

ВОССТАНОВЛЕНИЕ СТОЙКИ ШАССИ САМОЛЁТА AIRBUS С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ КЛАСТЕРНОГО ХРОМИРОВАНИЯ

В производстве авиационных деталей шасси особое внимание уделяется прочности и герметичности гальванических покрытий. Ключевыми факторами, определяющими продолжительность жизненного цикла большинства деталей шасси, работающих в условиях трения и высоких контактных нагрузок, являются адгезия и микротвёрдость гальванических покрытий. Технологический процесс хромирования обеспечивает твёрдость покрытия на уровне, которого в ряде случаев недостаточно для гидроцилиндров шасси, работающих при повышенных циклически изменяющихся нагрузках, вследствие чего в ряде случаев возникают дефекты хромового покрытия.

Стандартный технологический процесс хромирования стойки самолёта Airbus не обеспечивает стабильную микротвёрдость покрытия, поэтому после появления дефектов для восстановления работоспособности стойки шасси была применена технология кластерного хромирования в гальваническом цехе АО «Авиаагрегат».

Ранее с целью улучшения свойств хромового покрытия в гальваническом цехе АО «Авиаагрегат» была составлена ванна объёмом 1580 л с добавлением углеродных нанотрубок NCM Chrome C и NCM Chrome S для кластерного хромирования крупногабаритных деталей. Состав электролита представлен в табл. 1.

Таблица 1. Состав кластерного электролита

Компонент	Концентрация при приготовлении, г/л	Рабочая концентрация, г/л
хромовый ангидрид CrO ₃ (тех.)	170	140-180
добавка «NCM Chrome S»	37,5	
обессоленная вода	остальное	остальное
содержание свободных сульфат-ионов SO ₄ ²⁻	–	1,2 - 1,8
Cr ³⁺	–	0,5 - 4
примеси металлов (Fe)	–	<6
хлориды (загрязнение)	–	< 100 мг/л

Приготовление электролита и ванны для хромирования осуществлялось в несколько этапов:

1) В ванне хромирования был установлен барботёр с четырьмя трубками для качественного перемешивания электролита воздухом.

2) Ванна была заполнена на 2/3 обессоленной водой и нагрета до температуры 40-50°C.

3) Далее небольшими порциями был добавлен хромовый ангидрид CrO₃ из расчёта 170 г/л; получившаяся суспензия была перемешана до полного растворения.

4) Добавка «NCM Chrome S» была механически перемешана миксером в течение 0,5 ч со скоростью 600-1300 об/мин, а потом внесена в ванну при включённом барботаже.

5) Ванна была дополнена до рабочего объёма деминерализованной водой. Электролит был нагрет до температуры 50-55°C и выдержан при этой температуре в течение 8-15 часов при постоянном перемешивании.

6) Электролит был проработан при температуре 45-55°C и плотности тока 10-20 А/дм² в течение 2-4 часов при плотности тока 4-6 А·ч/л и соотношении катодной и анодной площадей 3:1.

По окончанию составления и подготовки к работе ванны, был проведён анализ химического состава электролита и было подтверждено его соответствие требованиям технологического процесса. В полученном электролите были хромированы экспериментальные малогабаритные детали. Режимы хромирования деталей в кластерном электролите представлены в табл. 2.

Таблица 2. Режимы хромирования

Количество деталей в ванне	3 детали
Анодная активация	900 А; 0,5-1 мин
Рабочий ток	1500-1600 А
Выход на рабочий ток осуществляется плавно в течение 5 минут, удар током не проводится	
Температура электролита	54-58°C
Время выдержки	120 минут

Хромовое покрытие соответствовало требованиям технологического процесса. Применение углеродных нанотрубок NCM Chrome S позволило в 2 раза увеличить фактическую скорость хромирования и, соответственно, сократить время хромирования. Также было уменьшено количество хромового ангидрида в составе электролита – с 225-275 г/л до 140-170 г/л.

После хромирования были проведены шлифовальная и полировальная обработки покрытия.

Далее было необходимо предварительно апробировать экспериментальные детали в рабочих условиях под действием температурных и силовых нагрузений.

Детали были выдержаны при температурах минус 60±5°C и плюс 50±5°C в течение 6-ти часов в испытательном центре АО «Авиаагрегат». После успешно прой-

денных климатических испытаний были проведены ресурсные испытания (обкатка) с различным количеством блоков нагружений деталей. В конце каждого этапа испытаний проводилось снятие диаграмм статического обжатия в сборочном цехе и в испытательном центре АО «Авиаагрегат». Анализ показателей диаграмм позволяет сделать вывод о результатах проведённых испытаний – испытания пройдены успешно.

После проведения испытаний экспериментальные детали были разрезаны электроэрозионным способом на образцы с целью дальнейшего исследования свойств хромового покрытия в ЦЗЛ АО «Авиаагрегат»:

1) Пористость хромового покрытия определялась на образцах, вырезанных из экспериментальных деталей – покрытие ровное, гладкое.

