

**Букатый А.С., Лунин В.В., Зотов Е.В., Мухин А.Ю., Шуджаири Марван А.Х.**

**ОБЕСПЕЧЕНИЕ ГЕРМЕТИЧНОСТИ ХРОМОВОГО ПОКРЫТИЯ  
КРУПНОГАБАРИТНЫХ ДЕТАЛЕЙ ШАССИ С ПРИМЕНЕНИЕМ  
ДРОБЕСТРУЙНОЙ ОБРАБОТКИ И АЛМАЗНОГО ВЫГЛАЖИВАНИЯ**

В производстве деталей шасси алмазное выглаживание штоков и гидроцилиндров находит широкое применение в качестве отделочно-упрочняющей обработки поверхностным пластическим деформированием. Преимуществом данного способа обработки по сравнению с дробеструйной и многими другими методами поверхностного пластического деформирования, является высокая степень чистоты поверхности, позволяющая эффективно применять данный метод как заключительный этап технологического процесса обработки поверхности штоков и поршней гидроцилиндров.

Деталь «Поршень» изготавливается из высокопрочной стали 30ХГСА и является наиболее характерным представителем деталей шасси, подвергаемых хромированию по наружной поверхности. Одной из наиболее значимых проблем, возникающих при производстве этой детали, является негерметичность хромового покрытия. Поршень после хромирования подвергается шлифованию и испытаниям на герметичность. Испытания на герметичность проводятся с применением азота. Деталь устанавливается в оправку с уплотнениями, имитирующую работу гидроцилиндра, и закрепляется на стенде. В полость оправки нагнетается азот под давлением ~15МПа, после чего деталь выдерживается под давлением 15-30 мин. Наличие пор, микротрещин и других дефектов хромового покрытия приводит к перетеканию азота и образованию утечек. Поршень с утечками через хромовое покрытие показан на рис. 1.

Наиболее эффективным технологическим мероприятием, позволяющим улучшить качество поверхностного слоя детали и устранить наиболее существенные дефекты хромового покрытия, является алмазное выглаживание. В данной работе алмазное выглаживание применялось до операции «Хромирование» с целью создания в детали сжимающих остаточных напряжений, повышающих адгезию хромового покрытия, и после операции «Хромирование» с целью создания структуры хромированного поверхностного слоя, обеспечивающей герметичность, то есть отсутствие утечек азота при испытаниях на герметичность.



Рис. 1. Утечки азота через пористую структуру хрома из полости оправки с давлением азота 15 МПа

Выбор режимов выглаживания перед хромированием проводился по результатам работ [1, 2]. Опытно-технологические работы выполнялись на токарном станке модели 1А616П. Основным критерием обработки перед хромированием являлось создание в поверхностном слое поршня сжимающих остаточных напряжений, улучшающих адгезию покрытия. По результатам работ получены параметры режима, обеспечивающие требуемую адгезию хромового покрытия:

- марка алмаза – АСПК;
- радиус алмаза – 1,5 мм;
- обороты шпинделя – 140 об/мин (для детали диаметром ~250 мм);
- скорость перемещения суппорта – 0,06 мм/об;
- усилие давления алмаза на поверхность поршня – 150 Н.

Полученный режим хорошо применим к большой номенклатуре деталей, изготавливаемых из сталей, но для деталей из титановых сплавов применение алмазного выглаживания не допустимо. Однако, проблема адгезии хромового покрытия особенно актуальна для титановых деталей. Титан подвержен образованию прижогов и растягивающих остаточных напряжений в материале поверхностного слоя на этапах

механической обработки. Для деталей шасси применение титановых сплавов наиболее характерно, поэтому для обеспечения адгезии покрытий применялось упрочнение микрошариками.

Выбор режимов упрочнения осуществлялся по результатам работ [3,4]. Для обеспечения адгезии покрытий основная цель упрочнения микрошариками – создание в поверхностном слое деталей не высокого уровня сжимающих остаточных напряжений ~ 200 МПа, гарантированно исключающих перенаклёп. Для достижения этих целей был получен следующий режим упрочнения:

- диаметр микрошариков – 600 мкм;
- количество сопел – 2 шт;
- давление воздуха – 0,18 МПа;
- расход дроби – 3 кг/мин;
- расстояние от сопел до упрочняемой поверхности – 170 мм.

