

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу Глухова Вячеслава Геннадьевича на тему «Формирование супергидрофобных композиционных электрохимических покрытий на основе меди и хрома», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.9 Технология электрохимических процессов и защита от коррозии

Диссертация Глухова Вячеслава Геннадьевича посвящена проблеме формирования электрохимическими методами супергидрофобных покрытий, обладающих улучшенными физико-механическими свойствами.

Актуальность исследования

На сегодняшний день существует сравнительно большое количество исследований в области создания супергидрофобных покрытий и материалов, предложены различные методы супергидрофобизации поверхности. Однако широкого внедрения супергидрофобные покрытия в промышленности до сих пор не получили, в том числе, по причине их низкой механической стойкости и недолговечности супергидрофобных свойств. Кроме того, отмечается техническая сложность и длительное время обработки больших поверхностей для получения супергидрофобного эффекта.

Среди множества описанных в литературе методов придания супергидрофобных свойств различным материалам выделяются электрохимические, которые сравнительно легко масштабируемы, теоретически быстро позволяют обрабатывать большие площади поверхности и требуют, как правило, стандартное гальваническое оборудование. Однако в большинстве случаев авторы предлагают электрохимические способы нанесения дендритоподобных структур, которые обеспечивают полимодальность поверхности и после дополнительной гидрофобизации приобретают супергидрофобный краевой угол смачивания, но обладают низкой механической прочностью, поэтому малоприспособны для дальнейшего внедрения на практике.

В этой связи разработка электрохимических методов формирования супергидрофобных покрытий, обладающих улучшенными физико-механическими свойствами является, несомненно, актуальным направлением исследований. В этом направлении В.Г. Глухов выбрал весьма перспективный подход – повышение физико-механических свойств супергидрофобных электрохимических покрытий путем их упрочнения дисперсной фазой.

Научная новизна результатов работы

Результаты, полученные В.Г. Глуховым в диссертационной работе, являются новыми и оригинальными, основные из них следующие.

1. Впервые показана возможность улучшения физико-механических свойств супергидрофобных электрохимических покрытий на основе меди и хрома путем их электроосаждения из электролитов-суспензий с нанодисперсными частицами. Установлено, что соосажденные в покрытие агломераты наночастиц одновременно дисперсно-упрочняют металлическую матрицу и являются базовыми субмикро- и микроструктурами с полимодальной шероховатостью, обеспечивающими супергидрофобные свойства композиционных электрохимических покрытий после нанесения гидрофобизатора.

2. Впервые предложены композиционные электрохимические покрытия Cu-SiC, Cu-MoS₂, Cu-MoS₂/Cr, Cr-Nb₂N+Ta₂N, которые после обработки рядом гидрофобизаторов (стеариновая кислота, карнаубский воск и др.), характеризуются краевым углом смачивания 155-162°, отличаются на 2-3 порядка лучшей износостойкостью в сравнении с супергидрофобными дендритными электрохимическими покрытиями, описанными в литературе, и могут быть использованы, в частности, для разделения полярных и неполярных жидкостей с эффективностью 94,5-99,9%.

Теоретическая и практическая значимость работы

В своей диссертационной работе В.Г. Глухову удалось разработать ряд супергидрофобных композиционных электрохимических покрытий: медь - карбид кремния, медь - дисульфид молибдена, в том числе дополнительно упрочненное слоем хрома, хром – нитриды ниобия и тантала, которые после обработки некоторыми гидрофобизаторами сочетают в себе супергидрофобные свойства, коррозионную устойчивость и сравнительную износостойкость. На основе разработанных покрытий получены супергидрофобные сита для разделения полярных и неполярных жидкостей с высокими эксплуатационными свойствами. В частности показана эффективность таких сит в сборе масляных загрязнений с поверхности воды и регенерации нефтяных топлив от загрязнения влагой до допустимых значений.

Важным результатом работы являются сформулированные автором общие физико-химические подходы для разработки процессов формирования супергидрофобных композиционных электрохимических покрытий на основе меди и хрома, которые могут быть использованы как для создания новых супергидрофобных покрытий, так и внедрения в практику результатов настоящего диссертационного исследования.

Общая характеристика работы

Диссертация состоит из введения, четырех глав: обзора литературы, методической части, результатов экспериментов, обсуждения результатов; выводов, списка

использованной литературы, списка сокращений и 2 приложений. Общий объем работы: 159 страниц, включая 70 рисунков, 13 таблиц и библиографии из 185 наименований.

Диссертационная работа выполнена при поддержке Министерства науки и высшего образования РФ и частичной поддержке программы «УМНИК» Федерального государственного бюджетного учреждения «Фонд содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере».

Во Введении обоснована актуальность, сформулированы цели и задачи работы, изложена научная новизна и практическая значимость исследований.

В главе Литературный обзор сделан подробный анализ современного состояния исследований в области получения супергидрофобных материалов, рассмотрены теоретические основы явления супергидрофобности, проанализированы методы создания полимодальной шероховатости различных поверхностей, а также используемые гидрофобизаторы, приведены сведения как об известных композиционных электрохимических покрытиях на основе меди и хрома, так и общие факторы влияющие на морфологию получаемых композитов, рассмотрена проблема механической стойкости супергидрофобных поверхностей.

