

УДК 537.563.22

МОДУЛЬ ЖИДКОФАЗНОГО МАГНЕТРОННОГО РАСПЫЛЕНИЯ: МОДЕЛИРОВАНИЕ И КОНСТРУИРОВАНИЕ

Алексей Дмитриевич Купцов

*Магистр 1 года,
кафедра «Электронные технологии в машиностроении»
Московский государственный технический университет им. Н.Э.Баумана*

*Научный руководитель: С.В. Сидорова,
кандидат технических наук, доцент кафедры «Электронные технологии в
машиностроении»*

Введение

Современные тенденции в выборе получения тонких пленок с заданными свойствами основываются в первую очередь на показателях экономической эффективности и производительности, а также на возможности простого управления процессом и его автоматизации в производственных условиях.

Наиболее перспективным методом формирования тонкопленочных покрытий считается ионно-плазменное распыление. Для увеличения скорости осаждения покрытий возможно изменять геометрические параметры системы, а также воздействовать на технологические параметры, например, увеличивать скорость распыления материала. Увеличение последнего параметра возможно реализовать с помощью метода жидкофазного распыления. Для этого необходимо обеспечить большое значение ионного тока, который, в свою очередь, зависит от размера и плотности магнитной ловушки магнитной системы (МС). Магнитная индукция является одним из трех фундаментальных параметров МС [1, 2].

Для реализации правильной и корректной работы системы магнетронного разряда необходимо спроектировать общий модуль распыления. Следует выделить два этапа проектирования. На первом этапе проводят компьютерное моделирование магнитной системы с целью определения параметров магнитов для достижения максимального значения магнитной индукции. Вторым этапом является проработка конструкторской части самого модуля ионно-плазменного распыления.

Моделирование магнитной системы

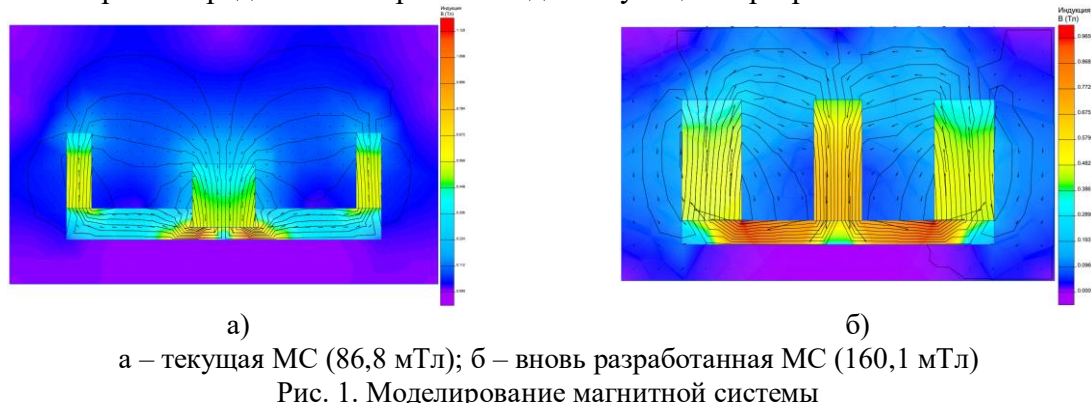
В процессе моделирования необходимо отталкиваться от базового размера и конструкции. В нашем случае МС будет иметь кольцевой магнит, центральный магнит и магнитопровод, установленный без зазора с магнитами. Внешний диаметр кольцевого магнита – 65 мм был выбран конструктивно из-за близости модуля к стенке вакуумной камеры. Его увеличение не позволит установить модуль на нижний фланец камеры. Дальнейшие шаги моделирования были составлены следующим образом:

- высота магнитов (5 ... 50 мм);
- толщина кольцевого магнита (40 ... 55 мм);
- диаметр центрального магнита (5 ... 20 мм);
- толщина магнитопровода (0.5 ... 5.0 мм).

На каждом последующем этапе моделирование системы проводили в программах Elcut и Comsol с лучшим предыдущим параметром. Это позволило уменьшить количество экспериментальных исследований.

В результате компьютерного моделирования был получен типоразмер магнитной системы, которая имеет значение магнитной индукции на 84,75% больше, чем у действующей МС.

На рис. 1 представлено сравнение действующей и разработанной МС.



Конструирование модуля магнетрона

В разрабатываемой конструкции особое внимание было уделено принципам компоновки магнитной системы и сборке составных частей. Эскиз сборки представлен на рис. 2.

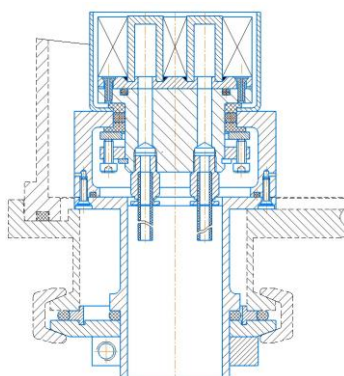


Рис. 2. Компоновка конструкции магнетрона

Крышка МС изготавливается как сборочная единица из четырех спаянных частей. Данное решение позволит избежать «лишнего» материала над магнитами, что увеличит силу магнитной ловушки. Для обеспечения герметичности используются уплотнения и фторпласткауучука.

Для установки модуля на фланец вакуумной камеры необходимо расположить его с эксцентриситетом 5 мм. Соединение с помощью KF-хомута и O-Ring уплотнения обеспечат надежное крепление системы.

Выводы и результаты работы

Компьютерное моделирование показало, что новая МС имеет значение магнитной индукции на 84,75% больше (86,8 – 160,1 мТл).

Рассмотрены и подобраны комплектующие для сборки модуля магнетрона. Конструкция разрабатывалась с номинальными размерами по ГОСТ. Подготовлен комплект конструкторской документации и паспорт на изделие для изготовления деталей и последующей сборки.

Литература

1. *Плешивцев Н. В.* Физические проблемы катодного распыления. Институт атомной энергии имени И. В. Курчатова, Москва, 1979. – 90 с.
2. *Рогов А. В., Капустин Ю. В., Мартыненко Ю. В.* Факторы, определяющие эффективность магнетронного распыления. Журнал технической физики, 2015, том 85, вып. 2. С. 126 – 134.