

2. Сравнение требуемых припусков под механическую обработку с результатами измерений глубины слоя показывает, что величина остающегося после механической обработки упрочненного слоя находится в пределах от 80 до 130 мкм при борохромировании и от 130 до 180 мкм при борировании, что превышает допустимую величину износа для большинства деталей, работающих в трибосопряжениях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Девойно О.Г., Ситкевич М.В., Спиридонов Н.В. Поверхностное легирование бором и хромом при лазерном нагреве / Вести АН БССР. Серия физико-технических наук. — 1987. — №1. — С. 51–56. 2. Григорянц А.Г. Основы лазерной обработки материалов. — М.: Машиностроение, 1989. — С. 122–139.

УДК 621. 793

С.А. Иващенко, А.М. Самаль, В.М. Голушко

ПОДГОТОВКА ПОВЕРХНОСТИ ПОДЛОЖКИ ДЛЯ НАНЕСЕНИЯ ВАКУУМНО-ПЛАЗМЕННЫХ ПОКРЫТИЙ

*Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь*

Качество и долговечность защитных покрытий зависят не только от свойств материала покрытия, но и от подготовки поверхности подложки. Подготовка поверхности — одна из основных операций технологического процесса нанесения покрытий. В некоторых отраслях промышленности она составляет до 10 % трудоемкости изготовления изделий [4, 7]. Интенсификация процесса подготовки поверхности является большим резервом повышения производительности труда и снижения себестоимости изделий. Поэтому усовершенствование процесса подготовки поверхности является весьма актуальной технической задачей.

Подготовка поверхности при получении покрытий, включает очистку поверхности, придание ей соответствующего профиля (микрорельефа) и определенных физико-химических характеристик, что обеспечивает необходимую адгезию покрытий и товарный вид изделия. Очистка поверхности — это удаление с поверхности вредных или нежелательных посторонних веществ.

Для вакуумно-плазменных методов нанесения покрытий главная цель предварительной обработки — это удаление загрязнений. Наличие загрязнений на поверхности при вакуумизации приводит к загрязнению вакуума, нарушению нормального хода технологического процесса и получению покрытия низкого качества. Различают три степени загрязнения поверхности [4]:

1. Слабая. При слабом загрязнении поверхность деталей покрыта легкими неравномерными загрязнениями (масла, пыль);

2. Средняя. При среднем загрязнении поверхность деталей покрыта небольшим равномерным слоем смазки, эмульсионных охлаждающих жидкостей и т.д. Такое загрязнение характерно в основном для деталей, находящихся в стадии механической обработки. Эта степень характеризуется удельным содержанием загрязнений до 5 г/м^2 ;

3. Сильная. При сильном загрязнении (более 5 г/м^2) поверхность деталей покрыта толстым слоем консервационной смазки или масла.

Существующие методы подготовки поверхности под нанесение покрытий подразделяются на [2]: механические, химические, электрохимические и физические.

К механическим методам относятся: шлифование, полирование, галтовка, виброабразивная обработка. В ряде случаев эта обработка с использованием жидких химических активаторов, по существу, является химико-механической. Следует отметить, что наряду с очисткой поверхности, механические методы изменяют ее микрогеометрию, величину наклепа и остаточных микронапряжений. Достоинствами механических методов являются универсальность технологий и применяемого оборудования, достижение необходимой шероховатости поверхности. Однако данные методы имеют ряд недостатков: образование дефектного поверхностного слоя, что в конечном итоге ухудшает качество покрытий, загрязнение поверхности, кроме этого, механические методы приводят к анизотропии физико-механических свойств материала подложки.

Химическая обработка включает обезжиривание, травление и полирование. Химический способ удаления жировых отложений основан на взаимодействии с ними как органических, так и неорганических растворителей. Обезжиривание проводят погружением заготовок в жидкий растворитель, а также используют струйную обработку. Для получения низкой шероховатости дополнительно производят химическое полирование (ХП) — обработку поверхности детали в электролите, протекающую без подвода внешнего тока в результате окислительно-восстановительных реакций системы металл-раствор.

Для подготовки поверхности используют также электрохимическое полирование (ЭХП), под которым понимают процесс обработки поверхности

детали в электролите с подводом внешнего тока (постоянного и переменного). При ЭХП процесс очистки протекает очень интенсивно за счет обильно выделяющегося на поверхности детали газа и электрохимического растворения окислов и металлов. К преимуществам ЭХП и ХП относятся [5]: возможность использовать эти методы для обработки изделий из вязких, твердых и хрупких материалов; данные методы позволяют уменьшить дефектные и газонасыщенные слои; исключают направленную анизотропию магнитных свойств; обладают высокой производительностью. Недостатки ЭХП и ХП связаны с применением кислот и других агрессивных веществ, которые загрязняют окружающую среду.

В последние годы все более широкое применение находит электроимпульсное полирование (ЭИП), являющееся разновидностью электрохимического метода подготовки поверхности. Технология ЭИП основана на использовании импульсных электрических разрядов, возникающих вдоль всей поверхности обрабатываемой детали, погруженной в электролит. Отличие от обычного электрохимического процесса полирования состоит в том, что вследствие интенсивного протекания электролитических процессов и вскипания электролита под действием тока значительной плотности около обрабатываемой поверхности детали образуется динамически устойчивая парогазовая оболочка, имеющая по сравнению с электролитом повышенное электрическое сопротивление. Комплексное физико-химическое воздействие на поверхность детали позволяет за короткое время производить полирование поверхности с использованием в качестве электролита нетоксичных бескислотных растворов. Этот способ обеспечивает выполнение всех требований к подготавливаемой поверхности и характеризуется высокой производительностью и экологической чистотой. [2]

Физические методы подготовки поверхности включают воздействие на нее высокоэнергетических частиц (ионов, электронов, фотонов), а также тепловое воздействие (вакуумный отжиг) при котором выгорают жидкие органические загрязнения и происходит активация и дегазация металла.

