

На заключительном этапе работ полученный режим был апробирован на деталях – штоках, цилиндрах, поршнях, изготавливаемых из титановых сплавов ВТ 22, ВТ 3-1 и сталей 30ХГСА, 30ХГСН2А.

Результаты работ позволили обеспечить требуемый уровень адгезии для покрытий, получаемых гальваническим способом (хромирование, никелирование), а также покрытий, получаемых плазменным и газопламенным способом.

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.

4. Иванов, С.И. К определению остаточных напряжений в цилиндре методом колец и полосок / С.И. Иванов // Остаточные напряжения. – Куйбышев: КуАИ, 1971. – Вып. 48. – С. 179-183.

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

УДК 539.4.014.13

Букатый А.С., Сараев А.С., Лунин В.В., Солтанов С.А., Гаврилов Д.О.

ПОВЫШЕНИЕ ГЕРМЕТИЧНОСТИ ГАЛЬВАНИЧЕСКИХ ПОКРЫТИЙ ГИДРОЦИЛИНДРОВ МЕТОДОМ АЛМАЗНОГО ВЫГЛАЖИВАНИЯ

В производстве деталей шасси алмазное выглаживание штоков и гидроцилиндров находит широкое применение в качестве отделочно-упрочняющей обработки поверхностным пластическим деформированием (ППД). Преимуществом данного способа обработки, по сравнению с дробеструйной и многими другими способами упрочнения методами ППД, является высокая степень чистоты по-

верхности, 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 ~ 15 МПа, 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.



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

Наиболее эффективным технологическим мероприятием, позволяющим улучшить качество поверхностного слоя детали, устранить наиболее существенные дефекты хромового покрытия, является алмазное выглаживание. В данной работе алмазное выглаживание применялось до операции «Хромирование» с це-

лью 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.

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 – 0,06мм/об;
- усилие давления алмаза на поверхность поршня – 150Н.

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 дробеструйной обработкой микрошариками.

Выбор режимов упрочнения осуществлялся по результатам работ [3, 4]. Для обеспечения адгезии покрытий основная цель упрочнения микрошариками – создание в поверхностном слое деталей невысокого 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, применение 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 испытаний 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, косвенным фактором эффективности алмазного выглаживания является от-

сутствие рисок на хrome, 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).



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

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

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 15X12H2MBФAB-Ш при использовании индентора из натурального алмаза / А.Н. Швецов, Д.Л. Скуратов // Вестник СГАУ. –2014. – №5(47). – Ч.1. – С. 62-67.
3. Букатый, С. А. Коробление и размерная стабильность маложёстких тонкостенных деталей в производстве газотурбинных двигателей / С. А. Букатый, И. В. Семенченко // Вестник машиностроения – 1994. – № 10. – С. 32-37.
4. Букатый, А.С. Назначение оптимальных режимов упрочнения деталей ГТД с учетом геометрии упрочняемых деталей / А. С. Букатый // Авиация и космонавтика 2008: Тезисы седьмой международной конференции. Тезисы докладов – Москва: МАИ, 2008. – С. 68.