

REVIEW

of the

Thesis for the degree of Doctor of Philosophy (PhD)

**“The synthesis and properties of carbon nanomaterials obtained in
complex gas-discharge plasma”**

submitted by

Utegenov U. Almasbek

to the

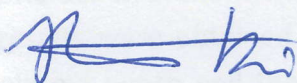
Al-Farabi Kazakh National University

in

2020

The following review is prepared by Peter Hartmann, PhD, senior research fellow of the Wigner Research Centre for Physics, as the “foreign scientific adviser” of Utegenov U. Almasbek during his studies and research activities related to his PhD Thesis.

Budapest, 28. February 2020.



Peter Hartmann, PhD
Wigner Research Centre for Physics
hartmann.peter@wigner.mta.hu





Institute for Solid State Physics and Optics
Wigner Research Centre for Physics

In his PhD thesis Mr. Utegenov presents a detailed overview of his research activities conducted in the field of complex plasma science with special emphasis on synthesis and characterization of simple and composite nanoparticles in gas discharges. This topic is of high scientific interest in the present age of nanomaterials. **Finding new methods for the synthesis and characterization of nanoparticles opens new avenues for future applications and has high priority in current scientific and national research strategy programs.**

The thesis is organized in 4 chapters, where the first provides a valuable introduction to the field and its state of the art to the reader. In chapter 2 he shows his discoveries related to the void formation and control of the size of void observed in the center of the nanoparticle cloud in radiofrequency (RF) gas discharges. For many years, since the discovery of the "void" (a dust particle free region near the center of the discharge enclosed by the dust ensemble) in microgravity experiments onboard the International Space Station (ISS) the control of this unexpected feature became of key importance. The presence of the void hindered the formation of large homogeneous dust particle structures and obviously greatly effects dust transport and collective phenomena. **Mr. Utegenov has shown that with combining RF and DC driving voltages it is possible to tailor the shape of the nanoparticle ensemble and the position and size of the void. His results are highly relevant and may find application in the design of future reactive plasma systems.**

In chapter 3 he presents the experimental investigation he has performed in Budapest, Hungary on the application of a technique new to this field, first used by him to monitor the growth of carbon nanoparticles in a reactive discharge plasma environment. The technique is based on the dynamic light scattering phenomena, which has been successfully applied for the characterization of nanoparticles in liquid solvents and dusty plasmas with micro-particles in a plasma crystal configuration, but was never before used for nanoparticles in discharge environment. **His pioneering results serve as basis for the ongoing development of a new sensitive diagnostic method aiming the real-time characterization of the nanoparticle growth process over a wide range of particle size and concentration.**

In chapter 4 the results of a study of dust formation processes regarding plasma - surface interaction in thermonuclear reactors on the basis of pulsed plasma accelerator are presented. The results were obtained using a high-speed imaging. He has determined the speed of the pulsed plasma bunch and the diameter of the plasma cord. He also found that after interaction of the pulsed plasma flow with the surface of the candidate material, particles with different geometric shapes appear, including fractal, spherical and arbitrary shapes. Based on the results of the synergistic analysis of the erosion products, it was found that after interaction with the plasma flow, the target surface becomes amorphous, as evidenced by the D peak increase in the Raman spectrum of irradiated targets. Based on the results of the experiments, the plasma beam energy density could be determined. **His contribution to this field provides valuable insight into the**



Institute for Solid State Physics and Optics
Wigner Research Centre for Physics

details of dust generation in fusion devices, which is one of the main technological challenges mankind in our times.

In summary, the chosen scientific topic is highly relevant to general scientific and national programs, the scientific results are interesting, valid, new, and of high value. Some results are of fundamental nature and contribute to the general understanding of natural phenomena, while others have direct significant impact on the advance of state of the are technologies.

Utegenov U. Almasbek, despite his young age, has a remarkable scientific record listing 7 publications in peer-reviewed international scientific journals since the year 2013. In light of this I have no doubt about his capability of conducting independent research, and suggest, in case of successful defense of his thesis, to award him with the PhD scientific degree.

Budapest, 28. February 2020.

Peter Hartmann, PhD
Wigner Research Centre for Physics
hartmann.peter@wigner.mta.hu





Институт физики твердого тела и оптики
Научно-исследовательский центр физики имени Вигнера
Венгерской академии наук

ул. Конколи-Теге Миклос 29-33, 1121 Будапешт, Венгрия
почтовый ящик 49, 1525 Будапешт, Венгрия
телефон/факс: +36 1 392 2768
E-mail: szfi@wigner.mta.hu
Web: wigner.mta.hu

ОТЗЫВ

на диссертацию

на соискание ученой степени доктора философских наук (PhD)

**“Синтез и свойства наноматериалов полученных в газоразрядной плазме сложного
состава”**

представленный

Утегеновым У. Алмасбеком

в Казахский Национальный Университет имени аль-Фараби

в

2020 году

Следующий обзор подготовлен Питером Хартманном, доктором наук, старшим научным сотрудником Научно-исследовательского центра физики им. Вигнера Венгерской академии наук, в качестве «иностранным научным консультантом» Утегенова У. Алмасбека в ходе его обучения и исследований, связанных с его PhD диссертацией.

Будапешт, 28 Февраля 2020 г.

