

Таким образом, впервые нами было измерено удельное электросопротивление двух кристаллических фаз кальция: ОЦК и ПК в условиях динамического сжатия в диапазоне давлений до 600 кбар. Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, грант №03-02-16322.

1. Шахрай Д.В., Постнов В.И., Каган К.Л., Фортов В.Е. // Физика экстремальных состояний вещества-2003, Черногловка, С.115
2. Stager R.A. and Drickamer H.G. // The Physical Review, V. 131, Second series, N 6, P. 2524
3. Колобянина Т.Н. // УФН 2002, Т.172, № 12, С. 1361-1369.
4. Fortov V.E., Yakushev V.V., Postnov V.I. et al // J.Phys.: Condens. Matter., 2002, N 14, P. 10809-10816
5. Баканова А.А., Дудолов И.А. // Письма в ЖЭТФ, 1967, Т.5, С.322
6. Постнов В.И., Дрёмин А.Н., Набатов С.С. и др. // Физика горения и взрыва, 1983, Т.5 №19, С.160
7. Жерноклетов М.В., Зубарев В.Н., Трунин Р.Ф., Фортов В.Е., Черногловка, 1996, С.89.

ИЗМЕРЕНИЕ ПЛОТНОСТИ НА ФРОНТЕ ДЕТОНАЦИИ ПОРОШКОВЫХ ВВ С ПОМОЩЬЮ СИНХРОТРОННОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Тен К.А.^{1*}, Аульченко В.М.², Евдоков О.В.³, Жогин И.Л.³, Жуланов В.В.², Зубков П.И.¹, Карташов А.М.¹, Кулипанов Г.Н.², Лукьянчиков Л.А.¹, Ляхов Н.З.³, Мержиевский Л.А.¹, Титов В.М.¹, Толочко Б.П.³, Шарафутдинов М.Р.³, Шеромов М.А.²

¹ИГиЛ СО РАН, ²ИЯФ СО РАН, ³ИХТТМ СО РАН, Новосибирск.

*ten@hydro.nsc.ru

В проведенных ранее экспериментах по измерению плотности на фронте детонации [1] использовались лишь три канала регистрации, что ограничивало линейное разрешение до 0.4 мм. Использование 256-канального детектора DIMEX [2] позволило реализовать все преимущества использования схемы, показанной на рис. 1., где детектор расположен вдоль оси заряда. В этом случае возможно получение профиля фронта детонации с разрешением ~150 мкм.

Описание экспериментов. Схема постановки экспериментов показана на рис. 1 (вид сверху). В отличие от предыдущих экспериментов [1], пучок СИ (SR) формировался в горизонтальной плоскости (плоскости накопителя ВЭПП-3). Его высота была равна 0.5 мм, и ширина H равнялась 14 мм. Заряд ВВ (E) располагался вдоль пучка СИ, то есть горизонтально. Фронт детонации,двигающийся со скоростью D , последовательно проходит положения 1, 2 и 3. В каждом из этих моментов происходит регистрация проходящего излучения детектором S. Линейное разрешение определяется размерами приемных каналов (стрипов) h . В нашем случае ширина канала равнялась $h = 100$ мкм. Общее число каналов равно 256, но реально использовалось около 140 каналов, что позволяло за один эксперимент получить 3–4 профиля детонационного фронта.

Синхронизация детектора осуществлялась контактным датчиком (полоски медной фольги), приклеенным на торец заряда.

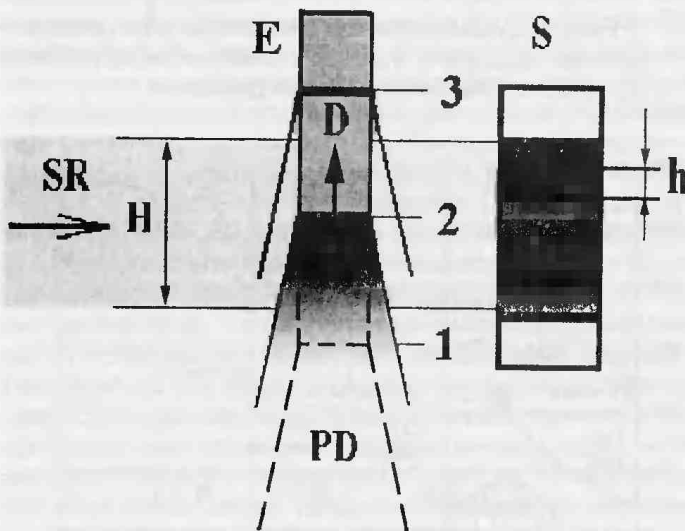


Рис. 1. Схема проведения экспериментов

На рис. 2. приведено относительное изменение прошедшего излучения при детонации порошкового тротила с начальной насыпной плотностью $\rho_0 = 1.0$ г/см³. Временной отрезок между двумя кадрами равен $t = 1$ мкс, расстояние между стрипами (каналами) – 100 мкм. В опыте использовался перекристаллизованный тротил, диаметр заряда составлял $d = 12.5$ мм, длина 80 мм, инициирование осуществлялось таблеткой прессованного октогена. На расстоянии 60 мм от октогена видна устойчивая детонация со скоростью $D = 3.4$ км/с. После измерения поглощения разных толщин тротила была восстановлена плотность (масса на луче на единицу длины). При вычислении плотности не учитывались кривизна фронта и разлет продуктов по радиусу. На рис. 3 приведено сравнение сжатия на фронте у порошкового и прессованного тротила. Начальная плотность запрессовки составляла $\rho_0 = 1,61$ г/см³.

При скорости детонации $D = 7$ км/с у прессованного тротила сжатие составляет ~1.45, чуть меньше чем у порошкового тротила (~1.52). Зарегистрированное увеличение сжатия в порошковом и прессованном тротиле соответствует теоретическим моделям детонации в зоне химической реакции. Ширина зоны до плоскости ЧЖ (по уровню сжатия 1.3) в прессованном тротиле составляет ~0.8 мм, а в порошковом ~1.5 мм что также соответствует литературным данным [3].

