

ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕТОНАЦИИ ЗАРЯДОВ МАЛЫХ ДИАМЕТРОВ ПЛАСТИЧНОГО ВЗРЫВЧАТОГО ВЕЩЕСТВА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СИНХРОТРОННОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Кашкаров А.О.^{1,3}, Прууэл Э.Р.^{1,3}, Тен К.А.^{1,3}, Рубцов И.А.^{1,3}, Кременко С.И.^{1,3},
Просвирнин К.М.², Киселев А.Н.², Косолапов И.Э.², Костицын О.В.², Лобойко Б.Г.², Музыра А.К.²

¹ Институт гидродинамики им. М.А. Лаврентьева СО РАН, Новосибирск

² РФЯЦ, ВНИИ технической физики, Снежинск

³ Новосибирский государственный университет, Новосибирск

E-mail: kashkarov@hydro.nsc.ru

Регистрация быстропротекающих процессов сопутствующих взрывным явлениям с использованием синхротронного излучения (СИ) как источника рентгеновских импульсов – убедительно зарекомендовавший себя метод применяемый для исследования детонации и ударно-волновых явлений уже более десяти лет [1,2]. Идентичность рентгеновских импульсов СИ по спектру и распределению интенсивности в луче в течении эксперимента позволяет получать для исследуемого процесса распределение сжатия вещества на луче. Важной особенностью является то что регистрация данных не вносит возмущения в возникающее течение, что особенно важно для зарядов малых диаметров, использование контактных датчиков в которых может приводить к катастрофическим изменениям в наблюдаемом процессе.

В настоящей работе исследовались цилиндрические заряды пластичных взрывчатых веществ на основе тэна и гексогена диаметрами 5, 10, 15 мм. Регистрация возникающего за фронтом детонационной волны течения с последующим восстановлением его структуры и определением степени сжатия продуктов детонации производилась в поперечном сечении заряда на достаточном для установления стационарного режима расстоянии от места инициирования.

Для регистрации проходящего излучения ослабленного областью расширения продуктов детонации был использован новый детектор запущенный в работу в 2017 году, отличительной особенностью которого, по сравнению с более ранними работами авторов, является увеличенное в 4 раза временное разрешение. Использование этого детектора позволило получать многокадровое (до 100 шт) рентгеновское шелевое одномерное кино с пространственным разрешением до 0.1 мм, время экспозиции так же осталось около 1 нс, а интервал между кадрами теперь 124 нс.

Использование зарядов малых диаметров позволяет целиком уместить их в области регистрации СИ и контролировать симметрию распределения количества вещества как до прихода детонационной волны, так и при расширении продуктов. Цилиндрическая симметрия исследуемого процесса имеет принципиальное значение, так как позволяет ставить задачу томографии сжатия по одному ракурсу.

Решение задачи томографии предполагает проведение сглаживания экспериментальных данных, поскольку шумы приводят к знакопеременной производной, в то же время в возникающем течении имеются естественные резкие границы. Поэтому, при восстановлении структуры возникающего течения все разрывы выделялись явным образом, а сглаживание проводилось в областях где не ожидается скачков сжатия вещества.

Получаемые результаты можно представить в виде радиальной функции динамики сжатия вещества детонирующего заряда. Это позволяет явным образом сравнить структуру течения за фронтом детонации для исследуемых взрывчатых составов.

Погрешность определения количества вещества на луче СИ для статических образцов различной формы составляет не более 5% в зависимости от толщины просвечиваемого слоя. Для динамических экспериментов ожидается на аналогичном уровне.

1. Э.Р. Прууэл, К.А. Тен, Б.П. Толочко и др. Реализация возможностей синхротронного излучения в исследованиях детонационных процессов // Доклады Академии наук. Техническая физика. 2013. Т. 448. № 1. С. 38-42.
2. В.М. Титов, Э.Р. Прууэл, К.А. Тен и др. Опыт применения синхротронного излучения для исследования детонационных процессов // Физика горения и взрыва. 2011. Т. 47. № 6. С. 3-15.

Работа поддержана РФФИ (грант № 16-29-01050).