

УДК 621.79.01

ИЗУЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ УСТАНОВКИ НИЗКОЧАСТОТНОЙ ОБРАБОТКИ ИЗДЕЛИЙ В ПЛАЗМЕ НИЗКОГО ДАВЛЕНИЯ МРС

Артем Дмитриевич Павленко⁽¹⁾, Андрей Александрович Рогожин⁽²⁾, Денис Дмитриевич Васильев⁽³⁾

*Студент 3 курса⁽¹⁾, магистр 1 курса⁽²⁾, аспирант 3 года⁽³⁾
кафедра «Электронные технологии в машиностроении»
Московский государственный технический университет*

*Научный руководитель: К.М. Моисеев,
кандидат технических наук, доцент кафедры «Электронные технологии в
машиностроении»*

При обработке изделий в плазме низкого давления в зависимости от мощности разряда возможно проведение процессов очистки поверхности, ее активации [1] и травления поверхностного слоя [2]. Плазменная обработка используется в полупроводниковом и микроэлектронном производстве [2], стоматологии [3] и текстильной промышленности [4].

Плазменная обработка может быть разделена на два вида – физическую и химическую [2]. При физической плазменной обработке в качестве рабочего компонента используется инертный газ (например, аргон). Загрязнения с поверхности заготовки удаляются при их бомбардировке высокоэнергетическими ионами инертного газа. При химической обработке используются активные газы (например, кислород или водород), которые при взаимодействии с обрабатываемой поверхностью вступают в реакцию с органическими соединениями и удаляют их.

Практическое применение «сухого» метода плазменной обработки актуально, так как не требуется использование агрессивных химических соединений, что облегчает процесс обработки изделий и не требует сложных операций нейтрализации и утилизации химических соединений [5].

В лаборатории кафедры МТ-11 «Электронные технологии в машиностроении» МГТУ им. Н.Э. Баумана ведутся работы по разработке установки низкочастотной обработки изделий в плазме низкого давления МРС (Multi Plasma Cleaner). Частота разрядного тока составляет 40 кГц. В зависимости от технологических режимов обработки возможно проведение процессов очистки, активации или травления поверхности изделий. Целью данной работы является изучение технологических возможностей установки низкочастотной обработки изделий в плазме низкого давления МРС, а именно мощности разряда в зависимости от технологических параметров процесса.

Описание установки

Стеклопластиковая рабочая камера установки МРС, объемом 13 л, установлена горизонтально. Внутри рабочей камеры параллельно горизонтально установлены два прямоугольных электрода из нержавеющей стали с размерами 225x160 мм и 210x160 мм. Предусмотрена возможность ручного изменения расстояния между электродами при разгерметизированной рабочей камере.

Описание эксперимента

Для изучения технологических возможностей установки МРС проводятся эксперименты по определению мощности разряда в зависимости от параметров процесса - расстояния между электродами, рабочего давления и напряжения разряда.

Диапазон варьирования расстояния между электродами – 60, 80, ..., 140 мм; рабочего давления – 0,42, 0,74, ..., 2,98 Торр; напряжения разряда – 260, 280, ..., 500 В. На нижний электрод подается отрицательный потенциал (катод), верхний электрод заземлен (анод). Изделия при обработке устанавливаются на нижнем электроде, то есть происходит обработка поверхности изделия ионами рабочего газа. В качестве рабочего газа используется аргон. Результаты определения мощности разряда в зависимости от параметров процесса показаны на рисунке 1.

