

на сварочных машинах в среде CO_2 , проверяется на наличие утечек сварных соединений при помощи гелиевого течеискателя. Годный компрессор по подвесному конвейеру поступает на линию покраски методом анафореза и далее участок окончательной сборки компрессора.

После прохождения партии компрессоров определенной модели производится проверка на определение величины скорректированного уровня звуковой мощности, холодопроизводительности и потребляемой мощности, наличие остаточной влаги в лаборатории БСЗ.

УДК 621.762.4

Соловей О.С.

ИОННО-ПЛАЗМЕННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ НАНЕСЕНИЯ ТРИБОЛОГИЧЕСКИХ ИЗНОСОСТОЙКИХ ПОКРЫТИЙ НА ВНУТРЕННИЕ ПОВЕРХНОСТИ ДЕТАЛЕЙ И УЗЛОВ

БНТУ, Минск

Научный руководитель Бабук В.В.

Для нанесения покрытий на поверхность обрабатываемого инструмента, деталей и узлов используются потоки ионов и плазмы, генерируемые в условиях вакуума или при атмосферном давлении. Наиболее интенсивному воздействию подвергаются поверхностные слои деталей, контактирующие между собой (пары трения, подшипники). Широкими возможностями для нанесения покрытий обладают вакуумные установки, содержащие дуговые испарители и распылительные магнетронные источники. Скорость нанесения защитных покрытий дуговым методом выше, чем магнетронным, однако микрокапельный режим дугового испарения металла на катоде приводит к образованию микрокапель размером в единицы – десятки микрометров на поверхности обрабатываемых изделий. При этом шероховатость поверхности возрастает. Магнетронный метод нанесения покрытий обычно применяется

для получения пленок толщиной до 10 мкм. Дуговые и магнетронные источники имеют различные конструкции магнитных систем для управления дуговым и магнетронным разрядами. Общим является форма катода.

Вакуумные установки для нанесения покрытий.

Традиционная конструкция вакуумной установки для нанесения покрытий включает в себя один или несколько плазменных источников магнетронного или дугового типов, расположенных на боковой поверхности цилиндрической вакуумной камеры. Внутри вакуумной камеры находится карусельно-планетарный механизм вращения обрабатываемых образцов для получения однородного покрытия. Вакуумная камера оснащается ионным источником и нагревательным элементом для предварительной очистки и подготовки обрабатываемой поверхности.

Для получения защитных пленок и дальнейшего исследования их трибологических свойств может быть применена схема вакуумной установки, состоящей из плазменных источников и вакуумной камеры, которая откачивается диффузионным насосом. Вакуумная камера, оснащена двумя магнетронными источниками. Один из них – это традиционный магнетронный источник со сменным дисковым катодом, предназначенный для получения многослойных покрытий различного состава с целью лабораторного исследования характеристик покрытий. Другой магнетрон коаксиального типа, специально изготовленный для разработки технологии нанесения покрытий на внутренние поверхности подшипников. Внутри катода расположена магнитная система. Магнетрон с плоским катодом является универсальным источником, позволяющим быстро изменять материал катода, подбирать состав покрытий, количество слоев, толщину, расстояние до обрабатываемой детали, проводить измерения параметров плазмы.

Коаксиальный магнетрон – это базовый плазменный источник, на основе которого может быть создана промышленная установка для обработки внутренних поверхностей деталей. Питание магнетронов осуществляется инверторным источником питания с максимальной мощностью 2-3 кВт.

Состав и структура твердых покрытий.

Химический и структурный состав защитных покрытий зависит от их функционального назначения. Для формирования слоя с заданными параметрами выбирают материал металлического катода и смесь реакционных газов (азот, метан, кислород) с аргоном, стабилизирующим газовый разряд. Нитриды, карбиды и бориды металлов TiN, TiC, CrN, TiSiN, и др. характеризуются высокой твердостью коррозионной стойкостью, жаропрочностью, а по структурному составу могут иметь наноструктурное строение пленки. Такие твердые покрытия относительно большой толщины могут иметь высокие внутренние напряжения, приводящие к отслаиванию пленки и появлению трещин. Поэтому используются многослойные и градиентные покрытия. В многослойных покрытиях слои нитридов, карбидов или металлов чередуются. Это регулируется изменением вида реакционного газа или его отключением для получения металлической прослойки. Двухслойные градиентные покрытия получают плавным или дискретным изменением потока реакционного газа во время процесса обработки.

