

## МЕТОДИКА РАСЧЕТА МАГНИТНОЙ ЛОВУШКИ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ МАГНЕТРОННОГО РАСПЫЛИТЕЛЬНОГО УСТРОЙСТВА

*Бездников М.С., Шекелевский В.В.*

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники  
г. Минск, Республика Беларусь*

*Котов Д.А. – канд. техн. наук, доцент*

В данной работе представлена методика моделирования магнитного поля при разработке и предварительной оценке характеристик магнетронного распылительного устройства.

Получение высококачественных тонкопленочных слоев металлов, сплавов, диэлектриков и полупроводников является одной из актуальных задач технологии. Тонкопленочные слои применяются для создания металлизации, также могут служить как оптические покрытия в оптоэлектронике, так и как износостойкие и твердые покрытия, также некоторое применение эти слои нашли в декоративной промышленности. За последние годы магнетронные распылительные устройства (МРУ) заняли лидирующее положение среди вакуумных методов получения тонкопленочных слоев.

В связи с популярностью данного PVD метода стоит задача проектирования и создания подобных устройств, а неотъемлемой частью этой задачи является моделирование явлений и процессов, протекающих в ходе распыления мишени. Все это делается с целью предварительной оценки характеристик устройства и качества напыляемых пленок.

В магнитной системе МРУ силовые линии магнитного поля, замыкающиеся между полюсами, образуют магнитную ловушку, которая позволяет локализовать плазму непосредственно над поверхностью распыляемой мишени [1].

Таким образом, моделирование магнитного поля – начальный этап в проектировании МРУ, ведь знание конфигурации линий магнитной индукции и величины магнитного поля позволит определить зону плазмообразования, а в дальнейшем и коэффициент распыления мишени в первом приближении.

Для моделирования используются студенческие пакеты программ Autodesk Inventor и Comsol Multiphysics. Первым шагом необходимо сделать геометрическую модель будущего устройства, которая будет использована в последующем построении магнитных полей. На рисунке 1 представлена геометрическая модель, которая будет интегрирована в Comsol Multiphysics.



Рисунок 1 – Геометрическая модель МРУ с обозначенными полюсами магнитной системы

После интеграции геометрической модели и задания необходимых параметров составляющих МРУ, необходимо провести расчет. Все эти операции позволяют вывести различные типы данных. Например, распределение линий индукции магнитного поля над поверхностью мишени, как это представлено на рисунке 2. Или графическую конфигурацию линий магнитной индукции, как это показано на рисунке 3.

