

# Особенности формирования сходящейся цилиндрической детонационной волны

*Работа Д.Ю., Дудин С.В., Сосиков В.А., Василёнок Е.В., Размыслов А.В.*

Для решения ряда практических и научных задач с применением высоких динамических давлений возникает необходимость в формировании осесимметричной сходящейся детонационной волны (ДВ) цилиндрической формы. Одним из вариантов получения таких волн является метод многоточечного инициирования боковой поверхности цилиндрического заряда. Эффективность и простота этого метода нивелируется рядом недостатков, связанных с образованием сложной газодинамической структуры в сечении, перпендикулярном оси заряда. Формируемая ДВ имеет форму многоугольника с вершинами в местах сопряжения волн. Стороны многоугольника всегда выпуклые по направлению к его центру, а яркое свечение вершин указывает на скачкообразное изменение параметров в этих точках относительно основной части волны. Отголоски этого процесса проявляются и в продуктах детонации (ПД), в виде тянущихся ярких полос за точками сопряжения. Места столкновения волн и скачка параметров были названы «узлами», а тянущиеся за ними следы – «жгутами» (Рисунок 1).

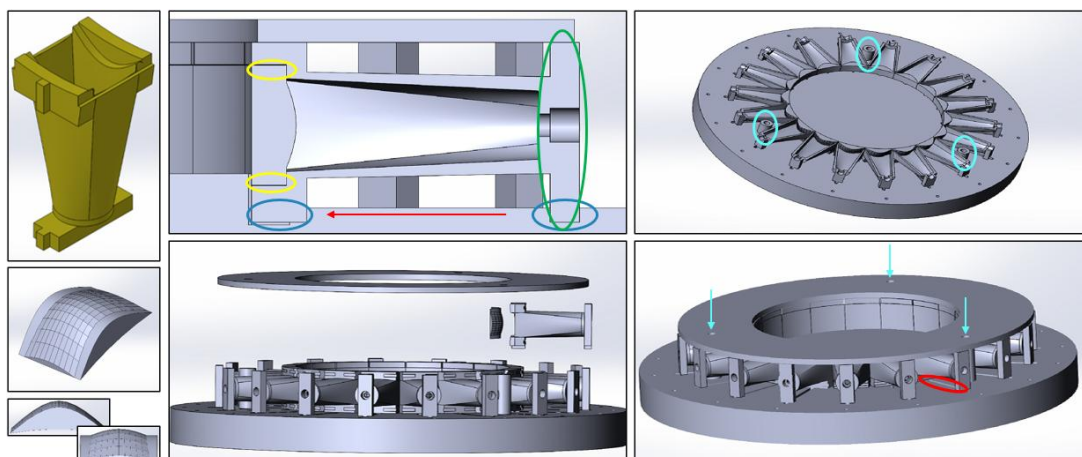


**Рисунок 1**– Неоднородность сходящейся детонационной волны при цилиндрическом обжатии

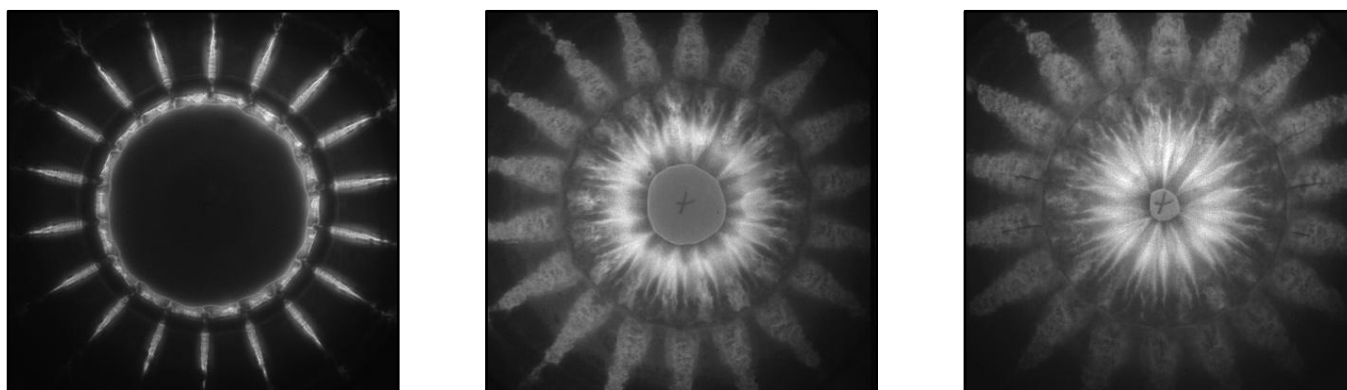
Неоднородность структуры детонационной волны, при её переходе в ударную волну (УВ) в лайнере (или в катушке индуктивности), может привести к увеличению выброса мелкодисперсных частиц и плазмы со свободной поверхности обжимаемого объекта. В худших случаях сильные локальные скачки параметров в «узлах» становятся центрами разрушения и потери целостности.

Целью данной работы является совершенствование метода многоточечного инициирования путём получения инициирующей ударной волны с обратной кривизной фронта и обеспечения её равномерного схождения на протяжении всего эксперимента. Для этого была проведена модификация точки инициирования. Помимо детонационного шнура, новая точка состоит из контейнера и линзы, изготовленных из инертных материалов. Контейнер равномерно наполняется пластическим ВВ и в него вводится детонационный шнур. С другой стороны помещается линза, которая и обеспечивает формирование фронта УВ с обратной кривизной. Все компоненты модификации печатаются на фотополимерном 3D-принтере. Для устранения разновременности инициирования и лучшего позиционирования по торцу заряда, контейнеры, линзы и платформа получили ряд технических модификаций. Внешний вид

модификации точки инициирования, линзы и конечной версии экспериментальной сборки представлены на Рисунок 2. Результаты экспериментов с её использованием приведены на Рисунок 3.



**Рисунок 2** - Внешний вид модификации точки инициирования и экспериментальной сборки (цветным обведены технические решения для улучшения качества эксперимента)



**Рисунок 3** – Динамика осесимметричного сжатия с использованием предложенной модификации точки инициирования

В ходе работы была написана программа, с помощью которой рассчитывается форма внешней поверхности линз. В коде учтены как динамические характеристики пластика, так и возможность возникновения маховских отражений, оказывающих существенное влияние на форму получаемого фронта. Определение динамических характеристик пластика проводилось в отдельной серии экспериментов. Дополнительно проведено математическое моделирование работы точек инициирования и формирования цилиндрической детонационной волны в заряде.

### **Выводы:**

- Исследована динамика осесимметричного сжатия сходящейся детонационной волной и проведено её сравнение с расчётами.
- На основе экспериментальных данных и математических моделей разработана модификация точек инициирования, уменьшающая неоднородности ДВ, которые формируются при использовании метода многоточечного инициирования.
- Показаны особенности работы модифицированных точек и представлена динамика развития формируемой сходящейся детонационной волны.
- Проведено сравнение этого процесса с расчётами и построена математическая модель.

Результаты работы дают возможность оптимизации процессов инициирования и формирования детонационных волн различной конфигурации: цилиндрической, конической, плоской, сферической и др.