

АНАЛИЗ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО УЧАСТКА ВАКУУМНОЙ УСТАНОВКИ

Железнёв А. И., Доманов А. Т.

Кафедра систем управления, Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

Минск, Республика Беларусь

E-mail: zhelezonsany@gmail.com

Рассматривается структура технологического участка вакуумной установки. Анализируется вопрос производительности и загруженности его оборудования. Определяется зависимость производительности участка и загруженности его оборудования от числа тележек на технологическом участке.

ВВЕДЕНИЕ

Одним из способов получения тонкопленочных покрытий в промышленности является метод вакуумного осаждения материала. Для получения покрытий таким методом в условиях производства применяется система, управляющая перемещением подложек.

В вакуумной установке есть технологический участок, в котором происходит процесс осаждения материала на подложки. Этот участок является основным, поскольку в результате его работы получаем покрытие, готовое к поступлению рынок. Такой участок носит название технологическим, а камера - технологической. Исходя из производительности работы этого участка, можно судить о производительности работы установки в целом.

I. ОПИСАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО УЧАСТКА

Технологический участок состоит из транспортной и системы осаждения (см. рис. 1).

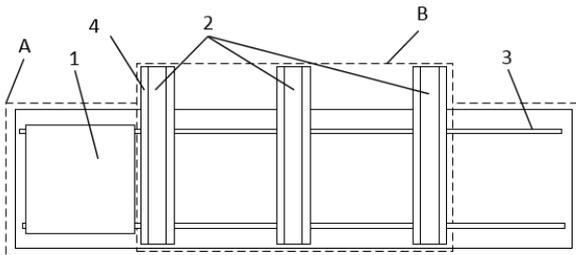


Рис. 1 – Структурная схема технологического участка (А – транспортная система, В – система осаждения, 1 – тележка, 2 – устройства осаждения, 3 – направляющие, 4 – технологическая защита)

Транспортная система включает в себя тележки которые перемещаются по направляющим. Система осаждения состоит из трех устройств осаждения материала, которые оснащены технологической защитой для предотвращения влияния устройства одной позиции на покрытие в другой.

Задачей этого участка является осаждение материала на подложки, расположенные на тележке. Тележка имеет длину l_T , количество под-

ложек $n_{\text{п}}$ перемещающиеся по участку с технологической скоростью v_T .

II. ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ УЧАСТКА

Рассмотрим вопрос производительности технологического участка при условии его бесперебойной работы и процесса с одним устройством осаждения. В таких условиях функционирования участка используются понятие цикловой производительности $Q_{\text{ц}}$ [1–3]:

$$Q_{\text{ц}} = k\eta_{\text{пр}}, \quad (1)$$

где k – технологическая производительность, а $\eta_{\text{пр}}$ – коэффициент производительности. Технологическая производительность представляет собой производительность участка вычисленную без учета потерь времени на холостые ходы, и характеризует возможности технологического процесса, положенного в основу работы участка. Величина коэффициента производительности технологического участка характеризует степень непрерывности процесса во времени.

Коэффициент производительности определяется отношением времени осаждения материала на подложку к периоду цикла осаждения:

$$\eta_{\text{пр}} = \frac{t_p}{T_{\text{ц}}}, \quad (2)$$

где t_p – рабочее время осаждения материала на подложку, а $T_{\text{ц}}$ – период цикла осаждения. Период цикла осаждения есть сумма рабочего времени и вспомогательного $T_{\text{ц}} = t_p + t_b$, где t_b – вспомогательное время на подачу тележки с подложками в рабочую зону и из её выхода.

Исходя из особенностей технологического процесса, технологическую производительность определим как:

$$k = \frac{n_{\text{п}}}{t_p}. \quad (3)$$

Учитывая, что тележки движутся непрерывно с технологической скоростью v_T , формула (3) примет следующий вид:

$$k = \frac{n_{\text{п}}v_T}{l_T}. \quad (4)$$

Как видно из (4) технологическая производительность для налаженного технологического процесса будет постоянной величиной. Тогда, анализируя (1), (2), (3), выходит что оптимизировать цикловую производительность можно путем изменения вспомогательного времени. Это время зависит от числа тележек, циркулирующих по технологическому участку, и расстояния между подложками, расположенных на тележке.

