

О Т З Ы В

на автореферат диссертационной работы Рубцова Ивана Андреевича
**«Исследование динамики размеров наночастиц конденсированного углерода
при детонации энергетических материалов методом малоуглового
рентгеновского рассеяния»**

представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.17 – химическая физика, горение и взрыв, физика экстремальных состояний вещества

Актуальность темы исследования

Вопросу коагуляции избыточного углерода и образованию наноалмазов при взрыве посвящено большое количество работ. Этот процесс становится значимым в составах с отрицательным кислородным балансом, поскольку влияет на темп энерговыделения этих составов. Получение прямых экспериментальных данных о параметрах вещества в зоне химической реакции позволят усовершенствовать уравнения состояния продуктов взрыва и модели кинетики детонации ВВ, а как следствие, повысить прогностические возможности численного моделирования процессов инициирования и распространения детонации. Это позволит повысить эффективность и безопасность использования взрывчатых материалов, в том числе для боеприпасов; а также улучшить динамический синтез детонационного алмаза.

Научная новизна

Рубцовым И.А. выработан экспериментальный подход проведения эксперимента по измерению МУРР, основанный на использовании экспериментальной станции «Экстремальное состояние вещества», с использованием скоростного рентгеновского детектора DIMEX. Этот подход позволяет регистрировать динамику угловых распределений малоуглового рентгеновского рассеяния (дифракционное кино) при детонации зарядов энергетических материалов диаметром до 40 мм. В рамках данного подхода проведены исследования распространения детонационной волны в составах с отрицательным кислородным балансом, которые показали, что время формирования конденсированной фазы углерода (изменения угловых распределений малоуглового рентгеновского рассеяния) значительно превосходит время прохождения волной зоны химической реакции и составляет несколько микросекунд.

Для анализа экспериментальной информации Рубцовым И.А. разработаны численные методики обработки экспериментальных данных малоуглового рентгеновского рассеяния с высоким временным разрешением, позволяющие регистрировать характеристики быстропротекающих процессов.

Проведенный Рубцовым И.А. расчетно-теоретический анализ выявил двухстадийный механизм формирования конденсированного углерода. В первой быстрой фазе, с учетом временного разрешения методики, за время не более 1 мкс в основном формируются частицы и начальные кластеры. Во второй фазе, на протяжении нескольких микросекунд происходит дальнейший рост кластеров, при этом, размер частиц практически не меняется.

Практическая значимость

Выработанный подход позволил получить экспериментальные данные, которые используются для совершенствования кинетики детонации взрывчатых веществ, применительно к расчетам работы изделий РФЯЦ-ВНИИЭФ и РФЯЦ-ВНИИТФ.

Достоверность

Достоверность представленных в работе результатов подтверждается их согласием с результатами аналогичных исследований использующих метод МУРР. Признание значимости результатов работы подтверждается публикациями в рецензируемых журналах и высокими оценками на конференциях. Результаты диссертационной работы опубликованы в 5 статьях в изданиях, индексируемых в базах данных Scopus и Web of Science.

Замечания

По автореферату диссертационной работы можно высказать следующие замечания.

1. При описании в автореферате исследований Главы 2 отмечено, что в результате проделанной экспериментальной работы впервые в мире получена динамика угловых распределений МУРР для образцов из смеси тротила с гексогеном, тротила и ЭМ на основе ТАТБ диаметром до 40 мм. При этом в тексте автореферата экспериментальные данные приводятся только для смеси тротила и гексогена, что уменьшает информативность автореферата.

2. В автореферате отсутствует информация об условиях проведения экспериментальных исследований (температура, начальная плотность образцов и т.д.), что усложняет проведение сравнительного анализа данных полученных автором с результатами других работ.

Указанные недостатки автореферата не влияют на общую положительную оценку диссертационной работы.

Заключение

Оценивая по автореферату диссертацию Рубцова И.А., можно классифицировать ее как завершённую научно-исследовательскую работу, имеющую существенное практическое значение и содержащую новые научные решения задачи исследования динамики размеров наночастиц конденсированного углерода при детонации энергетических материалов методом МУРР. Содержание автореферата диссертации соответствует специальности.

На основе изложенного материала в автореферате можно утверждать, что диссертация Рубцова И.А. на тему «Исследование динамики размеров наночастиц конденсированного углерода при детонации энергетических материалов методом малоуглового рентгеновского рассеяния» соответствует критериям п.9 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации №842 от 24 сентября 2013 года (в ред. Постановлений Правительства РФ от 21.04.2016 №335, от 02.08.2016 №748, от 29.05.2017 №650, от 28.08.2017 №1024, от 01.10.2018 №1168, от 20.03.2021 №426), а ее автор Рубцов Иван Андреевич, достоин присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.17 – химическая физика, горение и взрыв, физика экстремальных состояний вещества.

Я, Титова Виктория Борисовна, даю согласие на включение своих персональных данных в документы связанные с защитой диссертации Рубцова Ивана Андреевича, и их дальнейшую обработку.

Начальник лаборатории 6408-01
отделения 64 ФГУП РФЯЦ ВНИИЭФ,

 В.Б. Титова

Подпись В.Б. Титовой заверяю:

Ученый секретарь ФГУП РФЯЦ
ВНИИЭФ,
доктор физико-математических наук



 В.В. Хижняков

адрес: 607188, Россия, Нижегородская область, г. Саров, пр. Мира 37 Федеральное государственное унитарное предприятие "РОССИЙСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ЯДЕРНЫЙ ЦЕНТР Всероссийский Научный Исследовательский Институт Экспериментальной Физики"

«19 ноября 2021 г.