

УТВЕРЖДАЮ
проректор КБГУ по НИР
профессор _____ С.Ю. Хаширова
« 14 » _____ 06 _____ 2019 г.



ЗАКЛЮЧЕНИЕ

федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный университет
им. Х.М. Бербекова»

Диссертация «Теплофизические свойства хлорида натрия в поле интенсивного лазерного излучения» выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова» на кафедре физики наносистем.

В период подготовки диссертации соискатель Гавашели Юлия Олеговна работала в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова» в управлении научно-исследовательской и инновационной деятельности в должности младшего научного сотрудника.

В 2008 году Гавашели Ю.О. окончила с отличием федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова» по направлению «Физика» с присуждением степени магистра физики.

Удостоверение о сдаче кандидатских экзаменов выдано в 2011 году федеральным государственным бюджетным образовательным учреждением

высшего профессионального образования «Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова».

Научный руководитель – Савинцев Алексей Петрович, заведующий кафедрой физики наносистем федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова».

По итогам диссертационной работы принято следующее заключение:

Диссертационная работа Гавашели Ю.О. посвящена установлению основных закономерностей теплофизических явлений при фемтосекундной термомеханической абляции поверхности кристаллов хлорида натрия.

В ходе выполнения работы были решены следующие задачи:

1. Определение порогов термомеханической абляции поверхности хлорида натрия лазерными импульсами длительностью 40 фс, сравнение и оценка этих порогов для фемтосекундных лазерных импульсов различной длительности.
2. Нахождение для хлорида натрия взаимосвязи между длительностью лазерного импульса (в широком диапазоне) и критической (пробойной) напряженностью электрического поля.
3. Изучение характеристик абляционного кратера.
4. Исследование последствий на молекулярном уровне лазерного воздействия на хлористый натрий.
5. Построение для хлористого натрия фазовых диаграмм в широком диапазоне плотностей, давлений и температур; изучение на их базе структурных и фазовых переходов в широком интервале давлений, а также исследование, с использованием фазовых траекторий, тепловых явлений при воздействии на хлорид натрия высокоинтенсивного лазерного излучения.

Личное участие автора в получении научных результатов.

Цели, задачи диссертации сформулированы научным руководителем. Диссертант непосредственно участвовал в проведении экспериментов,

интерпретации и обсуждении, совместно с научным руководителем, полученных результатов. Ряд расчетных формул выведен диссертантом вместе с научным руководителем. Базовые вычисления, формулировка научных положений и выводов выполнены диссертантом самостоятельно. Соавторы статей принимали участие в обсуждении полученных результатов.

Высокая степень достоверности результатов диссертационной работы обеспечивается использованием:

- хорошо апробированных термодинамических подходов, получивших распространение в теплофизике, оптике и физике диэлектриков;

- метода Лидерсена, уравнения Ван-дер-Ваальса и правила Максвелла, хорошо зарекомендовавших себя для определения критических параметров изучаемого соединения;

- атомно-силовой микроскопии и рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии в экспериментальных исследованиях кратера на поверхности кристалла после лазерного воздействия;

а также приемлемым согласием полученных теоретических результатов с экспериментами.

Научная новизна работы.

В ходе выполнения работы получены следующие результаты, обладающие признаками научной новизны:

1. Впервые с использованием тераваттной титан-сапфировой фемтосекундной лазерной установки экспериментально определены пороги термомеханической абляции поверхности хлорида натрия лазерными импульсами длительностью 40 фс.

2. Впервые установлен характер связи между пробойной напряженностью поля и длительностью лазерного импульса в широком диапазоне, включая область, в которой термомеханическая абляция становится преобладающим механизмом разрушения поверхности кристалла.

3. Впервые с использованием атомно-силовой микроскопии установлены параметры кратера термомеханической абляции на поверхности

хлорида натрия, который оказался значительно глубже, чем у металлов; выявлена зависимость глубины кратера от энергии импульсов лазерного излучения.

4. Впервые с использованием рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии обнаружено, что высокоинтенсивное лазерное облучение влияет на молекулярный состав поверхности хлорида натрия, а также снижает взаимодействие натрия с другими компонентами верхних слоев щелочно-галогенидного кристалла.

5. Впервые построена высокотемпературная фазовая диаграмма хлорида натрия; показано, что фазовая траектория на диаграмме позволяет выявить особенности быстропротекающих теплофизических процессов, индуцированных воздействием на ионные соединения фемтосекундных лазерных импульсов.

Методическая новизна работы.

Экспериментальные результаты, представленные в работе, по исследованию хлорида натрия в поле интенсивного лазерного излучения впервые получены с использованием тераваттной титан-сапфировой фемтосекундной лазерной установки.

Исследование влияния высокоинтенсивного лазерного облучения на поверхность хлорида натрия на молекулярном уровне впервые было выполнено с использованием метода рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии.

