

## ОТЗЫВ

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.

Диссертационная работа Рубцова И.А. посвящена изучению процесса конденсации углерода при детонации энергетических материалов (ЭМ) с помощью метода малоуглового рентгеновского рассеяния с высоким временным разрешением. Метод малоуглового рентгеновского рассеяния с применением синхротронного излучения позволяет в динамике (непосредственно во время взрыва) наблюдать процесс конденсации углерода и подходит для решения поставленных в работе задач.

В автореферате автором четко описана общая характеристика диссертационной работы: сформулированы актуальность и цель проведенного исследования, положения, выносимые на защиту. Приведенные данные о научной, практической значимости исследования и представление экспериментальных данных отдельных частей работы убедительно свидетельствуют о высоком научном потенциале работы. Все результаты, отраженные в автореферате, безусловно, являются новыми, интересными и имеют важное фундаментальное и прикладное значение.

В работе впервые получены и проанализированы данные о кинетике конденсации углерода при детонации энергетических материалов непосредственно во время взрыва зарядов ЭМ диаметром до 40 мм. Разработан экспериментальный подход, позволяющий регистрировать динамику угловых распределений МУРР, а также численные модели обработки экспериментальных данных. Предложен двухстадийный механизм формирования конденсированного углерода, который заключается в том, что существует два характерных времени формирования конденсированной фазы и изменения ее формы. 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 меняются.

Автореферат хорошо структурирован. Выводы отражают элементы новизны и значимость работы. Список публикаций свидетельствует о высоком научном уровне и большом объеме проделанной работы.

По существу работы замечаний не имею, найденные мной недостатки относятся к оформлению. Так, обозначения на рисунке 9 (d и 2Rg) не расшифрованы в тексте автореферата.

Высказанное замечание не носит принципиального характера и не меняет хорошего впечатления от представленной работы.

Считаю, что диссертационная работа «Исследование динамики размеров наночастиц конденсированного углерода при детонации энергетических материалов методом малоуглового рентгеновского рассеяния» отвечает 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, заслуживает присуждения ему степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.17 – химическая физика, горение и взрыв, физика экстремальных состояний вещества.

Козырев Николай Владимирович  
доктор технических наук  
специальность 05.17.07 – химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ  
заведующий лабораторией № 4

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем химико-энергетических технологий Сибирского отделения Российской академии наук (ИПХЭТ СО РАН)

659322, Алтайский край, г. Бийск, ул. Социалистическая, 1

Тел. (3854) 30-58-05

Электронная почта: [kozyrev@ipcet.ru](mailto:kozyrev@ipcet.ru)

12.11.2021

Согласен на включение моих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

Подпись Н.В. Козырева заверяю  
Ученый секретарь ИПХЭТ СО РАН

к.х.н.

12.11.2021



А.Г. Суханова