ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Гончарова Олега Юрьевича «Физико-химические основы низкотемпературного газофазного осаждения тугоплавких покрытий восстановлением галогенидов металлами», представляемую на соискание ученой степени доктора химических наук по специальности 1.4.4 – физическая химия

Нанесение покрытий, безусловно, является важным процессом, позволяющим улучшить характеристики материалов и имеющим разнообразное практическое применение. Актуальность и уникальность методов химического газофазного осаждения тугоплавких покрытий связана с их возможностью получать покрытия с хорошей адгезией на поверхности сложной формы и высокими защитными свойствами от коррозии. Автором поставлена **цель диссертации**, которая заключалась в разработке физико-химических основ нового подхода к нанесению тугоплавких покрытий, обеспечивающего проведение процесса осаждения при пониженных температурах и использование реагентов с более низкой коррозионной активностью по сравнению с аналогами.

Научная и практическая значимость работы заключаются в следующем:

Автором был проведен термодинамический анализ ряда систем, применяемых для осаждения тантала, молибдена и карбида тантала. В результате была получена новая научная информация по температурным и концентрационным зависимостям для областей стабильности образующихся фаз, позволяющая оценить возможности получения указанных покрытий и определить практически значимые оптимальные условия осаждения получения покрытий с заданным составом.

В процессе работы автором проведены разработки новых методов термодинамического анализа многокомпонентных систем. Была разработана методика прогнозирования состава покрытий, апробация которой для ряда систем вместе с экспериментальной проверкой полученных результатов позволила определить возможности методики. Также были созданы корреляционные методы, позволяющие оценить термодинамические данные для различных соединений. Автор тестировал данную методику на ряде систем и использовал в своей работе для получения данных о термодинамических свойствах соединений присутствующих в термодинамических системах, используемых при получении покрытий.

В результате теоретического анализа была разработана новая методика нанесения покрытий, которая успешно применена для осаждения таких

тугоплавких материалов, таких как молибден, тантал, рений, диборид гафния, карбид тантала и карбид гафния. В ходе работы были изучены процессы нанесения покрытий, а также особенности использования металлов-восстановителей и различных режимов нагрева изделий. Экспериментально исследованы условия нанесения покрытий из молибдена, рения и диборида гафния. Кроме того, проведена оценка возможности целенаправленного получения α- и β-тантала, а также карбида тантала в виде покрытий на различных типах подложек. Необходимо подчеркнуть, что для двух видов покрытий — Ta и TaC — были получены патенты на способ их нанесения. Предложенная новая газофазная методика осаждения покрытий имеет ряд преимуществ в сравнении с существующими методиками, которые свидетельствуют о ее практической ценности.

В диссертационной работе разработано новое оборудование для химического газофазного осаждения, которое обеспечивает проведение осаждения покрытий с восстановлением паров галогенидов в парах металлов-восстановителей (на испарители-дозаторы реагентов получены патенты). Новые методики, модули и установки обладают очевидной практической ценностью. Они могут являться основой для разработки промышленных технологий и оборудования, которое может быть пригодно не только для методов осаждения покрытий, но и для других целей (например, испарители-дозаторы).

Автором были разработаны и реализованы все модели термодинамических систем, проведены все необходимые термодинамические расчёты. Лично автором были созданы методика послойного термодинамического анализа состава покрытий, и методика корреляционной оценки термодинамических свойств, а также была проведена оценка комплектов термодинамических свойств ряда соединений.

Им была разработана новая методика осаждения покрытий, которая была запатентована для двух конкретных покрытий.

Автор планировал и руководил всеми этапами работ по получению окалин и нанесению покрытий методом химического газофазного осаждения, в работе была разработана схема комплексного анализа состава и структуры покрытий, основанная на согласовании данных термодинамического моделирования, фотоэлектронной спектроскопии, рентгенофазового анализа и элементного анализа методом оптико-эмиссионной спектроскопии.

Под руководством и при личном участии автора были разработаны и запущены в эксплуатацию три экспериментальные установки для нанесения покрытий на образцы различной формы. Также были созданы технологии

нанесения инертных тугоплавких покрытий при пониженных температурах осаждения методом CVD в рамках ряда проектов и хоздоговорных работ.

Под руководством и при личном участии автора были разработаны технические решения на оборудование для получения покрытий, часть из которых защищена патентами.

Высокая степень достоверности представленных в диссертации результатов обеспечена использованием проверенных методик термодинамического моделирования, оценки термодинамических свойств соединений, методов анализа состава покрытий. Полученные результаты были успешно подтверждены на практике при создании покрытий и изучении их составов. При проведении экспериментальных исследований использовалось современное оборудование и методики, а также надёжные методы подготовки исходных реагентов и материалов. Обработка полученных данных проводилась современными математическими методами, а результаты были сопоставлены с данными, полученными другими исследователями в этой области.

Соответствие научной специальности

Автореферат Гончарова О.Ю. соответствует паспорту специальности 1.4.4 — Физическая химия.

Апробация диссертации

Результаты работы представлены на 12 российских и международных конференциях. Было опубликовано 33 научных статей из перечня ВАК, а также получено 5 патентов.

По содержанию автореферата возникли следующие вопросы:

Из представленных в автореферате данных не ясно, как отводятся продукты окисления металлов-восстановителей при осаждении покрытия и как это влияет на качество полученных покрытий.

В целом предложенные автором решения имеют важное научное значение и значительно расширяют возможности проведения процессов осаждения покрытий.

Большинство полученных результатов являются новыми, и их достоверность подтверждается сравнением с данными из литературных источников. Диссертация представляет собой законченное исследование, основные результаты которого опубликованы в печати.

По своей актуальности, научной новизне, теоретической и практической значимости диссертационная работа Гончарова Олега Юрьевича соответствует критериям, установленным п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утверждённого Постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24 сентября 2013 г. (в ред. от 16.10.2024 г.).

Рецензируемая научно-квалификационная работа, в которой на основании выполненных автором теоретических исследований и предложенных технических решений разработаны физико-химические основы нового подхода к нанесению тугоплавких покрытий, имеет важное значение для развития перспективных наукоёмких технологий страны.

Автор рецензируемой работы заслуживает присуждения учёной степени доктора химических наук по специальности 1.4.4. Физическая химия.

Согласен на обработку персональных данных, включение их в аттестационное дело соискателя, вывешивание отзыва на сайте ФГБОУ ВО «КНИТУ» и в личном кабинете ФИС ГНА.

Заведующий кафедрой «Химия и химическая технология»
ИжГТУ имени М.Т. Калашникова,
д.х.н., доцент Плетнев Михаил Андреевич.
16.10.2026

Диссертация защищена по специальности
2.6.9 - Технология электрохимических процессов и защита от коррозии.

426069, Ижевск, Студенческая, 7
E-mail: pletnev@istu.ru
Тел. +79127604223

Подпись Плетнева М.А. заверяю
И.о.проректора по научной и
инновационной деятельности,
к.э.н. О.А. Дегтева

Вход. № 05-9196
«19» 10 2026 г.
подпись