

В. А. К а с а т к и н, В. В. К о з и к, В. И. Р ю м к и н (Томск, ТГУ). Регрессионная модель скорости роста пленок $PbOx$ в низкотемпературной плазме газового разряда в зависимости от расстояния «катод–подложка» и мощности разряда.

Плазмохимические процессы получения пленочных покрытий находят широкое применение в различных областях новой техники. В частности, оксид свинца является структурно-чувствительным материалом. Авторами получены пленки оксида свинца путем плазмохимического синтеза распыляемого материала катода и реакционного газа в камере постоянной геометрии. Эксперименты проводились в двух различных средах — Аргоне (Ar) и кислороде (O_2). Использовалась плазма газового разряда постоянного тока. Реакционным газом был кислород или аргон, либо их смесь. Плазмохимический синтез пленок оксида свинца проводили в динамическом режиме. Условия синтеза (давление реакционного газа и мощность разряда) поддерживали на определенном, технически возможном в наших условиях уровне. Расстояние «катод–подложка» варьировалось от 20 до 40 мм, мощность разряда — от 80 до 160 Вт. Толщину изготовленных пленок измеряли на микроинтерферометре Линника МИИ-4 и лазерном эллипсометре ЛЭФ-3М. По итогам экспериментов проведен простой двухфакторный анализ полученных данных, характеризующих рост пленки в молекулярных газах. В результате построены линейные регрессионные модели зависимости скорости напыления пленок $PbOx$ от расстояния «катод–подложка» и мощности разряда.

1. Построение модели скорости роста пленок в аргоне.

На основании данных экспериментов по синтезу пленок оксида свинца в аргоне получена следующая регрессионная модель:

$$y = 0,06x_1 + 0,035x_2 - 2,46. \quad (1)$$

Здесь y — скорость напыления (нм/сек), x_1 — расстояние «катод–подложка» (мм), x_2 — мощность разряда (Вт). Множественный коэффициент детерминации R^2 при этом равен 7. Для определения значимости уравнения регрессии применялся F -критерий Фишера. Фактическое значение критерия значимости больше табличного, определенного на уровне значимости $\alpha = 0,01$ более чем в три раза. Таким образом, уравнение регрессии (1) значимо, следовательно, исследуемая зависимая переменная достаточно хорошо описывается включенными в регрессионную модель переменными x_1 и x_2 .

2. Построение модели скорости роста пленок в кислороде.

На основании результатов экспериментов по синтезу пленок оксида свинца в кислороде получена следующая регрессионная модель:

$$y = 0,05x_1 + 0,01x_2 + 0,04. \quad (2)$$

Фактическое значение критерия значимости больше табличного, определенного на уровне значимости $\alpha = 0,01$ более чем в три раза. Таким образом, уравнение регрессии (2) также значимо.

Итогом работы являются предложенные модели (1) и (2) линейной регрессии скорости роста пленок $PbOx$ в низкотемпературной плазме газового разряда в аргонной и кислородной средах, в зависимости от расстояния «катод–подложка» и мощности разряда. Из физических соображений модели можно считать работоспособными для используемой нами экспериментальной установки при следующих интервалах изменения переменных: $15 \leq x_1 \leq 50$, $50 \leq x_2 \leq 200$.