



ОДК

КЛИМОВ



АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
«ОДК-КЛИМОВ»

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Закировой Лилии Ильдусовны «Особенности формирования гальванотермического покрытия системы цинк-олово с высокой защитной способностью на деталях из углеродистых сталей», представленной к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.17. – Материаловедение

Для предприятий авиастроительной отрасли проблема замены токсичных кадмиевых покрытий стоит особенно остро. Кадмий традиционно используется в покрытиях для защиты высокопрочных стальных деталей (крепеж, оси, качалки, детали шасси) от коррозии в условиях эксплуатации, включая воздействие хлоридов из морской атмосферы, обледенение, реагенты. Однако ужесточение экологических требований, изложенных в регламенте REACH и перспективных российских НД, делает необходимым переход на безопасные альтернативные варианты замены кадмиевых покрытий.

Диссертационная работа Закировой Л.И., направленная на создание гальванотермического покрытия (ГТП) системы «цинк-олово», в силу сказанного, востребована и обладает научной и, особенно, практической актуальностью.

Научная новизна работы Закировой Л.И. состоит в установлении механизма защитного действия покрытия, заключающегося в анодной защите и самоуплотнении покрытия продуктами коррозии цинка в составе эвтектики, а также в установлении двухступенчатого режима термической обработки (ТО - 150°C, 2 ч + 210°C, 4 ч), обеспечивающего формирование диффузионного слоя Fe-Zn-Sn (~2 мкм) и объемной эвтектической матрицы, и установлении корреляции между режимом ТО, структурой покрытия и коррозионной стойкостью.

Практическая значимость работы отмечена внедрением результатов диссертационной работы в производство, а именно:

- разработана технологическая рекомендация ТР 1.2.2449-2015 «Нанесение гальванотермического покрытия на детали из углеродистых сталей»;

- разработанная технология используется для защиты деталей из стали 30ХГСА (в том числе крепежных изделий) взамен кадмиевого покрытия на ряде производственных площадок авиационного производства;

- получен патент РФ № 2606364.

Среди основных показателей, подтверждающих эффективность разработанного ГТП следует отметить:

- повышение защитной способности покрытий, испытанных в камере соляного тумана - более 26 000 часов (более 3 лет), в том числе более 19 000 часов с надрезом до стали;

- обеспечение стационарного потенциала $-0,99 \pm 0,02$ В (х.с.э.) — т.е. анодного характера защиты;

- обеспечение коэффициента трения ниже, чем у кадмиевых покрытий (менее 0,5), при износе контртела не более 15%;

- обеспечение отсутствия водородного охрупчивания стали 30ХГСА;

- обеспечение преимущества перед кадмиевыми покрытиями в натуральных испытаниях в приморской атмосфере (г. Геленджик, 4,5 года).

Достоверность работы обеспечена использованием верифицированных и апробированных нормативов и стандартов, а также современных аттестованных методик (электронная микроскопия, электрохимические методы, ускоренные и натурные испытания), большим объемом экспериментальных данных, их воспроизводимостью и соответствием выводам.

Замечания по автореферату:

1. Не указаны допуски на режимы термообработки для серийного производства. В автореферате приведён оптимальный режим ТО: 150°C, 2 ч + 210°C, 4 ч. Не ясно, как отклонения температуры на $\pm 10^\circ\text{C}$ или времени на ± 30

мин могут влиять на защитную способность покрытий и металлической системы в целом.

2. В автореферате не отмечено влияние исходной шероховатости поверхности (Ra) стальных деталей на итоговую защитную способность ГТП после двухступенчатой ТО и не представлена математическая корреляция между шероховатостью и временем до появления первых питтингов.

Указанные замечания не носят принципиального характера и не снижают общей высокой оценки диссертационной работы.

Диссертационная работа Закировой Л.И. является логически завершенной научно-квалификационной работой, в которой решена актуальная задача материаловедения – создание покрытия не токсичнее цинкового покрытия взамен кадмиевого покрытия с сопоставимой защитной способностью.

Диссертация соответствует паспорту научной специальности 2.6.17. «Материаловедение» и отвечает требованиям п.п. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней» (Постановление Правительства РФ № 842 от 24.09.2013 г.), предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор Закирова Лилия Ильдусовна заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.17 – Материаловедение.

Начальник испытательной лаборатории
по исследованию материалов,
кандидат технических наук,
специальность 2.6.17 Материаловедение

Музафарова Светлана-Виктория Рустамовна

Дата: « 19 » 05 2026 г.

Контактный телефон: (812) 647-00-37, доб.6066, +7 (911) 908-97-36
Адрес: 194100, С.-Петербург, Кантемировская ул., д.11, стр.1 (ул. акад. Харитона, д.8), Акционерное Общество «ОДК-Климов» (АО «ОДК-Климов»)).
Факс: +7(812) 647-00-29; электронный адрес: klimov@klimov.ru

Подпись Музафаровой С.Р. подтверждаю

Катавская Ольга
АО «ОДК-Климов»

Владим Рустамов

