

ПОДГОТОВКА ПОВЕРХНОСТИ ИЗДЕЛИЙ ИЗ СПЛАВА Д16Т ПЕРЕД НАНЕСЕНИЕМ ВАКУУМНО-ПЛАЗМЕННЫХ ПОКРЫТИЙ

Докт. техн. наук, проф. ИВАЩЕНКО С. А., магистр техн. наук КОЙДА С. Г.

Белорусский национальный технический университет

Состояние поверхности в момент осаждения первых слоев вакуумно-плазменного покрытия во многом определяет адгезию, микротвердость, пористость, шероховатость изделий с покрытием. В связи с этим подготовка поверхности к нанесению покрытия является одной из важнейших операций в технологическом процессе формирования вакуумно-плазменного покрытия [1].

Цель работы заключалась в выборе эффективного метода очистки поверхности образцов из сплава Д16Т перед нанесением вакуумно-плазменных покрытий. Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1) определить состав и количество загрязнений исходной поверхности;

2) определить состав и количество загрязнений поверхности после внекамерной и внутрикамерной очистки;

3) выбрать оптимальный метод очистки поверхности перед нанесением вакуумно-плазменных покрытий.

На первом этапе исследований методом газовой хроматографии определяли состав и количество загрязнений на поверхности образцов из сплава Д16Т после различных видов механической обработки (точение, шлифование, полирование).

Важнейший этап хроматографического анализа – получение и подготовка пробы [2]. Особое внимание при подготовке пробы следует уделять тому, чтобы состав вещества, поступа-

ющего в хроматографическую колонку, соответствовал составу анализируемого потока, т. е. чтобы в системе пробоотбора не происходило химических превращений и сорбционных процессов с участием компонентов смеси. Также следует отметить, что для получения идеальной хроматограммы необходимо, чтобы перед началом элюирования проба, находящаяся на начальном участке хроматографической колонки, занимала весьма малый объем. Эти условия накладывают ограничения как на допустимый размер пробы, так и на способ ее ввода. В нашем случае получение и подготовка пробы сводились к следующему:

- исследуемые образцы помещали на 24 ч в емкость с гексаном, в результате чего с поверхности образцов происходил смыв загрязнений;

- для последующего удаления гексана пробирку нагревали на водяной бане до 40 °С.

Полученную пробу при помощи микрошприца емкостью 2 мкл подавали через дозатор в колонку без предварительного перемешивания с газом-носителем (в качестве газа-носителя применяли водород, так как он обеспечивает высокую чувствительность детектора, является вполне доступным и инертен к разделяемым веществам и сорбентам) в дозаторе [3]. В результате получена хроматограмма загрязнений исходной поверхности образцов, представленная на рис. 1.

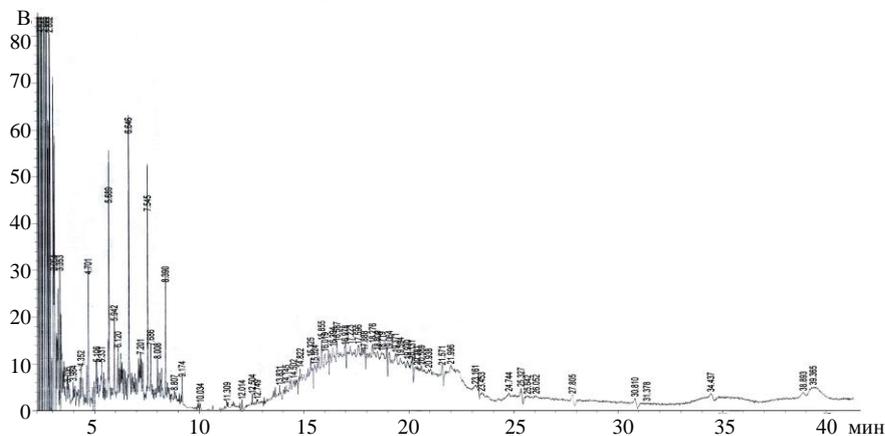


Рис. 1. Хроматограмма загрязнений исходной поверхности образцов из алюминиевого сплава Д16Т

Для обработки хроматограммы использовали программу Chromos.

Анализ хроматограммы, показал, что исследуемые образцы содержат углеводороды парафинового и метанового рядов, которые описываются формулой C_nH_{2n+2} .

Состав и количество загрязнений после внекамерной очистки. На втором этапе исследования определяли состав загрязнений поверхности изделий после механического, химического, электрохимического и электроимпульсного методов подготовки поверхности образцов.

