

03;08;12

## Экспериментальное исследование двух взаимодействующих ударно-акустических волн

© А.Л. Суркаев, В.Г. Кульков, Г.Н. Талызов

Волжский политехнический институт Волгоградского государственного  
технического университета, г. Волжский  
E-mail: vfaculty@volpi.ru

Поступило в Редакцию 29 января 2001 г.

Представлены результаты экспериментов по определению гидроимпульсного давления волны, формируемой электрическим взрывом металлических проводников. Характер взаимодействия двух встречных волн в среде с цилиндрической геометрией свидетельствует о нелинейности происходящих процессов.

Целью настоящей работы является экспериментальное определение поля давления ударно-акустической волны и исследование взаимодействия двух встречных волн, генерируемых электрическим взрывом металлических проводников в ограниченном объеме цилиндрической геометрии.

Для проведения экспериментальных исследований была выполнена следующая экспериментальная установка (рис. 1). Металлический цилиндр (1) с достаточно толстой стенкой моделирует взрывную камеру с абсолютно жесткой границей. Взрывающиеся металлические проводники (2) и соединенные с ними стержневые электроды (3) посредством центрируемых звездочек (4) из диэлектрического материала соосно располагаются внутри взрывной камеры. Взрывная камера полностью заполняется конденсированной средой — в нашем случае технической водой (5). С торцов камера гидроизолируется эластичными резиновыми пробками (6), поддерживающими соответствующее расположение электродов (3). В качестве регистратора гидроимпульсных возмущений использовался волноводный пьезокерамический датчик (7) [1]. Датчик фиксировался на стенке взрывной камеры при помощи резьбового соединения [2], причем отверстие в стенке соответствовало профилю ступенчатого концентратора. Длина части меньшего диаметра ступен-

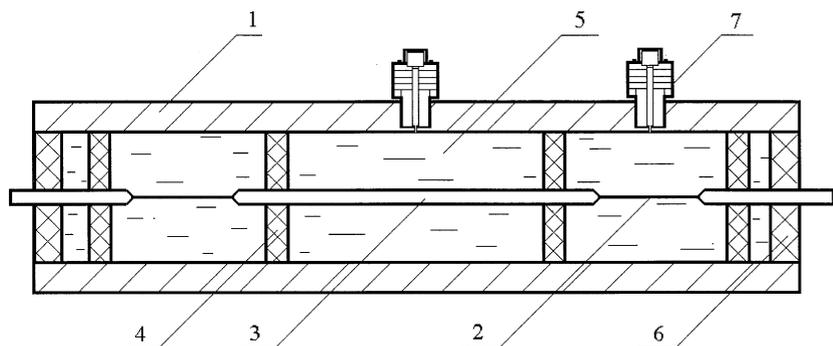


Рис. 1.

чатого волновода выполняется равной толщине стенки профильного отверстия. Расположение торца концентратора в единой плоскости с жесткой стенкой позволяет уменьшить проявления дифракции волн. Малая площадь сечения торца дает возможность регистрировать локальные параметры мощных волн сложных конфигураций, а нахождение пьезоэлемента вне области сильных электромагнитных полей и гидромпульсных возмущений позволяет избежать электрических помех и механического разрушения пьезоэлемента соответственно.

При рассмотрении электрического взрыва принято считать, что в пространстве, окружающем проводник, возбуждается цилиндрическая ударно-акустическая волна [3]. Тем не менее в реальной ситуации волновая поверхность представляется более сложной конфигурацией [4], в первом приближении это расширяющийся эллипсоид вращения. В результате проведенных экспериментов с одним взрывающимся проводником получено поле распределения амплитуды давления взрывной волны, падающей на жесткую стенку. Результаты свидетельствуют о существовании гидродинамического возмущения за пределами линейных размеров взрывающегося проводника, что говорит о формировании кроме волны сжатия волны отражения, распространяющейся как в радиальном, так и в аксиальном направлении.

