



The dynamics of carbon nanoparticles size at the detonation of TNT-RDX charges

И.А. Рубцов^{1,4}, К.А. Тен^{1,4}, Э.Р. Пруэл^{1,4}, А.О. Кашкаров^{1,4}, С.И. Кременко⁴, Б.П. Толочко^{2,4}, В.В. Жуланов^{3,4}, Л.И. Шехтман^{3,4}

¹ Институт гидродинамики им. М.А. Лаврентьева СО РАН,
² Институт химии твердого тела и механохимии СО РАН,
³ Институт ядерной физики им. Г.И. Будкера СО РАН,
⁴ Новосибирский государственный университет



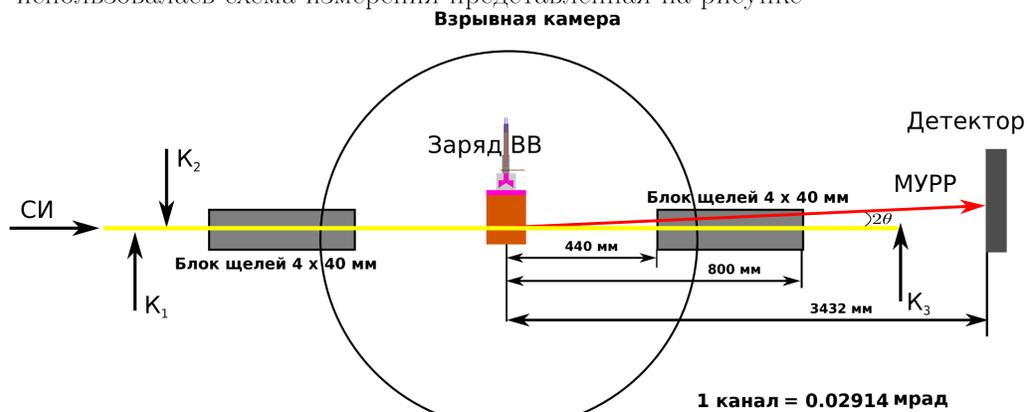
Введение

На данном постере представлены экспериментальные результаты по измерению распределений мало-углового рентгеновского рассеяния (МУРР) и восстановлению динамики конденсации углерода при детонации литых зарядов тротил-гексоген (ТГ) диаметром 20, 30 и 40 мм. Конденсация углерода при детонации энергетических материалов (ЭМ) с отрицательным кислородным балансом является одним из важных процессов, протекающих в зоне химической реакции и волне Тейлора. Детальное изучение этого процесса необходимо для уточнения уравнений состояния и оптимизации детонационных и метательных свойств ЭМ.

Экспериментально зарегистрировать размеры наночастиц при детонации ЭМ сейчас возможно только с помощью дифракционных методик с использованием синхротронного излучения. При исследовании МУРР регистрируется дифракционный сигнал от флуктуаций плотности исследуемого образца в области малых углов.

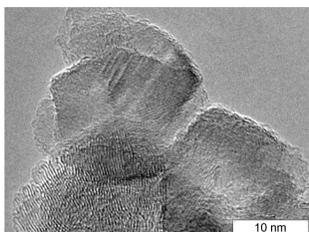
Экспериментальная установка

Измерения МУРР были выполнены на станции SYRAFEEMA (Synchrotron Radiation Facility for Exploring Energetic Materials) ускорительного комплекса ВЭПП-4М (ИЯФ СО РАН). Для динамических экспериментов использовалась схема измерения представленная на рисунке

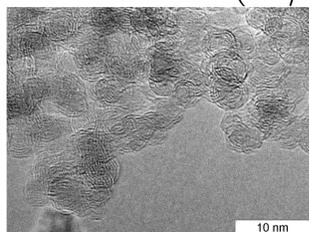


Сохраненные продукты взрыва энергетических материалов

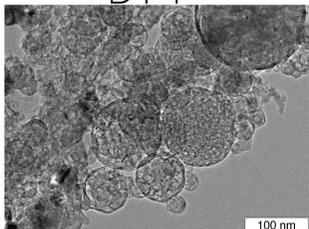
ТНТ



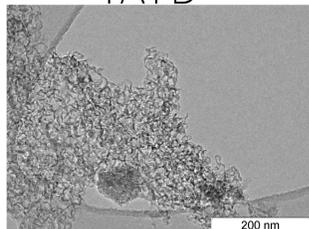
ТНТ + гексоген (50/50)



БТФ



ТАТБ

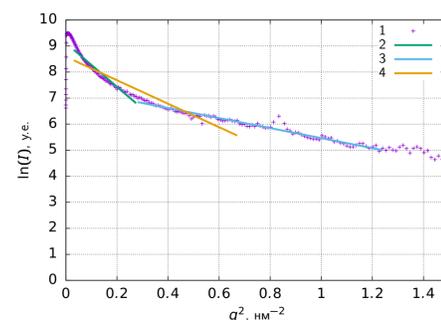
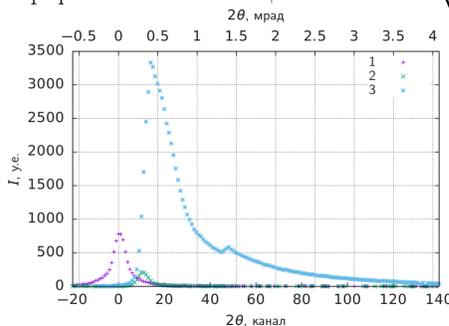