На рис. 4 и приведен результат для насыпного октогена. Такой же профиль получен для гексогена. Длина зарядов составляла 80 мм, диаметр – 10 мм. Максимальные сжатия составляют 1.43 у гексогена и 1.37 у октогена. Ширина зоны реакции у этих ВВ (по сжатию 1.3) равны ~0.8 мм у гексогена и ~0.9 мм у октогена. Ширина зоны до плоскости Ч-Ж, вычисленная по перегибу плотности, у этих ВВ. несколько больше и равны ~1.0 мм и ~1.1 мм. Меньшие значения у октогена можно объяснить меньшей начальной плотностью и, соответственно, меньшей скоростью детонации ($D = 7.3$ км/с у гексогена и $D = 6.4$ км/с у октогена).

На рис. 5. показаны профили, полученные при детонации порошкового тэна. На них хорошо видно изменение профиля волны, то есть зафиксирован процесс установления детонации. Расстояние от места инициирования до места регистрации было равно 45 мм. Диаметр заряда $d = 10$ мм. Начальная плотность $\rho_0 = 1.0$ г/см³, скорость детонации в конце участка составила $D = 5.4$ км/с. Ширина зоны реакции $\sim 1,3$ мм. На этом снимке видно появление пика плотности. При детонации гексогена и октогена такой пик хорошо регистрируется. У тротила и его сплавов с гексогеном он выделяется хуже.

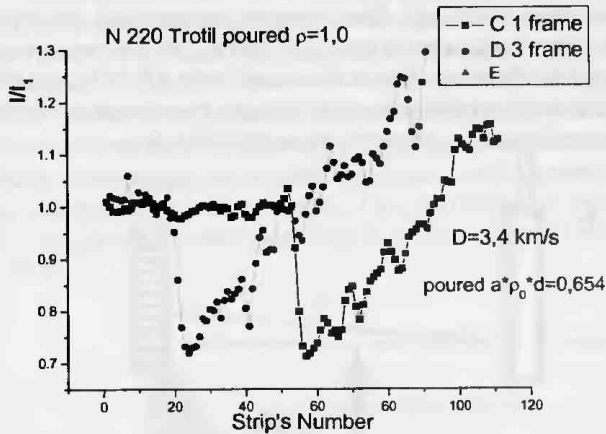


Рис. 2. Изменение интенсивности проходящего излучения при детонации порошкового тротила

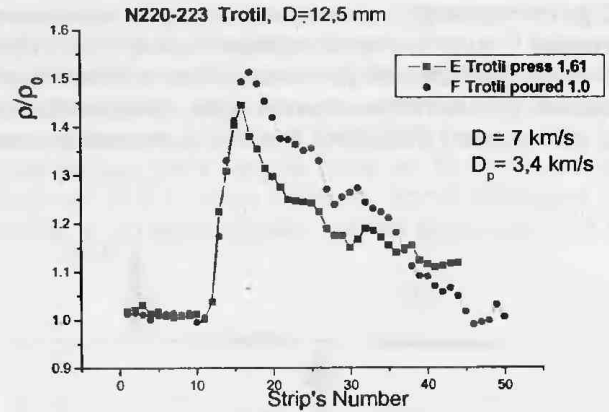


Рис. 3. Относительное изменение плотности на фронте детонации у порошкового и прессованного тротила

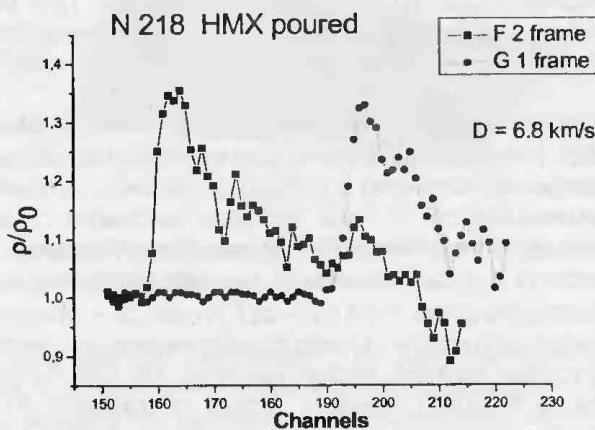


Рис. 4. Относительное изменение плотности на фронте детонации у октогена

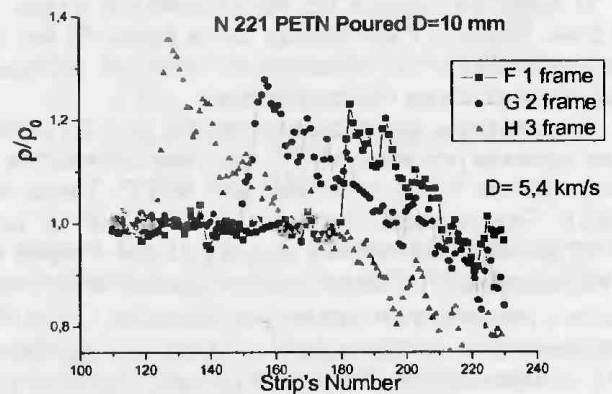


Рис. 5. Изменение профиля плотности на фронте детонации у порошкового тэна

В заключение следует отметить, что в работе ставилась задача об определении максимального сжатия во фронте детонации. Для правильного измерения ширины зоны реакции необходимо учитывать разлет продуктов детонации. Повышению точности так же приведет использование в экспериментах зарядов ВВ большего диаметра.

