

НАЗНАЧЕНИЕ РЕЖИМОВ ШЛИФОВАНИЯ ПО ОСТАТОЧНЫМ НАПРЯЖЕНИЯМ С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ АДГЕЗИИ ГАЛЬВАНИЧЕСКИХ ПОКРЫТИЙ

Износостойкость гальванических покрытий является основополагающим показателем, определившим их широкое применение в производстве деталей авиационной техники. Особо ответственные детали, такие как поршни, штоки, оси, траверсы зачастую изготавливаются из титановых сплавов ВТ-22, ВТЗ-1 с нанесением на заключительных этапах производства гальванических покрытий. Важным фактором, влияющим на адгезию гальванических покрытий, являются остаточные напряжения [1]. Формирование остаточных напряжений в поверхностном слое деталей происходит на этапах технологического процесса, находящегося перед операцией «Хромирование». Основной операцией, формирующей технологическую наследственность перед гальванической обработкой, является операция «Шлифование». Как правило, шлифовальная обработка приводит к созданию растягивающих остаточных напряжений, отрицательно влияющих на адгезию гальванических покрытий, которые и являются причиной отслаивания хромового покрытия. Эта проблема особенно актуальна для деталей из титановых сплавов. Например, при производстве деталей из сплава ВТЗ-1 наличие высокого уровня растягивающих остаточных напряжений приводит к отслаиванию гальванических покрытий для ~95% выпущенных деталей. Для деталей из сплава ВТ22 отслаивание составляет ~60%. В ряде случаев наблюдается отслаивание покрытий на этапе испытаний гидроцилиндров, вызванное наличием растягивающих остаточных напряжений в поверхностном слое деталей перед операцией «Хромирование».

Решение указанных проблем заключается в создании благоприятной технологической наследственности после операции «Шлифование». Снижение уровня растягивающих и создание сжимающих остаточных напряжений в поверхностном слое деталей позволяет обеспечить требуемую адгезию гальванических покрытий [2], при этом улучшаются параметры герметичности и механические свойства хромового покрытия [3].

В данной работе представлены результаты исследований проблемы отслаивания хромового покрытия штоков, изготавливаемых из титановых сплавов ВТ22 и ВТ3-1. На рис. 1 представлен пример дефекта. При исследовании поверхностного слоя на остаточные напряжения (результаты исследования представлены на рис. 2), было выявлено, что при шлифовальной обработке создаются растягивающие остаточные напряжения (ОН), значительно ухудшающие адгезию гальванических покрытий, приводя к их отслаиванию. Наиболее ярко этот эффект проявляет себя в местах «прижогов», где растягивающие остаточные напряжения многократно возрастают. С целью снижения величины остаточных напряжений в поверхностном слое применяется операция «Отжиг». В результате проведения данной операции уровень растягивающих напряжений уменьшается до величины 20...40 МПа, при этом остаточные напряжения остаются растягивающими. По результатам проведённого анализа можно заключить, что создание благоприятной технологической наследственности, выраженной в уменьшении растягивающих остаточных напряжений (а по возможности и вовсе создающей сжимающие остаточные напряжения) в поверхностном слое деталей перед нанесением гальванических покрытий должно привести к решению проблемы отслаивания покрытий.



Рис. 1. Шток из сплава ВТ3-1 с дефектом хромового покрытия с дефектами хромового покрытия



Рис. 2. Эпюра остаточных напряжений в поверхностном слое

С целью обеспечения благоприятной технологической наследственности был разработан план проведения полного факторного эксперимента по определению оптимальных режимов шлифования. Варьируемыми факторами были: про-

дольная скорость перемещения стола (5,3; 15 мм/об), поперечное перемещение шлифовального круга (0,005; 0,01; 0,02 мм), скорость вращения образца (50, 100, 200, 300, 400 об/мин). Глубина снимаемого слоя за один проход была одинакова и составляла 0,1 мм (0,2 мм в диаметре). При проведении работ были выбраны 30 режимов круглого наружного шлифования поверхности образцов из сплава ВТЗ-1. Для всех образцов, обработанных на выбранных режимах, проводилось исследование остаточных напряжений в поверхностном слое.