При механическом методе подготовки образцы дополнительно шлифовали и полировали с использованием пасты ПХВ. Затем проводили их обезжиривание посредством последовательной промывки в течение нескольких минут в двух растворах (первый раствор: синтанол ДС-10 – 3 %, ортофосфорная кислота – 5 %, вода – остальное; второй раствор: водный раствор синтетического моющего средства «Новость» (30 г/л) при температуре 70 °С с наложением ультразвуковых колебаний (установка УЗУ-0,25)). Далее образцы промывали в проточной холодной воде, протирали бязью, смоченной в спирте-ректификате, и сушили на воздухе.

При химическом методе подготовка заключалась в следующем: образцы в течение 2 мин очищали в растворе трихлорэтана, промывали в проточной воде и протирали бязью, после чего обезжиривали в растворе состава: NaOH – 40 г/л, Na_2SiO_3 – 15 г/л, Na_2CO_3 – 25 г/л при температуре 60–70 °С в течение 2 мин. После обезжиривания образцы последовательно промывали в горячей и холодной проточной воде и помещали в ванную для полирования с электролитом с составом для химического полирования: 625 г/л ортофосфорной кислоты ($\rho = 1,6 \text{ г/см}^3$), 250 г/л серной кислоты ($\rho = 1,84 \text{ г/см}^3$) и 125 г/л азотной кислоты ($\rho = 1,4 \text{ г/см}^3$). Рабочая температура 110–120 °С. Плотность электролита в начальной стадии составляла 1,66–1,68 г/см³. Выдержка – по 0,5 мин 5–6 раз с промежуточными промывками в сборнике-улавливателе.

При электрохимическом методе полирование осуществляли в электролите состава: 700 г/л ортофосфорной кислоты ($\rho = 1,57 \text{ г/см}^3$), 535 г/л аккумуляторной серной кислоты, 57 г/л хромового ангидрида и 270 г/л воды. Рабочая температура 75–90 °С, анодная плотность тока 30–35 А/дм². Продолжительность обработки 3–5 мин. Катоды – свинцовые.

После химического и электрохимического полирования образцы последовательно промывали в холодной проточной и дистиллированной воде и сушили на воздухе.

При электроимпульсном методе подготовку поверхности шлифованных образцов осуществляли путем электрохимической анодной обработки при температуре электролита 60 °С и напряжении 300 В в электролите следующего состава (массовые доли, %): $(NH_4)_2SO_4$ – 5; вода – остальное. Последующую промывку и сушку образцов производили аналогично предыдущим методам.

Обработка хроматограмм показывает, что после механической подготовки изделий из алюминиевого сплава Д16Т наблюдалось незначительное снижение пиков хроматограммы, а после обработки химическим, электрохимическим и электроимпульсным методами – не только снижение пиков хроматограммы, но и отсутствие отдельных видов загрязнений (рис. 2). Однако этого недостаточно для получения качественного покрытия.

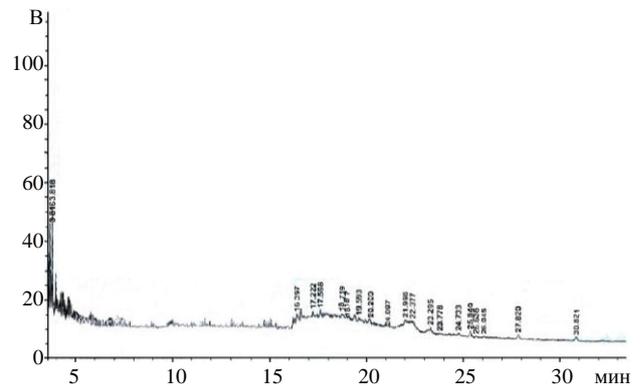


Рис. 2. Хроматограмма, полученная после электроимпульсного полирования

Состав и количество загрязнений после внутрикамерной очистки. На третьем этапе исследовали образцы, прошедшие внутрикамерную обработку.

Внутрикамерную обработку осуществляли на установке УРМ3.279.048. Обработку вели ионами материала катода (титан марки ВТ-1-0) при режимах: ускоряющее напряжение 1000 В, ток дугового разряда 11 А, ток соленоида 2 А, давление в вакуумной камере $p = 2 \cdot 10^{-2}$ Па. Обработку поверхности проводили в течение 2 мин. Результаты исследования загрязнений на поверхности образцов после очистки ионами титана приведены на рис. 3.

