ОТЗЫВ

официального рецензента на диссертационную работу

Жунисбекова Аскара Турисовича на тему «Синтез наноматериалов методом плазмохимического осаждения в высокочастотном емкостном разряде» по специальности «6D074000 – Наноматериалы и нанотехнологии».

№п/п	Критерии	Соответствие критериям (необходимо отметить один из вариантов ответа)	Обоснование позиции официального рецензента
1.	Тема диссертации (на дату ее утверждения) соответствует направлениям развития науки и/или государственным программам	1.1 Соответствие приоритетным направлениям развития науки или государственным программам:	Работа соответствует приоритетным направлениям развития науки и государственным программам.
		1) Диссертация выполнена в рамках проекта или целевой программы, финансируемого(ой) из государственного бюджета (указать название и номер проекта или программы) 2) Диссертация выполнена в рамках другой государственной программы (указать название программы) 3) Диссертация соответствует приоритетному направлению развития науки, утвержденному Высшей научно-технической комиссией при Правительстве Республики Казахстан (указать направление)	Работа выполнена в рамках научных и научно-технических проектов грантового финансирования и программы целевого финансирования: 1. AP05134671 - Влияние радиационной и тепловой нагрузки на внутрикамерные материалы и пылеобразование при срыве плазменного шнура в термоядерных энергетических реакторах (2018-2020). 2. BR18574080 - Исследование фундаментальных и прикладных проблем физики плазмы, плазмоподобных сред для целей решения задач современной энергетики и получения новых функциональных материалов (2023-2025).
2.	Важность для науки	Работа **вносит**/не вносит существенный вклад в науку, а ее важность **хорошо раскрыта**/не раскрыта	В исследовании представлен всесторонний и детальный анализ гидрофобных свойств поверхностей, полученных методом плазмохимического осаждения. Также данная работа вносит значительный вклад в понимание механизмов формирования нанокластеров кремния и изучение их уникальных характеристик, связанных со снижением работы выхода электронов с поверхности.
3.	Принцип самостоятельности	Уровень самостоятельности: 1) **Высокий;** 2) Средний;	Высокий, чему свидетельствует роль кандидата в отечественных и международных публикациях.

		3) Низкий; 4) Самостоятельности нет	
4.	Принцип внутреннего единства	4.1 Обоснование актуальности диссертации: 1) **Обоснована;** 2) Частично обоснована; 3) Не обоснована.	Обоснована. Исследования, описанные в настоящей работе актуальны на сегодняшний день, имеют ценность с научной и практической точки зрения. Актуальность работы в данном направлении. Это подтверждается международными публикациями в данной направлении исследований, а также большим интересом со стороны научного сообщества.
		4.2 Содержание диссертации отражает тему диссертации: 1) **Отражает;** 2) Частично отражает; 3) Не отражает	Отражает. Содержание диссертации коррелирует с темой диссертации.
		4.3. Цель и задачи соответствуют теме диссертации: 1) **соответствуют;** 2) частично соответствуют; 3) не соответствуют	Соответствуют. Цель и задачи диссертации связаны с синтезом наноматериалов в ВЧ емкостном разряде, что отражено в теме диссертации.
		4.4 Все разделы и положения диссертации логически взаимосвязаны: 1) **полностью взаимосвязаны;** 2) взаимосвязь частичная; 3) взаимосвязь отсутствует	Все положения, описанные результаты диссертации связаны логически между собой. Главы вытекают одна из другой. Выносимые на защиту положения отслеживаются в публикациях автора.
		4.5 Предложенные автором новые решения (принципы, методы) аргументированы и оценены по сравнению с известными решениями: 1) **критический анализ есть;** 2) анализ частичный; 3) анализ представляет собой не собственные мнения, а цитаты других авторов	В представленной работе автор привел перспективный метод синтеза нанопленок, состоящих из нанокластеров кремния. Подобные покрытия, нанесенные на материал, позволяют уменьшать работу выхода электронов с поверхности. Сравнение с работами других авторов позволяет сделать вывод, что выбор данного подхода весьма обоснован и обладает более высокой эффективностью по многим параметрам.
5.	Принцип научной новизны	5.1 Научные результаты и положения являются новыми? 1) **полностью новые**; 2) частично новые (новыми являются 25-75%);	Научные результаты и положения, представленные к защите, являются полностью новыми. Автором исследован метод синтеза

