

*Букатый А.С., Лунин В.В., Сазанов В.П., Евдокимов Д.В.,
Колычев С.А.*

УЛУЧШЕНИЕ СВОЙСТВ ХРОМОВОГО ПОКРЫТИЯ ДЕТАЛЕЙ

При производстве деталей шасси особое внимание уделяется адгезии, прочности и герметичности гальванических покрытий. Технологический процесс хромирования обеспечивает твёрдость покрытия на уровне, которого в ряде случаев недостаточно для гидроцилиндров шасси, работающих при повышенных циклически изменяющихся нагрузках. В условиях производства АО «Авиаагрегат» существовала необходимость повышения скорости нанесения покрытия на детали. В рамках процесса производства деталей «Шток» не было предусмотрено введение дополнительных технологических операций, улучшающих свойства покрытия и скорость его нанесения на деталь, вследствие чего было принято решение получить покрытие с требуемыми характеристиками благодаря замене электролита на более совершенный.

Целью данной работы является применение технологии кластерного хромирования с добавлением углеродных нанотрубок NCM Chrome S для получения высоких адгезии и прочности хромового покрытия, а также успешного прохождения испытаний на герметичность хромового покрытия [1].

Впервые в условиях производства АО «Авиаагрегат» было проведено хромирование в электролите с добавлением углеродных нанотрубок NCM Chrome S на штоки из сталей 30ХГСА и 30ХГСН2А. Для достижения поставленной цели необходимо проведение многоэтапных опытно-технологических работ.

I этап. Составление ванны электролита с добавлением углеродных нанотрубок NCM Chrome S объёмом 1580 л с последующим кластерным хромированием нескольких деталей «Шток №1» и «Шток №2» одновременно. Отработка и оптимизация режимов хромирования с целью получения покрытия, соответствующего требованиям технологического процесса.

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. По окончании составления и подготовки к работе ванны, был проведён анализ химического состава электролита для проверки его соответствия требованиям технологического процесса. В процессе проработки током на катоде происходят электрохимические процессы восстановления шестивалентного хрома в трёхвалентный. Необходимое количество ионов Cr^{3+} в электролите обеспечивает получение на катоде качественных осадков хрома.

В полученном электролите были захромированы детали «Шток №1» и «Шток №2» на заранее отработанных режимах. Параметры величин анодной активации и рабочего тока рассчитывались исходя из площадей поверхности деталей «Шток №1» и «Шток №2». Хромирование деталей в гальваническом цехе АО «Авиаагрегат» осуществлялось по следующей технологии:

1. Проведение контроля прижогов на деталях.
2. Подготовка поверхности под хромирование и монтаж деталей на приспособление.
3. Хромирование деталей «Шток №1» и «Шток №2» в кластерном электролите.
4. Замер толщины нанесённого покрытия.
5. Проведение обезводораживания.

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. В инструментальном цехе АО «Авиаагрегат» детали «Шток №1» и «Шток №2» были разрезаны электроэрозионным способом на образцы. В ЦЗЛ АО «Авиаагрегат» были исследованы следующие свойства покрытия деталей «Шток №1» и «Шток №2»:

1. Пористость хромового покрытия определялась на образцах, вырезанных из штоков – 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. Микротвёрдость – 1110 кгс/мм² – данное значение соответствует требованиям технологического процесса производства деталей «Шток №1» и «Шток №2».

II этап. Климатические и ресурсные испытания деталей «Шток №1» и «Шток №2».

Детали «Шток №1» и «Шток №2» являются частями Аппаратов поглощающих эластомерных (Аппараты), гасящих энергию колебаний при движении железнодорожных вагонов. С целью внедрения нового состава электролита в технологическую документацию деталей «Шток №1» и «Шток №2» было необходимо предварительно апробировать детали в комплекте Аппаратов под действием температурных и силовых нагрузений.

Штоки были доукомплектованы другими деталями и собраны в Аппараты, которые 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 пройденных климатических

испытаний были проведены ресурсные испытания (обкатка) с различным количеством блоков нагружений Аппаратов. В конце каждого этапа испытаний проводилось снятие диаграмм статического обжатия в сборочном цехе и в испытательном центре АО «Авиаагрегат». Анализ показателей диаграмм даёт возможность сделать вывод об успешно пройденных испытаниях.

III этап. Исследование свойств покрытия деталей «Шток № 1» и «Шток № 2» после климатических и ресурсных испытаний (рис. 1).



Рис. 1. Штоки с хромовым покрытием NCM Chrome S

После проведения испытаний были исследованы свойства хромового покрытия в центральной заводской лаборатории АО «Авиаагрегат»:

1. Пористость хромового покрытия – покрытие ровное, гладкое.

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

3. Толщина хромового покрытия – соответствует требованиям технологического процесса.

4. Микротвёрдость детали «Шток №1» – 1230 кгс/мм² – соответствует требованиям технологического процесса производства деталей «Штоки». Микротвёрдость детали «Шток №2» – 1290 кгс/мм² – данное значение превосходит требования технологического процесса производства штоков.

5. Шероховатость покрытия – соответствует требованиям технологического процесса.

Следующим этапом оптимизации производства планируется перевод ещё 3-х ванн хромирования на электролит с добавлением углеродных нанотрубок NCM Chrome S с целью значительного ускорения производства авиационных деталей за счёт их перевода на хромирование в электролите с углеродными нанотрубками NCM Chrome S.

Результаты опытно-технологической работы

1. Внедрена в производство ванна объёмом 1580 л, в состав электролита которой входят углеродные нанотрубки NCM Chrome S. Успешно хромированы детали «Шток №1» и «Шток №2», хромовое покрытие которых соответствует требованиям технологического процесса.

2. Хромирование деталей в электролите с углеродными нанотрубками NCM Chrome S проходит с большей в 2 раза скоростью по сравнению с хромированием в стандартном электролите. Соответственно, существенно сокращено время хромирования.

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

4. Успешно пройдены климатические и ресурсные испытания деталей «Шток №1» и «Шток №2», укомплектованных штоками с хромовым покрытием, полученным в электролите при использовании углеродных нанотрубок NCM Chrome S.

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

6. 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. Кластерное хромирование авиационных деталей / А.С. Букатый, В.В. Лунин, И.А. Просоедов // Пятая международная научно-техническая конференция «Динамика и виброакустика машин (DVM-2020)». – 2020. – С. 120–121.

2. Букатый, А.С. Кластерное хромирование деталей с применением нанопорошка оксида алюминия / А.С. Букатый, В.В. Лунин, В.К. Шадрин, Е.В. Зотов, А.Ю. Мухин // Самара: Международная научно-техническая конференция «Проблемы и перспективы развития двигателестроения». – 2021. – Т. 2. – С. 319–321.