

5. Сидоренко А. Д., Рождественский Б. Л. Задача с контактным разрывом.—ЖВММФ, 1968, т. 8, № 6.
6. Тешуков В. М. Центрированные волны в пространственных течениях газа.— В кн.: Динамика сплошной среды. Вып. 39. Новосибирск, изд. Ин-та гидродинамики СО АН СССР, 1979.
7. Тешуков В. М. Пространственная задача о распространении контактного разрыва в идеальном газе.— В кн.: Динамика сплошной среды. Вып. 32. Новосибирск, изд. Ин-та гидродинамики СО АН СССР, 1977.
8. Тешуков В. М. Построение фронта ударной волны в пространственной задаче о поршне.— В кн.: Динамика сплошной среды. Вып. 33. Новосибирск, изд. Ин-та гидродинамики СО АН СССР, 1978.

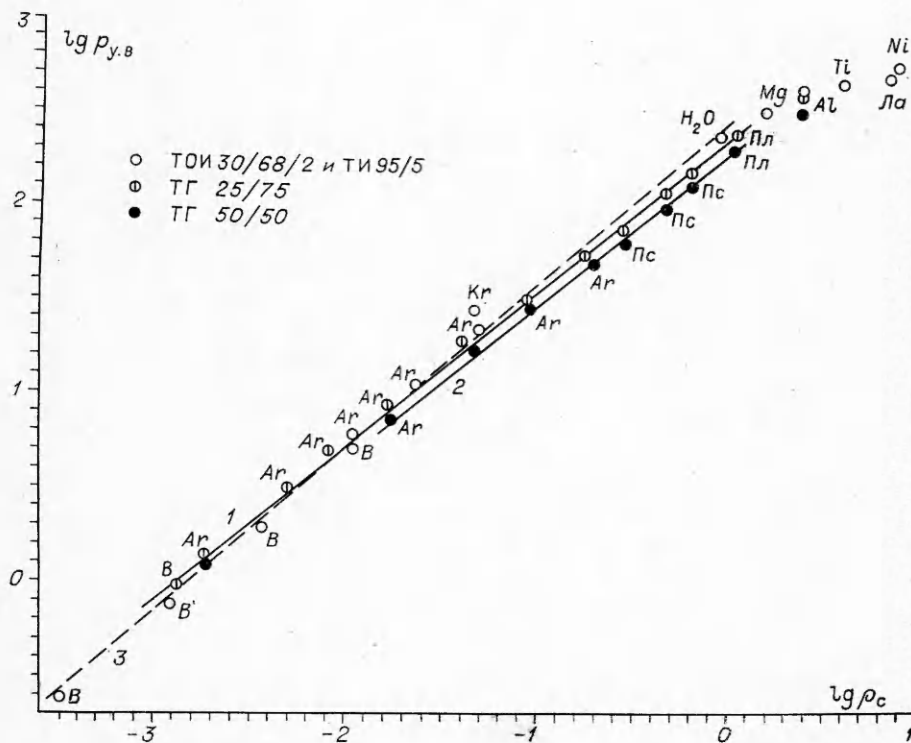
УДК 533.932

ОБ УДАРНОЙ ВОЛНЕ, ПОРОЖДЕННОЙ ДЕТОНАЦИЕЙ

Н. Н. Калиткин, В. М. Синенко

(Москва)

Рассмотрим цилиндрический заряд взрывчатого вещества (ВВ) достаточно больших размеров, в котором инициирована плоская детонационная волна, бегущая вдоль оси. Когда эта волна выходит на торец заряда, происходит распад разрыва. Пусть заряд конденсированного ВВ контактирует с инертной средой, меньшей динамической жесткости (газы, вода, органические вещества). Тогда в инертную среду пойдет ударная волна, а обратно в продукты взрыва (ПВ) — волна разгрузки с двумя слабыми разрывами.



Имеется немало экспериментов подобного типа, в которых измерены параметры детонационной и ударной волн. Обработка экспериментов по взрыву смесей тротил — гексоген (ТГ) [1] и тротил — октоген — инерт (ТОИ) [2] выявила интересную закономерность.

На фигуре по осям отложены логарифмы давления ударной волны $p_{y.в}$ и начальной плотности инертной среды ρ_c , в которую вышла эта волна (буквами обозначен состав инертной среды, в том числе В — воздух, Пс — полистирол, Пл — плексиглас, Ла — латунь, цифры 1—3 — номера соответствующих уравнений). Для ВВ определенного состава и начальной плотности ρ_0 все экспериментальные точки ложатся на одну прямую независимо от состава инертной среды, если обратно в ПВ идет волна разгрузки.

Эта закономерность соблюдается с высокой точностью. Экспериментальные точки на фигуре соответствуют воздуху, аргону, воде, плексигласу и полистиролу, причем многие вещества берутся с различными начальными плотностями. Для каждого ВВ все эти точки лежат практически на одной прямой, несмотря на разницу в составе и агрегатных состояниях инертной среды и очень широкий диапазон изменения давления и плотности (в 10^4 раз). Единственным заметным отклонением от этой закономерности является точка для ксенона; по-видимому, это объясняется неточной первичной обработкой экспериментов в самой работе [2], ибо в ней используется теоретическое уравнение состояния ксенона, а надежных теорий для сильно сжатой неидеальной плазмы в настоящее время нет.