		3) не новые (новыми являются менее 25%)	поверхностей методом PECVD при атмосферном давлении, обладающих супергидрофобными свойствами. Исследования показали, что подобный метод, при всей своей простоте, в высокой степени эффективен. Полученные нанопленки на предмет прозрачности для обладают высокой степенью прозрачности (до 90%) в видимом спектре света, устойчивы к атмосферным явлениям, ультрафиолетовому излучению, умеренно агрессивным химическим веществам. Анализ подтверждает, что пленки не теряют своих свойств на протяжении длительного времени (по меньшей мере не менее 18 месяцев). Одной из отличительных сторон метода является возможность осаждения нанопленки на различные материалы, включая ткани, пластик, бумагу и др. Автором также применил метод плазмохимического осаждения в высокочастотном емкостном разряде для синтеза нанокластеров кремния на поверхности различных материалов. Показано, что нанопленки, состоящие из подобных нанокластеров, изменяют работу выхода электронов. Подобные результаты подтверждаются теоретическими работами и числовым моделированием других авторов.
		5.2 Выводы диссертации являются новыми? 1) **полностью новые**; 2) частично новые (новыми являются 25-75%); 3) не новые (новыми являются менее 25%)	Представленные автором выводы являются полностью новыми и обоснованными.
		5.3 Технические, технологические, экономические или управленческие решения являются новыми и обоснованными: 1) **полностью новые**; 2) частично новые (новыми являются 25-75%); 3) не новые (новыми являются менее 25%)	Технические, технологические, экономические или управленческие решения являются полностью новыми и обоснованными. В работе исследован и описан метод формирования гидрофобных наноструктурированных пленок на

			поверхности различных материалов, таких как стекло, пластик, ткани, бумага и др. Основные преимущества метода – масштабируемость на большие поверхности, отсутствие технологически сложных операций. Также в работе исследован процесс формирования нанокластеров кремния и осаждения их в виде пленки на поверхности различных материалов. Это в свою очередь позволяет уменьшать работу выхода электронов с поверхности материала. Таким образом данный подход открывает путь для создания недорогих, нетоксичных источников электронов с большим сроком.
6.	Обоснованность основных выводов	Все основные выводы **основаны**/не основаны на весомых с научной точки зрения доказательствах либо достаточно хорошо обоснованы (для qualitative research и направлений подготовки по искусству и гуманитарным наукам)	Все основные выводы основаны на экспериментальных данных научных методах, а также описаны в соответствующих публикациях.
7.	Основные положения, выносимые на защиту	Необходимо ответить на следующие вопросы по каждому положению в отдельности: 7.1 Доказано ли положение? 1) **доказано**; 2) скорее доказано; 3) скорее не доказано; 4) не доказано 7.2 Является ли тривиальным? 1) да; 2) **нет** 7.3 Является ли новым? 1) **да**; 2) нет 7.4 Уровень для применения: 1) узкий; 2) средний; 3) **широкий** 7.5 Доказано ли в статье?	Все выносимые на защиту положения доказаны экспериментальными результатами, являются новыми и нетривиальными. Все поставленные задачи для достижения поставленной цели выполнены в полном объеме. ***Положение 1.*** Изменение частоты модуляции высокочастотного емкостного разряда смеси аргон/метан от 1 Гц до 10 кГц приводит к увеличению среднего размера синтезируемых наночастиц от 26 нм до 61 нм при сохранении значений других параметров плазмы. Синтезированные в плазме высокочастотного емкостного разряда атмосферного давления при значениях мощности 200 Вт, потока газа Ar/HMDSO (40 ssm/1,2 ssm) супергидрофобные пленки обладают светопропускающей способностью не менее 92% и имеют угол Положение доказано.