Несомненно, на формирование аксиальной компоненты волны давления в ограниченном объеме цилиндрической симметрии будет оказывать влияние отраженная от жесткой стенки волна. При этом отраженная

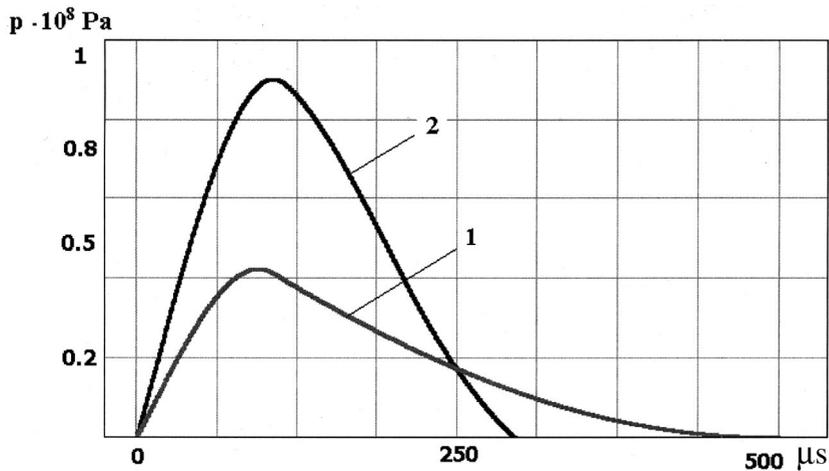


Рис. 2.

волна будет распространяться в аксиальном направлении по уже возмущенной области соответственно с большей скоростью. Поэтому со временем отраженная радиальная компонента догонит аксиальную [5], в результате чего образуется ударно-акустическая волна, распространяющаяся вдоль оси взрывной камеры.

Использование в экспериментах двух последовательно соединенных взрывающихся проводников позволяет генерировать в камере две абсолютно одинаковые волны сжатия высокого давления. Аксиальные компоненты этих волн распространяются навстречу друг другу. Для исследования физических параметров результирующей волны давления, возникающей при взаимодействии двух встречных волн сжатия от равнозначных источников, применялась аналогичная схема экспериментальной установки. При распространении волн от двух источников навстречу друг другу их фронты трансформируются в плоскость [5] и в зоне, находящейся на равном удалении от источников, происходит наложение таких плоских волн, результатом которого является возбуждение новой ударно-акустической волны сжатия.

В процессе проведения экспериментов в первом случае пьезодатчик располагался в соответствующем месте стенки взрывной каме-

ры непосредственно над серединой длины взрывающегося проводника, во втором — в области середины длины центрального электрода. Экспериментальная зависимость гидродинамического давления ударно-акустической волны от времени для первого случая представлена кривой 1 (рис. 2), которая имеет крутой фронт нарастания и экспоненциальную зависимость спада. В целом полученные результаты соответствуют работам [3,6]. Временная зависимость давления взаимодействующих волн представлена кривой 2. В обоих случаях электрический взрыв равнозначных проводников осуществлялся при одинаковых начальных условиях. Результаты экспериментов свидетельствуют об увеличении амплитуды давления результирующей волны более чем в два раза по отношению к исходным. Это подтверждается теорией [7] и говорит о нелинейном характере волновых процессов гидродинамики электрического взрыва. Технические аспекты настоящей работы реализованы в [8].

## Список литературы

- [1] *Бескаравайный Н.М., Позднеев В.А.* Теоретические основы измерения импульсных давлений в жидких средах. Киев: Наук. думка, 1981. 190 с.
- [2] *Суркаев А.Л., Кульков В.Г., Талызов Г.Н.* // Тез. докл. Международной науч.-техн. конф. "Прогрессивные методы получения и обработки конструкционных материалов и покрытий, повышающих долговечность деталей машин". Волгоград, 1996. С. 84.
- [3] *Кривицкий Е.В.* Динамика электровзрыва в жидкости. Киев: Наук. думка, 1986. 205 с.
- [4] *Кучеренко В.В., Шамко В.В.* // Процессы преобразования энергии при электровзрыве: Сб. науч. трудов. Киев: Наук. думка, 1988. С. 90–94.
- [5] *Селиванов В.В., Соловьев В.С., Сысоев Н.Н.* Ударные и детонационные волны. Методы исследования. М.: МГУ, 1990. 263 с.
- [6] *Демина В.М., Шкатов А.А.* Физические основы электрического взрыва: Сб. науч. трудов. Киев: Наук. думка, 1983. С. 79–87.
- [7] *Исакович М.А.* Общая акустика. М: Наука, 1973. 496 с.
- [8] *Брызгалин Г.И., Суркаев А.Л., Годенко А.Е.* и др. А.с. № 1760677 А1. Способ электрогидроимпульсной запрессовки труб в трубные решетки. 1990.