



ООО ПК «НПП СЭМ.М»

+7 (495) 978-94-42

+7 (495) 142-67-16

127562, г. Москва, Алтуфьевское ш., 24В, 395

e-mail: npp-semm@yandex.ru www.bestgalvanik.ru

18 сентября 2023 г.

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы Махиной Веры Сергеевны «Разработка технологического процесса электролитического бронзирования», представленный на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.9. – Технология электрохимических процессов и защита от коррозии

**Актуальность** представленной к защите диссертации заключается в разработке нового бесцианидного электролита для осаждения бронзовых покрытий на основе нового перспективного фосфорорганического лиганда.

Вопросу разработки бесцианидных электролитов, которые бы смогли выступить в качестве альтернативной замены цианидных, применяющихся на производствах и на сегодняшний день посвящено большое число исследовательских работ. Однако практически у всех бесцианидных электролитов имеются недостатки, которые препятствуют их применению в промышленных масштабах.

Работа имеет научную новизну, заключающуюся в установлении влияния наноразмерной пленки, формирующейся на поверхности стали при погружении в электролит бронзирования на основе нитрилотриметилфосфоновой кислоты, на совместный разряд меди и олова в сплав. Показано, что образующаяся пленка содержит соединения одновалентной меди.

Результаты работы имеют практическую значимость, которая заключается в возможности осаждения бронзовых покрытий с содержанием олова 8-14% из разработанного электролита на основе НТФ в широком диапазоне плотностей тока непосредственно на сталь. Разработанный электролит бронзирования защищен патентами (Патент РФ 2762501 С1, Патент РФ 2775069 С1).

В ходе выполнения работы соискателем была исследована возможность осаждения бронзовых покрытий из электролитов на основе НТФ и ОЭДФ, были подобраны концентрации компонентов и условия электроосаждения. Проведена оценка условных констант устойчивости комплексов, формирующихся НТФ с ионами меди и олова. Автором установлено, что на поверхности стальных образцов в исследуемых растворах формируется пленка, препятствующая контактному осаждению меди, а также определена толщина данной пленки и ее примерный состав. Показано, что покрытия, полученные из разработанного электролита, состоят из  $\alpha$ -фазы, имеют хорошую адгезию со стальной поверхностью, а микротвердость покрытия близка к значениям металлургической бронзы. Соискатель указывает на возможность длительной эксплуатации электролита и его корректировки.

По автореферату имеются незначительные **вопросы и замечания:**

1. В автореферате упоминается эквивалентная схема, однако не указано какая схема была выбрана и по какой причине.

2. Не приведена стоимостная оценка разработанного электролита по сравнению с существующими.

Отмеченные замечания не влияют на важность и достоверность полученных автором результатов.

В целом автором проведена большая исследовательская работа по изучению совместного соосаждения меди и олова в сплав из разработанного щелочного бесцианидного электролита на основе НТФ. На основании изложенного считаю, что работа Махиной Веры Сергеевны на тему «Разработка технологического процесса электрохимического бронзирования» **соответствует** требованиям, установленным Положением о порядке присуждения ученых степеней в федеральном государственном бюджетном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева», учрежденным приказом ректора №1523ст от 17.09.2021 г., предъявляемым к диссертационным работам на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор Махина Вера Сергеевна **заслуживает** присвоения ученой степени кандидата технических наук, по специальности 2.6.9. Технология электрохимических процессов и защиты от коррозии.

Генеральный директор

ООО ПК «НПП СЭМ.М», к.т.н.



— Архипов Евгений Андреевич