В технологии нанесения вакуумных покрытий понятие «чистая поверхность» включает два вида чистоты поверхности: физически чистая и химически чистая. Первая получается после удаления всех механических загрязнений (пыль, жиры и пр.), вторая — после удаления химических загрязнений (окислов и других продуктов коррозии основного металла).

При вакуумно-плазменном нанесении покрытий на металлические изделия подготовка поверхности состоит из двух этапов: внекамерной и внутрикамерной подготовки. Внекамерная обработка осуществляется путем мойки изделий в бензине, ацетоне и последующей протирки спиртом ректифика-

том. Внутрикамерная подготовка — это бомбардировка поверхности подложки ускоренными высокоэнергетичными ($E \approx 10^3$ эВ) ионами материала катода (ионная бомбардировка). Ионная бомбардировка относится к физическим методам подготовки поверхности и производится с целью очистки и термической активации поверхности. Следствием ионной бомбардировки является изменение микрорельефа исходной поверхности, обусловленное процессами распыления выступов и травления впадин [1, 3]. В результате образуется поверхность с показателями шероховатости отличными от исходных. При этом шероховатость поверхности изделия с вакуумно-плазменным покрытием во многом определяется шероховатостью поверхности после ионной бомбардировки.

Изменение топографии металлической поверхности зависит как от продолжительности взаимодействия ионов с поверхностью подложки, так и от исходной шероховатости поверхности. При воздействии потока ионов на подложку с первоначальной шероховатостью $R_a = 0,03$ мкм наблюдается процесс развития поверхностного рельефа. Шероховатость поверхности R_a возрастает в 3–4 раза по сравнению с исходной. С увеличением продолжительности времени ионной бомбардировки формируется квазиравновесный рельеф (скорость роста выступов равна скорости их распыления). При этом шероховатость поверхности зависит от величины ускоряющего напряжения на подложке. При ионной бомбардировке образцов с первоначальной шероховатостью $R_a = 0,3$ мкм из-за повышенной напряженности электрического поля на выступах вначале превалирует распыление пиков микронеровностей, затем доминирует процесс растравливания впадин.

Подготовка поверхности изделий из аморфных материалов (стекло, керамика и др.) для формирования вакуумно-плазменных покрытий имеет ряд принципиальных отличий, связанных со значительно более низкой теплопроводностью аморфных материалов и их высокой пористостью.

Высокая пористость аморфных материалов ограничивает возможность использования традиционных средств внекамерной очистки поверхности перед нанесением вакуумно-плазменных покрытий. В связи с этим к чистоте исходной поверхности изделий из аморфных материалов предъявляются весьма жесткие требования, и внекамерная подготовка поверхности под нанесение покрытий включает специальные способы мойки и последующую сушку при высокой температуре.

Невысокая теплопроводность аморфных материалов не позволяет использовать для внутрикамерной обработки бомбардировку поверхности подложки высокоэнергетическими ионами материала катода, так как возникающий в поверхностном слое большой температурный градиент приводит к растрескива-

нию материала подложки. Поэтому внутрикамерная подготовка поверхностей изделий из аморфных материалов включает операции физической очистки, заключающиеся в нагреве и удалении поверхностного дефектного слоя за счет воздействия низкоэнергетичных ионов инертных газов.

Из всего вышеизложенного следует, что процесс подготовки поверхности под нанесение вакуумно-плазменных покрытий включает ряд сложных, многофакторных операций, оказывающих существенное влияние на качество и эксплуатационные характеристики покрытий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вершина А. К. Научные и технологические основы формирования ионно-плазменных покрытий с регламентированными цветовыми параметрами: Автореферат дис. на соиск. уч. ст. д.т. наук: Минск — 2001. — 25 с.
2. Газотермические и вакуумно-плазменные покрытия со специальными физико-механическими свойствами/ С. А. Иващенко, И. С. Фролов, Ж. А. Мрочек — Мн.: УП «Технопринт», 2001. — 236 с.
3. Иващенко С. А. Теоретические и технологические основы формирования многофункциональных газотермических и вакуумно-плазменных покрытий: Автореферат дис. на соиск. уч. ст. д.т. наук: Минск — 2002. — 26 с.
4. Козлов Ю. С., Кузнецов О. К., Тельнов А. Ф. Очистка изделий в машиностроении. — М.: Машиностроение, 1982. — 264 с.
5. Липкин Я. Н., Бершадская Т. М. Химическое полирование металлов. — М.: Машиностроение, 1988. — 112 с.
6. Мрочек Ж. А., Эйзнер Б. А., Марков Г. В. Основы технологии формирования многокомпонентных вакуумных электродуговых покрытий. — Мн.: Наука і тэхніка, 1991. — 96 с.
7. Скорин Г. Г., Подобедова Т. С., Колесников В. В., Руттен М. Я., Соловьев В. Г. Подготовка поверхности металлических изделий и оборудования под различные покрытия // Обзор инф. сер. «Горнохимическая промышленность». М.: НИИТЭХИМ, 1987. — 55 с.