Скорость перемещения сопел, частота вращения детали являются взаимозависимыми параметрами и назначаются по результатам построения кривых насыщения контрольных пластин. Рекомендуемое перекрытие при упрочнении составляет 10-20% от диаметра пятна эффективного распыла дроби.

После выполнения операции «Хромирование» основной и наиболее сложной проблемой является обеспечение герметичности хромового покрытия. Выглаживание хромового покрытия может быть применимо как для титановых деталей, так и для деталей, изготавливаемых из сталей. Назначение режимов выглаживания проводилось по результатам опытных работ. Наиболее сложным вопросом при назначении режимов выглаживания являлся выбор алмазного выглаживающего инструмента. Использовались 3 типа алмазов: 1 – натуральный алмаз; 2 – искусственный алмаз, марка АСБ; 3 – искусственный алмаз, марка АСПК. В результате экспериментов алмаз АСПК показал наилучшие показатели по стойкости. Необходимо отметить, что при выглаживании деталей без дефектов поверхностного слоя хорошие по стойкости результаты показывают натуральные алмазы. Однако, наличие дефектов при обработке крупногабаритных деталей, как правило, неизбежно. Это приводит к образованию рисок и сколов на натуральных алмазах. Искусственные алмазы более упруго воспринимают вибрации и ударные нагрузки, не подвержены сколам. Поэтому при выглаживании хромового покрытия рекомендуется применять искусственные алмазы, использование которых гарантированно не приводит к повреждению хрома в случае повышенного износа алмаза.

По результатам проведённых работ найден режим, обеспечивающий герметичность хромового покрытия и требуемое качество поверхности:

- марка алмаза – АСПК;
- радиус алмаза – 2 мм;
- обороты шпинделя – 140 об/мин;
- скорость перемещения суппорта – 0,06 мм/об;
- усилие давления алмаза на поверхность поршня – 200 Н.

Приведённый режим позволил полностью обеспечить заданные требования к поверхности детали: шероховатость поверхности Ra 0,18; снижение видимости рисок от суперфинишной и шлифовальной обработок в окружном и осевом направлениях; отсутствие дефектов хромового покрытия.

На указанном режиме проведено выглаживание партии поршней, как вновь изготовленных, так и не прошедших ранее испытания на герметичность. В результате экспериментов все поршни прошли испытания успешно, то есть полученные режимы выглаживания обеспечили не только необходимую шероховатость поверхности, но и улучшенную адгезию хромового покрытия, герметичность хромового покрытия. Поверхность поршня после алмазного выглаживания, прошедшего испытания на герметичность, показана на рис. 2. Необходимо отметить, что косвенным фактором