Практическая значимость работы.

Измерен порог оптического повреждения поверхности кристалла хлорида натрия лазерными импульсами длительностью 40 фс.

Обнаруженная связь между длительностью лазерного импульса и пробойной напряженностью поля позволяет оценить лучевую прочность щелочно-галогенидных кристаллов для лазерных импульсов длительностью десятки и единицы фс.

Полученные результаты могут быть использованы для прогнозирования свойств материалов электронной техники и оценки теплофизических процессов в экстремальных условиях.

Предложенная широкодиапазонная (высокотемпературная) фазовая диаграмма может быть использована на практике при построении кривых фазового равновесия диэлектрических материалов (в том числе, в области высоких температур и давлений), изучения особенностей быстропротекающих теплофизических процессов, индуцированных воздействием на ионные соединения фемтосекундных лазерных импульсов.

Полнота изложения материалов диссертации в работах, опубликованных соискателем.

Материалы диссертации представлены в 54 публикациях, в числе которых 29 статей (включая, 15 публикаций в изданиях, рекомендованных ВАК РФ для публикации результатов диссертаций; 12 статей, проиндексированных в международной базе данных Web of Science, и 12 статей, проиндексированных в международной базе данных Scopus,) и 25 тезисов докладов на международных и всероссийских конференциях.

Публикации в изданиях, рекомендованных ВАК:

1. А.П. Савинцев, Ю.О. Гавашели. Высокотемпературная фазовая диаграмма хлорида натрия // Письма в ЖТФ - 2011. - Т. 37 - Вып. 21 - С. 82-86 [A.P. Savintsev, Y.O. Gavasheli. High-temperature phase diagram of sodium chloride / Technical Physics Letters - 2011. - V. 37 - No 11 - P. 1027-1029].
2. Ю.О. Гавашели, А.П. Савинцев. Расчет кривой фазового равновесия на диаграмме состояния хлорида натрия по уравнению Ван-дер-Ваальса и Бертелло // Известия КБГУ - 2011. - Т. 1 - № 3 - С. 33-37.
3. А.П. Савинцев, Ю.О. Гавашели. Фазовая диаграмма хлорида натрия при высоких давлениях, создаваемых в кристаллах короткими лазерными импульсами // Доклады РАН - 2012. - Т. 445 - № 4 - С. 396-397 [A.P. Savintsev, Y.O. Gavasheli. Phase diagram for sodium-chloride crystals at high

pressures produced by laser pulses of short duration / Doklady Physics - 2012. - V. 57 - No 8 - P. 291-293].

4. А.П. Савинцев, Ю.О. Гавашели. Изучение фазовых траекторий, возникающих при облучении хлорида натрия короткими лазерными импульсами // Доклады РАН - 2013. - Т. 452 - № 4 - С. 379-381 [A.P. Savintsev, Y.O. Gavasheli. Study of phase trajectories arising under irradiation of sodium chloride with short laser pulses / Doklady Physics - 2013. - V. 58 - No 10 - P. 411-412].

5. А.П. Савинцев, Ю.О. Гавашели. Анализ фазовой диаграммы хлорида натрия при возникновении фазового перехода диэлектрик-металл в случае высокого сжатия // Доклады РАН - 2014. - Т. 458 - № 2 - С. 153-154 [A.P. Savintsev, Y.O. Gavasheli. Analysis of the Phase Diagram of Sodium Chloride at the Dielectric-Metal Phase Transition in the Case of High Compression / Doklady Physics - 2014.- V. 59 - No 9 - P. 393-394].

6. А.П. Савинцев, Ю.О. Гавашели., А.Х. Кяров. Изучение механизмов пробоя хлорида натрия в сильных электрических и лазерных полях // Известия КБГУ - 2014. - Т. 4 - № 1 - С. 72-75.

7. A.P. Savintsev, Y.O. Gavasheli. Studies of the phase diagram of sodium chloride at high temperatures and pressures produced by femtosecond laser pulses // Journal of Physics: Conference Series. 2015. V. 653. Art. Num. 012011.

8. Ю.О. Гавашели., П.С. Комаров, С.И. Ашитков, А.П. Савинцев, М.Б. Агранат. Исследование области разрушения хлорида натрия фемтосекундным лазером // Доклады РАН - 2016. - Т. 471 - № 5 - С. 531-532 [Y.O. Gavasheli., P.S. Komarov, S.I. Ashitkov, A.P. Savintsev, M.B. Agranat. Investigation of a Sodium-Chloride-Damage Region by Femtosecond Laser // Doklady Physics - 2016. - V. 61 - Is. 12 - P. 577-578].

