

Сибирское отделение РАН



11345601

Отделение энергетики, машиностроения,
механики и процессов управления РАН

Институт теплофизики им. С.С. Кутателадзе СО РАН

Институт гидродинамики им.М.А.Лаврентьева СО РАН

III Всероссийская научная конференция
с элементами школы молодых учёных

ТЕПЛОФИЗИКА И ФИЗИЧЕСКАЯ ГИДРОДИНАМИКА

Ялта, Республика Крым,
отель "Ливадийский"
10-16 сентября 2018 г.

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

Новосибирск 2018

Сборник содержит тезисы докладов III Всероссийской конференции «Теплофизика и физическая гидродинамика» с элементами школы молодых ученых. Конференция является продолжением серии всесоюзных конференций молодых исследователей, проводимых при участии Института теплофизики СО РАН с 70-х годов XX века. В этом году конференция проходит в г. Ялта. Организаторами конференции выступили Институт теплофизики им. С.С. Кутателадзе СО РАН, Институт гидродинамики им. М.А. Лаврентьева СО РАН и Морской гидрофизический институт РАН. В сборник включены тезисы докладов по следующим направлениям: теплообмен и гидродинамика в однофазных средах, гидродинамика и тепломассообмен в многофазных системах, фазовые переходы, гидрогазодинамика реагирующих сред, детонационные процессы, численные методы в теплофизике и физической гидрогазодинамике, методы и средства теплофизического и гидрогазодинамического эксперимента, теплофизические свойства веществ и новые материалы, тепломассообмен и гидродинамика на микро- и наномасштабах, электрофизические явления в газовых и жидких средах, теплообмен и гидродинамика в технологических процессах и защита окружающей среды. Проведение конференции поможет в решении современных задач в области теплофизики и гидрогазодинамики, подготовке научного кадрового резерва высокой квалификации и привлечению молодых ученых к наиболее актуальным исследованиям.

Председатель

Маркович Д.М., член-корреспондент РАН

Заместитель

Головин С.В., д.ф.-м.н., профессор РАН

Учёный секретарь

Макаров М.С., к.ф.-м.н.

Технический комитет

Смовж Д.В., к.ф.-м.н.

Медведев Р.Н., к.ф.-м.н.

Савченко И.В., к.ф.-м.н.

Научный комитет

Алексеенко С.В., академик РАН (ИТ СО РАН, Новосибирск)

Васильев А.А., профессор, д.ф.-м.н. (ИГиЛ СО РАН, Новосибирск)

Губайдуллин А.А., профессор, д.ф.-м.н. (ИТПМ СО РАН, Тюмень)

Дёмышев С.Г., д.ф.-м.н. (МГИ РАН, Севастополь)

Елистратов С.Л., профессор, д.т.н. (НГТУ, Новосибирск)

Исаев С.А., профессор, д.ф.-м.н. (СПбГУГА, Санкт-Петербург)

Кедринский В.К., профессор, д.ф.-м.н. (ИГиЛ СО РАН, Новосибирск)

Корогаев Г.К., член-корреспондент РАН (МГИ РАН, Севастополь)

Кубряков А.И., д.ф.-м.н. (МГИ РАН, Севастополь)

Кузнецов В.В., профессор, д.ф.-м.н. (ИТ СО РАН, Новосибирск)

Куйбин П.А., д.ф.-м.н. (ИТ СО РАН, Новосибирск)

Куперштох А.Л., профессор, д.ф.-м.н. (ИГиЛ СО РАН, Новосибирск)

Леонтьев А.И., академик РАН (МГТУ им. Н. Э. Баумана, Москва)

Павленко А.Н., чл.-корр. РАН (ИТ СО РАН, Новосибирск)

Прууэл Э.Р., к.ф.-м.н. (ИГиЛ СО РАН, Новосибирск)

Пухначёв В.В., член-корреспондент РАН (ИГиЛ СО РАН, Новосибирск)