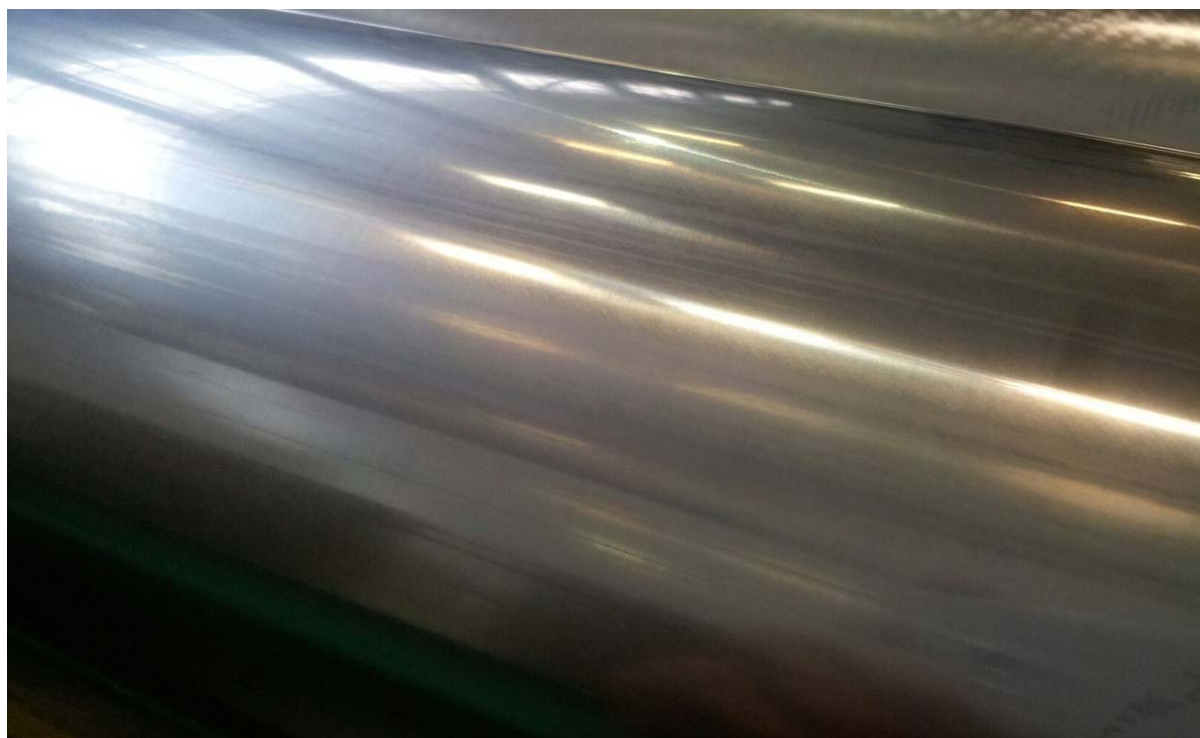


Рис. 2. Поверхность поршня после алмазного выглаживания искусственным алмазом АСПК

эффективности алмазного выглаживания является отсутствие рисок на хроме, создаваемых при выполнении суперфинишной обработки поршня. Сравнение рисунков 1 и 2 показывает отсутствие рисок от суперфинишной обработки (на рис. 1) после проведения эффективного алмазного выглаживания (рис. 2).

Результаты работ позволили снизить число перехромирований деталей «Поршень» ~ в 10 раз. Перехромирования вследствие негерметичности покрытий исключены полностью.

### **Выводы**

1. Обработка алмазным выглаживанием деталей шасси применима не только для повышения долговечности, но и для улучшения адгезии и герметичности гальванических покрытий.

2. Для деталей, изготавливаемых из титановых сплавов, обеспечение адгезии покрытий осуществляется применением упрочняющей дробеструйной обработки.

3. Полученный режим алмазного выглаживания обеспечивает требуемую шероховатость поверхностного слоя и герметичность хромового покрытия при проведении испытаний на герметичность с применением азота.

При проведении работ по обеспечению адгезии и герметичности гальванических покрытий с применением методов упрочнения поверхностным пластическим деформированием необходимо выбирать наименее интенсивные режимы обработки, так как наибольшее влияние на указанные параметры оказывает наличие сжимающих остаточных напряжений на поверхности деталей, а не глубина залегания остаточных напряжений. Наличие перенаклепа приводит к ухудшению всех параметров хромового покрытия.

### **Библиографический список**

1. Shvetcov A.N. and D.L. Skuratov, 2016. Mathematical Model and Program Development for the Efficient Process Conditions Determination During FeC0.15Cr12Ni2 Steel Diamond Smoothing. Key Engineering Materials Vol. 684. Pp. 477-482.

2. Швецов, А.Н. Исследование влияния параметров процесса алмазного выглаживания на шероховатость поверхности заготовки из стали 15X12H2MBФАБ-Ш при использовании индентора из натурального алмаза [Текст] / А.Н. Швецов, Д.Л. Скуратов // Вестник Самарского гос. аэрокосм. ун-та. Самара: СГАУ, 2014. – №5(47). – Ч.1. – С. 62-67.

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

5. Букатый, А.С. Назначение оптимальных режимов упрочнения деталей ГТД с учётом геометрии упрочняемых деталей [Текст] / А.С. Букатый // Авиация и космонавтика 2008: Тезисы седьмой международной конференции. Тезисы докладов – Москва: МАИ, 2008. – С. 68.