Антифрикционные покрытия.

Износ деталей и узлов различных механизмов значительно зависит от свойств тонкого поверхностного слоя подшипника скольжения. С одной стороны, покрытие должно обладать твердостью для повышения износостойкости, с другой стороны, должно быть мягким для снижения коэффициента трения. Такие свойства имеют двухслойные покрытия: внутренний – износостойкий слой (нитрид, карбид или борид металла),

внешний – антифрикционный слой из мягких металлов (Sn, Pb), слоистого соединения (MoS_2 , WS_2 , MoSe_2), графита или гексагонального нитрида бора. Внешнее мягкое твердосмазочное покрытие, в основном, необходимо на начальном этапе приработки подшипника, так как из-за больших локальных нагрузок возможно возникновение трещин и частичное разрушение основного износостойкого покрытия. Более толстый мягкий слой не стирается на периферии контакта. Двухслойное покрытие, состоящее из твердого и антифрикционного слоев, могут иметь следующий состав TiAlN/MoS_2 , $\text{Mo}_2\text{N/MoS}_2$, TiC/C , WC/C .

Алюминиево-оловянные AlSn и алюминиево-свинцовые сплавы AlPb , используемые для производства вкладышей подшипников, тоже могут применяться для получения твердосмазочных пленок. Твердое тугоплавкое соединение AlN в мягкой матрице олова или свинца образуется при распылении AlSn катода в среде азота с аргоном. Олово и свинец не образуют нитридов в процессе осаждения пленки. Внешний приработочный мягкий слой металлов получается при отключении реакционного газа в конце процесса ионно-плазменного напыления.

Другим фактором, влияющим на трибологические свойства покрытия, является внутренняя структура покрытия. Однокомпонентная углеродная аламазоподобная пленка (DLC) состоит из сверхтвердого кубического углерода и слоистого гексагонального углерода. Такое покрытие имеет высокую твердость и низкий коэффициент трения. Трибологические покрытия могут быть выполнены также в виде многослойных покрытий, в которых тонкие твердые и мягкие слои чередуются. Если толщина отдельных слоев имеет наноразмеры, то формируется наноструктура, состоящая из твердых нанокристаллов в мягкой матрице. Состав, структура и толщина трибологических покрытий зависит от условий работы пар трения, скорости вращения, температуры и уровня нагрузки.

Вакуумное ионно-плазменное оборудование можно использовать также для нанесения коррозионностойких покрытий на внутренние поверхности втулок, трубопроводной арматуры, деталей машин и др. для увеличения их срока службы.

УДК 621

Станкевич А.А.

ДУГОВАЯ ПАЙКА ТВЕРДЫМИ ПРИПОЯМИ

БНТУ, Минск

Научный руководитель Комаровская В.М.

В ходе работы над магистерской диссертацией по теме «Разработка модернизированной конструкции пластинчато-роторного вакуумного насоса», появилась необходимость в разработке специальных пластин, которые устанавливаются в теле ротора насоса. Затем в пластины будут монтироваться ролики качения, которые обеспечивают гарантированный зазор между пластинами и корпусом насоса, а также уменьшают силу трения между ними (трение скольжения сменяется трением качения). Так как толщина пластины по теоретическим расчетам составила 3 мм, то возникает необходимость в верхней части пластины установить бобышки, которые обеспечат надежное крепление ролика качения с помощью специального штифта с резьбой. Проанализировав специальную литературу, выяснилось, что конструктивно решить эту задачу можно с помощью дуговой пайки твердыми припоями, бобышки будут впаиваться в пластины, а затем дорабатываться с помощью механической обработки.

Пайка – процесс соединения металлов или неметаллических материалов посредством расплавленного присадочного металла, называемого припоем и имеющего температуру плавления ниже температуры плавления основного металла (или неметаллического материала). Процесс пайки применяется либо