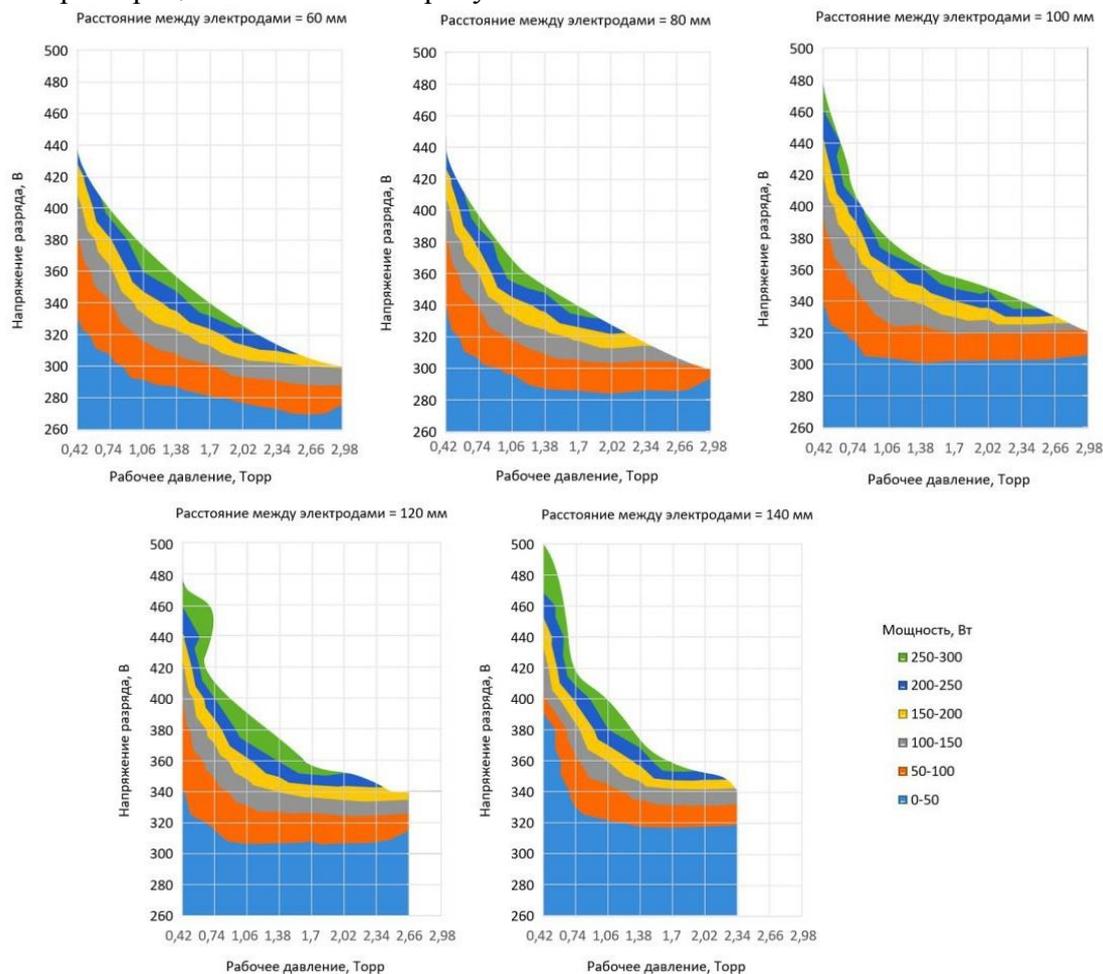


Рис. 1. Значения мощности разряда в зависимости от параметров процесса

При изучении технологических возможностей установки МРС выявлено, что в зависимости от параметров процесса мощность разряда может достигать 300 Вт и более. При увеличении расстояния между электродами область высоких значений мощности разряда смещается в сторону увеличения значений напряжения разряда.

По результатам проведения эксперимента выявлено, что при рабочем давлении менее 0,6 Торр процесс плазменной обработки протекает нестабильно с образованием мелких дуг на гранях электродов, тогда как при рабочем давлении более 2,5 Торр процесс плазменной обработки протекает неустойчиво – при малом увеличении напряжения разряда возможно возникновение сильноточного дугового разряда. По данным причинам процесс низкочастотной обработки изделий в плазме низкого давления рекомендуется проводить при рабочем давлении от 0,6 до 2,5 Торр.

Литература

1. Лесниковский, П.В. Ионно-плазменная очистка поверхности / П.В. Лесниковский, И.А. Иванов // Инженерно-педагогическое образование в XXI веке: материалы XII Республиканской научно-практической конференции молодых ученых и студентов

БНТУ (72-й студенческой научно-технической конференции БНТУ), Минск, 19–20 мая 2016 г.: в 2 ч. / Белорусский национальный технический университет; редкол.: С.А. Иващенко [и др.]. – Минск, 2016. – ч. 2. - С. 101-104.

2. *Бармашов И.* Эффективная очистка плазмой изделий электронной промышленности // Технологии в электронной промышленности. – 2013. – №. 2. – С. 84-85.

3. *Belkind A., Gershman S.* Plasma cleaning of surfaces // Vacuum Coating and Technology November. – 2008. – С. 46-57.

4. *Choudhary U, Dey E, Bhattacharyya R and Ghosh SK.* A Brief Review on Plasma Treatment of Textile Materials // Austin Publishing Group, Advance Research in Textile Engineering. - 2018. - С. 1019.

5. *Абдуллин, И.Ш.* ВЧ-плазменная очистка поверхности при пониженном давлении / *И.Ш. Абдуллин, В.С. Желтухин* // Вестник Казанского технологического университета. – 2003. – №. 1.