

Отзыв

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

В условиях современного импортозамещения и тенденции на ужесточение во всём мире экологических требований к производству, проблема замены токсичного кадмиевого покрытия приобретает для предприятий приоритетное значение. Кадмий традиционно применяется для защиты стальных деталей, однако его высокая токсичность и экологическая опасность диктуют необходимость поиска альтернативных технологий. Представленная диссертационная работа посвящена разработке экологически безопасного гальванотермического покрытия (ГТП) системы цинк-олово, что является крайне актуальным для технологического перевооружения гальванических участков предприятий.

Ключевым достижением работы является установление оптимального двухступенчатого режима термообработки (150 °С, 2 ч + 210 °С, 4 ч). Данный режим обеспечивает формирование диффузионного слоя Fe-Zn-Sn толщиной около 2 мкм и создание объемной эвтектической матрицы с включениями фаз заэвтектического состава. Выявленный механизм защитного действия (анодный характер защиты с управляемым уплотнением покрытия продуктами коррозии цинка) объясняет рекордную долговечность ГТП.

Практическая ценность работы подтверждена патентной защитой и внедрением технологии на предприятиях ПАО «Туполев» и АО «ОДК-Климов».

Особый интерес представляют:

- полная технологическая схема процесса (механическая подготовка → электрохимическое обезжиривание → активация в ингибированной соляной кислоте → послойное осаждение цинка и олова → двухступенчатая термообработка → финишное хромирование);
- возможность получения равномерного покрытия на деталях сложной геометрии (рассеивающая способность процесса 47,5 %);
- совместимость технологии с существующим гальваническим оборудованием, что снижает затраты на переоснащение.

Исследования выполнены с использованием современных аттестованных методик (ГОСТ, международные стандарты) и оборудования (электронная микроскопия, рентгеноструктурный анализ, электрохимические методы).

Замечание по автореферату:

1. По трибологическим характеристикам (стр. 19-20). Указано, что износ ГТП примерно в 2 раза выше, чем у кадмиевого покрытия, но износ контртела значительно ниже. Для крепежных изделий, эксплуатируемых в условиях вибрационных нагрузок, важно понимать, как повышенный износ самого покрытия влияет на долговечность резьбовых соединений. В автореферате этот вопрос освещен недостаточно полно.

2. По натурным испытаниям (стр. 17-18). Приведены убедительные результаты 4,5 лет экспозиции в Геленджике. Однако не указано, проводился ли количественный анализ (потеря массы, глубина коррозионных поражений) или оценка проводилась только визуально. Для более строгого обоснования вывода о превосходстве ГТП желательно привести количественные данные.

3. Необходимо уточнить, какое значение рассеивающей способности считается достаточным для стабильного нанесения покрытия на детали с глухими отверстиями и внутренними полостями (например, на крепеж).

Замечания не снижают высокой научной и практической ценности диссертационной работы.

Диссертация Закировой Л.И. соответствует п.п. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней» (Постановление Правительства РФ № 842 от 24.09.2013 г.), содержит научную новизну (впервые установлены закономерности формирования гетерофазной структуры при двухступенчатой термообработке), практическую значимость (разработанная технология внедрена на предприятиях), личный вклад автора, достоверные результаты, апробацию на 6 всероссийских и на 1 международной конференциях, 17 публикаций, включая 8 в ВАК, 2 в Scopus/WoS, и патент РФ. По объёму, научному уровню и обоснованности выводов работа полностью отвечает критериям, предъявляемым к кандидатским диссертациям по специальности 2.6.17. «Материаловедение».

Начальник химической лаборатории
отдела главного металлурга АО «ММЗ «АВАНГАРД»

 Кошкарова Е.А.

«26»  2026 г.

Заместитель генерального директора
по качеству АО «ММЗ «АВАНГАРД»,
кандидат технических наук

 Фурашов А.С.

«26»  2026 г.

АО «Московский машиностроительный завод «АВАНГАРД»
(АО «ММЗ «АВАНГАРД»)

Адрес: 125130, г. Москва, ул. Клары Цеткин, д. 33

Телефон: +7 (495) 639-99-90

E-mail: avangardmos@mmza.ru