2) Прочность сцепления покрытия с материалом детали (адгезия) после выдержки образца в печи при температуре 300°C в течение 1 часа – вздутие и отслаивание покрытия отсутствуют.

3) Толщина хромового покрытия – соответствует требованиям технологического процесса.

4) Микротвёрдость деталей 1230 – 1290 кгс/мм² соответствует требованиям технологического процесса производства экспериментальных деталей.

5) Шероховатость покрытия - соответствует требованиям технологического процесса.

Восстановление хромового покрытия стойки шасси самолёта Airbus проводилось по следующей технологии: сначала слой хромового покрытия с дефектами был удалён механической обработкой (рис. 1) с основного материала стойки шасси, затем была проведена подготовка поверхности под хромирование.

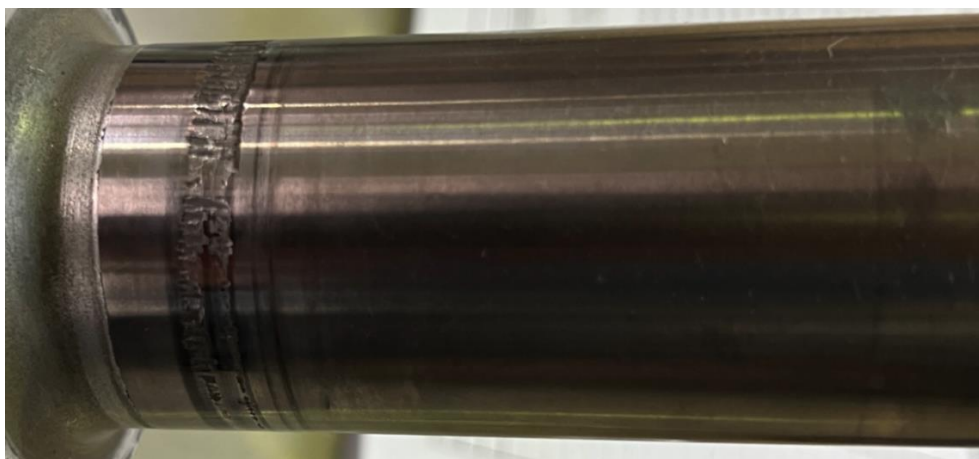


Рис. 1. Стойка шасси с дефектами хромового покрытия

Нанесение хромового покрытия на стойку шасси самолёта Airbus проводилось в гальваническом цехе АО «Авиаагрегат» в электролите с добавлением углеродных нанотрубок NCM Chrome C и NCM Chrome S по заранее отработанной

технологии. Свойства хромового покрытия улучшены относительно требований технологического процесса.

Работоспособность стойки полностью восстановлена.

Выводы и результаты работы

- Восстановлена работоспособность стойки шасси самолёта Airbus благодаря нанесению кластерного хромового покрытия, более прочного и надёжного, чем стандартное хромовое покрытие.

- Хромирование деталей в электролите с углеродными нанотрубками NCM Chrome S проходит быстрее на 25-30% по сравнению с хромированием в стандартном электролите. Соответственно, сокращено время хромирования.

- Применение углеродных нанотрубок NCM Chrome S позволило уменьшить количество хромового ангидрида в составе электролита с 225-275 г/л до 140-170 г/л.

- Подтверждена надёжность кластерного хромового покрытия, полученного при использовании углеродных нанотрубок NCM Chrome S, за счёт успешного прохождения климатических и ресурсных испытаний опытных деталей.

- Обеспечено повышение твёрдости хромового покрытия с использованием углеродных нанотрубок NCM Chrome S до величины 1290 кгс/мм².

- Кластерное хромовое покрытие деталей с углеродными нанотрубками NCM Chrome S соответствует требованиям технологического процесса по твёрдости, прочности сцепления покрытия с основным материалом детали (адгезии), пористости и шероховатости.

- В производстве АО «Авиаагрегат» благодаря замене электролита в рамках всего одного технологического процесса получено покрытие, превосходящее по своим свойствам и по скорости нанесения покрытие, получаемое по исходному технологическому процессу.

Библиографический список

1. 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 // Управление движением и навигация летательных аппаратов: Сборник трудов XXI Всероссийского семинара по управлению движением и навигации летательных аппаратов: Часть II. (г. Самара, 13-15 июня 2018 г.) / Самар. нац. исслед. ун-т им. С. П. Королёва – Самара, АНО «Издательство СНЦ», 2019. – С. 69-72.

2. 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 // Проблемы и перспективы развития двигателестроения: материалы докладов междунар. науч.-техн. конф. 12-14 сентября 2018 г. – Самара: Издательство Самарского университета, 2018 – С. 231-233.