По итогам опытно-конструкторских работ был выявлен режим, на котором подслоиные остаточные напряжения не превышают величины ~ 20 МПа на глубине залегания ~ 10 мкм, и имеют растягивающий характер. При этом на самой поверхности были получены незначительные сжимающие напряжения, составляющие ~ -3 МПа (рис.3).

Данные результаты получены на следующем режиме:

- продольная скорость перемещения стола: 5,3 мм/об. детали;
- поперечное перемещение шлифовального круга: 0,02 мм;
- скорость вращения образца: 300 об/мин;
- количество проходов: 20.

Также следует отметить, что на полученном режиме исключено появление «прижогов». Всё это обеспечивает требуемую адгезию гальванических покрытий для деталей из титанового сплава ВТЗ-1. На всех исследуемых деталях, обработанных на полученном режиме, не наблюдалось отслоения покрытия. При этом, для проверки адгезии, хромовое покрытие было прошлифовано до материала детали.

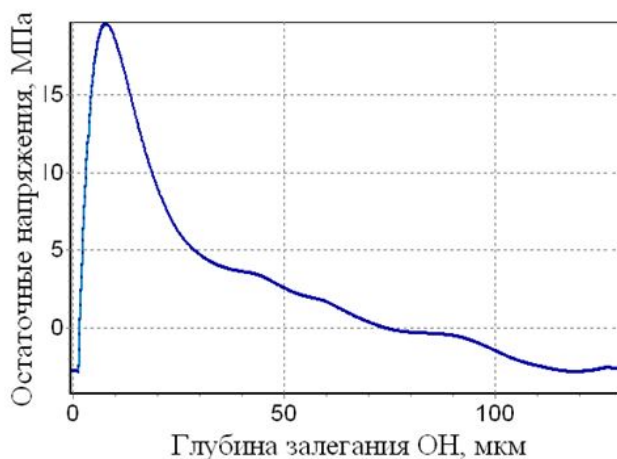


Рис. 3. Эпюра остаточных напряжений на оптимальном режиме обработки

Выводы:

1. Проведена оптимизация технологического процесса шлифовальной обработки по остаточным напряжениям для детали «поршень со штоком» с целью минимизации растягивающих и создания сжимающих остаточных напряжений в поверхностном слое.

2. На основе исследования остаточных напряжений в поверхностном слое исключены прижоги, обеспечено наличие сжимающих остаточных напряжений, улучшающих адгезию гальванических покрытий. При этом величина подслояных растягивающих остаточных напряжений снижена со 170 до 20 МПа.

3. Технологическая наследственность при изготовлении деталей влияет не только на сопротивление деталей усталости, но и на такие параметры как адгезия и герметичность гальванических покрытий.

4. Полученные результаты исследований позволили обеспечить адгезию гальванических покрытий для деталей из титановых сплавов ВТ 22 и ВТ 3-1.

Библиографический список

1. Букатый А.С. Повышение адгезии гальванических покрытий на основе исследования остаточных напряжений в поверхностном слое деталей из титановых сплавов / А.С. Букатый, А.А. Декань, В.В. Лунин, Е.В. Зотов // I Международная научно-практическая конференция «Инновационные направления интеграции науки, образования и производства». – Керчь: КГМТУ, 2020. – С. 107–110.

2. Букатый А.С. Обеспечение адгезии гальванических покрытий для титановых сплавов на основе исследования остаточных напряжений после шлифования и упрочнения / А.С. Букатый, В.В. Лунин, П.А. Пешков, Е.В. Зотов // XXI Всероссийский семинар по управлению движением и навигации летательных аппаратов. – Самара: Самарский Университет, 2020. – Ч. 2. – С. 69–72.

3. Букатый А.С. Оптимизация технологического процесса изготовления деталей из титановых сплавов для обеспечения адгезии покрытий из никеля и хрома / А.С. Букатый, В.В. Лунин, П.А. Пешков, Е.В. Зотов // Международная научно-техническая конференция «Проблемы и перспективы развития двигателестроения». – Самара: Самарский Университет, 2018. – С. 231–233.