1. Зубков П.И., Кулипанов Г.Н., Лукьянчиков Л.А., Ляхов Н.З., Титов В.М., Тен К.А., Толочко Б.П., Федотов М.Г., Шарафутдинов М.Р., Шеромов М.А. // Физика экстремальных состояний вещества-2001. ИПХФ РАН, Черногловка, 2001. С.49-50.
2. Aulchenko V., Evdokov, Popomarev S., Shekhtman L., Ten K., Tolochko B., Zhogin I., Zhulanov V. // Nucl. Instr. and Meth. in Phys. Res. 2003. V.A513. №1-2. P.383-393.
3. Дремин А.Н., Савров С.Д., Трофимов В.С., Шведов К.К. Детонационные волны в конденсированных средах. М.: Наука, 1970. С.164.

ИЗМЕРЕНИЕ МАЛОУГЛОВОГО РЕНТГЕНОВСКОГО РАССЕЯНИЯ СИНХРОТРОННОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ПРИ ДЕТАНАЦИИ ПЛОСКИХ И ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ЗАРЯДОВ ВВ

Тен К.А.^{1*}, Аульченко В.М.², Еедоков О.В.³, Жогин И.Л.³, Жуланов В.В.², Зубков П.И.¹, Каменецкий Ю.М.³, Кулипанов Г.Н.², Лукьянчиков Л.А.¹, Ляхов Н.З.³, Мерживский Л.А.¹, Титов В.М.¹, Толочко Б.П.³, Шарафутдинов М.Р.³, Шеромов М.А.², Шехтман Л.И.²

¹ИГиЛ СО РАН, ²ИЯФ СО РАН, ³ИХТТМ СО РАН, Новосибирск
*ten@hydro.nsc.ru

В ранее проведенных экспериментах было установлено, что сигнал мало углового рентгеновского рассеяния (МУРР) при детонации зарядов ТГ 50/50 растет в течении 2-3 мкс, и только затем начинает спадать [1,2]. Единственным временным масштабом в этом диапазоне является газодинамический разлет продуктов детонации. Поэтому при постановке экспериментов ставились две цели:

1. Попытаться оценить роль разлета продуктов взрыва на сигнал МУРР. Для этого сигнал МУРР записы-

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
НАУЧНЫЙ СОВЕТ ПО ТЕПЛОФИЗИКЕ
НАУЧНЫЙ СОВЕТ ПО ФИЗИКЕ ПЛАЗМЫ
ИНСТИТУТ ТЕПЛОФИЗИКИ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ СОСТОЯНИЙ
ИНСТИТУТ ПРОБЛЕМ ХИМИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ

КАБАРДИНО-БАЛКАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
НИИ ПРИКЛАДНОЙ МАТЕМАТИКИ И АВТОМАТИЗАЦИИ КБНЦ РАН

ФИЗИКА ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ СОСТОЯНИЙ ВЕЩЕСТВА – 2004

Физика экстремальных состояний вещества – 2004

*Под редакцией Фортоев В.Е., Ефремова В.П., Хищенко К.В., Султанова В.Г.,
Темрокова А.И., Канеля Г.И., Минцева В.Б., Савинцева А.П.*

Сборник включает в себя работы по исследованиям в области теплофизики экстремальных состояний и физики высоких плотностей энергии. Рассматриваются различные модели и результаты теоретических расчетов уравнений состояния вещества в экстремальных условиях при высоких давлениях и температурах, физика ударных и детонационных волн, методы генерации интенсивных импульсных потоков энергии, взаимодействие мощных ионных и электронных пучков, интенсивного лазерного, рентгеновского и СВЧ излучения с веществом, электрический взрыв проводников мощными импульсами тока, экспериментальные методы диагностики быстропротекающих процессов, физика низкотемпературной плазмы, проблемы управляемого термоядерного синтеза и традиционной энергетики, а также различные технологические аспекты. Основная часть работ была представлена на XIX Международной конференции «Уравнения состояния вещества» (Эльбрус, 11–17 марта 2004 г.). Издание адресовано специалистам в области физико-технических проблем энергетики.

Таким образом, впервые нами было измерено удельное электросопротивление двух кристаллических фаз кальция: ОЦК и ПК в условиях динамического сжатия в диапазоне давлений до 600 кбар. Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, грант №03-02-16322.

1. Шахрай Д.В., Постнов В.И., Каган К.Л., Фортов В.Е. // Физика экстремальных состояний вещества-2003, Черногловка, С.115
2. Stager R.A. and Drickamer H.G. // The Physical Review, V. 131, Second series, N 6, P. 2524
3. Колобянина Т.Н. // УФН 2002, Т.172, № 12, С. 1361-1369.
4. Fortov V.E., Yakushev V.V., Postnov V.I. et al // J.Phys.: Condens. Matter., 2002, N 14, P. 10809-10816
5. Баканова А.А., Дудолов И.А. // Письма в ЖЭТФ, 1967, Т.5, С.322
6. Постнов В.И., Дрёмин А.Н., Набатов С.С. и др. // Физика горения и взрыва, 1983, Т.5 №19, С.160
7. Жерноклетов М.В., Зубарев В.Н., Трунин Р.Ф., Фортов В.Е., Черногловка, 1996, С.89.

ИЗМЕРЕНИЕ ПЛОТНОСТИ НА ФРОНТЕ ДЕТОНАЦИИ ПОРОШКОВЫХ ВВ С ПОМОЩЬЮ СИНХРОТРОННОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Тен К.А.^{1*}, Аульченко В.М.², Евдоков О.В.³, Жогин И.Л.³, Жуланов В.В.², Зубков П.И.¹, Карташов А.М.¹, Кулипанов Г.Н.², Лукьянчиков Л.А.¹, Ляхов Н.З.³, Мержиевский Л.А.¹, Титов В.М.¹, Толочко Б.П.³, Шарафутдинов М.Р.³, Шеромов М.А.²

¹ИГиЛ СО РАН, ²ИЯФ СО РАН, ³ИХТТМ СО РАН, Новосибирск.