Рыжков А.Ф., профессор, д.т.н. (УрФУ, Екатеринбург)

Самодуров А.С., д.ф.-м.н. (МГИ РАН, Севастополь)

Смирнов Е.М., профессор, д.ф.-м.н. (СПбПУ, Санкт-Петербург)

Станкус С.В., профессор, д.ф.-м.н. (ИТ СО РАН, Новосибирск)

Титов В.М., академик РАН (ИГиЛ СО РАН, Новосибирск)

Токарев М.П., к.т.н. (ИТ СО РАН, Новосибирск)

Федорук М.П., член-корреспондент РАН (НГУ, Новосибирск)

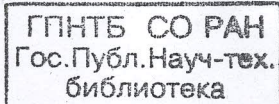
Хабахпашев Г.А., д.ф.-м.н. (ИТ СО РАН, Новосибирск)

Цвелодуб О.Ю., профессор, д.ф.-м.н. (ИТ СО РАН, Новосибирск)

Чернов А.А., профессор РАН, д.ф.-м.н. (ИТ СО РАН, Новосибирск)

Издание сборника докладов производилось с авторских листов участников конференции. За ошибки и опечатки авторов издательство ответственности не несёт.

КНП-18-082047



ДИНАМИЧЕСКАЯ РЕГИСТРАЦИЯ УГЛЕРОДНЫХ НАНОЧАСТИЦ ПРИ ДЕТОНАЦИИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

Тен К.А.¹, Пруэл Э.Р.¹, Кашкаров А.О.¹, Титов В.М.¹,
Жуланов В.В.², Шехтман Л.И.², Толочко Б.П.³, Рубцов И.А.⁴

¹ Институт гидродинамики им. М.А. Лаврентьева СО РАН, Новосибирск

² Институт ядерной физики им. Г.И. Будкера СО РАН, Новосибирск

³ Институт химии твердого тела и механохимии СО РАН, Новосибирск

⁴ Новосибирский государственный университет

e-mail: ten@hydro.nsc.ru

При детонации мощных энергетических материалов с отрицательным кислородным балансом, наиболее интересным моментом является динамика превращения углерода. Особенно его конденсация в твердую фазу (наноалмаз). До 2000-х годов было доступно только изучение сохраненных продуктов взрыва (шихты), что не могло дать объективной оценки процессов происходящих сразу за фронтом детонации [1].

Большой интерес к работам по изучению процесса конденсации углерода возник вначале 2000-х при изучении ТАТБ в ядерных центрах России и США. Тогда авторы [2] показали, что предположение о выделении части энергии за зоной химической реакции позволяет лучше описать экспериментальные данные.

В это же время появилась возможность регистрации мало-углового рентгеновского рассеяния (МУРР) для изучения динамики формирования углеродных наночастиц. Интенсивность МУРР пропорциональна квадрату разности плотностей, поэтому в продуктах детонации связана с наличием твердой фазы, то есть с наличием конденсированного углерода (в том числе наноалмазов). Впервые динамическая регистрация МУРР была осуществлена в Новосибирске в 1999 году [3]. Было установлено, что рост МУРР продолжается далеко за пределы зоны химической реакции [4-6], что подтверждало результаты [2]. При диаметрах зарядов ~ 10-15 мм рост МУРР составлял 2-3 мкс. Методика МУРР активно развивается. На сегодняшний день МУРР СИ является единственной методикой, которая позволяет проследить динамику процесса конденсации углерода в детонационном процессе. Помимо нашей станции на ВЭПП-3, аналогичная станция построена и введена в эксплуатацию в США на APS [7-8]. В этих работах удалось проследить эволюцию сигнала МУРР при детонации ВВ диаметром ~ 6 мм (вес заряда ВВ ~ 1 г). В этих работах рост МУРР завершался через 0.6 мкс.