В главе Методики экспериментов описаны реактивы, составы и способ приготовления использованных в работе электролитов, приборов и методик исследования морфологии покрытий, их механической прочности, супергидрофобности, коррозионной стойкости, эффективности разделительных сит с разработанными покрытиями и пр.

В главах Результаты экспериментов и Обсуждение результатов представлены основные экспериментальные данные, проведён их подробный анализ, предложены объяснения наблюдаемых явлений, даны практические рекомендации использования полученных результатов.

В Заключение сформулированы основные выводы по результатам диссертационного исследования.

Диссертационная работа включает два приложения, в том числе акт промышленных испытаний сит с супергидрофобными покрытиями.

Диссертация и автореферат оформлены согласно требованиям, которые к ним предъявляются, изложены ясным научным языком.

Обоснованность и достоверность выводов и результатов диссертации

В своей диссертационной работе В.Г. Глухов использовал комплекс как традиционных электрохимических методов, так и современных физических и физико-химических методов анализа для характеристики покрытий, а также испытательных сред, что позволило ему надежно сравнивать и оценивать полученные результаты. Результаты исследований сравнивались с известными литературными данными и не противоречат им.

В этой связи обоснованность и достоверность выводов и результатов диссертационной работы не вызывает сомнений.

В.Г. Глухов представил результаты своей работы на различных конференциях высокого уровня: Всероссийской конференции с международным участием «Ресурсосберегающие и экологобезопасные процессы в химии и химической технологии» (2021 г), Международных конференциях: «Актуальные вопросы электрохимии, экологии и защиты от коррозии» посвященная памяти профессора, заслуженного деятеля науки и техники РФ Вигдоровича В.И (2019, 2021, 2023 г.г.), «Фундаментальные и прикладные вопросы электрохимического и химико-каталитического осаждения и защиты металлов и сплавов», памяти чл.-корр. Ю.М. Полукарова (2017, 2020, 2024 г.г.), «Обработка поверхности и защита от коррозии», посвящённая году науки и технологий в РФ и 100-летию высшего образования в РХТУ им. Д.И. Менделеева (2021 г.), конкурсах молодых учёных ИФХЭ РАН в рамках конференций ФИЗИКОХИМИЯ 2019, 2020, 2021, 2022.

Основные положения диссертации получили полное отражение в 20 научных работах, в том числе 4 статьях в изданиях, индексируемых в международных базах данных Web of Science, Scopus, Chemical Abstracts, а также 16 тезисах докладов в материалах всероссийских и международных конференций. По результатам работы получено 2 патента РФ.

Замечания и вопросы по работе

1. Существуют литературные сведения, что супергидрофобные поверхности могут быстро терять свои свойства при замораживании/размораживании вследствие разрушения поверхностных полимодалных структур под действием льда. В этой связи испытания к воздействию льда часто используют при оценке физико-механических свойств супергидрофобных материалов. Почему в данной работе не использовали подобный метод испытаний?
2. В работе были получены достаточно высоконаполненные композиты на основе меди и хрома, которые после обработки рядом гидрофобизаторов проявляли супергидрофобные свойства и сохраняли их при различных механических воздействиях. Однако представляют интерес физико-механические свойства, например, микротвердость самих композитов. Такие данные в работе не приведены.
3. Почему не проводили оценку коррозионных свойств полученных супергидрофобных покрытий электрохимическими методами?

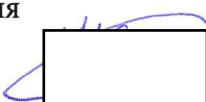
Сделанные вопросы и замечания не затрагивают сути работы и основных выводов диссертации, не влияют на положительную оценку диссертации, которая является завершенной научно-квалификационной работой. Научные выводы диссертационной работы, как и выносимые на защиту положения, достаточно обоснованы.

Автореферат полностью отражает содержание диссертации, его содержание и выводы соответствуют основным положениям работы.

Общее заключение по диссертационной работе

По актуальности, новизне, достоверности результатов, обоснованности выводов и практической значимости диссертационная работа Глухова Вячеслава Геннадьевича на тему «Формирование супергидрофобных композиционных электрохимических покрытий на основе меди и хрома» соответствует требованиям Положения о порядке присуждения ученых степеней в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», утвержденного приказом и.о. ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 14.09.2023 г. № 103 ОД, а ее автор Глухов Вячеслав Геннадьевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.9 Технология электрохимических процессов и защита от коррозии.

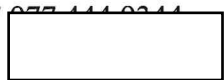
Официальный оппонент:
кандидат технических наук
(2.6.17 Материаловедение),
начальник лаборатории материаловедения
АО «ГНЦ РФ ТРИНИТИ»

 Кутуков Антон Константинович

03.12.2025 г.

Акционерное общество «Государственный научный центр Российской Федерации Троицкий институт инновационных и термоядерных исследований» (АО «ГНЦ РФ ТРИНИТИ»)

108840, г. Москва, г. Троицк, ул. Пушкиных, дом 12

akkutukov@triniti.ru, +7 

Подпись А.К. Кутукова заверяю,
к.ф.-м.н., ученый секретарь АО «ГНЦ РФ ТРИНИТИ» А.А. Ежов

