ОТЗЫВ

научного руководителя PhD, Академика НАН РК, д.ф.-м.н, профессора Рамазанова Т.С. на диссертационную работу **Жунисбекова Аскара Турисовича**

на тему: «Синтез наноматериалов методом плазмохимического осаждения в высокочастотном емкостном разряде»

представленную на соискание степени доктора философии (PhD) по образовательной программе «6D074000 – Наноматериалы и нанотехнологии»

Докторская диссертация Жунисбекова А.Т. посвящена синтезу наночастиц углерода, кремния, стабильных нанокластеров кремния, и созданию наноструктурированных материалов с использованием плазменных технологий. Также рассмотрены перспективы использования результатов работы и применимости в современных прикладных дисциплинах. Это направление является актуальным и перспективным в современной прикладной науке, так как наноматериалы находят широкое применение в различных отраслях, включая медицину, фармацевтику, электронику и энергетику. Таким образом, потребность в новых материалах с улучшенными свойствами подчеркивает значимость данного исследования.

В исследовательской работе можно выделить три ключевых направления.

Первое – это исследование влияния различных параметров разряда и плазмы, таких как давление газа, концентрации смесей газов, мощность и продолжительность разряда, температура и пр. на процесс синтеза наночастиц. Здесь особо стоит отметить влияние частоты модуляции высокочастотного сигнала. Проведенные эксперименты показали, что изменение частоты модуляции высокочастотного емкостного разряда смеси аргон/метан от 1 Гц до 10 кГц приводит к увеличению усреднённого размера синтезируемых наночастиц от 26 нм до 61 нм. Такой подход открывает дополнительные возможности для лучшего контроля роста частиц.

Во второй части работы проведены серии экспериментов по синтезированию нанопленок на поверхности различных материалов, обладающих свойствами гидрофобности, а также анализ полученных результатов. Синтез проходил с использованием метода плазмохимического осаждения при низком и атмосферном давлениях. Материалы с супергидрофобными свойствами характеризуются высокими контактными углами (150° и более) и низким гистерезисом этих углов. Наличие таких свойств делает исследование и разработку супергидрофобных поверхностей особенно актуальными для прикладных областей. Особое внимание в работе уделено созданию гидрофобных и супергидрофобных нанопленок при атмосферном давлении, что существенно упрощает технологический процесс. Полученные с помощью данного метода поверхности обладают углами смачивания более 160^0. В то же время, при определенных условиях, такие пленки характеризуются светопропускающей способностью не менее 90%. Полученные покрытия показывают отличную стойкость к умеренно агрессивным химическим средам,

воздействию ультрафиолетового излучения, высокой температуре, воздействию атмосферных явлений. К примеру, у образцов, на протяжении 18 месяцев находившимся под открытом небом, наблюдалось крайне незначительное снижение гидрофобных свойств.

Третья часть работы посвящена синтезу ультрастабильных нанокластеров кремния, обладающие электрическим дипольным моментом. Внешнее электрическое поле, приложенное во время осаждения таких частиц на подложку, ориентирует их вдоль силовых линий. Это приводит к изменению работы выхода электронов с поверхности материала подложки. При определенных параметрах высокочастотного разряда синтезируются нанокластеры с заданными размерами (порядка нескольких нанометров). Следует также отметить, что, покрытие суперкластерами кремния не только снижает работу выхода, но также предотвращает испарение материала подложки при нагреве и защищает его от враждебных сред. Этот метод – большой шаг к созданию недорогих, энергетически и экономически эффективных, экологичных источников электронов.

Все экспериментальные работы были проведены с применением широко известных методик и современного измерительного и аналитического оборудования, что подтверждает достоверность полученных результатов. Новизна представленной работы подтверждается публикациями в высокорейтинговых рецензируемых научных журналах входящих в базы международных информационных ресурсов Web of Science и Scopus.

В заключение хочу отметить, что данная работа представляет собой качественный научный труд, имеющий высокую прикладную значимость. Результаты данной работы способствуют лучшему пониманию свойств наноструктурированных материалов. Это исследование вносит вклад в развитие нанотехнологий, а также может послужить основой для разработки новых методов и технологий в области электроники.

Учитывая вышеизложенное, исследовательская работа Жунисбекова А.Т. на тему «Синтез наноматериалов методом плазмохимического осаждения в высокочастотном емкостном разряде», представленная на соискание степени доктора философии (PhD) по образовательной программе «6D07400 – Наноматериалы и нанотехнологии» соответствует всем квалификационным требованиям правил присуждения степеней, а его автор сформировался как высококвалифицированный специалист, умеющий решать достаточно сложные научные задачи фундаментального и прикладного характера и, безусловно, заслуживает присуждения степени доктора философии (PhD).

Научный консультант,
Академик НАН РК, д.ф.-м.н. профессор _____ Т.С. Рамазанов

Қолын растаймын
Подпись заверяю

«Әл-Фараби Қазақ ұлттық университеті» коммерциялық емес акционерлік қоғамы
Некоммерческое акционерное общество «Казахский национальный университет имени аль-Фараби»
Joint Stock Company «Al-Farabi Kazakh National University»
Әл-Фараби университеті
БИН 990140001154