

4. Вакуумно-кондуктивная сушильная камера с гибкими электронагревателями / Н.В. Исаев [и др.]. – Деревообр. Промсть. – 1994. – С. 5–8.

УДК 621.793.18

ПОРИСТОСТЬ ТИТАНОВЫХ ПОКРЫТИЙ И ШЕРОХОВАТОСТЬ ПОВЕРХНОСТИ ПОДЛОЖКИ

**Опиок Н.Э., магистрант,
Витько Ю.В., магистрант**

*Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: докт. техн. наук., профессор Мрочек Ж.А.

Аннотация:

В данной статье приведены сведения о проведенных экспериментальных исследованиях стальных образцов с электродуговыми покрытиями. Определена зависимость пористости покрытий от исходной шероховатости поверхности. В результате приведены рекомендации по исходной шероховатости для значительного снижения количества пор.

Известно, что защитные свойства электродуговых вакуумных покрытий из титана в значительной степени зависят от шероховатости поверхности, на которую наносится покрытие, и толщины при осаждении слоя титана на изделия из малоуглеродистой стали.

При проведении экспериментальных исследований использовались стальные пластины (20×30×3 мм), поверхности которых были обработаны лезвийным инструментом и шлифовальным кругом. Величина шероховатости определялась с использованием профилометра-профилографа и составляла от 2,4 до 12,3 мкм. Перед осаждением покрытий образцы обезжировали органическими растворителями и окончательно очищали ионной бомбардировкой при ускоряющем напряжении 1,2 кВ в течение 90 секунд в камере установки О1НИ-06-008. Процесс осаждения титана на поверхность подложки проводили с ускоряющим напряжением 120В, остаточ-

ным давлением в камере $6,5 \cdot 10^{-3}$ Па и токе дуги 50 А. Время осаждения составляло 20 минут, скорость конденсации 0,2 мкм/мин.

Для определения пористости покрытий стальную подложку стравливали в растворе HNO_3 (1:1) до прекращения процесса кипения. В этом случае железо полностью переходило в раствор, а титановое покрытие, имея очень низкую растворимость (0,01 мм/год), практически не изменяло своей толщины. Переходный слой, состоящий из соединений Ti-Fe, в этих условиях растворялся полностью.

Количество пор в титане определяли с использованием системы «Лейтц-Гас» в проходящем свете микроскопа при 600-кратном увеличении. Величина ячейки считывающего автоматического устройства фиксировалось $1,5 \times 1,5$ мм, что позволило точно фиксировать поры площадью свыше 3 мкм^2 .

Анализ результатов исследований (см. рисунок 1) позволил, в первом приближении, установить среднюю площадь пор ($S_{\text{ср}}$), их суммарную площадь на всей поверхности образца ($S_{\text{отн}}$) и их количество в зависимости от шероховатости подложки (N).

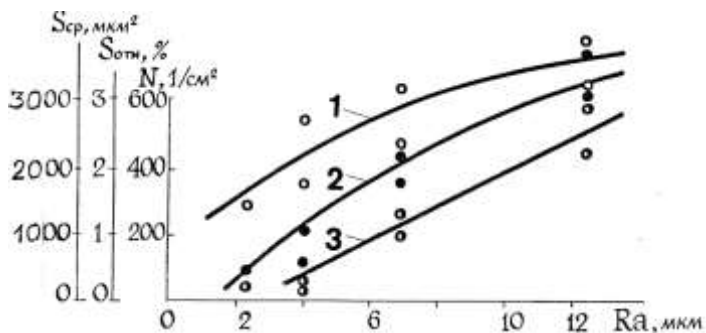


Рис. 1. Изменение средней площади пор (1 - $S_{\text{ср}}$), площади пор по отношению к площади покрытий (2 - $S_{\text{отн}}$) и их количества (3 - N) в зависимости от шероховатости поверхности подложки

Установлено, что с увеличением микронеровности от Ra 2,4 до 12,3 мкм количество пор в покрытии возрастает в семь раз, что вызвано не только влиянием шероховатости поверхности, но и формой микронеровностей. Средняя площадь пор при этом увеличивается значительно меньше, что можно объяснить наличием капельной фазы при конденсации материала. Покрытия, осажденные на шли-

фованную поверхность с высотой микронеровностей 3,4 мкм, распределены на поверхности более равномерно и имеют низкую пористость. При увеличении толщины до 4 мкм количество пор и их относительная площадь резко снижается до 150пор/см² (0,8%).

Рекомендовано, что титановые покрытия для получения наименьшего количества пор следует наносить на поверхность с высотой микронеровностей не более 3мкм или на поверхности, имеющие сглаженные выступы микрорельефа, например, холоднокатанные или образованные электрохимическим полированием.

УДК 539.23

АНАЛИЗ МЕТОДОВ ПОВЫШЕНИЯ РАВНОМЕРНОСТИ ВАКУУМНЫХ ПОКРЫТИЙ

Погадаев В.А.

Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Комаровская В.М.

Аннотация:

В данной статье были проанализированы патенты, в которых предлагаются различные методы решения проблемы неравномерности толщины покрытия. Рассматривается наиболее оптимальная конструкция технологической оснастки, которая позволяет снизить шероховатость до $\pm (3\div 4\%)$.

Равномерность распределения толщины пленки на подложке является одним из основных ее параметров. Толщина пленки в данной точке подложки определяется количеством частиц, достигающих ее в единицу времени. Если бы поток наносимых частиц был одинаков по всей поверхности подложки, то пленка получалась бы одинаковой толщины. Однако площадь испарителей веществ во много раз меньше площади подложкодержателей, поэтому их называют точечными источниками. В результате добиться равномерности потока невозможно [1]. На рисунке 1 представлены схемы осаждения пленок из точечного источника.