



Научно-производственное предприятие  
**"ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ"**

ИНН 7707374229, Московская область, г. Мытищи, д. Сухарево  
☎ +7 (495) 978-58-54; ✉ ecoltech@mail.ru, www.ecoltech.ru

## ОТЗЫВ

**к.т.н. Кисиленко Павла Николаевича на автореферат диссертации Махиной Веры Сергеевны "Разработка технологического электролитического бронзирования", представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.9 – Технология электрохимических процессов и защита от коррозии**

### **Актуальность работы**

Разработка технологий нанесения гальванических бронзовых покрытий является актуальной задачей современной промышленности ввиду повсеместного отказа от цианистых электролитов.

Автором разработан технологический процесс электроосаждения бронзы из щелочного электролита на основе фосфоновых кислот, позволяющего осаждать покрытие непосредственно на поверхность углеродистой стали.

### **Структура и объем диссертации**

Диссертационная работа изложена на 163 страницах, содержит 69 рисунка, 16 таблиц и состоит из введения, трех глав, заключения, списка литературы из 101 наименований и приложения.

### **Анализ работы по главам**

Во Введении обоснованы актуальность темы диссертационной работы, сформулированы цели и задачи исследования, изложена научная новизна и практическая значимость.

В главе 1 представлен достаточно полный обзор литературы, связанной с темой диссертации. Проведен анализ существующих электролитов для осаждения сплава медь-олово. Рассмотрены свойства фосфоновых кислот и возможность электроосаждения покрытий бронзой из электролитов на их основе. Рассмотрены способность нитрилотриметилфосфоновой кислоты к фор-

мированию адсорбционных пленок на поверхности металлов и методы исследования данного явления.

В главе 2 описаны объекты и методы исследования. Основным объектом исследования являлся электролит бронзирования, содержащий нитрилотриметилфосфоновой кислоту, ионы двухвалентной меди, ионы четырехвалентного олова.

По количеству и значимости полученных в диссертации новых научных и прикладных результатов глава 3 является основной. Автором изучено влияние состава электролита на его стабильность и качество получаемых бронзовых покрытий.

### **Научная новизна**

Установлено, что при электроосаждении бронзы из нитрилотриметилфосфонового электролита на поверхности стали и осаждаемого сплава образуется наноразмерная пленка, которая препятствует контактному выделению меди на углеродистой стали. Показано влияние формирующейся пленки на кинетику разряда ионов меди и олова.

### **Практическая значимость**

Разработан стабильный щелочной бесцианистый электролит, позволяющий осаждать бронзовые покрытия равномерного состава с содержанием олова 8-14% в диапазоне плотностей тока 1-5 А/дм<sup>2</sup>. Осаждение бронзовых покрытий из разработанного электролита можно проводить непосредственно на углеродистую сталь.

### **Вопросы и замечания по работе**

В автореферате приведены экспериментальные результаты получения бронзовых покрытий без сравнения с результатами из цианидных электролитов.

Не приведены данные по коррозионным и антифрикционным свойствам получаемых бронзовых покрытий.

В тексте автореферата не приведены данные о стабильности полученного электролита во времени, а также в диапазоне температур, встречающихся на практике.

Отсутствуют рекомендации по обезвреживанию отработанных электролитов и промывных вод, с учетом того, что нитрилотриметилфосфоновая кислота образует хелатные соединения с ионами меди и олова.

Возможно, в тексте диссертации вышеперечисленные вопросы рассмотрены более подробно.

### **Общее заключение и оценка представленной диссертационной работы**

Диссертационная работа Махиной Веры Сергеевны является законченной научно-квалификационной работой. Несомненно, что результаты данной работы имеют научную и практическую значимость, они достаточно полно представлены в периодической печати и апробированы на конференции международного уровня, достоверность их не вызывает сомнения.

Содержание автореферата отражает основное содержание работы и выводы, сделанные из нее.

В целом, работа оставляет очень хорошее впечатление и по своей актуальности, научной и практической значимости, достоверности результатов и соответствует требованиям Положения ВАК к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических по специальности 2.6.9 – Технология электрохимических процессов и защита от коррозии.

Кисиленко Павел Николаевич, кандидат технических наук,  
директор ООО "НПП "Экологические технологии"

«31» августа 2023 г.



\_\_\_\_\_/ Кисиленко П.Н.

141052, Московская обл., г. Мытищи, д. Сухарево, ул. Стародмитровская, д. 79А.  
ООО "НПП "Экологические технологии"

тел.: +7(495) 978-58-54

e-mail: ecoltech@mail.ru