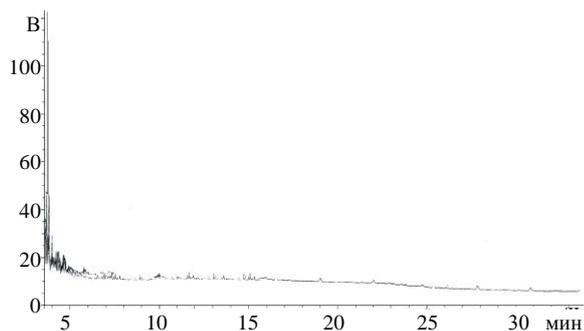


Рис. 3. Хроматограмма загрязнений образцов, полученная после внутрикамерной обработки ионами титана

Анализ хроматограммы, представленной на рис. 3, показал, что загрязнения поверхности образцов после внутрикамерной обработки ионами титана практически отсутствуют. Однако использование данного метода очистки для поверхностей изделий из сплава Д16Т, полученных после шлифования или полирования, приводит к значительному ухудшению исходной шероховатости [4].

В связи с этим в качестве альтернативного метода окончательной обработки шлифованных и полированных поверхностей предлагается использовать ионную бомбардировку низкоэнергетическими ионами инертных газов. Для реализации такой технологии вакуумную установку оснащали дополнительно ионным источником типа «Радикал». Схема обработки приведена на рис. 4. Ионную бомбардировку низкоэнергетическими ионами проводили в течение 20 мин, образцы обрабатывали ионами аргона (Ar^+), ускоряющее напряжение 2 кВ, ток соленоида 2 А, давление в камере $p = 2 \cdot 10^{-2}$ Па.

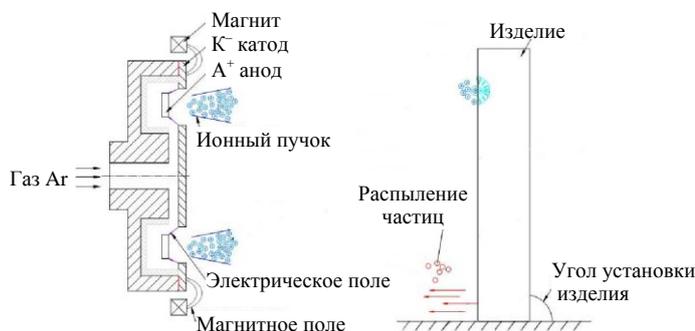


Рис. 4. Схема обработки поверхности изделия с использованием ионного источника типа «Радикал»

Результаты исследования состояния поверхности образцов после очистки ионами аргона

идентичны результатам обработки ионами титана (рис. 3), однако при бомбардировке поверхности ионами инертного газа не происходит изменение исходной шероховатости поверхности образцов.

ВЫВОДЫ

Проведенные исследования позволяют утверждать:

1. Для изделий из сплава Д16Т основными видами загрязнений исходной поверхности являются углеводы парафинового и метанового рядов (керосин, промышленное масло).

2. Электроимпульсное полирование поверхности обеспечивает существенное снижение количества загрязнений по сравнению с другими методами внекамерной очистки поверхности.

3. Внутрикамерная обработка ионами материала катода и (или) ионами инертного газа позволяет полностью очистить поверхность от загрязнений, однако применение бомбардировки ионами материала катода для поверхностей после шлифования или полирования нецелесообразно, так как при этом существенно ухудшается исходная шероховатость поверхности.

4. Для эффективной подготовки поверхности деталей из алюминиевого сплава Д16Т технологический процесс очистки перед нанесением вакуумно-плазменных покрытий должен состоять из: 1) внекамерной обработки – электроимпульсное полирование; 2) внутрикамерной обработки – бомбардировка ионами инертного газа (Ar^+).

ЛИТЕРАТУРА

- Иващенко, С. А. Вакуумно-плазменные покрытия / С. А. Иващенко, И. С. Фролов, Ж. А. Мрочек. – Минск: Технопринт, 2004. – 369 с.
- Развитие работ по оптическим покрытиям в ВНИЦ «ГОИ имени С. И. Вавилова» / А. Ф. Первеев [и др.] // Оптический журнал. – 1993. – № 2. – С. 4–21.
- Перцовский, А. Л. Оптимизация технологии внекамерной подготовки изделий перед нанесением вакуумно-плазменных покрытий / А. Л. Перцовский, С. А. Иващенко, В. М. Голушко // Вестник Белорусского национального технического университета. – 2007. – № 1. – С. 18–21.
- Иващенко, С. А. Влияние ионной обработки на изменение исходной шероховатости поверхности образцов из сплава Д16Т / С. А. Иващенко, С. Г. Койда // Вестник Белорусского национального технического университета. – 2010. – № 5. – С. 14–17.

Поступила 19.02.2013