		1) да; 2) нет	Не является тривиальным. Является новым. Имеет широкий уровень для применения. Доказано в статье. ***Положение 2.*** Синтезированные в плазме высокочастотного емкостного разряда атмосферного давления при значениях мощности 200 Вт, потока газа Ar/HMDSO (40 ssm/1,2 ssm) супергидрофобные пленки обладают светопропускающей способностью не менее 92% и имеют угол смачивания не менее 165*. Положение доказано. Не является тривиальным. Является новым. Имеет широкий уровень для применения. Доказано в статье. ***Положение 3.*** Синтез методом PECVD в плазме ВЧ разряда смеси газов аргон/силан (98%/2%) мощностью 10 Вт, давлении 63 Па, потока газа 20 sccm, времени включения плазмы от 25 мс до 50 мс и количества циклов, равным 1000, позволяет получать ультрастабильные кремниевые нанокластеры с постоянным электрическим дипольным моментом в диапазоне размеров от 4,0 нм до 6,7 нм, что при нанесении их на поверхность материалов приводит к значительному снижению работы выхода электронов. Положение доказано. Не является тривиальным. Является новым. Имеет широкий уровень для применения. Доказано в статье.

8.	Принцип достоверности Достоверность источников и предоставляемой информации	8.1 Выбор методологии - обоснован или методология достаточно подробно подробно описана 1) **да**; 2) нет	Методология подробно изложена в научных публикациях и подкреплена соответствующими литературными источниками.
		8.2 Результаты диссертационной работы получены с использованием современных методов научных исследований и методик обработки и интерпретации данных с применением компьютерных технологий: 1) **да**; 2) нет	Все экспериментальные данные были получены с использованием современных подходов и передового аналитического оборудования.
		8.3 Теоретические выводы, модели, выявленные взаимосвязи и закономерности доказаны и подтверждены экспериментальным исследованием (для направлений подготовки по педагогическим наукам результаты доказаны на основе педагогического эксперимента): 1) **да**; 2) нет	Теоретические выводы, модели, выявленные взаимосвязи и закономерности доказаны и подтверждены экспериментальными исследованиями и соответствующими литературными данными.
		8.4 Важные утверждения **подтверждены**/частично подтверждены/не подтверждены ссылками на актуальную и достоверную научную литературу	Значимые утверждения подкреплены ссылками на актуальные и достоверные научные источники.
		8.5 Использованные источники литературы **достаточны**/не достаточны для литературного обзора	Достаточны.
9	Принцип практической ценности	9.1 Диссертация имеет теоретическое значение: 1) **да**; 2) нет	Данная работа имеет важное теоретическое значение.
		9.2 Диссертация имеет практическое значение и существует высокая вероятность применения полученных результатов на практике: 1) **да**; 2) нет	Представленные результаты имеют высокую прикладную ценность. Синтезированныегидрофобные нанопокрытия могут с успехом применяться для защиты поверхностей солнечных батарей, фасадного остекления, так как обладают свойством самоочищения. Нанокластеры кремния, полученные методом PECVD, имеют высокий прикладной потенциал,

			так как являются недорогими, экологически безопасными, нетоксичными источниками электронов. Также пленка, сформированная нанокластерами кремния защищает материал от чрезмерного испарения при нагревании.
		9.3 Предложения для практики являются новыми? 1) **полностью новые**; 2) частично новые (новыми являются 25-75%); 3) не новые (новыми являются менее 25%)	Предложения для практики являются полностью новыми и подтверждаются опубликованными работами.
10.	Качество написания и оформления	Качество академического письма: 1) **высокое**; 2) среднее; 3) ниже среднего; 4) низкое.	Качество академического письма автора высокое.

Решение официального рецензента: Оценивая диссертационную работу **«Синтез наноматериалов методом плазмохимического осаждения в высокочастотном емкостном разряде»** в целом, следует отметить высокий уровень и законченность научных исследований, представляющих теоретический и практический интерес. Диссертация обладает научной новизной и практической значимостью, соответствует требованиям раздела "Правил присуждения ученых степеней", а ее автор Жунисбеков Аскар Турисович заслуживает присвоения степени доктора философии (PhD) по специальности «6D074000 -Наноматериалы и нанотехнологии».

Официальный рецензент:
PhD, Декан школы химической инженерии,
Казахстанско-Британского
Технического Университета

Бейсенов Ренат Елемесович

17/06/2024 г.

Подпись Бейсенова Р.Е. заверяю
Департамент
по развитию персонала