



ЛАВРЕНТЬЕВСКИЕ
ЧТЕНИЯ
ПО МАТЕМАТИКЕ,
МЕХАНИКЕ И ФИЗИКЕ

B1
Л135

«ОБЯЗАТЕЛЬНЫЙ
БЕСПЛАТНЫЙ ЭКЗЕМПЛЯР»

ПЯТАЯ
МЕЖДУНАРОДНАЯ
КОНФЕРЕНЦИЯ

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

18 – 22 сентября 2000 г.
Новосибирск, Россия

НОВОСИБИРСК 2000

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК, СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
Институт гидродинамики им. М. А. Лаврентьева
Институт математики им. С. Л. Соболева
Институт теоретической и прикладной механики
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Новосибирский государственный университет



06150781

Пятая международная конференция

**ЛАВРЕНТЬЕВСКИЕ ЧТЕНИЯ
ПО МАТЕМАТИКЕ, МЕХАНИКЕ И ФИЗИКЕ**

Посвящена 100-летию со дня рождения
академика Михаила Алексеевича Лаврентьева

Т Е З И С Ы Д О К Л А Д О В

18–22 сентября 2000 г.

Новосибирск, Россия

Новосибирск 2000

ПРИМЕНЕНИЕ СИНХРОТРОННОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЗРЫВНЫХ ПРОЦЕССОВ

П. И. Зубков, Л. А. Лукьянчиков, К. А. Тен,
М. Г. Федотов*, М. А. Шеромов,*
Б. П. Толочко**, О. В. Евдоким**

Институт гидродинамики им. М. А. Лаврентьева СО РАН, 630090 Новосибирск

** Институт ядерной физики им. Г. И. Буджера СО РАН, 630090 Новосибирск*

*** Институт химии твердого тела и металлотимии СО РАН, 630090 Новосибирск*

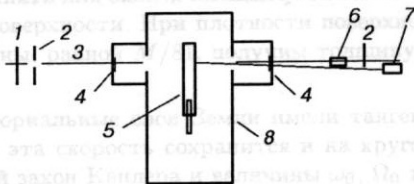
Физика детонационных процессов интенсивно исследуется уже много лет, но до сих пор изучена не достаточно. Практически отсутствует информация о физических процессах на молекулярном и атомном уровнях. Недостаточность информации о физике детонации обусловлена ограниченностью физических методов исследования.

Использование синхротронного излучения (СИ) позволит расширить область исследуемых вопросов и получить новую методику изучения быстротекущих процессов. Это обусловлено сочетанием важнейших свойств СИ таких, как высокая интенсивность рентгеновского излучения, широкий спектральный интервал; малая угловая расходимость, высокая частота повторения, малое время экспозиции; большая степень поляризации. Применение такого излучения позволяет получить в экспериментах высокое временное и пространственное разрешения, что, в частности, позволяет получить информацию о динамике локального изменения плотности, а также динамику роста новых, в том числе и кристаллических образований при детонации ВВ. Наибольший интерес в этом плане представляет изучение кинетики синтеза кристаллической фазы углерода в детонационных волнах.

Взрывные эксперименты с использованием СИ проводились на экспериментальном стенде, смонтированном на канале синхротронного излучения ускорителя электронов ВЭПП-3 (с энергией электронов 2 ГэВ).

После прохождения «змейки электромагнитов» пучок СИ имеет энергию до 30 кэВ и длительность менее 1 нс. Время между импульсами определяется периодом вращения электронов и составляет 250 нс.

Стенд состоит из специализированной взрывной камеры на 15 г взрывчатого вещества, системы синхронного инициирования с помощью детонаторов, не содержащих первичных ВВ, системы юстировки пучка СИ, детекторов рентгеновского излучения, системы синхронизации и стойки КАМАК для записи полученных сигналов. Общая схема установки приведена на рисунке, где 1 — вертикальный нож, 2 — горизонтальный нож, 3 — пучок синхротронного излучения, 4 — бериллиевое окно, 5 — образец ВВ, 6 — детектор проходящего излучения, 7 — детектор малоуглового рентгеновского рассеяния, 8 — взрывная камера.



