

Букатый А.С., Лунин В.В., Пешков П.А., Зотов Е.В.

**ОБЕСПЕЧЕНИЕ АДГЕЗИИ ГАЛЬВАНИЧЕСКИХ ПОКРЫТИЙ
ДЛЯ ТИТАНОВЫХ СПЛАВОВ НА ОСНОВЕ ИССЛЕДОВАНИЯ
ОСТАТОЧНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ
ПОСЛЕ ШЛИФОВАНИЯ И УПРОЧНЕНИЯ**

В работе представлены результаты исследований, целью которых являлось обеспечение адгезии хромового покрытия штоков, изготавливаемых из титановых сплавов BT22 и BT3-1 на АО «Авиаагрегат». Решение проблемы осуществлялось путём оптимизации режимов шлифовальной обработки и применения пневмодробеструйного упрочнения.

Известно, что сжимающие остаточные напряжения (ОН) в поверхностном слое деталей замедляют развитие микродефектов, устраняют неблагоприятную технологическую наследственность после операций механической обработки, улучшают адгезию гальванических покрытий. Определение остаточных напряжений в поверхностном слое штоков после операции «шлифование» показало наличие растягивающих остаточных напряжений до 170 МПа. Последующая операция «Отжиг» снижала уровень растягивающих ОН до величины 20...40 МПа, сохраняя при этом знак напряжений. В связи с этим решение проблемы обеспечения адгезии хромового покрытия заключалось в создании сжимающих ОН перед гальванической обработкой.

Первый этап работ заключался в оптимизации режимов шлифования по остаточным напряжениям. Предварительно проведённые эксперименты показали, что правильно выбранный режим шлифования может обеспечить сжимающие или значительно уменьшить растягивающие остаточные напряжения на поверхности детали. Таким образом, была поставлена задача обеспечить адгезию покрытий без изменения базового технологического процесса.

Опытные работы проводились на образцах – полукольцах (рис. 1), вырезанных из деталей – штоков. Остаточные напряжения определялись с применением автоматизированного прибора АСБ-1 [1] с учётом изменения деформаций колец от разрезки. По результатам проведённых работ выбран режим шлифования: скорость перемещения стола – 5,3 мм/об, припуска на обработку – 0,01 мм, скорость вращения образца – 300 об/мин. Приведённый режим позволил обеспечить на поверхности детали сжимающие ОН (рис. 2), при этом растягивающие ОН были перемещены под

поверхностный слой, а уровень растягивающих напряжений снизился с 170 МПа до 20 МПа.



Рис. 1. Образцы - полукольца

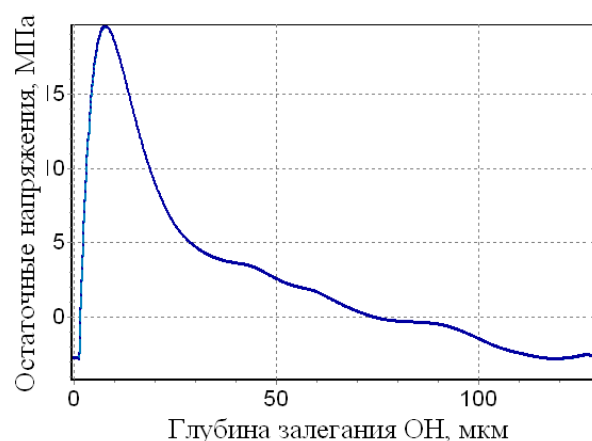


Рис. 2. Эпюра остаточных напряжений после шлифования

Полученный режим шлифования полностью исключил появление прижогов и обеспечил адгезию хромового покрытия при гальванической обработке детали «поршень со штоком» из материалов ВТ-22, ВТ3-1. Результаты работ были апробированы на деталях – штоках, цилиндрах, поршнях гидроцилиндров для операций «Хромирование», «Никелирование».

Для материала ВТ3-1 оптимизация режимов шлифования не всегда даёт положительный эффект. Вторым этапом работы являлось применение упрочняющей обработки методами поверхностного пластического деформирования [2]. Исследования проводились на детали «поршень со штоком» из материала ВТ3-1, обладающего значительно худшей адгезией по сравнению с материалом ВТ-22. При изготовлении деталей по базовому технологическому процессу наблюдалось отслаивание хромового покрытия на всех деталях.

Для повышения адгезии хромового покрытия детали «поршень со штоком» из материала ВТ3-1 были разработаны мероприятия на основе ранее проведённых работ [3, 4], целью которых является назначение режимов дробеструйной обработки, создающих в поверхностном слое детали сжимающие остаточные напряжения, улучшающие адгезию покрытий и обеспечивающие при этом геометрические размеры и форму штока в пределах технологических допусков.