/подпись/

/печать/

Питер Хартманн, PhD

Научно-исследовательского центра физики им. Вигнера

Венгерской академии наук

hartmann.peter@wigner.mta.hu

/Содержание печати: научно-исследовательский центр физики имени Вигнера/



Institute for Solid State Physics and Optics
Wigner Research Centre for Physics
Hungarian Academy of Sciences

В своей кандидатской диссертации г-н Утегенов представляет подробный обзор своей исследовательской деятельности, проводимой в области науки о комплексной плазме, с особым акцентом на синтез и характеристику простых и составных наночастиц в газовых разрядах. Эта тема представляет большой научный интерес для современной эпохи наноматериалов. **Поиск новых методов синтеза и характеристики наночастиц открывает новые возможности для будущих применений и имеет высокий приоритет в текущих программах научных и национальных исследовательских стратегий.**

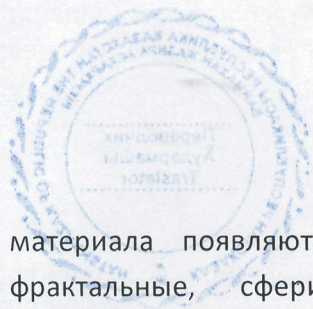
Диссертация состоит из 4 глав, первая из которых представляет читателю полезную информацию о данной области и ее современном состоянии. В главе 2 он показывает свои открытия, связанные с образованием войда и контролем его размера, наблюдаемых в центре облака из наночастиц в высокочастотном (ВЧ) газовом разряде. В течение многих лет после открытия «войда» (области, свободной от пылевых частиц, вблизи центра разряда, окруженного пылевым ансамблем) в экспериментах по микрогравитации на борту Международной космической станции (МКС) контроль этой неожиданной особенности стал иметь ключевую важность. Присутствие войда препятствует образованию крупных однородных структур пылевых частиц и, очевидно, значительно влияет на перенос пылевых частиц и коллективных явлений. **Г-н Утегенов показал, что, комбинируя управляющие напряжения ВЧ и постоянного тока, можно адаптировать форму ансамбля наночастиц, а также положение и размер войда. Его результаты весьма актуальны и могут найти применение при разработке будущих реактивных плазменных систем.**

В главе 3 он представляет экспериментальное исследование, проведенное им в Будапеште, Венгрия, по применению новой для этой области методики, впервые использованной им для мониторинга роста наночастиц в плазме с реактивным разрядом. Техника основана на явлениях динамического рассеяния света, которые были успешно применены для характеристики наночастиц в жидких растворителях и пылевой плазме с микрочастицами в конфигурации плазменных кристаллов, но никогда ранее не использовались для наночастиц в среде разряда. **Его новаторские результаты служат основой для постоянной разработки нового чувствительного метода диагностики, направленного на характеристику в реальном времени процесса роста наночастиц в широком диапазоне размеров и концентрации частиц.**

В главе 4 представлены результаты исследования процессов пылеобразования при взаимодействии плазмы с поверхностью материала первой стенки термоядерных реакторов на основе импульсного плазменного ускорителя. Результаты были получены с использованием высокоскоростной визуализации процесса взаимодействия. Он определил скорость импульса плазменного сгустка и диаметр плазменного шнура. Он также обнаружил, что после взаимодействия импульсного плазменного потока с поверхностью кандидатного



Institute for Solid State Physics and Optics
Wigner Research Centre for Physics
Hungarian Academy of Sciences



материала появляются частицы с различными геометрическими формами, включая фрактальные, сферические и произвольные формы. На основании результатов синергетического анализа продуктов эрозии было установлено, что после взаимодействия с потоком плазмы поверхность мишени становится аморфной, о чем свидетельствует увеличение пика D в спектре комбинационного рассеяния облученных мишеней. По результатам экспериментов можно было определить плотность энергии плазменного пучка. Его вклад в эту область дает ценную информацию о деталях образования пыли в термоядерных устройствах, что является одной из главных технологических проблем человечества в наше время.

Таким образом, выбранная научная тема очень актуальна для общенаучных и национальных программ, научные результаты интересны, актуальны, новы и имеют высокую ценность. Некоторые результаты носят фундаментальный характер и способствуют общему пониманию природных явлений, в то время как другие оказывают непосредственное значительное влияние на развитие технологий.

Утегенов У. Алмасбек, несмотря на свой молодой возраст, имеет замечательный научный послужной список, перечисляющий 6 публикаций в рецензируемых международных научных журналах с 2013 года. В свете этого я не сомневаюсь в его способности проводить независимые исследования и предлагаю, что в случае успешной защиты диссертации, присвоить ему ученую степень доктора PhD.

Будапешт, 28 Февраля 2020 г.

/подпись/

/печать/

Питер Хартманн, PhD
Научно-исследовательского центра физики им. Вигнера
Венгерской академии наук
hartmann.peter@wigner.mta.hu

/Содержание печати: научно-исследовательский центр физики имени Вигнера/

Я, Баймахан Жазира Аскарқызы, (удостоверение личности № 041562765, выдано МВД РК от 17.05.2017 г. действительно до 16.05.2027 г.), настоящим подтверждаю, что данный перевод является точным переводом данного документа и соответствует содержанию оригинала документа.

Подпись *А. Баймахан Жазира Аскарқызы*



«Двадцать пятое» мая две тысячи двадцатого года я, Муталиева Дилжара Рашидовна, нотариус города Алматы, действующая на основании государственной лицензии №0000252, от 03.11.2005 года, выданной Комитетом по организации правовой помощи и оказанию юридических услуг населению Министерства Юстиции Республики Казахстан, свидетельствую подлинность подписи, сделанной переводчиком, Баймахан Жазира Аскарқызы, Личность подписавшей документ установлена, дееспособность и полномочия её проверены.

Зарегистрировано в реестре за № *862*

Взыскана сумма 1473 т/г в т.ч. ГП РК

Нотариус