*ten@hydro.nsc.ru

В проведенных ранее экспериментах по измерению плотности на фронте детонации [1] использовались лишь три канала регистрации, что ограничивало линейное разрешение до 0.4 мм. Использование 256-канального детектора DIMEX [2] позволило реализовать все преимущества использования схемы, показанной на рис. 1., где детектор расположен вдоль оси заряда. В этом случае возможно получение профиля фронта детонации с разрешением ~150 мкм.

Описание экспериментов. Схема постановки экспериментов показана на рис. 1 (вид сверху). В отличие от предыдущих экспериментов [1], пучок СИ (SR) формировался в горизонтальной плоскости (плоскости накопителя ВЭПП-3). Его высота была равна 0.5 мм, и ширина H равнялась 14 мм. Заряд ВВ (E) располагался вдоль пучка СИ, то есть горизонтально. Фронт детонации,двигающийся со скоростью D , последовательно проходит положения 1, 2 и 3. В каждом из этих моментов происходит регистрация проходящего излучения детектором S. Линейное разрешение определяется размерами приемных каналов (стрипов) h . В нашем случае ширина канала равнялась $h = 100$ мкм. Общее число каналов равно 256, но реально использовалось около 140 каналов, что позволяло за один эксперимент получить 3–4 профиля детонационного фронта.

Синхронизация детектора осуществлялась контактным датчиком (полоски медной фольги), приклеенным на торец заряда.

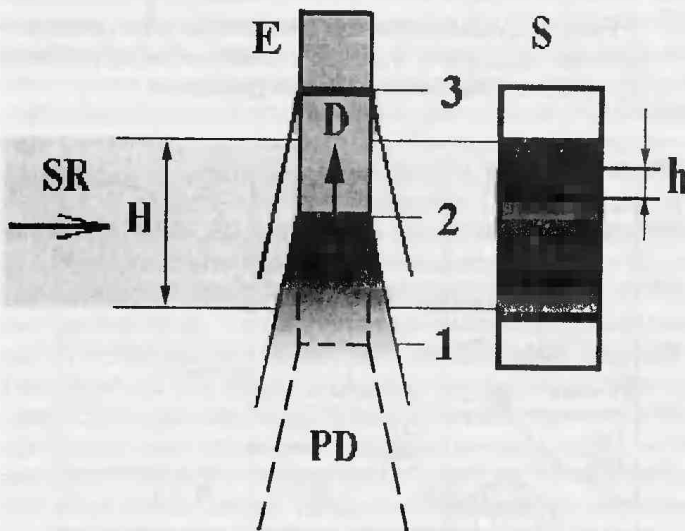


Рис. 1. Схема проведения экспериментов

На рис. 2. приведено относительное изменение прошедшего излучения при детонации порошкового тротила с начальной насыпной плотностью $\rho_0 = 1.0$ г/см³. Временной отрезок между двумя кадрами равен $t = 1$ мкс, расстояние между стрипами (каналами) – 100 мкм. В опыте использовался перекристаллизованный тротил, диаметр заряда составлял $d = 12.5$ мм, длина 80 мм, иницирование осуществлялось таблеткой прессованного октогена. На расстоянии 60 мм от октогена видна устойчивая детонация со скоростью $D = 3.4$ км/с. После измерения поглощения разных толщин тротила была восстановлена плотность (масса на луче на единицу длины). При вычислении плотности не учитывались кривизна фронта и разлет продуктов по радиусу. На рис. 3 приведено сравнение сжатия на фронте у порошкового и прессованного тротила. Начальная плотность запрессовки составляла $\rho_0 = 1,61$ г/см³.

При скорости детонации $D = 7$ км/с у прессованного тротила сжатие составляет ~1.45, чуть меньше чем у порошкового тротила (~1.52). Зарегистрированное увеличение сжатия в порошковом и прессованном тротиле соответствует теоретическим моделям детонации в зоне химической реакции. Ширина зоны до плоскости ЧЖ (по уровню сжатия 1.3) в прессованном тротиле составляет ~0.8 мм, а в порошковом ~1.5 мм что также соответствует литературным данным [3].

На рис. 4 и приведен результат для насыпного октогена. Такой же профиль получен для гексогена. Длина зарядов составляла 80 мм, диаметр – 10 мм. Максимальные сжатия составляют 1.43 у гексогена и 1.37 у октогена. Ширина зоны реакции у этих ВВ (по сжатию 1.3) равны ~0.8 мм у гексогена и ~0.9 мм у октогена. Ширина зоны до плоскости Ч-Ж, вычисленная по перегибу плотности, у этих ВВ. несколько больше и равны ~1.0 мм и ~1.1 мм. Меньшие значения у октогена можно объяснить меньшей начальной плотностью и, соответственно, меньшей скоростью детонации ($D = 7.3$ км/с у гексогена и $D = 6.4$ км/с у октогена).

На рис. 5. показаны профили, полученные при детонации порошкового тротила. На них хорошо видно изменение профиля волны, то есть зафиксирован процесс установления детонации. Расстояние от места инициирования до места регистрации было равно 45 мм. Диаметр заряда $d = 10$ мм. Начальная плотность $\rho_0 = 1.0$ г/см³, скорость детонации в конце участка составила $D = 5.4$ км/с. Ширина зоны реакции $\sim 1,3$ мм. На этом снимке видно появление пика плотности. При детонации гексогена и октогена такой пик хорошо регистрируется. У тротила и его сплавов с гексогеном он выделяется хуже.

