

**Букатый А.С., Лунин В.В., Просоедов И.А., Мокшин Д.С.**

**ОБЕСПЕЧЕНИЕ ГЕРМЕТИЧНОСТИ ГАЛЬВАНИЧЕСКИХ ПОКРЫТИЙ  
ПРИМЕНЕНИЕМ УПРОЧНЯЮЩЕЙ ОБРАБОТКИ  
АЛМАЗНЫМ ВЫГЛАЖИВАНИЕМ**

В работе представлены результаты исследований, целью которых являлось обеспечение адгезии и герметичности хромового покрытия штоков, изготавливаемых из титановых сплавов BT22 и BT3-1 в АО «Авиаагрегат» (г. Самара). Решение проблемы осуществлялось путём оптимизации режимов шлифования, а также с помощью применения упрочняющей обработки алмазным выглаживанием хромового покрытия.

Известно, что сжимающие остаточные напряжения (ОН) повышают качество поверхностного слоя детали, замедляют развитие микродефектов, устраняют неблагоприятную технологическую наследственность после операций механической обработки, а также положительно влияют на адгезию и герметичность гальванических покрытий. Исследования проводились для детали «шток», хромирование которой осложнено множеством технологических проблем, наиболее значимыми из которых являются отслаивание и сколы покрытия в процессе шлифования, а также негерметичность структуры покрытия, выражающаяся в перетекании азота через хромовое покрытие в процессе испытаний на герметичность.

Определение остаточных напряжений в поверхностном слое детали перед операцией «хромирование» показало наличие растягивающих остаточных напряжений до 167 МПа. Операция «Отжиг», целью которой является, как правило, устранение неблагоприятной технологической наследственности перед нанесением покрытий, снижала уровень растягивающих ОН до величины ~ 30 МПа, однако знак напряжений сохранялся, напряжения оставались растягивающими. В связи с этим решение проблемы обеспечения адгезии хромового покрытия заключалось в создании сжимающих ОН в поверхностном слое штока перед гальванической обработкой. С этой целью была проведена оптимизация 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 деталей. Опытные работы проводились на образцах – полукольцах (рис. 1), вырезанных из штоков. Остаточные

напряжения определялись с применением автоматизированного прибора АСБ-1 [1] с учётом изменения деформаций колец от разрезки.



Рис. 1. Образцы - полукольца

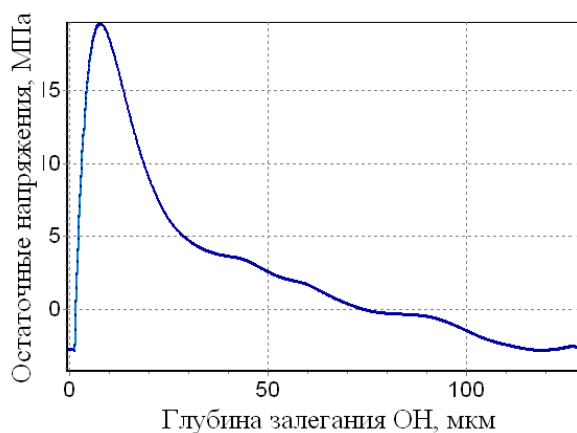


Рис. 2. Эпюра остаточных напряжений после шлифования

По результатам проведённых работ выбран режим шлифования: скорость перемещения стола – 5,3 мм/об, припуск на обработку – 0,01 мм, скорость вращения образца – 300 об/мин. Приведённый режим позволил обеспечить на поверхности хромового покрытия сжимающие ОН (рис. 2), при этом растягивающие ОН были перемещены под поверхностный слой, а уровень растягивающих напряжений снизился с 167 МПа до 20 МПа.

Полученный режим шлифования обеспечил требуемую адгезию хромового покрытия при гальванической обработке детали «поршень со штоком» из материалов ВТ22, ВТ3-1. Результаты работ в виде режимов шлифования были успешно апробированы на других деталях этого типа – штоках, цилиндрах, поршнях гидроцилиндров перед операций «хромирование».

Решение проблемы обеспечения герметичности гальванических покрытий осуществлялось применением упрочняющей обработки алмазным выглаживанием [2]. Исследования проводились на детали «поршень со штоком» из материала ВТ3-1. Базовый технологический процесс не обеспечивал герметичность, в результате чего при испытаниях наблюдалось перетекание азота через хромовое покрытие. Для проведения опытных работ были изготовлены детали – имитаторы штоков из материала детали (ВТ3-1). В результате проведения опытных работ, заключающихся в последовательном увеличении интенсивности режимов выглаживания, был получен режим, обеспечивающий требуемый для устранения утечек уровень сжимающих остаточных напряжений. Параметры режима: обороты вращения детали – 500 об/мин, подача – 0,05 мм/об, усилие давления на алмазный наконечник – 30 кгс, радиус алмаза – 2 мм. Полученный режим алмазного выглаживания исключал появление утечек, однако в ряде

случаев являлся причиной повреждения хромового покрытия на деталях, имеющих незначительные дефекты хрома или дефекты материала детали под хромом.

Дальнейшее исследование технологического процесса показало, что из-за разного базирования штока до и после операции хромирования шлифование покрытия осуществлялось с биением. В результате даже незначительное биение приводило к микроповреждениям покрытия, что также являлось причиной утечек. Изменение толщины слоя хрома позволило изготовить шток с припуском под суперфинишную обработку и тем самым исключить операцию «шлифование» из технологического процесса. В результате работ негерметичность хромового покрытия была устранена, при этом операция «Алмазное выглаживание» применялась на средних режимах не с целью устранения дефектов хрома, а для улучшения качества покрытия упрочняющей обработкой.

Апробация результатов работ в производственных условиях АО «Авиаагрегат» показала высокую адгезию и герметичность хромового покрытия не только на малогабаритных, но и на крупногабаритных деталях – поршнях, штоках, изготавливаемых из стали 30 ХГСА и титанового сплава ВТ22.

#### **Выводы**

1. Проведена оптимизация технологического процесса шлифования по остаточным напряжениям. На основе исследований режимов шлифования в поверхностном слое обеспечено наличие сжимающих остаточных напряжений, улучшающих адгезию гальванического покрытия деталей из титановых сплавов ВТ22 и ВТ3-1.

2. Экспериментальные работы на детали «поршень со штоком» из материала ВТ3-1 позволили обеспечить герметичность хромового покрытия в результате применения алмазного выглаживания после операции «хромирование».

3. Наилучшие результаты по обеспечению герметичности хромового покрытия могут быть получены применением технологии «хромирования по заданным размерам», обеспечивающей толщину хромового покрытия исключительно под операцию суперфинишной обработки. При этом алмазное выглаживание необходимо применять как упрочняющую обработку поверхности на режимах, значительно менее интенсивных по сравнению с режимами, применяемыми для устранения негерметичностей хромового покрытия.

#### **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.