

## **ВАКУУМНО-ПЛАЗМЕННЫЕ СПОСОБЫ ОСАЖДЕНИЯ ПОКРЫТИЙ**

*БНТУ, Минск*

*Научный руководитель Иващенко С. А.*

Катодное распыление. Суть способа состоит в распылении катода-мишени ионами газоразрядной плазмы с последующим осаждением атомов распыленного материала на поверхность детали. Метод позволяет получать покрытия на основе тугоплавких материалов. Недостатком метода катодного распыления является сравнительно низкая скорость осаждения (0,005–0,3 мкм/мин), а также трудность управления разрядом, который характеризуется тремя основными взаимосвязанными параметрами: давлением газа, напряжением между электродами и током разряда.

Ионное осаждение. Способ представляет собой разновидность термического испарения в вакууме, с ионизацией паров в плазме тлеющего разряда, поддерживаемого между испарителем и основой. Характерная особенность ионного осаждения – использование процесса бомбардировки поверхности основы (катода) потоком ионов высокой энергии как перед осаждением покрытия для очистки поверхности, так и в процессе формирования покрытия.

Использование способа ионного осаждения дает хорошие результаты в электронной технике, где ионные покрытия применяются в качестве электрических контактов (например, покрытия Pt-Si на Si), для улучшения условий пайки и сварки (никель на титан), металлизации ферритов и ферромагнитной керамики. Ионные покрытия из мягких металлов (свинец, серебро, золото, свинец-олово) используют в качестве твердых

смазок для деталей шарикоподшипников, шестерен, трибологических покрытий. Мягкие металлические пленки успешно используют для подшипников космических объектов.

Использование ионного осаждения в различных областях техники с широким диапазоном назначения покрытий обусловлено такими его преимуществами, как хорошая адгезия покрытий к основе даже без ее предварительного нагрева, высокая степень равномерности покрытия по толщине, хорошая рассеивающая и кроющая способность, высокая скорость осаждения покрытия. К недостаткам способа стоит отнести использование относительно громоздкого и дорогостоящего высоковольтного оборудования для испарения мишени, дополнительной ионизации парового потока и активации поверхности основы перед нанесением покрытий.

Электродуговое испарение в вакууме. Стадия генерации в рассматриваемом способе нанесения покрытий обеспечивается за счет эрозии одного из электродов в вакуумной электрической дуге. При этом имеет место самогенерация, то есть среда, необходимая для поддержания разряда возникает вследствие испарения материала электрода и дуга горит в его парах. Процесс вакуумного электродугового нанесения покрытий включает две основные операции: ионную очистку поверхности детали и конденсацию материала покрытия. Очистка поверхности основы путем бомбардировки ионами является основным этапом подготовки к осаждению покрытия. Благодаря высокой энергии ионов, достигающей нескольких килоэлектронвольт, происходит удаление с поверхности адсорбированных и окисных пленок. При этом может происходить избирательное распыление поверхности, что отрицательно влияет на адгезию покрытий. Процесс конденсации осуществляется сразу после ионной очистки путем уменьшения значения ускоряющего потенциала, то есть снижения энергии конденсирующихся ионов.

Использование электродугового испарения при нанесении защитно-декоративных покрытий позволило расширить их цветовую гамму и улучшить адгезию (нитриды титана, циркония и др.). Благодаря высокому качеству электродуговые вакуумные покрытия широко используются в качестве износостойких для упрочнения поверхностей режущего инструмента и поверхностей деталей машиностроения.

В сравнении с другими способами нанесения вакуумный электродуговой имеет следующие основные преимущества: обеспечивает высокую адгезию и плотность покрытия за счет высоких степени ионизации потока (до 100%) и энергии конденсирующихся ионов (от 20 до 200 эВ); имеет высокую экономическую эффективность (удельные затраты энергии и сырья в 15–20 раз ниже, чем при электроннолучевом испарении); позволяет получать покрытия из любых электропроводных материалов, в том числе тугоплавких металлов и сплавов; не требует дополнительного прогрева поверхности детали перед нанесением для получения качественного покрытия; обеспечивает возможность управлять плазменным потоком; гарантирует высокую чистоту процесса за счет проведения в одном технологическом цикле очистки поверхности и нанесения покрытия.

УДК 551.22.19

Грицук М. В.

## **ОБЛАСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МАТЕРИАЛОВ СО СПЕЦИАЛЬНЫМИ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИМИ СВОЙСТВАМИ**

*БНТУ, Минск*

*Научный руководитель Иващенко С. А.*

Специальные физико-механические свойства материалов деталей (коррозионная стойкость, вакуумная плотность,