

УДК 533.9.03

РАЗРАБОТКА ЦИЛИНДРИЧЕСКОГО МАГНЕТРОНА

Кипов Георгий Вячеславович⁽¹⁾, Синявин Никита Михайлович⁽²⁾, Пенькова Полина Сергеевна⁽³⁾

Магистр 1 года⁽¹⁾, студент 4 курса⁽²⁾, студент 3 курса⁽³⁾
кафедра «Электронные технологии в машиностроении»
Московский государственный технический университет

Научный руководитель: А.И. Беликов,
Кандидат технических наук, доцент кафедры «Электронные технологии в
машиностроении»

Конструкции современных магнетронных распылительных систем (МРС) весьма разнообразны. Наиболее распространенными из них являются конструкции с планарными [1] или цилиндрическими [2] катодами.

Недостатком планарных МРС является то, что материал мишени расходуется неэффективно, поскольку эрозия мишени происходит в достаточно узкой области, ограниченной магнитным полем. Вследствие этого плоские МРС имеют низкий коэффициент использования мишени, который обычно составляет 20-25%. Цилиндрические магнетроны обладают рядом преимуществ по сравнению с плоскими. Они содержат трубчатый катод из распыляемого материала, внутри которого располагается магнитная система (при этом распыляется внешняя поверхность катода). В цилиндрических системах обращенного типа достигается значительно больший коэффициент использования катода (до 90%), улучшается его охлаждение, что позволяет использовать большие уровни мощности, увеличивается скорость распыления катода и производительность установки [3].

Цель работы – разработка конфигурации магнитной системы цилиндрического магнетрона.

Для достижения этой цели были проанализированы два варианта компоновки магнитной системы магнетронов, каждая из которых подходит под конкретный тип задач. Первый вариант (рис. 1а), на основе дисковых магнитов поз. 2, включает 8 пакетов-столбцов по 9 магнитов в каждом, расположенные по бокам, 2 магнита поз. 1 на торцах и магнитопровода поз. 3. Второй вариант (рис. 1б) состоит из 62 магнитов-брусков поз.1 в форме параллелепипедов и магнитопровода поз. 2.

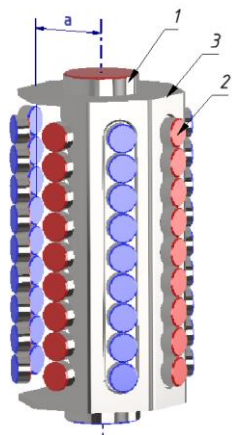


Рис 1а. Первый вариант магнитной системы

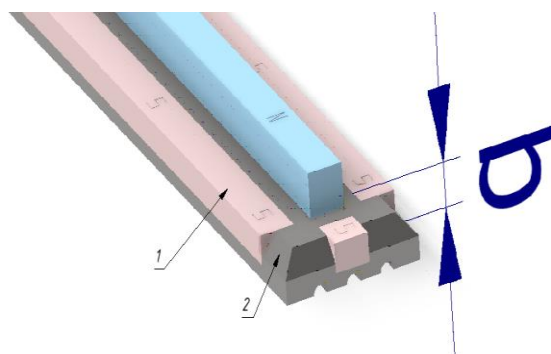


Рис 1б. Второй вариант магнитной системы

Кроме того, цилиндрическая магнетронная система позволяет повысить производительность оборудования для нанесения покрытий за счет реализации схем процесса с расположением множества изделий по периферии распыляемой мишени-цилиндра.

Для оценки параметров магнитного поля над поверхностью цилиндрической мишени было проведено моделирование с помощью ПО COMSOL Multiphysics 6.1. Параметры моделирования: Space Dimension 3D (пространственный расчет), Magnetic Fields, No Currents (магнитные взаимодействия, без тока), Study Stationary (стационарный расчет).

За основу компоновки магнитной системы были взяты магниты марки КС25ДЦ-175 ГОСТ 21559-76. В первом варианте на торцах располагались цилиндры диаметром 25 мм и высотой 7 мм, на боковых поверхностях цилиндры диаметром 10 мм и высотой 5 мм. Для второго варианта использовались бруски размером 15x15x100 мм. В качестве изменяемого параметра для первого варианта использовалось расстояние от оси магнетрона до плоскости магнитов (размер а рис. 1а), во втором – расстояние от основания до центральных магнитов (размер b рис. 1б). Распределение магнитной индукции в приповерхностной области мишени показано на рисунке 2а для первого варианта и на рисунке 2б для второго варианта.

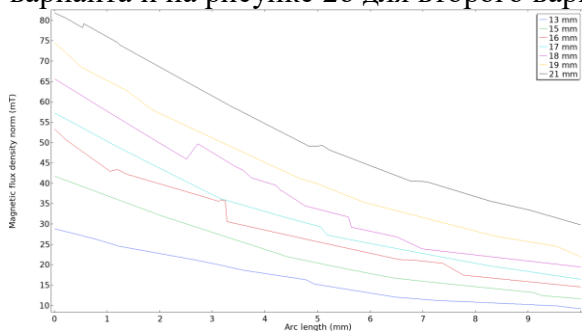


Рис 2а. График зависимости магнитной индукции в приповерхностной области мишени от размера а

Проведенные расчеты показали, что для первого варианта наилучшее размещение магнитов – на расстоянии 21 мм от центральной оси, при этом значение магнитной индукции составляет 0,05–0,1 Тл. Для второго варианта наилучшим является расположение на расстоянии 10 мм, при этом значение индукции составляет 0,06–0,1 Тл.

Следующим этапом разработки планируется проектирование и моделирование системы охлаждения магнетронной распылительной системы.

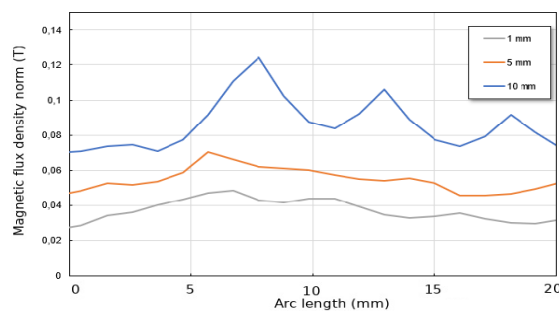


Рис 2б. График зависимости магнитной индукции в приповерхностной области мишени от размера b

Литература

1. Ананьин П.С., Кривобоков В.П., Легостаев В.Н. Магнетронная распылительная система // Патент РФ №2107971,1998.
2. Nadel S.J., Greene P., Rietzel J., Perata M., Malaszewski L., Hill R. Advanced generation of rotatable magnetron technology for high performance reactive sputterin // Thin solid films, V.502, 2006, pp.15-21.
3. Патент № 2390580 С1 Российская Федерация, МПК С23С 14/35, С23С 14/56. малогабаритное магнетронное распылительное устройство: № 2008141193/02: заявл. 16.10.2008: опубл. 27.05.2010 / С. В. Работкин, А. А. Соловьев, Н. С. Сочугов; заявитель Институт сильноточной электроники СО РАН. – EDN YCEPNT.