Эксперименты по измерению МУРР

Размер рассеивающих центров был восстановлен в приближении Гинье

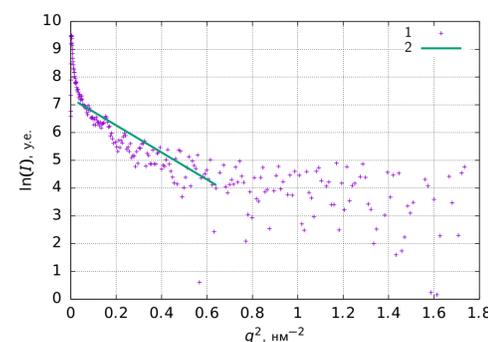
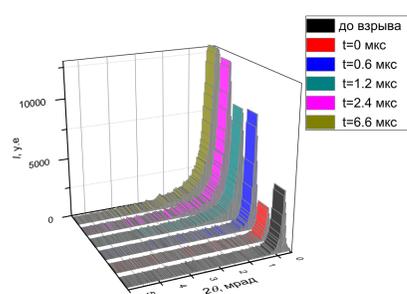
$$I(q, R) = I_0 \exp(-q^2 R_g^2/5)$$

Взяв логарифм интенсивности $\ln(I(q, R)) = \ln(I_0) - q^2 R^2/5$, мы получим функцию спадающую линейно от q^2 . Мы можем восстановить диаметр сферических частиц $D = 2R = 2\sqrt{5|k|}$ используя наклон k этой линии.



Левый: Настройка: 1 – ослабленный прямой пучок, 2 – рассеяние на ультрадисперсных алмазах (УДА).

Правый: Зависимость $\ln(I)$ от q^2 : 1 – $\ln(I)$, 4 – аппроксимация прямой линии для УДА ($k \approx -4.5$, $D \approx 9.5$ нм).

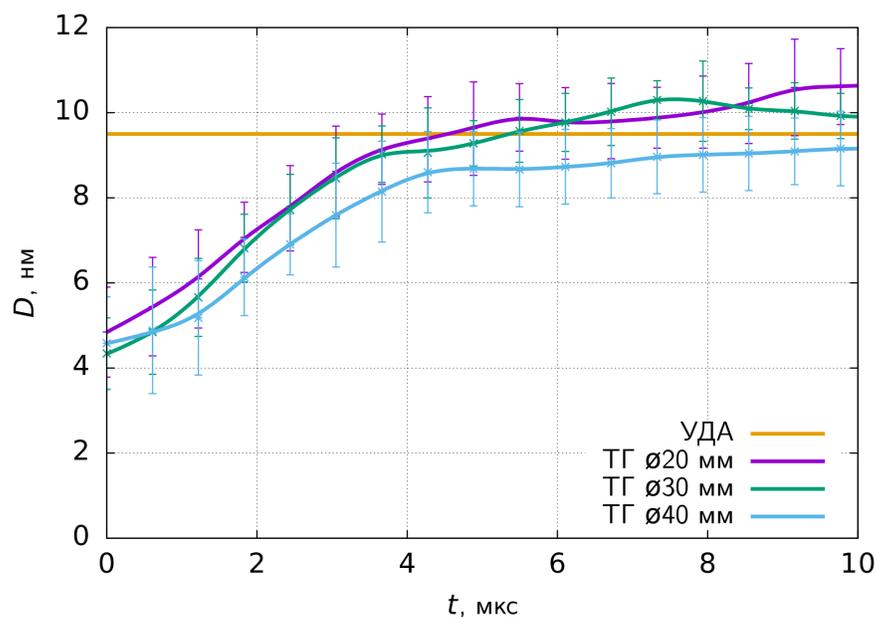


Левый: МУРР при детонации ТГ диаметром 30 мм в первые 7 μ s для одного эксперимента.

Правый: 1 – МУРР при детонации ТГ диаметром 30 мм через 6 μ s за фронтом, 2 – приближение Гинье.

Экспериментальные результаты

Была измерена динамика МУРР при детонации литых зарядов ТГ разного диаметра. Динамика среднего размера наночастиц конденсированных углеродных наночастиц за фронтом химической реакции восстановлена из распределений МУРР в приближении Гинье.



Средний размер углеродных частиц от времени при детонации цилиндрических зарядов ТГ диаметром 20, 30 и 40 мм

Время роста частиц конденсированного углерода до 9 нм составляет 3–5 мкс. После этого наблюдается слабый длительный рост среднего размера углеродных структур. Яркой зависимости времени роста от диаметра заряда не обнаружено.