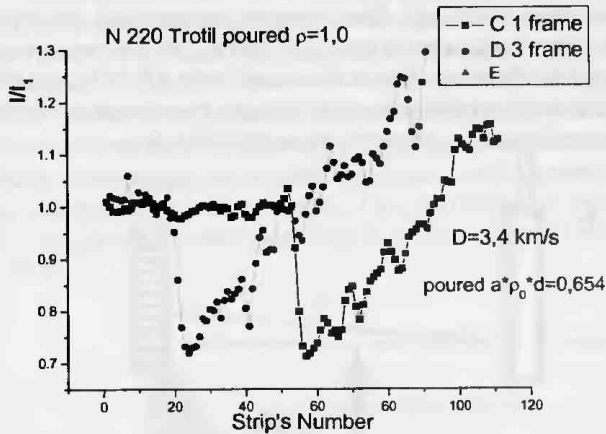


Рис. 2. Изменение интенсивности проходящего излучения при детонации порошкового тротила

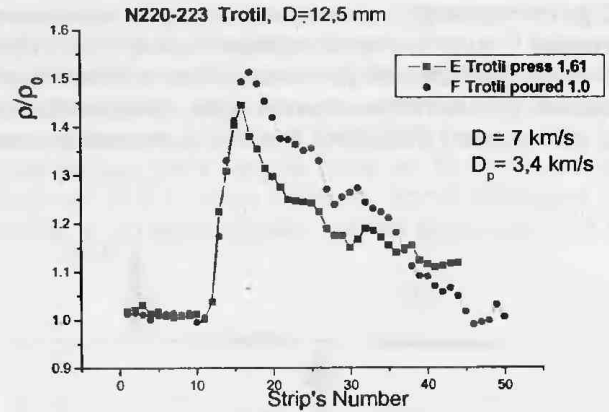


Рис. 3. Относительное изменение плотности на фронте детонации у порошкового и прессованного тротила

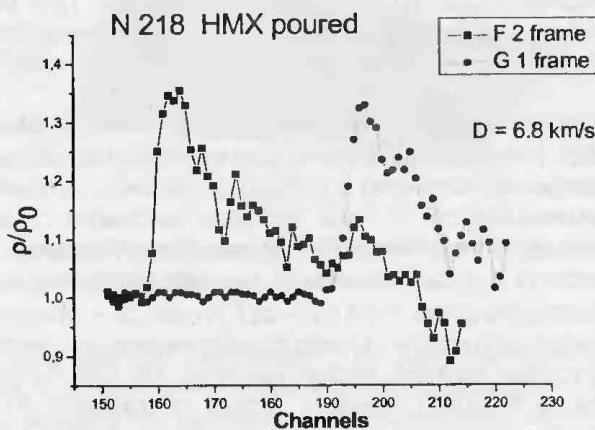


Рис. 4. Относительное изменение плотности на фронте детонации у октогена

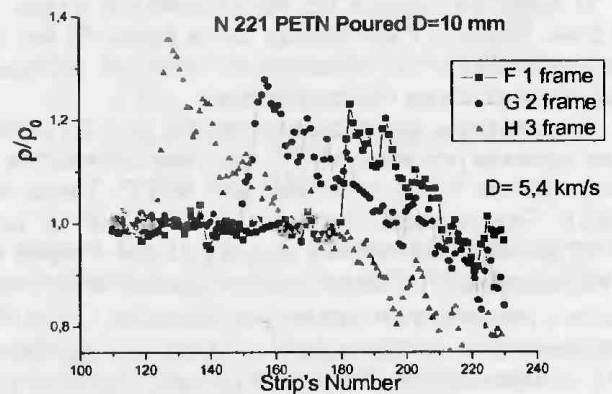


Рис. 5. Изменение профиля плотности на фронте детонации у порошкового тротила

В заключение следует отметить, что в работе ставилась задача об определении максимального сжатия во фронте детонации. Для правильного измерения ширины зоны реакции необходимо учитывать разлет продуктов детонации. Повышению точности так же приведет использование в экспериментах зарядов ВВ большего диаметра.

1. Зубков П.И., Кулипанов Г.Н., Лукьянчиков Л.А., Ляхов Н.З., Титов В.М., Тен К.А., Толочко Б.П., Федотов М.Г., Шарафутдинов М.Р., Шеромов М.А. // Физика экстремальных состояний вещества-2001. ИПХФ РАН, Черногловка, 2001. С.49-50.
2. Aulchenko V., Evdokov, Popomarev S., Shekhtman L., Ten K., Tolochko B., Zhogin I., Zhulanov V. // Nucl. Instr. and Meth. in Phys. Res. 2003. V.A513. №1-2. P.383-393.
3. Дремин А.Н., Савров С.Д., Трофимов В.С., Шведов К.К. Детонационные волны в конденсированных средах. М.: Наука, 1970. С.164.

ИЗМЕРЕНИЕ МАЛОУГЛОВОГО РЕНТГЕНОВСКОГО РАССЕЯНИЯ СИНХРОТРОННОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ПРИ ДЕТАНАЦИИ ПЛОСКИХ И ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ЗАРЯДОВ ВВ

Тен К.А.^{1*}, Аульченко В.М.², Еедоков О.В.³, Жогин И.Л.³, Жуланов В.В.², Зубков П.И.¹, Каменецкий Ю.М.³, Кулипанов Г.Н.², Лукьянчиков Л.А.¹, Ляхов Н.З.³, Мерживский Л.А.¹, Титов В.М.¹, Толочко Б.П.³, Шарафутдинов М.Р.³, Шеромов М.А.², Шехтман Л.И.²

¹ИГиЛ СО РАН, ²ИЯФ СО РАН, ³ИХТТМ СО РАН, Новосибирск
*ten@hydro.nsc.ru

В ранее проведенных экспериментах было установлено, что сигнал мало углового рентгеновского рассеяния (МУРР) при детонации зарядов ТГ 50/50 растет в течении 2-3 мкс, и только затем начинает спадать [1,2]. Единственным временным масштабом в этом диапазоне является газодинамический разлет продуктов детонации. Поэтому при постановке экспериментов ставились две цели:

