УДК 621.793

Андреев М.А.

ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВАКУУМНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПОКРЫТИЙ

ОХП «Институт сварки и защитных покрытий» ГНУ ИПМ, Минск

This paper reviews ways and methods which allow to significantly increase the effectiveness of protective coatings of different functional purpose. Among the basic ways there are: using of effective sources of plasma flow generation, using of composite materials, using of combined forming technologies of protective coatings.

Вакуумные технологии относятся к высокотехнологичным процессам. Они позволяют модифицировать поверхность, практически не изменяя размеров изделий, и в то же время, придавать поверхности необходимые функциональные свойства.

Сегодня защитные покрытия различного функционального назначения все более широко используются в машиностроении, инструментальной промышленности, микроэлектронике, медицинской технике и т.д.

В настоящее время в республике, да и во всем постсоветском пространстве сложилась ситуация, когда парк действующего оборудования оказался устаревшим не только физически, но и морально. Вакуумное оборудование не выпускается серийно. Отдельные специализированные предприятия выпускают оборудование «под заказ» со 100 % предоплатой.

Среди эффективных путей дальнейшего развития и совершенствования вакуумных технологий при сегодняшнем состоянии вакуумной техники следует выделить модернизацию существующего вакуумного оборудования, которая направлена на:

– расширение его технологических возможностей (расширение номенклатуры обрабатываемых изделий);

– повышение эксплуатационных характеристик изделий с покрытиями;

– повышение качества формируемых покрытий (повышение адгезии, уменьшение пористости);

– возможность применения новых композиционных материалов для создания покрытий различного функционального назначения;

– возможность применения комбинированных технологий и многослойных покрытий.

В ОХП «Институт сварки и защитных покрытий» постоянно развиваются и совершенствуются технологии формирования вакуумных покрытий, позволяющие решать практически весь комплекс задач по нанесению защитных покрытий различного функционального назначения.

Для этих целей в институте применяются новые источники генерации плазменных потоков, которые дополнительно встраиваются в вакуумные камеры установок и, таким образом, реализуется возможность значительно повышать эффективность процессов нанесения вакуумных покрытий.

Так, использование фланцевого варианта автономного ионного источника типа «Аида» позволило независимо регулировать энергию и плотность тока ионов, поступающих на обрабатываемое изделие. При обработке изделий ионным потоком нейтрального газа (Ar) происходит их очистка, а также активация поверхностного слоя. Эта операция во многих случаях позволяет исключить стадию нагрева изделия металлической плазмой или значительно сократить ее по времени.

Таким образом, появилась возможность снизить температуру процесса формирования износостойкого покрытия, а, следовательно, и температуру обрабатываемого изделия не ухудшая адгезионных характеристик сформированных покрытий.

Применение ионных источников позволило наносить покрытия не только на изделия из металла, но и на изделия из керамики, стекла и пластмасс.

Хорошие результаты по повышению адгезионных характеристик вакуумных покрытий достигаются и при использовании технологии нанесения покрытий методом электродугового испарения с «ионным ассистированием», когда ионный источник работает во время процесса формирования покрытия.

В плане создания новых методов формирования функциональных покрытий в настоящее время в институте проводятся исследования по разработке технологий нанесения вакуумных покрытий методом ионно-лучевого распыления.

Для реализации процесса ионно-вакуумного нанесения композиционных покрытий применяется ионный источник, разработанный на базе торцевого холловского ускорителя осесимметричной конструкции с разрядом в скрещенных электрическом и магнитном полях. Ионный источник может формировать два независимых ионных пучка кольцевой геометрии. Один из них используется для распыления мишени, другой - для предварительной обработки (ионной очистки и активации) поверхности подложки перед нанесением покрытия. В качестве рабочего газа используется аргон.

Композиционные мишени для распыления представляют собой диски ∅ 80 мм и толщиной 8-10 мм, состоящие из спрессованных смесей порошков металла или сплава с добавками ультрадисперсных алмазов (УДА), нанодисперсных оксидов, твердосмазочных материалов (MoS_2 графит и др.).

Это технология, с помощью которой, распыляя мишени из композиционных материалов, на изделиях формируются покрытия, полностью повторяющие материал мишени, как по химическому составу, так и по стехиометрии соединения.

Одним из перспективных направлений этого метода является создание износостойких покрытий, обладающих высокими антикоррозионными характеристиками.

Не менее важными работами с использованием метода ионно-лучевого распыления являются работы по созданию твердосмазочных покрытий, способных работать в различных условиях

эксплуатации, особенно, когда применение жидких смазочных материалов недопустимо (вакуум, открытое космическое пространство).

Следующим шагом в направлении повышения эксплуатационных характеристик режущего инструмента является применение комбинированных технологий упрочнения.

На протяжении ряда лет в институте проводятся исследования по разработке процессов создания износостойких покрытий с применением технологий электродугового испарения и ионно-лучевого распыления, причем комбинации этих процессов используются на различных стадиях формирования износостойких слоев.

Преимуществом такой комбинированной технологии формирования износостойких покрытий является достижением высоких эксплуатационных характеристик сформированных покрытий в комплексе с высокой адгезией.

Применение комбинированных технологий для формирования износостойких покрытий, с одной стороны, приводят к увеличению толщины нитридного слоя в изделиях, что определяет повышение износостойкости по сравнению с традиционными технологиями поверхностного упрочнения, уменьшению пористости покрытия, совершенствованию структуры, повышению коррозионной стойкости.

В институте создано вакуумное оборудование и разработана технология формирования медного покрытия на заготовках фрикционных дисков. Медное покрытие необходимо:

– во-первых, для повышения адгезии фрикционного слоя, припекаемого к заготовке с покрытием;

– во-вторых, для создания барьерного слоя, который не позволяет углероду «переползать» из припеченного слоя в материал основы.

Основные технологические процессы, разработанные для формирования вакуумных покрытий, автоматизированы, что позволяет избежать влияния человеческого фактора, значительно

повысить стабильность работы оборудования и качество получаемых покрытий.

Разработанные технологические процессы и основные узлы разрабатываемого оборудования защищены многочисленными патентами Республики Беларусь.

Несмотря на многообразие технологических приемов, используемых при формировании функциональных покрытий, не существует универсальных методов, способных решать все задачи, стоящие перед разработчиками, как в области машиностроения, так и в инструментальной промышленности. Решение каждой задачи требует своего индивидуального подхода, своего метода, своего материала.

УДК 533.9; 533.924

Асташинский В.М.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ИССЛЕДОВАНИЙ В ОБЛАСТИ ПЛАЗМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ИНСТИТУТЕ ТЕПЛО- И МАССООБМЕНА ИМЕНИ А.В. ЛЫКОВА НАН БЕЛАРУСИ

Институт тепло- и массообмена
имени А.В. Лыкова НАН Беларуси, Минск

The action of high-power compression plasma flows loaded with doping elements on various materials makes it possible to implement principles of a new scientific discipline under development – surface plasma metallurgy. Such an energy- and resource-saving approach enables one to obtain materials whose surface can be of practically any specified structural-phase composition which is unapproachable to other techniques.

Прогресс в развитии современных технологий связывается с созданием новых материалов с существенно улучшенными (по сравнению с существующими) эксплуатационными характеристиками, в том числе путем модификации поверхностных свойств широко используемых материалов для придания