, длительность обработки и температура образца [6]. Основной характеристикой оборудования плазменной обработки, позволяющей оценить его работу является вольт-амперная характеристика (ВАХ).

Целью работы является измерение ВАХ установки НЧ плазменной обработки и составление рекомендаций по выбору давления процессного газа.

Измерения проводились на установке НЧ плазменной обработки с внутренними электродами, в качестве рабочего газа использовался Ar. Для питания использовался низкочастотный генератор APEL-M-1.5PDC-1000-1, при измерениях частота составляла 50 кГц, процент заполнения импульса 50%. Основные параметры рабочей камеры представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Основные параметры рабочей камеры

<b>Характеристика</b>	<b>Значение</b>
Материал камеры	Кварцевое стекло
Объем камеры	18 л
Внутренний диаметр камеры	240 мм
Размеры электродов ШхД	212х300 мм
Расстояние между электродами	100 мм

В ходе многократных измерений ионного тока, который показывает стабильность горения НЧ разряда, в зависимости от прикладываемого напряжения, получены графики ВАХ при различных давлениях рабочего газа внутри вакуумной камеры (рис. 1).

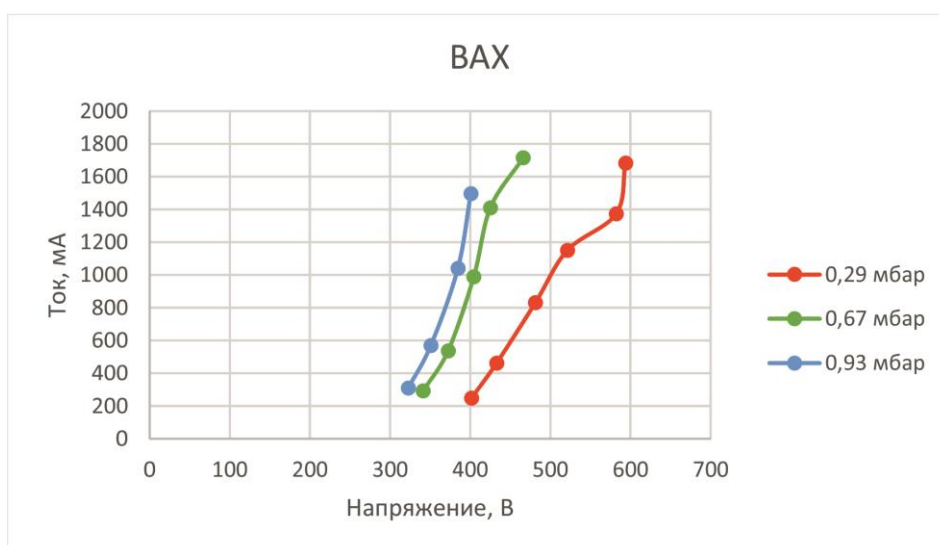


Рис. 1. ВАХ установки

Из полученных графиков видно для стабильного горения НЧ плазмы во всем диапазоне мощностей используемого генератора давление рабочего газа аргона должно быть больше 0,29 мбар, но не должно превышать 0,93 мбар, поскольку за границами этого диапазона наблюдается нестабильное горение и дуговой разряд.

По результатам измерения ВАХ составлены рекомендации по выбору мощности и давления аргона внутри вакуумной камеры (рис. 2).

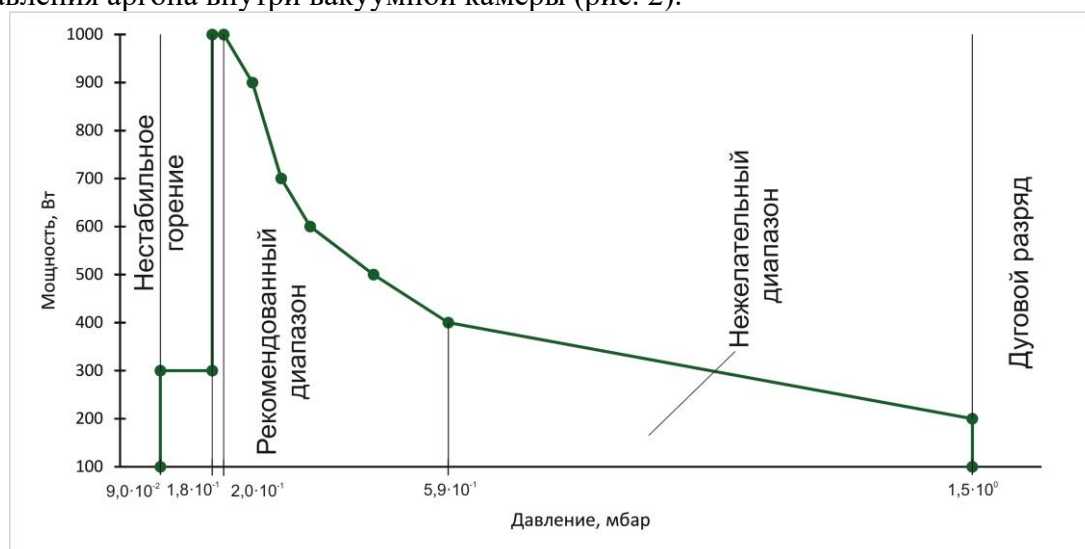


Рис. 2. Рекомендации по выбору давления и мощности

## Литература

1. А.Г. Лучкин, Г.С. Лучкин. Очистка поверхности подложек для нанесения покрытий вакуумно-плазменными методами // Вестник казанского технологического университета. – 2012. – С. 208-210.
2. Л.А. Черезова. Ионно-лучевые методы в оптической технологии: учебное пособие. – СПб: СПбГУ ИТМО, 2007. – 151 с.
3. Johan Palmers. Surface modification using low-pressure plasma technology // Medical Device & Diagnostic Industry Magazine MDDI. – January 2000 SPECIAL SECTION // URL: [www.mddionline.com/surface-modification-using-low-pressure-plasma-technology/](http://www.mddionline.com/surface-modification-using-low-pressure-plasma-technology/) (дата обращения 05.10.2022).
4. Anne Širvaitienė, Paulė Bekampienė, Virginija Jankauskaitė, Igoris Prosyčėvas, Gėlė Minkuvienė, Aušra Abraitienė, Danutė Marijona Tumėnienė, Laimutė Stygien. The Effect of

Low-Pressure Plasma Treatment Parameters on the Tensile Properties of Vegetable Fiber Reinforced PLA Composites // WULFENIA Journal, Klagenfurt, Austria – Vol 22, No. 5. May 2015. – ISSN:1561-882X.

5. Генерация плазмы. Выбор "правильного" решения // industry-hunter.com URL: <https://industry-hunter.com/baza-znaniy/generacia-plazmy-vybor-pravilnogo-resenia> (дата обращения: 10.10.2022).

6. Д. Васильев, К. Моисеев. Исследование скорости травления различных пленок в установке плазменной обработки РМС // Технологии в электронной промышленности. – 2021. № 6 (130). – С. 60-61.