1. Попытаться оценить роль разлета продуктов взрыва на сигнал МУРР. Для этого сигнал МУРР записы-

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
НАУЧНЫЙ СОВЕТ ПО ТЕПЛОФИЗИКЕ
НАУЧНЫЙ СОВЕТ ПО ФИЗИКЕ ПЛАЗМЫ
ИНСТИТУТ ТЕПЛОФИЗИКИ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ СОСТОЯНИЙ
ИНСТИТУТ ПРОБЛЕМ ХИМИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ

КАБАРДИНО-БАЛКАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
НИИ ПРИКЛАДНОЙ МАТЕМАТИКИ И АВТОМАТИЗАЦИИ КБНЦ РАН

ФИЗИКА ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ СОСТОЯНИЙ ВЕЩЕСТВА – 2004

Физика экстремальных состояний вещества – 2004

*Под редакцией Фортоев В.Е., Ефремова В.П., Хищенко К.В., Султанова В.Г.,
Темрокова А.И., Канеля Г.И., Минцева В.Б., Савинцева А.П.*

Сборник включает в себя работы по исследованиям в области теплофизики экстремальных состояний и физики высоких плотностей энергии. Рассматриваются различные модели и результаты теоретических расчетов уравнений состояния вещества в экстремальных условиях при высоких давлениях и температурах, физика ударных и детонационных волн, методы генерации интенсивных импульсных потоков энергии, взаимодействие мощных ионных и электронных пучков, интенсивного лазерного, рентгеновского и СВЧ излучения с веществом, электрический взрыв проводников мощными импульсами тока, экспериментальные методы диагностики быстропротекающих процессов, физика низкотемпературной плазмы, проблемы управляемого термоядерного синтеза и традиционной энергетики, а также различные технологические аспекты. Основная часть работ была представлена на XIX Международной конференции «Уравнения состояния вещества» (Эльбрус, 11–17 марта 2004 г.). Издание адресовано специалистам в области физико-технических проблем энергетики.

Таким образом, впервые нами было измерено удельное электросопротивление двух кристаллических фаз кальция: ОЦК и ПК в условиях динамического сжатия в диапазоне давлений до 600 кбар. Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, грант №03-02-16322.

1. Шахрай Д.В., Постнов В.И., Каган К.Л., Фортов В.Е. // Физика экстремальных состояний вещества-2003, Черногловка, С.115
2. Stager R.A. and Drickamer H.G. // The Physical Review, V. 131, Second series, N 6, P. 2524
3. Колобянина Т.Н. // УФН 2002, Т.172, № 12, С. 1361-1369.
4. Fortov V.E., Yakushev V.V., Postnov V.I. et al // J.Phys.: Condens. Matter., 2002, N 14, P. 10809-10816
5. Баканова А.А., Дудолов И.А. // Письма в ЖЭТФ, 1967, Т.5, С.322
6. Постнов В.И., Дрёмин А.Н., Набатов С.С. и др. // Физика горения и взрыва, 1983, Т.5 №19, С.160
7. Жерноклетов М.В., Зубарев В.Н., Трунин Р.Ф., Фортов В.Е., Черногловка, 1996, С.89.

ИЗМЕРЕНИЕ ПЛОТНОСТИ НА ФРОНТЕ ДЕТОНАЦИИ ПОРОШКОВЫХ ВВ С ПОМОЩЬЮ СИНХРОТРОННОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Тен К.А.^{1*}, Аульченко В.М.², Евдоков О.В.³, Жогин И.Л.³, Жуланов В.В.², Зубков П.И.¹, Карташов А.М.¹, Кулипанов Г.Н.², Лукьянчиков Л.А.¹, Ляхов Н.З.³, Мержиевский Л.А.¹, Титов В.М.¹, Толочко Б.П.³, Шарафутдинов М.Р.³, Шеромов М.А.²

¹ИГиЛ СО РАН, ²ИЯФ СО РАН, ³ИХТТМ СО РАН, Новосибирск.

*ten@hydro.nsc.ru

В проведенных ранее экспериментах по измерению плотности на фронте детонации [1] использовались лишь три канала регистрации, что ограничивало линейное разрешение до 0.4 мм. Использование 256-канального детектора DIMEX [2] позволило реализовать все преимущества использования схемы, показанной на рис. 1., где детектор расположен вдоль оси заряда. В этом случае возможно получение профиля фронта детонации с разрешением ~150 мкм.

Описание экспериментов. Схема постановки экспериментов показана на рис. 1 (вид сверху). В отличие от предыдущих экспериментов [1], пучок СИ (SR) формировался в горизонтальной плоскости (плоскости накопителя ВЭПП-3). Его высота была равна 0.5 мм, и ширина H равнялась 14 мм. Заряд ВВ (E) располагался вдоль пучка СИ, то есть горизонтально. Фронт детонации,двигающийся со скоростью D , последовательно проходит положения 1, 2 и 3. В каждом из этих моментов происходит регистрация проходящего излучения детектором S. Линейное разрешение определяется размерами приемных каналов (стрипов) h . В нашем случае ширина канала равнялась $h = 100$ мкм. Общее число каналов равно 256, но реально использовалось около 140 каналов, что позволяло за один эксперимент получить 3–4 профиля детонационного фронта.

Синхронизация детектора осуществлялась контактным датчиком (полоски медной фольги), приклеенным на торец заряда.

