

от способа нагрева испаряемого вещества: резистивного, индукционного, электродугового и др. При резистивном испарении тепловую энергию для нагрева вещества получают за счет выделения теплоты при прохождении тока через нагреватель, а при электродуговом испарении нагрев катода с последующей эмиссией электронов, осуществляется по средством зажигания электродуги в вакуумной камере. Особенностью данного метода является то, что электрический ток, создающий дугу, подается в цепь, содержащую катод (отрицательный потенциал) и корпус вакуумной камеры (положительный потенциал). Электрическая дуга производит локальный разогрев поверхности катода, в результате чего последняя, переходя в жидкостную фазу.

Следует отметить, что наиболее перспективным методом повышения защитных свойств и износостойкости деталей машин является метод конденсации с ионной бомбардировкой, который является экологически чистым процессом, позволяющим получать высококачественные покрытия из тугоплавких материалов.

УДК 678.5

Комаровская В.М., Петровский А.В.,
Опиок Н.Э., Панова Е.В.

ТЕХНОЛОГИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ГИДРОФОБНОГО ПОКРЫТИЯ

БНТУ, Минск

Процесс формирования гидрофобного покрытия начинается с очистки поверхности подложки.

1. Механическая очистка.

Механическая очистка заключается в удалении механических загрязнений: остатков окалины 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.

2. 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.

3. Газопламенное напыление.

Газопламенное напыление – наиболее доступный из методов газотермического напыления.

Металлический либо полимерный порошковый, проволочный либо шнуровой материал подается в пламя ацетилен-кислородной либо пропан-кислородной горелки, расплавляется и переносится сжатым воздухом на поверхность изделия, где, остывая, формирует покрытие.

Распыленные металлические частицы, летящие со скоростью 120 м/с, попадают на подготовленную поверхность детали и формируют покрытие.

Скорость газового потока 150...160 м/с.

Порошок подают, как правило, вдоль оси факела в его внутреннюю часть под действием транспортирующего газа или собственного веса.

Проволоки и шнуры подают в восстановительную часть пламени.

Применяют 3 вида газопламенного напыления: без оплавления, с последующим оплавлением, с одновременным оплавлением. Первый вид напыления – без оплавления. Служит для восстановления деталей, не испытывающих деформации, температуру $> 350^{\circ}\text{C}$ и знакопеременные нагрузки. Покрытия без оплавления наносят при восстановлении наружных и внутренних цилиндрических поверхностей подвижных и неподвижных соединений при невысоких требованиях к прочности соединения с основным материалом. Последующее оплавление выполняют газокислородным пламенем, в индукторе или другим источником тепла для покрытий толщиной 0,5... 1,3 мм.

Механизм нанесения покрытия с помощью оплавления следующий. Нанесенное покрытие оплавляют при восстановлении наружных и внутренних цилиндрических поверхностей подвижных и неподвижных соединений при повышенных требованиях к износостойкости и прочности соединения с основным материалом.

Этот вид оплавления покрытий, полученных газопламенным напылением, применяют редко.

Газопламенное напыление с одновременным оплавлением покрытия используют для восстановления деталей из стали и чугуна при износе на сторону 1,3... 1,8 мм.

Метод прост в освоении и применении, может применяться как в ручном, так и в автоматизированном режиме.

С помощью газопламенного напыления наносят износостойкие и коррозионно-стойкие покрытия из железных, никелевых, медных, алюминиевых, цинковых сплавов, баббитовые покрытия подшипников скольжения, электропроводные покрытия, электроизоляционные покрытия (рилсан), декоративные покрытия.

Покрытия, полученные газопламенным напылением, отличаются пористостью в 2-10 %. Покрытия, полученные газопламенным напылением шнуровых материалов, представляют альтернативу плазменным покрытиям.

4. Контроль нанесённого покрытия.

Радиочастотный метод основан на измерении изменения частоты колебаний кварцевого кристалла при осаждении на нем плёнки напыляемого вещества.

Чувствительность метода в основном определяется стабильностью частоты измерительного кварцевого генератора и эталона частоты. Обычно чувствительность кварцевого резонатора $m/f = 10$ г/кГц. Используемые приборы при рабочей частоте 20 МГц дают возможность определить сдвиг частоты на 2 Гц, что позволяет измерять приращение массы 10-10 г/см. Поскольку кристаллы кварца чувствительны к изменениям температуры, а при напылении испарители выделяют значительное количество тепла, то необходимо применение системы охлаждения для датчиков. Диапазон измеряемых толщин для серийных приборов лежит в диапазоне от 10 до 10000 нм с точностью 10%.

УДК 621.793

Терещук О.И., Комаровская В.М.,
Латушкина С.Д., Гладкий В.Ю., Белоцкий А.П.
**АДДИТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
В ЭЛЕКТРОДУГОВОМ
ВАКУУМНОМ НАПЫЛЕНИИ**

БНТУ, Минск

Ввиду того, что традиционные «вычитающие» методы получения изделий сложной формы, такие как механическая обработка точением и фрезерованием, штамповка и другие являются материало-и энергозатратными, в последние 10-15 лет активно проводятся исследования для внедрения в производственный процесс методов производства изделий, которые получили обобщенное наименование аддитивных технологий.