

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ
УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ
«СПЕЦИАЛЬНОЕ КОНСТРУКТОРСКО-
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ БЮРО «ТЕХНОЛОГ»
(ФГУП «СКТБ «Технолог»)

192077, г. Санкт-Петербург, вн. тер. г. муниципальный округ
Рыбачское, тер. Усть-Славянка, пр-кт Советский, д.33,
литера А
Тел.: (812) 244-73-73 (812) 700-23-10 факс: (812) 700-36-37
Электронная почта: info@sktb-technolog.ru
ИНН 7811000580 / КПП 781101001

07.09.2023 № 3257/036

В диссертационный совет
24.1.150.01 при
ФГБУН Институте химической
кинетики и горения
им. В.В. Воеводского СО РАН

630090, г. Новосибирск,
ул. Институтская, д.3

Отзыв

на автореферат диссертационной работы Сатонкиной Натальи Петровны «Физическая модель электропроводности при детонации конденсированных взрывчатых веществ вида $C_aH_bN_cO_d$ », представленной на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 1.3.17 – Химическая физика, горение и взрыв, физика экстремальных состояний вещества.

За 150 лет исследования процесса детонации конденсированных взрывчатых веществ (КВВ) так и не удалось определить реальный механизм реакций, идущих в «сердце» детонации – в зоне химических реакций (ЗХР). Причины ясны – это время протекания, составляющее сверхмалую величину (доли микросекунды), сверхвысокое давление (сотни тысяч атм) и малая протяженность (доли мм).

Дальнейшее продолжение работ в этой чрезвычайно важной сфере, представляющей и оборонное, и народнохозяйственное значение, крайне важно.

Инструментом исследования детонации диссертантом были выбраны электрические характеристики процесса распада исходных КВВ.

Актуальность исследования определяется необходимостью построения достоверной модели протекания процесса детонации КВВ методами электропроводности продуктов детонации в ЗХР при определении ведущего механизма проводимости. На профиле электропроводности выделяется узкий пик, коррелирующий с ЗХР.

механизма проводимости. На профиле электропроводности выделяется узкий пик, коррелирующий с ЗХР.

Актуальность работы усиливает связанность выделения нативного углерода (исследуемые КВВ имеют значительный отрицательный кислородный баланс (КБ)) в процессе детонации с образованием детонационных наноалмазов (ДНА). ДНА являются функцией КБ, удельной мощности взрывчатых веществ (ВВ), давления и температуры в ЗХР и в плоскости Чепмена-Жуге.

Ранее была высказана гипотеза о существовании углеродной сетки в детонационной волне из «свободного» углерода ВВ с отрицательным КБ или протяженных структур с высокой проводимостью в виде углеродных фракталов. Однако доказательной базы представлено не было.

Задача данной работы состояла в исследовании электрических характеристик ЗХР органических ВВ для разных начальных условий. А цель работы состояла в построении модели электропроводности ЗХР КВВ вида $C_aH_bN_cO_d$.

Научной новизной работы является модель контактной проводимости углеродных структур, формирующихся за фронтом ударной волны и пронизывающих ЗХР и зону за плоскостью Чепмена-Жуге. Предложен и обоснован метод диагностики ЗХР по электропроводности, отслеживая проводящую форму углерода.

Теоретическая значимость работы обусловлена необходимостью понимания механизма взрыва в ЗХР и возможностью прогнозирования результатов превращения мощных КВВ в продукты детонации (ПД). Инструментом является электропроводность ПД.

Практическая значимость работы заключается в возможном создании быстродействующих взрывных размыкателей тока в схемах формирования сильноточных импульсов заданной формы, для оптимизации взрывных устройств, для локального взрывного воздействия на носители информации.

Результаты теоретических и экспериментальных исследований апробированы на многочисленных (более 30) международных и российских научных

конференциях. По теме диссертации опубликовано 28 статей, входящих в базы данных W&S и Scopus.

Диссертантом показано, что область высокой электропроводности при детонации КВВ со средним содержанием углерода в молекуле пространственно соответствует ЗХР.

Измеренная длительность высокой электропроводности для ТЭНа, октогена и гексогена слабо зависит от давления в плоскости Чепмена-Жуге (Ч-Ж) и при насыпной плотности чувствительна к размеру зерна.

