ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Филиппова Вадима Леонидовича «Электрохимическое и контактное осаждение меди в глубоких эвтектических растворителях на основе холинхлорида», представленной на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.6. Электрохимия

Актуальность диссертационной работы Филиппова В. Л. обусловлена необходимостью решения ряда технологических проблем, возникающих при электрохимическом меднении электроотрицательных подложек. Среди них можно отметить контактное осаждение (КО) меди в водных некомплексных электролитах, которое приводит к образованию пористого подслоя меди с низкой адгезией к подложке; экологические и эксплуатационные недостатки комплексных цианидных и пирофосфатных электролитов и др. Перспективность исследования связана с использованием глубоких эвтектических растворителей (ГЭР) как альтернативной среды для электроосаждения меди. Преимущество ГЭР на основе холинхлорида (ХХ) заключается в том, что в хлоридных ГЭР ионы меди существуют в форме комплексных соединений. Последнее может существенно изменить термодинамику и кинетику восстановления ионов меди, потенциально подавляя контактное осаждение и улучшая адгезию покрытий.

Целью работы Филиппова В. Л. являлось установление закономерностей контактного и электрохимического осаждения меди в ГЭР на основе ХХ и определение влияния состава раствора и материала подложки на термодинамику, механизмы и скорость этих процессов. Автором работы установлено влияние природы донора водородной связи (ДВС: этиленгликоль, глицерин, мочевина) и материала электрода на электрохимическую стабильность ГЭР на основе ХХ; установлен электрохимический ряд активности металлов (Ni > Cu ~ Co > Sn > Fe > In) в эталайне; количественно оценена скорость КО меди на железе, углеродистой и нержавеющей стали в растворах на основе эталайна, содержащих ионы меди в различных степенях окисления Cu(I) и Cu(II); определено влияние материала подложки и контактного осаждения на электрохимическое осаждение меди; исследовано влияние природы ДВС и содержания воды на вязкость растворов, кинетику электроосаждения меди, а также на морфологию медных осадков. Предложен эффективный способ меднения нержавеющей стали в эталайне: двухимпульсный потенциостатический режим с активным перемешиванием раствора.

Филипповым В. Л. получены важные для теории и практики результаты, заключающиеся в углублении фундаментальных представлений о механизмах электрохимических процессов в новом классе «зеленых» растворителей (ГЭР) и научном обосновании возможности прямого электрохимического меднения железных и стальных подложек в эталайне.

Результаты исследования представлены в 18 печатных работах (4 статьи опубликованы в журналах, рекомендованных ВАК для публикации материалов диссертаций; 14 работ представлено на научных конференциях всероссийского и международного уровней). Высокая публикационная активность отражает значительный личный вклад соискателя.

После ознакомления с авторефератом возник вопрос. На стр. 15-17 автореферата обсуждаются результаты исследований, направленных на повышение адгезии медных покрытий к подложке из нержавеющей стали, среди которых отмечаются: использование двухимпульсного потенциостатического режима, добавление воды к электролиту, интенсивное перемешивание электролита, сочетание этих факторов. Проводилась ли оптимизация процесса нанесения медных покрытий на НС в выбранных условиях

(исследование влияния величины, продолжительности и характера импульса, концентрации воды в электролите, скорости перемешивания электролита)?

Представленная диссертационная работа «Электрохимическое и контактное осаждение меди в глубоких эвтектических растворителях на основе холинхлорида» выполнена на высоком экспериментальном и теоретическом уровне, по актуальности, научной новизне и практической значимости отвечает требованиям п.п. 9-11, 13 и 14 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842 (в действующей редакции), а ее автор – В. Л. Филиппов заслуживает присуждения степени кандидата химических наук по специальности 1.4.6. Электрохимия.

Даю согласие на обработку моих персональных данных, связанных с работой диссертационного совета.

Кандидат химических наук (02.00.05 Электрохимия),
доцент, доцент кафедры физической химии
ФГАОУ ВО «Пермский государственный
национальный исследовательский
университет» Пантелеева Виктория Вячеславовна

«02» сентября 2026 г.

614068, г. Пермь, ул. Букирева, 15
ФГАОУ ВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет», химический факультет, кафедра физической химии
Тел.: +7(922)3275531
E-mail: vikpant@mail.ru

Подпись Пантелеевой В. В. заверяю
Ученый секретарь ФГАОУ ВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет» Антропова Е. П.