

ПРИБЛИЖЕННОЕ РЕШЕНИЕ ДЛЯ ИЗБЫТОЧНОГО ДАВЛЕНИЯ НА ФРОНТЕ ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ УДАРНОЙ ВОЛНЫ ПРИ $0 < R < \infty$

С.К. Асланов, А.А. Кононов

Одесский Национальный университет имени И.И. Мечникова

Изучение газодинамических параметров распространяющихся изрывных ударных волн является важной практической задачей. Особый интерес представляет получение единой аналитической зависимости избыточного давления Δp на фронте ударной волны от расстояния R между фронтом и источником взрыва во всем диапазоне изменения R . Строгое решение этой задачи чисто аналитическими средствами даже для сравнительно простой модели мгновенного точечного взрыва (ТВ) в среде с противодавлением наталкивается на непреодолимые математические трудности.

Недавно новый подход к построению приближенных аналитических зависимостей $p(R)$ для всей области изменения R был предложен в [1]. В указанной статье реализован оригинальный способ отыскания функции $p(R)$, определенной во всем диапазоне $0 < R < \infty$, и имеющей в двух предельных случаях заданный характер асимптотического поведения, соответствующий результатам работ [2, 3].

Отметим, что в работе [1] детально был разобран только случай сферической симметрии задачи. Нами в данной работе используя этот метод, удалось найти приближенное решение для $p(R)$ при цилиндрической симметрии задачи.

Зависимость перепада давлений на фронте ударной волны вблизи центра (решение линеаризованной задачи о ТВ) в виде разложения описана в [2]. Асимптотика поведения ударных волн в дальней зоне описывается известными законами затухания. [3].

Разложение, описывающее изменение Δp для всех $0 < R < \infty$ будем искать в виде:

$$\Delta p = \frac{A_1}{R^2 (R/R_* + C)^{-5/4}} + \frac{A_2}{R (R/R_* + C)^{1/4}} + O\left(\frac{1}{(R/R_*)^{5/2}}\right)$$

с неизвестными A_j, R_* . Постоянная $C > 1$ вводится для устранения особенности в нуле. Введение постоянной C не повлияет на характер асимптотики в дальней зоне.

Переразложим данное выражение по степеням $R \ll 1$. Приравняем коэффициенты при степенях $R \ll 1$ полученного разложения коэффициентам при соответствующих степенях разложения вблизи центра. Таким образом, получим незамкнутую систему для определения неизвестных

А) Для того чтобы замкнуть задачу определения констант воспользуемся

полученным в [4] уравнением для интеграла энтропийных потерь в ударной волне на всем промежутке ее распространения (в качестве закона сохранения энергии при ТВ).

В результате для $y = 1.4$ удастся однозначно найти

$$R^* = 1.085 \text{ и } C = 0.348. A_x = 0.791, A_2 = -0.538. (2)$$

Сравнение полученной зависимости для перепада давления на фронте ударной волны с численными данными [5] показывает достаточно хорошее совпадение. В ближней зоне при $R < 0.2$ отклонение $\epsilon \sim 1\%$, в промежуточной зоне $0.3 < R < 1.5$ отклонение $\epsilon \sim 3\%-8\%$ максимум отклонения достигается при $R \sim 0.7$, и в дальней зоне при $R > 2$ отклонение $\epsilon \sim 1\%$.

Литература:

1. Асланов С.К. Об асимптотике взрывных ударных волн // *Доповіді НАН України*, 2003. - №4. - С. 40 - 43.
2. Мельникова (Бурнова) Н.С. Исследование задачи о точечном взрыве. Диссертация на соискание учёной степени кандидата наук, М. - 1953. - 173 с. (см. РЖ "Механика", 1954, №3, реф. 2535).
3. Шефтер Г.М. Асимптотическое решение уравнений одномерного неустановившегося движения идеального газа с цилиндрической симметрией // *Доклады Академии Наук СССР*. - 1957. - Т. 116, №4. - С. 572-575.
4. Асланов С.К., Голинский О.С. Энергия асимптотически эквивалентного точечного взрыва для взрыва заряда конечного объема в совершенном газе // *Прикладная математика и технической физики*, 1988.-№6.-С. 44-51.
5. Кестенбойм Х. С., Росляков Г.С., Чудов Л.А. Точечный взрыв. Методы расчета. Таблицы. - М.: Наука, 1974. —254 с.