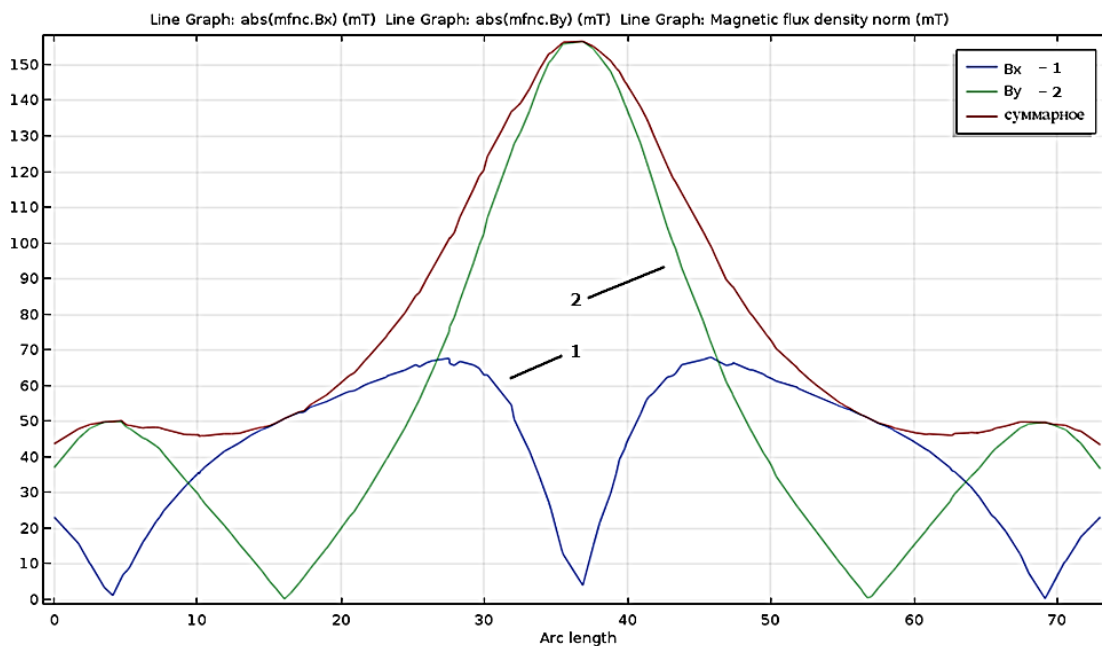


Рисунок 2 – Величина индукции магнитного поля на расстоянии 3 мм над поверхностью мишени

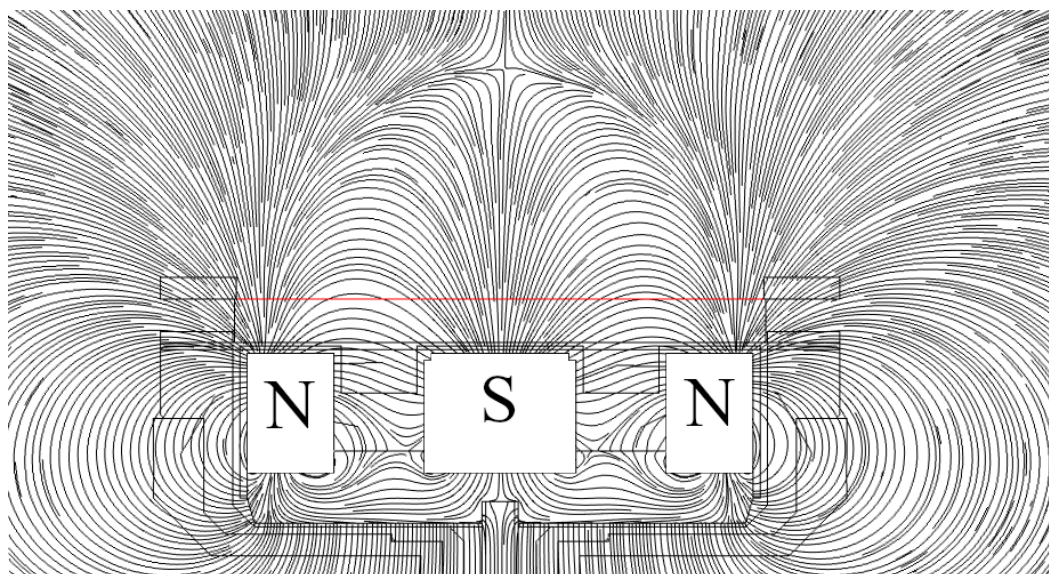


Рисунок 3 – Линии индукции магнитного поля

Это лишь малая часть данных, которые можно получить, используя подобный метод. Все данные можно использовать для дальнейшего теоретического расчета зоны плазмообразования, профиля эрозии и коэффициента использования материала мишени, а также теоретической оценки качества нанесенного покрытия.

По итогу, алгоритм моделирования заключается в создании геометрической модели, на этапе создания которой мы выбираем форму полюсов, магнитной системы МРУ. В последствии задаются параметры магнитов и магнитопроводящих материалов; ведется расчет значений параметров магнитного поля методом конечных элементов. Комплекс мультифизического моделирования позволяет вывести необходимые результаты в виде графиков, содержащих информацию для дальнейшего прогноза и расчета ионных токов и зоны эрозии мишени, а также позволяющих провести ориентировочную оценку зоны плазмообразования.

**Список использованных источников:**

1. Данилин, Б. С. Магнетронные распылительные системы / Б. С. Данилин, В. К. Сырчин – М.: Радио и Связь, 1982. – 72с.