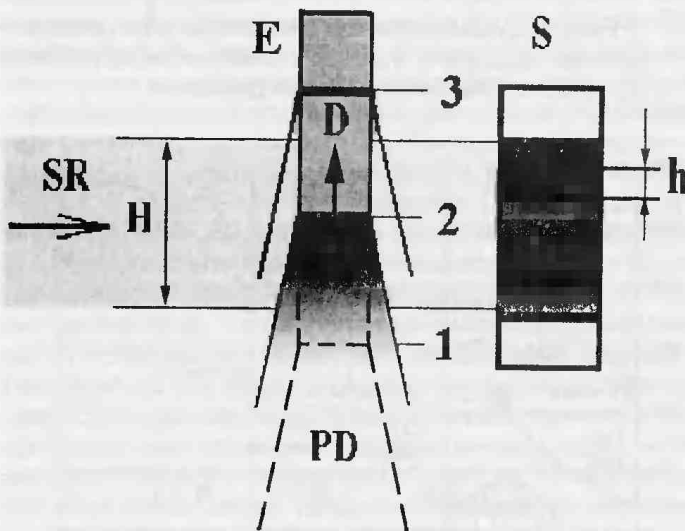


Рис. 1. Схема проведения экспериментов

На рис. 2. приведено относительное изменение прошедшего излучения при детонации порошкового тротила с начальной насыпной плотностью $\rho_0 = 1.0$ г/см³. Временной отрезок между двумя кадрами равен $t = 1$ мкс, расстояние между стрипами (каналами) – 100 мкм. В опыте использовался перекристаллизованный тротил, диаметр заряда составлял $d = 12.5$ мм, длина 80 мм, инициирование осуществлялось таблеткой прессованного октогена. На расстоянии 60 мм от октогена видна устойчивая детонация со скоростью $D = 3.4$ км/с. После измерения поглощения разных толщин тротила была восстановлена плотность (масса на луче на единицу длины). При вычислении плотности не учитывались кривизна фронта и разлет продуктов по радиусу. На рис. 3 приведено сравнение сжатия на фронте у порошкового и прессованного тротила. Начальная плотность запрессовки составляла $\rho_0 = 1,61$ г/см³.

При скорости детонации $D = 7$ км/с у прессованного тротила сжатие составляет ~1.45, чуть меньше чем у порошкового тротила (~1.52). Зарегистрированное увеличение сжатия в порошковом и прессованном тротиле соответствует теоретическим моделям детонации в зоне химической реакции. Ширина зоны до плоскости ЧЖ (по уровню сжатия 1.3) в прессованном тротиле составляет ~0.8 мм, а в порошковом ~1.5 мм что также соответствует литературным данным [3].

На рис. 4 и приведен результат для насыпного октогена. Такой же профиль получен для гексогена. Длина зарядов составляла 80 мм, диаметр – 10 мм. Максимальные сжатия составляют 1.43 у гексогена и 1.37 у октогена. Ширина зоны реакции у этих ВВ (по сжатию 1.3) равны ~0.8 мм у гексогена и ~0.9 мм у октогена. Ширина зоны до плоскости Ч-Ж, вычисленная по перегибу плотности, у этих ВВ. несколько больше и равны ~1.0 мм и ~1.1 мм. Меньшие значения у октогена можно объяснить меньшей начальной плотностью и, соответственно, меньшей скоростью детонации ($D = 7.3$ км/с у гексогена и $D = 6.4$ км/с у октогена).

На рис. 5. показаны профили, полученные при детонации порошкового тэна. На них хорошо видно изменение профиля волны, то есть зафиксирован процесс установления детонации. Расстояние от места инициирования до места регистрации было равно 45 мм. Диаметр заряда $d = 10$ мм. Начальная плотность $\rho_0 = 1.0$ г/см³, скорость детонации в конце участка составила $D = 5.4$ км/с. Ширина зоны реакции $\sim 1,3$ мм. На этом снимке видно появление пика плотности. При детонации гексогена и октогена такой пик хорошо регистрируется. У тротила и его сплавов с гексогеном он выделяется хуже.

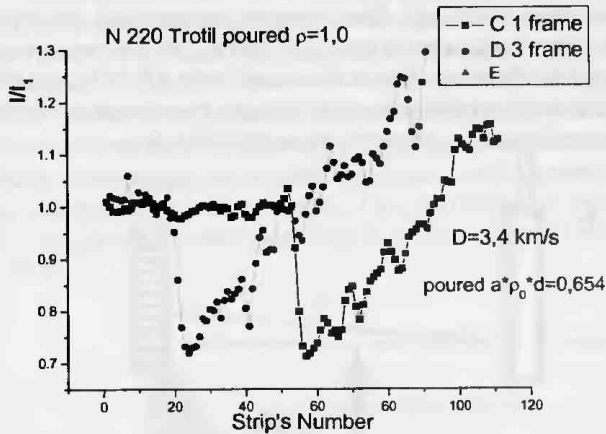


Рис. 2. Изменение интенсивности проходящего излучения при детонации порошкового тротила

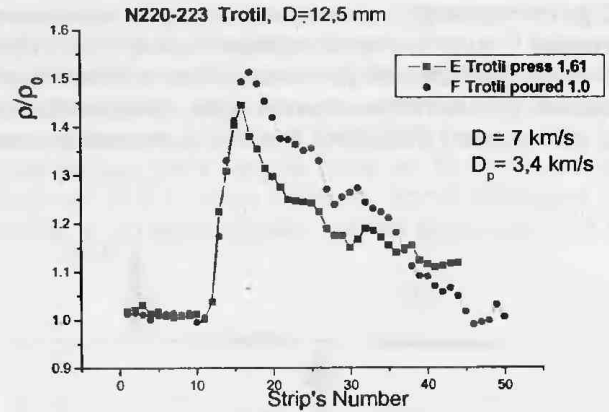


Рис. 3. Относительное изменение плотности на фронте детонации у порошкового и прессованного тротила