Для всех исследованных индивидуальных ВВ максимум электропроводности достигается за фронтом на времени около десятка нс, находится внутри зоны реакции и растет с плотностью.

Исследование бензотрифуроксана (БТФ) – мощного безводородного ВВ – показано, что максимум электропроводности при детонации зарядов БТФ и ТАТБ (триаминонитробензола) составил около $16 \text{ Ом}^{-1} \cdot \text{см}^{-1}$, то есть несмотря на значительное отличие кинетики разложения ВВ в ЗХР, определяющим для проводимости является содержание углерода.

Особенностью контактной проводимости является присутствие протяженных углеродных структур, следы их существования удалось обнаружить в сохраненных продуктах детонации богатых углеродом ВВ, обнаружены удлиненные структуры в проводящей графитоподобной фазе, выделены ветвления и удлиненные цельные ветвящиеся структуры, способные сформировать углеродных каркас.

Однообразной корреляции между максимумом электропроводности и температурой, давлением и составом ПД (за исключением углерода) выявлено не было.

Одинаково значение электропроводности за плоскостью Ч-Ж ($>0,1 \text{ мкс}$ после детонационной волны) для безводородного БТФ и водосодержащего ТАТБ указывает на отсутствие ключевой роли воды для проводимости и в волне

Тейлора. Доминирующим фактором для электропроводности, имеющим решающее значение, является избыток углерода в молекулах ВВ.

Таким образом, по мнению диссертанта, подтвержденного экспериментом, за ударным фронтом детонационной волны происходит формирование углеродных структур, пронизывающих все пространство детонационной волны, причем плотность проводящей структуры и ее проводимость больше в области ЗХР, в плоскости Ч-Ж вследствие продолжающихся окислительно-восстановительных реакций масса структуры уменьшается и электропроводность падает. Следует отметить, что данное утверждение непротиворечиво согласуется с представлением химиков-взрывчатников, исследующих процесс образования ДНА при взрывном разложении ВВ с отрицательным КБ. По нашему мнению, несмотря на сильно неравновесные условия в ЗХР «лишний» углерод самоорганизуется в конденсированную фазу в соответствии с базовыми химическими свойствами атомов углерода, а именно – образование различных видов С – С-связей. Следовательно, вероятно возникновение объемной фрактальной углеродной сетки с одновременными флуктуациями плотности углерода. В «узлах» этой сетки с наибольшей плотностью углеродный конденсат успевает в большей или меньшей степени сформировать трехмерное упорядоченное ядро, а участки с пониженной плотностью углерода многократно разрушаются и рекомбинируются в процессе разлета ПД.

Достоинство работы заключается в том, что диссертантом решена крупная научно-техническая проблема физики экстремального состояния вещества (КВВ в процессе взрыва), даны новые представления о механизме образования электропроводности продуктов детонации и структуре постдетонационных процессов.

Автореферат и диссертация написаны литературным, грамотным, русским языком, объяснение протекающих процессов понятно, работа является цельной и объединенной вокруг главного посыла.

Имеющиеся недостатки в автореферате не принципиальны и не уменьшают значимость работы.

Считаю, что диссертационная работа Сатонкиной Натальи Петровны отвечает требованиям, предъявляемым к докторским диссертациям, в том числе отвечает критериям п. 9 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24 сентября 2013 г. (в действующей редакции), а ее автор Сатонкина Наталья Петровна заслуживает присуждения ей ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 1.3.17 – «Химическая физика, горение и взрыв, физика экстремальных состояний вещества».

Начальник научно-исследовательской
лаборатории



Долматов В.Ю.

В.Ю. Долматова

Федеральное Государственное Унитарное Предприятие
(ФГУП «СКТБ «Технолог»),

доктор технических наук, (02.00.21 - Химия твердого тела),

Адрес: 192076, Санкт-Петербург, пр. Советский, д.33-а

Моб. +7(921)910-39-32

E-mail: diamondcentre@mail.ru

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

Подпись руки Долматова Валерия Юрьевича заверяю

Начальник отдела кадров



Завителова И.В.

Дата *07.09.2023.*