В настоящее время недостаток экспериментальных данных не позволяет дать количественную оценку процесса конденсации углерода.

В 2016 году на базе ускорительного комплекса ВЭПП-4М (ИЯФ СО РАН) авторами была введена новая станция SYRAFEEMA (Synchrotron Radiation Facility for Exploring Energetic Materials) [9]. На этой установке возможно взрывать заряды весом до 200 г и диаметром до 40 мм, что позволяет исследовать динамику конденсации углерода в зависимости от размера заряда. В 2017 году был на станции установ-

лен новый 9-ти полюсный вигглер, который увеличил интенсивность СИ еще на порядок [10].

В работе представлены результаты измерения динамики МУРР при детонации зарядов ТНТ и ТГ диаметром 20, 30 и 40 мм. Для получения динамики формирования углеродных наночастиц использовалась разработанная (авторская) методика, в которой учитывается разлет продуктов детонации и распределение частиц по размерам. Показано присутствие длительной конденсации углерода за зоной химической реакции, а так же зависимость процесса конденсации от диаметра заряда.

Список литературы

1. Титов В. М., Анисичкин В.Ф., Мальков И.Ю. Исследование процесса синтеза ультрадисперсного алмаза в детонационных волнах. // ФГВ, 1989. Т. 25, № 3. С. 117-126.
2. Craig M. Tarver, John W. Kury, R. Don Breithaupt Detonation waves in triaminotrinitrobenzene. // J. Appl. Phys. 1997. V.82, N 8. P 3771-3782
3. Алешаев А. Н., Зубков П. И., Тен К. А., Титов В. М. и др. Применение синхротронного излучения для исследования детонационных и ударно-волновых процессов // ФГВ. 2001.Т.37, №5., С. 104 –113.
4. V.M.Titov, B.P.Tolochko, K.A.Ten, at al. Where and when are nanodiamonds formed under explosion ? //Diamond & Related Materials. V.16, Issue 12, 2007. P. 2009-2013.
5. K.A. Ten, V.M. Aulchenko, L.A.Lukianchikov, at al. Application of introduced nano-diamonds for the study of carbon condensation during detonation of condensed explosives.// Nuclear Instruments and Methods in Physics Research, ISSN 0168-9002, Vol. 603, Issue 1-2, 2009, pp. 102-104.
6. K.A. Ten, V.M. Titov, E.R. Prueel, A.O. Kashkarov, at al. Carbon condensation in detonation of high explosives. //Proceedings Fifteenth International Detonation Symposium. San Francisco, California, USA. 2014. ONR-43-280-15. (2015). Pp. 369-374.
7. M. Bagge-Hansen, L. Lauderbach, R. Hodgkin, at al. Measurement of carbon condensates using small-angle x-ray scattering during detonation of the high explosive hexanitrostilbene. // Journal of Applied Physics. Volume 117. Issue 24. 245902 (2015).
8. R. L. Gustavsen, D. M. Dattelbaum, E. B. Watkins, at al. Time resolved small angle X-ray scattering experiments performed on detonating explosives at the advanced photon source: Calculation of the time and distance between the detonation front and the x-ray beam // Journal of Applied Physics. Volume 121. Issue 10. 105902 (2017).
9. P.A. Piminov, G.N. Baranov, A.V. Bogomyagkov, at al. Synchrotron radiation research and application at VEPP-4. // Physics Procedia, 2016, vol. 84. Pp. 19 – 26
10. G. Baranov, P. Vobly, E. Levichev, P. Piminov, K. Zolotarev, Y. Kolokolnikov, S. Shiyankov, N. Havin, Y. Pupkov, V. Svishev, G. Denis, A. Utkin, V. Zuev. Hybrid Magnet Wiggler for SR Research Program at VEPP-4M. //Physics Procedia, 2016, v. 84. Pp. 126 – 130.

Работа поддержана РФФИ
(грант № 16-29-01050).