

Основными достоинствами спирального компрессора являются: надежность; низкий уровень шума, в том числе и во время пуска (начала работы); низкая вибрация; компактность; небольшой вес компрессора; низкое число отказов в работе компрессора; высокий коэффициент полезного действия (КПД); незначительные потери при работе компрессора.

УДК 621

Шидловский И.И.

**ОЧИСТКА ПОВЕРХНОСТИ ПОДЛОЖЕК
ДЛЯ НАНЕСЕНИЯ ПОКРЫТИЙ
ВАКУУМНО-ПЛАЗМЕННЫМИ МЕТОДАМИ**

БНТУ, Минск

Научный руководитель: Иванов И.А.

Вакуумно-плазменные технологии используются для нанесения тонких функциональных покрытий на различные материалы (металлы, стекло, полимеры и др.). Свойства таких покрытий зависят как от параметров нанесения, так и от состояния поверхности подложки.

Состояние поверхности подложки в свою очередь зависит от условий ее предварительной обработки. Для повышения качества наносимых покрытий необходимо удалить имеющуюся на подложке пленку загрязнений, то есть очистить поверхность. Вид очистки зависит от материала подложки, количества и состава поверхностных загрязнений. В соответствии с последовательностью и характером проведения очистки различают: грубую и тонкую механическую очистку; грубую и тонкую химическую очистку; термообработку на воздухе и в вакууме; тонкую очистку и активацию поверхности в вакууме с помощью различных физических воздействий.

Механическая очистка. Механическая очистка заключается в удалении механических загрязнений: остатков окалина

и ржавчины, крупных скоплений смазочного материала. Она состоит в обработке поверхности металлическими щетками, наждачной бумагой и протирании ветошью. Данную очистку в основном применяют при обработке поверхности металлических элементов вакуумной камеры, внутрикамерных устройств и приспособлений.

Химическая очистка. Грубая химическая очистка состоит в удалении с поверхности видимых слоев органических загрязнений: остатков масел, смазочных материалов, красителей, отпечатков пальцев и жировых пятен.

Для удаления продуктов очистки с поверхности обрабатываемых деталей и обеспечения качественного состояния поверхности после грубой химической очистки рекомендуется применять мягкие ткани типа бязи и др.

Тонкую химическую очистку в растворах неорганических кислот и щелочах, а также в парах органических растворителей применяют для обеспечения качественной подготовки поверхности перед нанесением покрытия. Для интенсификации процесса очистки используют ультразвуковые ванны; процесс очистки ведут, как правило, при повышенной температуре раствора.

Нагрев деталей в вакууме и электрофизическая обработка.

Нагрев деталей и электрофизическая обработка применяются после помещения подложки в вакуумную камеру. Термообработка представляет собой процесс нагрева поверхности подложки до температуры, при которой не происходит деформации подложки, выдержку при этой температуре, затем охлаждение до температуры конденсации распыленных частиц. В процессе нагрева и выдержки происходит обезгаживание поверхности. Однако не все материалы можно подвергать термообработке из-за их ограниченной термической устойчивости, например полимеры, полупроводниковые структуры, нетермостойкие композиции, а также изделия сложной геометрической формы.

Термообработка может ухудшить свойства поверхности этих материалов.

Для обработки поверхности подложки перед осаждением покрытия применяют электрофизические методы. Например, очистка поверхности излучением импульсных ламп в высоком вакууме и очистка поверхности в тлеющем разряде на этапе откачки системы механическим насосом. При очистке полимерных материалов излучением импульсных ламп типа ИФП происходит отрыв адсорбированных молекул с поверхности подложки. При этом не происходит заметного разогрева поверхности подложек, и адгезия пленок металлов существенно возрастает. Достигается сочетание высокотемпературного нагрева поверхности с низкой температурой в объеме подложки. Реализуется термообработка только при поверхностной области.

При нагреве в вакууме происходят интенсивное обезгаживание поверхности и перевод остаточных жировых загрязнений в летучие продукты с последующей откачкой их из вакуумной камеры. Однако, повышенное газовыделение может привести к нарушению режима работы откачных устройств вакуумной системы.