Каждому составу ВВ и его начальной плотности соответствует, вообще говоря, своя прямая. Для тех трех смесей, которые представлены на фигуре, уравнения этих прямых имеют следующий вид:

$$(1) \quad \text{ТГ 25/75, } \rho_0 = 1,72, D = 8,15, \lg p_{y.в} = 2,30 + 0,80 \lg \rho_c,$$

$$p_{y.в} = 200 \rho_c^{0,80};$$

$$(2) \quad \text{ТГ 50/50, } \rho_0 = 1,65, D = 7,55, \lg p_{y.в} = 2,23 + 0,80 \lg \rho_c,$$

$$p_{y.в} = 170 \rho_c^{0,80};$$

$$(3) \quad \text{ТОИ 30/68/2, } \rho_0 = 1,775, D = 8,21, \lg p_{y.в} = 2,38 + 0,85 \lg \rho_c,$$

$$p_{y.в} = 240 \rho_c^{0,85}.$$

Здесь давления измерены в кбар, плотность — в г/см^3 , скорость детонационной волны — в км/с . Заметим, что если аналогично работе [3] ввести безразмерные переменные $p_{y.в}/\rho_0 D^2$ и ρ_c/ρ_0 , то в этих переменных прямые (1), (2) совпадут, но прямая (3) будет от них отличаться.

Теоретического объяснения обнаруженной закономерности найти не удалось. Очевидно только, что на случай инертных сред высокой плотности она не распространяется: при $\rho_c \rightarrow \infty$ давление ударной волны не может возрастать неограниченно. Оно лишь асимптотически стремится к значению, соответствующему падению детонационной волны на неподвижную стенку. Это видно из фигуры, где приведены также экспериментальные точки по выходу ударной волны в легкие и тяжелые металлы; они показывают отклонение от прямолинейности и быстрое стремление к предельному давлению.

Эти металлы имеют большую динамическую жесткость по сравнению с ПВ, так что в данном случае при распаде разрыва обратно идет ударная волна, а не волна разгрузки. Вода же и плексиглас, мало уступающие по плотности магнию, лежат на прямолинейном участке. Поэтому границу между прямолинейной закономерностью и выходом на асимптотическое

давление следует устанавливать по равенству динамической жесткости ПВ и инертной среды.

Установленная закономерность позволяет сильно сократить число измерений, нужное при экспериментальном исследовании новых ВВ. Для нахождения прямой $\lg p_{y.в} - \lg \rho_c$ достаточно провести всего 2—3 измерения, используя хорошо изученные инертные вещества, например аргон при давлении 1 и 20 атм и плексиглас нормальной плотности. Далее, помещая на эту прямую данные о веществах с различными начальными плотностями и известными ударными адиабатами, можно численным расчетом получить детальное описание соответствующих точек, что полностью заменяет эксперименты с этими веществами.

Поступила 4 V 1979

ЛИТЕРАТУРА

1. Жерноклетов М. В., Зубарев В. Н., Телегин Г. С. Изэнтропы расширения продуктов взрыва конденсированных ВВ.— ПМТФ, 1969, № 4.
2. Allan I. W. S., Lambourn B. D. An equation of state of detonation products at pressures below 30 kilobars.— In: Proc. 4th symp. on detonation. White Oak, Maryland, 1965.
3. Куропатенко В. Ф. Уравнение состояния продуктов детонации конденсированных ВВ. ЧММСС, 1977, т. 8, № 6.

УДК 533.6.011

СТАЦИОНАРНОЕ ПЕРЕМЕЩЕНИЕ ТЕЛА УДАРНОЙ ВОЛНОЙ

Е. И. Забабахин, Н. Е. Забабахин

(Челябинск)

Рассматривается возможность стационарного движения хорошо обтекаемого тела вместе с фронтом ударной волны в газе, на котором тело удерживается, как поплавков на воде (что существенно отличается от метательного действия волны на обтекаемые ею препятствия).

Выход на этот режим может быть различным, и общего описания он не имеет (посторонний толчок тела перед приходом волны, импульс от самой волны и т. п.).

Движение тела относительно исходного газа будет сверхзвуковым, и от него пойдут косые волны уплотнения и разрежения. Роль их можно учесть для случая поплавка, имеющего форму крыла с профилем в виде узкого ромба. Схема движения показана на фигуре, где сплошной линией обозначен фронт основной ударной волны, штриховыми — слабые волны сжатия и разрежения (характеристики) от профиля.

В системе координат, связанной с поплавком, движение стационарно, газ набегает слева со сверхзвуковой скоростью $D > c_0$.

От вершины клина пойдет ударная волна со скоростью звука c_0 относительно газа перед ним. На волне сохраняется тангенциальная скорость, т. е.