Для оценки загруженности устройств распыления введем в рассмотрение коэффициент загрузки оборудования k_3 . Он определяет степень использования оборудования во времени.

$$k_3 = \frac{t_{oc}}{T_{ц}}$$

где t_{oc} – время, в течении которого устройство распыления осаждало материал на подложки за один период цикла осаждения.

III. МОДЕЛИРОВАНИЕ

Для моделирования работы технологического участка, рассмотрим существующую установку компании ООО "Изовак". Длина тележек составляет 1200 мм, технологическая транспортная скорость – 10 мм/с, число подложек на тележке – 40, расстояние между подложками соседних тележек – 10 мм, расстояние между подложками на тележке – 2 мм, время возвращения тележки в технологический участок – 224 с.

Проводя компьютерное моделирование работы технологического участка получим зависимость коэффициента производительности и загруженности устройств распыления от числа тележек транспортной системы. Результаты моделирования (рисунок 2).

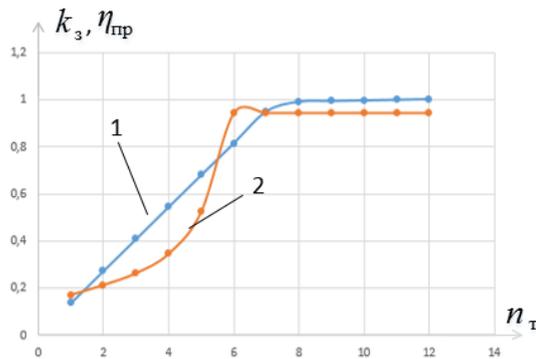


Рис. 2 – Зависимость значений коэффициентов от числа тележек в установке (1 – коэффициент загрузки оборудования, 2 – коэффициент производительности)

Как и следовало ожидать, при увеличении числа тележек на технологическом участке, увеличивается и коэффициент производительности, поскольку вспомогательное время уменьшается. Его величина будет отлична от нуля, так как существует расстояние между подложками на одной и соседних тележках (рисунок 3). Из графика видно, что при 7 тележках в технологическом участке, будет баланс между загрузкой участка и производительностью его оборудования.

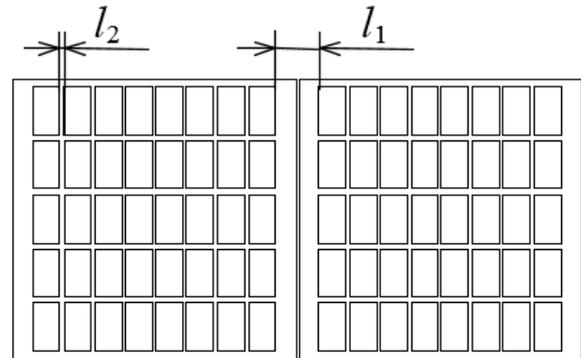


Рис. 3 – Схематичное расположение подложек на соседних тележках (l_2 – расстояние между подложками одной тележки, l_1 – расстояние между подложками соседних тележек)

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты моделирования показали, что цикловая производительность технологического участка вакуумной установки нелинейно зависит от числа циркулирующих тележек в транспортной системе. Для обеспечения оптимального режима работы такого участка, необходимо дополнительное исследование загруженности устройств распыления. Оптимальное число транспортных тележек технологического участка находится там, где загруженность и цикловая производительность равны.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Артынов А. П. Автоматизация процессов планирования и управления транспортными системами / А. П. Артынов, И. И. Скалецкий. – М.: Наука, 1981. – 280 с.
2. Э. Э. Кольман-Иванов. Машины-автоматы химических производств. Теория и расчет. – М., «Машиностроение», 1972. – 296 с.
3. Болдин А. Н., Задиранов А.Н. Основы автоматизированного проектирования: Учебное пособие. – М.: МГИУ, 2006. – 104 с.