Взрывная камера сделана из нержавеющей стали и имеет входное и выходное окна для СИ, высоковольтный ввод для инициирования детонатора, четыре кабельных вывода для синхронизирующих электрических сигналов, выхлопной канал для вывода газов (продуктов детонации), два крана для подключения к вакуумной системе и для наполнения газами.

По условиям минимальных потерь рентгеновского излучения входные и выходные окна для СИ сделаны бериллия толщиной 2 мм.

Детекторами служили фототранзисторы с быстродействующими усилителями. Интервал между измерениями составлял 125 нс, т. е. за один оборот делалось два измерения. Нечетные измерения делались в момент прихода излучения от «змейки», а четные между ними для измерения фона детектора. Общее число измерений составляло 4000, таким образом, общий интервал измерений составляет 512 мкс, что вполне достаточно для исследования взрывных процессов.

На этой установке впервые в мире удалось получить информацию о развитии флуктуаций плотности на детонационном фронте во время взрыва заряда ТГ 50/50.

Из этих данных можно сделать следующие выводы.

- 1) Плотность вещества меняется при прохождении детонационной волны.
- 2) Флуктуация плотности в продуктах детонации начинается сразу за фронтом детонационной волны.
- 3) Сигнал о флуктуации плотности сильно растет в течение $\approx 1,5$ мкс и затем плавно спадает в течение нескольких сотен микросекунд.
- 4) Максимальный сигнал о флуктуации плотности в несколько раз превосходит сигнал, полученный от шихты.

Эти данные дают основание для более глубокого понимания модели механизма образования и роста кристаллической фазы в продуктах детонации.

Временное разрешение можно увеличить вдвое, используя два пучка на ВЭПП-3. На ускорителе ВЭПП-4 возможно получить время между импульсами СИ менее 5 нс при экспозиции менее 0,1 нс.

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (код проекта 00-02-17641).



ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ЧАСТИЦ КОНДЕНСИРОВАННОЙ ФАЗЫ В ПРОДУКТАХ ДЕТОНАЦИИ

П. И. Зубков, Л. А. Лукьянчиков, В. М. Титов, К. А. Тен,
Г. Н. Кулипанов,* С. И. Мишнев,* М. Г. Федотов,* М. А. Шеромов*,
Н. З. Лятов**, Б. П. Толочко**

Институт гидродинамики им. М. А. Лаврентьева СО РАН, 630090 Новосибирск

**Институт ядерной физики им. Г. И. Будкера СО РАН, 630090 Новосибирск*

***Институт химии твердого тела и механохимии СО РАН, 630090 Новосибирск*

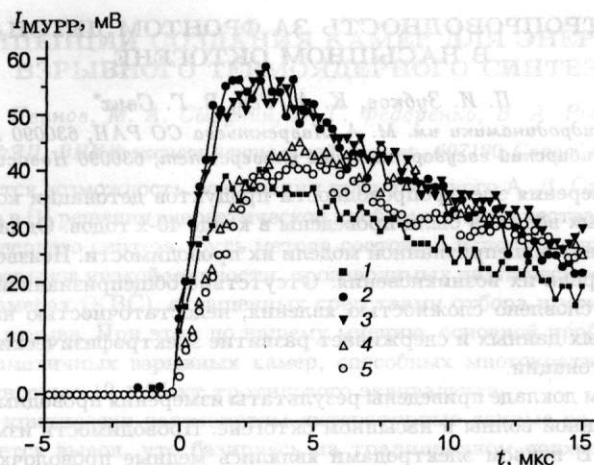
Синтез ультрадисперсных алмазов (УДА) при детонации взрывчатых веществ (ВВ) с высоким отрицательным кислородным балансом обнаружен более 20 лет тому назад [1]. Образование твердой углеродной фазы отмечено на заре изучения детонационных процессов. Однако, несмотря на многочисленные исследования конденсации углерода в детонационных волнах общепринятой модели явления нет. Неизвестны пути выхода свободного (химически несвязанного) углерода из молекул исходного вещества и динамика его конденсации.