9. Ю.О. Гавашели., П.С. Комаров, С.И. Ашитков, А.П. Савинцев. Изучение оптического повреждения хлорида натрия ультракороткими лазерными импульсами // Письма в ЖТФ - 2016. - Т. 42 - Вып. 11. С. 27-32

[Y.O. Gavasheli, P.S. Komarov, S.I. Ashitkov, A.P. Savintsev. Research on Optical Damage to Sodium Chloride by Ultrashort Laser Pulses / Technical Physics Letters. - 2016. - V. 42. - Is. 6. - P. 565-567].

10. A.P. Savintsev, Y.O. Gavasheli, Z.Kh Kalazhokov, Kh.Kh. Kalazhokov. X-ray photoelectron spectroscopy studies of the sodium chloride surface after laser exposure // Journal of Physics: Conference Series - 2016. - V.774 - Art. Num. 012118.

11. А.П. Савинцев, Ю.О. Гавашели., З.Х. Калажоков, Х.Х. Калажоков. Анализ поверхностного слоя кратера термомеханической абляции хлорида натрия // Известия КБГУ - 2016. - Т. 6 - № 4 - С. 8-12.

12. А.П. Савинцев, Ю.О. Гавашели. Анализ порогов оптического повреждения поверхности хлоридов калия и натрия фемтосекундными лазерными импульсами // Доклады РАН - 2017. - Т. 476 - № 5 - С. 509-511 [A.P. Savintsev, Y.O. Gavasheli. Analysis of Thresholds of Optical Damage to the Potassium and Sodium Chloride Surface by Femtosecond Laser Pulses // Doklady Physics - 2017. - V. 62 - Is. 10 - P. 454-456].

13. A.P. Savintsev, Y.O. Gavasheli. Determination of thermomechanical ablation thresholds to sodium chloride when irradiated by femtosecond laser pulses // Journal of Physics: Conference Series - 2018. - V. 946 - Art. Num. 012006.

14. А.П. Савинцев, Ю.О. Гавашели., А.А. Дышеков. Изучение области лучевого разрушения, возникающего при воздействии на поверхность хлорида натрия лазерных импульсов длительностью 40 фс // Известия КБГУ - 2018. - Т. 8 - № 1 - С. 14-20.

15. A.P. Savintsev, Y.O. Gavasheli, Z.Kh Kalazhokov, Kh.Kh. Kalazhokov. Study of the potassium bromide surface after laser effects using x-ray photoelectron spectroscopy // Journal of Physics: Conference Series - 2019. - V. 1147. Art. Num. 012072.

Результаты диссертационной работы обсуждались на следующих конференциях и симпозиумах: XXIII, XXV, XXVII, XXIX, XXXI и XXXIII

Int. Conf. «Interaction of Intense Energy Fluxes with Matter» (п. Эльбрус, 2008, 2010, 2012, 2014, 2016, 2018); XXVI, XXVIII, XXX и XXXII Int. Conf. «Equation of State for Matter» (п. Эльбрус, 2011, 2013, 2015, 2017); III, IV и VI Межд. научно-техн. конф. «Микро- и нанотехнологии в электронике» (п. Эльбрус, 2010, 2011, 2014); II Межд. междисцип. симп. «Физика поверхностных явлений, межфазных границ и фазовые переходы» (Нальчик – п. Лоо, 2012); III Межд. междисцип. симп. «Физика поверхностных явлений, межфазных границ и фазовые переходы» (Нальчик – Ростов-на-Дону – Туапсе, 2013); 8, 9, 10 и 11 Рос. симп. «Проблемы физики ультракоротких процессов в сильнонеравновесных средах» (Новый Афон, Абхазия, 2010, 2011, 2012, 2013); XIV Всерос. конф. по теплофизическим свойствам веществ (Казань, 2014); 12 Рос. симп. «Атомистическое моделирование, теория и эксперимент» (Новый Афон, Абхазия, 2015).


В работе не содержится материал или отдельные результаты без ссылок на авторов или источники заимствования.

Диссертация «Теплофизические свойства хлорида натрия в поле интенсивного лазерного излучения» представляет собой научно-квалификационную работу и соответствует требованиям, установленным для диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук (ч. II «Положения о присуждении ученых степеней» утв. Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842, ред. от 01.10.2018). Тема и содержание диссертации соответствуют паспорту специальности 01.04.14 – Теплофизика и теоретическая теплотехника (п. 1).

Диссертация «Теплофизические свойства хлорида натрия в поле интенсивного лазерного излучения» Гавашели Юлии Олеговны рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.14 – Теплофизика и теоретическая теплотехника.

Заключение принято на совместном заседании кафедры физики наносистем и кафедры теоретической и экспериментальной физики.

Присутствовало на заседании 11 человек. Результаты голосования: «за» - 11 чел., «против» - 0 чел., «воздержалось» - 0 чел., протокол № 7 от «14» июня 2019 г.

Зав. кафедрой теоретической и
экспериментальной физики, д.ф.-м.н., профессор  М.Х. Хоконов

Зав. кафедрой физики наносистем,
д.ф.-м.н., профессор  А.П. Савинцев