

УДК: 621.793.182

ОЦЕНКА НЕРАВНОМЕРНОСТИ ТОНКОПЛЕНОЧНОГО ПОКРЫТИЯ ПРИ МАГНЕТРОННОМ РАСПЫЛЕНИИ ДЛЯ УСТАНОВОК С БАРАБАННЫМ ПОДЛОЖКОДЕРЖАТЕЛЕМ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИМ ВРАЩЕНИЕ ПОДЛОЖКИ ВОКРУГ СВОЕЙ ОСИ

Богачёв Максим Андреевич

*Студент 3 курса,
кафедра «Электронные технологии в машиностроении»
Московский государственный технический университет*

*Научный руководитель: Д.Д. Васильев,
старший преподаватель кафедры «Электронные технологии в машиностроении»*

Тонкопленочные покрытия обладают набором особых функциональных свойств, таких как повышенная твердость, высокая электрическая проводимость, поэтому находят повсеместное применение [1]. Для обеспечения групповой обработки подложек в установках магнетронного распыления применяют барабанные подложкодержатели, позволяющие получать необходимую неравномерность покрытия. В случае нанесения покрытия с двух сторон, целесообразно использовать установку барабанного типа с вращающейся подложкой вокруг своей оси. В зависимости от отношения скоростей вращения барабана и подложки вокруг своей оси неравномерность покрытия может изменяться, что требует проведения моделирования.

Целью работы является оценка зависимости неравномерности тонкопленочного покрытия от коэффициента отношения скоростей вращения подложкодержателя и барабана.

Расчет неравномерности покрытия с использованием методов компьютерного моделирования позволяет за меньшее время и стоимость получить результат и внести необходимые корректировки, чем изготовление оборудования с непосредственным измерением неравномерности пленки.

В модели рассматривается стандартный протяженный магнетрон с размерами 60x300 мм, расположенный с внешней стороны барабана, и барабанный подложкодержатель с конфигурацией, позволяющей дополнительно задавать вращения подложки вокруг собственной оси.

Моделирование неравномерности [2,3] в зависимости от коэффициента отношения угловых скоростей вращения подложки и барабана K показало, что зависимость не линейна с двумя явными максимумами (рис.1) (предполагается, что цикл напыления будет проходить за один оборот барабана). Расчет показывает, что профиль пленки для такой конфигурации подложкодержателя имеет три стандартные формы: форма параболоида с максимумом в центре подложки, соответствует значениям $K = -3, -2, -1, 4, 5$; форма гиперболического параболоида, соответствует значениям $K = 0, 1, 2, 3$; форма параболоида с максимумом, смещенным в край подложки по горизонтальной оси симметрии, соответствует значениям $K = -0.5, 0.5$. Это объясняет наличие максимумов неравномерности, так как профиль, соответствующий значениям коэффициента -0.5 и 0.5 , имеет наибольшую неравномерность, которая может быть значительно снижена за второй оборот барабана: так, для $K = -0.5$ неравномерность снижается с 43.0% до 2,4%, а для $K = 0.5$ с 46.4% до 2,8%.

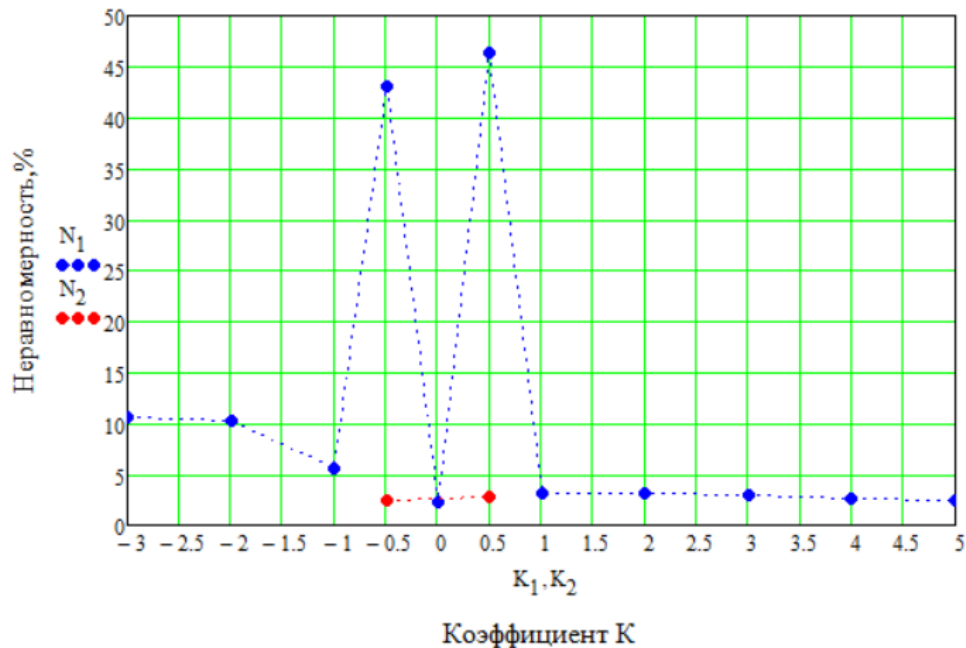


Рисунок 1 – Зависимости неравномерности тонкопленочного покрытия от коэффициента К (точки соединены пунктирной линией для наглядности): синие точки – для одного оборота барабана; красные точки – для двух оборотов барабана

Таким образом, в результате моделирования была получена зависимость неравномерности тонкопленочного покрытия от коэффициента отношения угловых скоростей вращения подложки и барабана. Объяснено наличие максимумов на графике и предложен способ снижения неравномерности для этих значений коэффициента К. Наименьшая неравномерность 2,25% пленки наблюдается при отсутствии вращения подложки вокруг своей оси, что соответствует движению подложки как на стандартном барабане.

Литература

1. Л.П. Борило. Тонкопленочные неорганические наносистемы / Под ред. д-ра техн. наук, проф. В.В. Козика.-Томск: Томский государственный университет, 2012.–С. 7-18.
2. Д.А. Голосов, С.М. Завадский, С.Н. Мельников. Сквозное моделирование процессов нанесения покрытий при магнетронном распылении // Вестник полоцкого государственного университета. Серия С / Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, 2013.
3. D D Vasilev, K M Moiseev. Influence of the planar cylindrical target erosion zone of magnetron sputtering on the uniformity of a thin-film coating // Journal of Physics: Conference Series 584 (2015) 012012 / Bauman Moscow State Technical University.