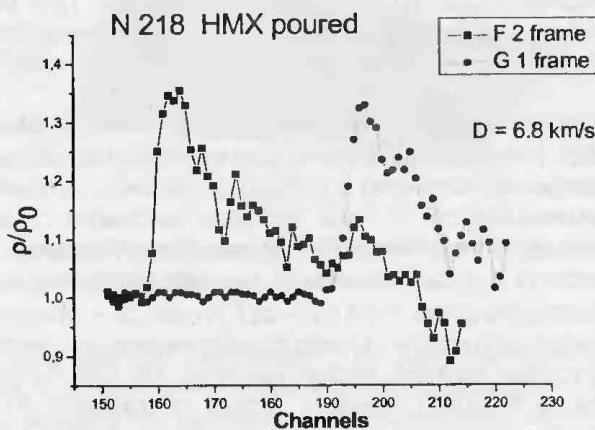


Рис. 4. Относительное изменение плотности на фронте детонации у октогена

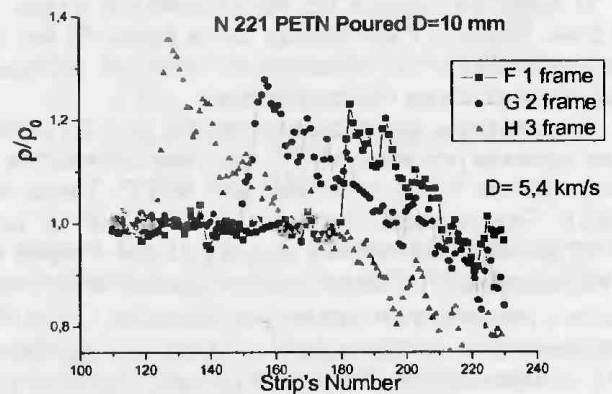


Рис. 5. Изменение профиля плотности на фронте детонации у порошкового тэна

В заключение следует отметить, что в работе ставилась задача об определении максимального сжатия во фронте детонации. Для правильного измерения ширины зоны реакции необходимо учитывать разлет продуктов детонации. Повышению точности так же приведет использование в экспериментах зарядов ВВ большего диаметра.

1. Зубков П.И., Кулипанов Г.Н., Лукьянчиков Л.А., Ляхов Н.З., Титов В.М., Тен К.А., Толочко Б.П., Федотов М.Г., Шарафутдинов М.Р., Шеромов М.А. // Физика экстремальных состояний вещества-2001. ИПХФ РАН, Черногловка, 2001. С.49-50.
2. Aulchenko V., Evdokov, Popomarev S., Shekhtman L., Ten K., Tolochko B., Zhogin I., Zhulanov V. // Nucl. Instr. and Meth. in Phys. Res. 2003. V.A513. №1-2. P.383-393.
3. Дремин А.Н., Савров С.Д., Трофимов В.С., Шведов К.К. Детонационные волны в конденсированных средах. М.: Наука, 1970. С.164.

ИЗМЕРЕНИЕ МАЛОУГЛОВОГО РЕНТГЕНОВСКОГО РАССЕЯНИЯ СИНХРОТРОННОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ПРИ ДЕТАНАЦИИ ПЛОСКИХ И ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ЗАРЯДОВ ВВ

Тен К.А.^{1*}, Аульченко В.М.², Еедоков О.В.³, Жогин И.Л.³, Жуланов В.В.², Зубков П.И.¹, Каменецкий Ю.М.³, Кулипанов Г.Н.², Лукьянчиков Л.А.¹, Ляхов Н.З.³, Мерживский Л.А.¹, Титов В.М.¹, Толочко Б.П.³, Шарафутдинов М.Р.³, Шеромов М.А.², Шехтман Л.И.²

¹ИГиЛ СО РАН, ²ИЯФ СО РАН, ³ИХТТМ СО РАН, Новосибирск
*ten@hydro.nsc.ru

В ранее проведенных экспериментах было установлено, что сигнал мало углового рентгеновского рассеяния (МУРР) при детонации зарядов ТГ 50/50 растет в течении 2-3 мкс, и только затем начинает спадать [1,2]. Единственным временным масштабом в этом диапазоне является газодинамический разлет продуктов детонации. Поэтому при постановке экспериментов ставились две цели:

1. Попытаться оценить роль разлета продуктов взрыва на сигнал МУРР. Для этого сигнал МУРР записы-

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
НАУЧНЫЙ СОВЕТ ПО ТЕПЛОФИЗИКЕ
НАУЧНЫЙ СОВЕТ ПО ФИЗИКЕ ПЛАЗМЫ
ИНСТИТУТ ТЕПЛОФИЗИКИ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ СОСТОЯНИЙ
ИНСТИТУТ ПРОБЛЕМ ХИМИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ

КАБАРДИНО-БАЛКАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
НИИ ПРИКЛАДНОЙ МАТЕМАТИКИ И АВТОМАТИЗАЦИИ КБНЦ РАН

ФИЗИКА ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ СОСТОЯНИЙ ВЕЩЕСТВА – 2004

Физика экстремальных состояний вещества – 2004

*Под редакцией Фортоев В.Е., Ефремова В.П., Хищенко К.В., Султанова В.Г.,
Темрокова А.И., Канеля Г.И., Минцева В.Б., Савинцева А.П.*

Сборник включает в себя работы по исследованиям в области теплофизики экстремальных состояний и физики высоких плотностей энергии. Рассматриваются различные модели и результаты теоретических расчетов уравнений состояния вещества в экстремальных условиях при высоких давлениях и температурах, физика ударных и детонационных волн, методы генерации интенсивных импульсных потоков энергии, взаимодействие мощных ионных и электронных пучков, интенсивного лазерного, рентгеновского и СВЧ излучения с веществом, электрический взрыв проводников мощными импульсами тока, экспериментальные методы диагностики быстропротекающих процессов, физика низкотемпературной плазмы, проблемы управляемого термоядерного синтеза и традиционной энергетики, а также различные технологические аспекты. Основная часть работ была представлена на XIX Международной конференции «Уравнения состояния вещества» (Эльбрус, 11–17 марта 2004 г.). Издание адресовано специалистам в области физико-технических проблем энергетики.