Экспериментальные исследования синтеза УДА [2, 3] в детонационных волнах в тротиле и его сплавах с гексогеном и при ударном сжатии органических веществ показали, что распределение алмазных частиц по размерам (средний размер $(4 \div 5) \cdot 10^{-9}$ м) практически не зависит от условий проведения экспериментов и диаметра заряда. На этом основании был сделан вывод об образовании алмазов в зоне химической реакции.

В предлагаемом докладе приведены результаты экспериментов по регистрации малоуглового рентгеновского рассеяния (МУРР) на частицах конденсированной фазы углерода, возникающих в детонационных волнах. Эксперименты проводились на стенде, описанном в [4] и установленном в Институте ядерной физики им. Г. И. Будкера СО РАН. Одновременно измерялась также интенсивность проходящего излучения, по которой определялась плотность продуктов детонации в ударном фронте и при их разлете. Измерения МУРР проводились при детонации тротила с разной начальной плотностью и его сплавов с гексогеном. Исследовались также насыпные и прессованные октоген, гексоген и тэн. Приведены также результаты экспериментов с плоскими зарядами из ТГ 50/50 в сталкивающихся детонационных волнах и волнах, отраженных от преграды из вольфрама. Зарегистрированы сигналы МУРР от пикриновой кислоты и нитрогуамидина, а также от ВВ, содержащих алюминий и никель.

На рисунке показаны графики МУРР для прессованного тротила и его сплавов с гексогеном (1–3 — литые ТГ 70/30, ТГ 50/50, ТГ 60/40 соответственно, 4, 5 — прессованный ТНТ с $\rho = 1,6$ и $1,56$ г/см³ соответственно). Величина сигнала МУРР для таких же по размерам зарядов из гексогена и тэна в несколько десятков раз меньше и чуть превышает уровень шумов. Из этих графиков следует, что

— сигнал МУРР появляется в момент ударного сжатия и растет в течение 1,75 мкс, его спад продолжается в течение более 100 мкс;



— скорость нарастания сигнала МУРР максимальная у ТГ 50/50 и ТГ60/40;
 — у чистого ТНТ время нарастания сигнала составляет 3–4 мкс, что в два с лишним раза больше чем у ТГ 50/50;

— максимальное значение МУРР у ТГ 50/50 в 1,5 раза больше, чем у ТНТ;
 — большему значению плотности ТНТ соответствует больший сигнал МУРР;
 — сигнал МУРР у ТГ 50/50 спадает быстрее, чем у ТНТ, и через 13–15 мкс величина сигнала у ТНТ становится больше, чем у ТГ 50/50.

Полученные сигналы МУРР сравнивались с распределениями электропроводности в детонационной волне в тротиле и октогене, полученными в независимых экспериментах.

Проведен анализ полученных результатов. Поскольку на величину сигнала МУРР сильно влияет плотность разлетающихся продуктов детонации, были сделаны оценки влияния их разлета. Полученные результаты позволяют сделать вывод: конденсация свободного углерода происходит не только в зоне химической реакции, но и продолжается в разлетающихся продуктах детонации. Электропроводность за детонационным фронтом непосредственно связана со свободным углеродом и его конденсацией.

Эти результаты дают основание для более глубокого понимания физических процессов, происходящих в детонационном фронте, особенно в механизме образования и роста УДА в продуктах детонации.

1. Ставер А. М., Губарева Н. В., Лямкин А. И., Петров Е. А. // Физика горения и взрыва. 1984. Т. 20, № 5. С. 100–104.
2. Титов В. М., Анисичкин В. Ф., Мальков И. Ю. // Физика горения и взрыва. 1989. Т. 35, №3. С. 117–126.
3. Анисичкин В. Ф., Мальков И. Ю., Титов В. М. // Докл. АН СССР. 1988. Т. 303, № 3. С. 625–627.
4. Зубков П. И., Лукьянчиков Л. А., Тен К. А. и др. Наст. сб. С. 133