Термообработка поверхности подложки в вакууме позволяет удалить с ее поверхности практически все летучие продукты, остающиеся после механической и химической обработки. Этот вид подготовки поверхности – наиболее продолжительный процесс из всех прочих видов, однако, в ряде случаев является единственным возможным способом получения качественных покрытий и обеспечения стабильного процесса нанесения покрытий.

Тлеющий разряд. Тлеющий разряд наиболее эффективно используется для очистки диэлектриков в режиме кратковременного (3-7 с) воздействия. Плотность тока составляет 2,0-4,0 А/м². Такой режим позволяет удалить хемосорбированную воду и тонкие поверхностные загрязнения без

разогрева глубинных слоев подложки. Особенно эффективна плазменная очистка для оксидных подложек при нанесении на их поверхность металлов с высокой удельной энергией образования оксида. Примерами очистки металлической поверхности ионами инертного газа могут служить работа и патент.

Очистка в плазме тлеющего разряда после грубой химической очистки подложек позволяет получить адгезию покрытий сравнимую с когезионной прочностью подложек. При этом отпадает необходимость в предварительном нагреве подложек. Эффект очистки можно объяснить созданием на поверхности оксидных подложек активных центров адсорбции и адгезии, а так же инициированием химического взаимодействия между материалом пленки и оксидом подложки.

Таким образом, плазменная обработка поверхности подложек перед нанесением покрытий в вакууме ведет не только к удалению поверхностных загрязнений, но и к модификации свойств поверхности в направлении повышения ее адсорбционной и адгезионной активности, то есть к созданию на поверхности подложки активных центров адсорбции и адгезии распыленных частиц, а также к упрочнению поверхности. При очистке поверхности в тлеющем разряде ее активность по отношению к парам металла может сохраняться и после разгерметизации камеры; перед металлизацией такие подложки можно хранить на воздухе некоторое время. При повторной откачке камеры и напылении без очистки адгезия полученных покрытий достаточно высока. Это важное технологическое преимущество, так как позволяет проводить подготовку поверхности крупногабаритных подложек в отдельной камере с последующим транспортированием их к установке для нанесения покрытия.

Способы подготовки подложек перед нанесением покрытий должны учитывать как свойства материала подложки (теплостойкость), так и параметры нанесения покрытия, такие как пониженное давление, мощность разряда, материал

распыляемой мишени. Правильная подготовка поверхности является залогом получения качественных покрытий.

УДК 621.762.4

Шкробот В.А.

ВАКУУМНЫЙ ЭЛЕКТРОДУГОВОЙ ИСТОЧНИК ПЛАЗМЫ С АНОДНЫМ И КАТОДНЫМ РЕЖИМАМИ ГОРЕНИЯ РАЗРЯДА

БНТУ, Минск

Научный руководитель: Бабук В.В.

В настоящее время в технологии получил широкое развитие метод поверхностной обработки материалов, основанный на вакуумно-дуговом разряде с эродирующим холодным катодом. Генерация рабочего вещества осуществляется на интегрально-холодном катоде (500 К) в катодных микропятнах с высокой плотностью тока ($10^5 \dots 10^6$ А/см²). Данный метод обладает рядом недостатков, одним из главных является наличие в продуктах генерации микрокапельной фазы, которая снижает качество получаемых изделий, а во многих случаях, именно из-за этого, данный метод вообще является неприемлемым. Для устранения данного недостатка применяют различные методы сепарации плазменных потоков от микрокапельной фазы, но эти средства не обеспечивают полное отсутствие микрокапель в плазменном потоке, приходящем на изделие, и к тому же сепараторы значительно снижают КПД источника.

Целью работ – рассмотреть работу источника плазмы, в котором отсутствуют указанные недостатки.

Предлагается вакуумно-дуговой источник плазмы, позволяющий работать в двух режимах генерации рабочего вещества – анодном (1) и катодном (2). Конструктивно источник (рисунок 1) представляет собой коаксиальную систему