ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Филиппова Вадима Леонидовича на тему «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

Диссертационная работа посвящена важной и актуальной задаче современной электрохимии – электрохимическому осаждению металлических покрытий из глубоких эвтектических растворителей (ГЭР) на основе холинхлорида. В настоящее время такие среды всё более часто рассматриваются как альтернатива традиционным водным электролитам, что связано с возможностью существенного расширения интервала доступных потенциалов электрода. Кроме того, в случае осаждения меди применение ГЭР позволяет решить важную технологическую проблему, связанную с невозможностью меднения стальных изделий из растворов не содержащих лигандов и вызванную контактным осаждением меди на стали. По этой причине тему диссертационного исследования следует признать актуальной.

В процессе выполнения квалификационной работы ее автором – Филипповым В.Л. – получены важные научные результаты, среди которых следует отметить:

- Определение ряда электрохимических потенциалов в ГЭР на основе с холинхлорида, который, вследствие эффектов комплексообразования, не совпадает с водными растворами и определяет возможность осаждения металлических покрытий в условиях разомкнутой цепи.

- Выявление особенностей иммерсионного нанесения медных покрытий на стальные подложки из растворов, содержащих как соединения Cu(I), так и соединения Cu(II).

- Установление влияния протонодонорных добавок (вода, этиленгликоль, глицерин) на закономерности осаждения меди в исследуемых системах. Безусловно, важным практическим результатом работы является установление возможности получения качественных медных покрытий в условиях присутствия воды в электролите.

Достоверность полученных В.Л. Филипповым результатов обусловлена применением современных методов исследования электрохимических

процессов (циклическая вольтамперометрия, хроноамперометрия, анализ ICP-MS, атомно-силовая микроскопия, сканирующая электронная микроскопия и др.) и внутренней непротиворечивостью полученных данных.

Практическая значимость работы заключается в разработке способа прямого электрохимического меднения стальных подложек в ГЭР эталайн. Установленные автором закономерности, безусловно, важны для практики осаждения покрытий из ГЭР.

По тексту автореферата имеются следующие вопросы:

1) Термодинамический ряд равновесных потенциалов в эталайне (Ni > Cu ~ Co > Sn > Fe > In) установлен на основе исследований кинетики электродных реакций: потенциала начала электровосстановления металла и т.д. Не вполне понятно, в какой степени его можно назвать чисто термодинамическим. Различные металлы могут осаждаться с разными перенапряжениями, что может повлиять на кинетические параметры их электровосстановления и растворения.

2) Автору следовало бы обосновать возможность использования Ag/AgCl-электрода в исследованных им системах. Известно, что хлоридсеребряный электрод плохо работает в таких растворителях, как жидкий аммиак, амины и ацетонитрил, вследствие комлексообразования, приводящего к дрейфу потенциала. В какой степени этот электрод сравнения обеспечивает воспроизводимые значения потенциал рабочего электрода в исследованных автором ГЭР?

3) Следовало бы более четко описать методику определения содержания воды в исследуемых автором ГЭР, каким образом оно контролировалось? Использовалось ли титрование неводных растворов по К. Фишеру? Известно, что часть воды в рабочие растворы может быть внесено с кристаллогридратами солей металлов.

4) Интересны были бы данные о пористости полученных медных покрытий. Согласно тексту автореферата, их средняя толщина составляет сотни нанометров, т.е. тысячи монослоев. Для осуществления бестокового осаждения покрытия необходим электрический контакт раствора с подложкой, т.е. полученные покрытия должны характеризоваться определенной пористостью.

Вышеуказанные вопросы и замечания носят уточняющий характер и во многом имеют характер пожеланий. Они не снижают общей высокой оценки

диссертационной работы. Работа «Электрохимическое и контактное осаждение меди в глубоких эвтектических растворителях на основе холинхлорида» полностью соответствует требованиям пп. 9-11, 13 и 14 «Положения о присуждении учёных степеней», утверждённого Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842 в действующей редакции, предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени кандидата наук. Работа заслуживает высокой оценки, а её автор достоин присуждения учёной степени кандидата химических наук по специальности 1.4.6. Электрохимия.

Профессор кафедры общей
и неорганической химии ФБГОУ
РХТУ им. Д.И. Менделеева,
доктор химических наук Кузнецов В.В.

дата 22.09.2026

Миусская пл. д.9,
125047, г. Москва
РХТУ
(915)

Я, Кузнецов Виталий Владимирович, даю согласие на обработку моих персональных данных, связанных с работой диссертационного совета 24.1.141.02.

22.09.2026
Кузнецов В.В. *подпись*

Подпись Кузнецова В.В. заверяю:
Должность, степень, звание *подпись, расшифровка*

В.С. Мирошников