Работы проводились с использованием упрочняющей пневмодробеструйной установки на базе робота АВВ. Основной задачей исследования было наведение сжимающих остаточных напряжений в приповерхностном слое детали, подвергаемой

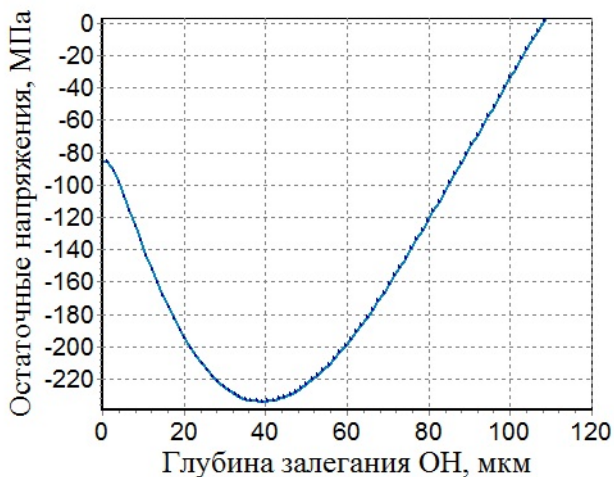


Рис. 3. Эпюра остаточных напряжений после упрочняющей обработки микрошариками

гальваническому покрытию, поскольку основной целью данной работы являлось не повышение долговечности, а улучшение адгезии покрытия. Был выбран наименее интенсивный режим упрочняющей обработки, обеспечивающий наилучшую шероховатость упрочняемой поверхности. Установлено оптимальное время насыщения поверхностного слоя детали ударами микродроби, составившее 5,26 с при длине контрольной пластины 100 мм, что соответствует скорости перемещения

сопла 19 мм/с. По результатам упрочнения контрольных пластин и построения кривой насыщения были выбраны параметры режима упрочняющей обработки: скорость перемещения сопла 19 мм/с; давление воздуха 1,8 Ат; расход дроби 4,5 кг/мин (для одного сопла); количество сопел 2; диаметр дроби 0,6 мм (стальные микрошарики); расстояние от сопел до упрочняемой поверхности 175 мм.

Деталь №1 «шток» из материала ВТ3-1 подвергалась упрочнению на полученном режиме. Деталь №2 не подвергалась упрочнению, т.е. была изготовлена по базовому технологическому процессу. После операции «Хромирование» обе детали подвергались шлифованию в соответствии с базовым технологическим процессом. В процессе шлифования на детали №1 получено требуемое хромовое покрытие без дефектов. Шлифование детали №2, изготовленной по базовому технологическому процессу, привело к сколам покрытия сразу после начала процесса шлифования. Эпюра остаточных напряжений после упрочняющей обработки показана на рис. 3. Апробация в производстве показала отсутствие отслоения покрытия на всех изготовленных деталях.

По результатам работы можно сделать следующие выводы.

1. Проведена оптимизация технологического процесса шлифования по остаточным напряжениям. На основе исследования остаточных напряжений в поверхностном слое обеспечено наличие сжимающих остаточных напряжений, улучшающих адгезию гальванических покрытий деталей из титановых сплавов ВТ 22 и ВТ 3-1, и исключены прижоги.

2. Экспериментальные работы на детали «поршень со штоком» из материала ВТЗ-1 позволили обеспечить адгезию хромового покрытия в результате применения пневмодробеструйной обработки перед операцией «Хромирование».

3. Выбранный режим пневмодробеструйной обработки позволил обеспечить геометрические размеры детали «поршень со штоком» в пределах установленных технологических допусков.

Библиографический список

1. Букатый, С.А. Автоматизированная система определения остаточных напряжений. [Текст] / С.А. Букатый, А.С. Букатый // Механика и процессы управления. Труды XXXVIII Уральского семинара. Екатеринбург: УрО РАН, Миасс. – 2008. – Т. 1. – С. 191-194.

2. Кузнецов, Н.Д. Технологические методы повышения надёжности деталей машин [Текст]: Справочник / Н.Д. Кузнецов, В.И. Цейтлин, В.И. Волков. – М.: Машиностроение, 1993. – 304 с.

3. Букатый, С.А. Коробление и размерная стабильность маложёстких тонкостенных деталей в производстве газотурбинных двигателей. [Текст] / С.А. Букатый, И.В. Семенченко // Вестник машиностроения. М.: Машиностроение. – 1994. – № 10. – С. 32-37.

4. Букатый, А.С. Совершенствование конструкции и технологии изготовления ответственных деталей ГТД на основе энергетического метода и исследования жёсткости напряжённого состояния [Текст] / А.С. Букатый, С.А. Букатый, Д.П. Лёшин, А.А. Округин // Научно-технические технологии в машиностроении и авиадвигателестроении (ТМ-2012). Материалы IV международной научно-технической конференции. В 2-х частях. Рыбинск: РГАТУ имени П.А. Соловьёва. –2012. – Ч. 1. – С. 308-312.