

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КРИТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ТЕЧЕНИЯ СЖАТИЯ В КВАЗИСОГЛАСОВАННОМ ПРИБЛИЖЕНИИ В РЕЗУЛЬТАТЕ ГАЗОДИНАМИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НЕПРОНИЦАЕМОМ ПОРШНЕМ НА ДВУМЕРНУЮ МИШЕНЬ

Е. И. Понькин

ФГУП «ПО «Маяк», Озёрск, Россия

E-mail: cpl@po-mayak.ru

Рассматривается течение типа двойной волны (ДВ) при истечении политропного газа в вакуум с косой стенки, которое описывается автомодельным решением соответствующей начально-краевой задачи (НКЗ) при $\gamma = 5/3$ [1]:

$$\begin{aligned} c_1(\xi) &= (2M(\xi))^{-1} \left(3 + c_0^2 (\operatorname{tg}^2 \alpha - 2) \right) / \sqrt{2 + c_0^2 (\operatorname{tg}^2 \alpha - 2)}, \\ 2M(\xi) &= -6c_0^3 + 2,25c_0^3 \operatorname{tg}^2 \alpha + 3c_0^3 \operatorname{tg}^{-2} \alpha + \frac{17\sqrt{2}}{8} c_0^3 (\operatorname{tg}^2 \alpha - 2)^{3/2} \operatorname{arctg} \sqrt{\frac{1}{2} (\operatorname{tg}^2 \alpha - 2)} + \\ &+ 9,5 - \frac{1}{4} c_0^2 (\operatorname{tg}^2 \alpha - 2) - \left(2 + c_0^2 (\operatorname{tg}^2 \alpha - 2) \right)^{-1} - \frac{17\sqrt{2}}{8} c_0^3 (\operatorname{tg}^2 \alpha - 2)^{3/2} \operatorname{arctg} c_0 \sqrt{\frac{1}{2} (\operatorname{tg}^2 \alpha - 2)}. \end{aligned} \quad (1)$$

В квазисогласованном приближении газодинамические параметры течения задаются функциями

$$c(\xi, \vartheta) = c_0(\xi) + c_1(\xi)\vartheta, \quad u(\xi, \vartheta) = u_0(\xi) + u_1(\xi)\vartheta, \quad v(\xi, \vartheta) = v_1(\xi)\vartheta. \quad (2)$$

Интерпретируем решение исходной НКЗ в квазисогласованном приближении на сжатие, когда момент начала движения газа в ДВ отрицательный $t_0 < 0$, тогда критическое значение скорости звука в ДВ c_0^* определяется из следующего условия

$$c_0^* = \min \left\{ \left(\frac{\beta}{\beta - \operatorname{tg}^2 \alpha} \right)^{\kappa/(1-\kappa)}, M(\xi) = 0 \right\}, \quad (3)$$

при выполнении которого, в точке c_0^* существует особенность построенного решения. Так как по определению

$$c_1(\xi) = \frac{\partial c}{\partial \vartheta} \Big|_{\vartheta=0}, \quad \text{то} \quad \lim_{c_0 \rightarrow c_0^*} \frac{\partial c}{\partial \vartheta} \Big|_{\vartheta=0} = \infty,$$

то есть наступает градиентная катастрофа.

В газодинамическом смысле наличие особенности полученного решения означает, что при безударном сжатии замкнутого объема в точке c_0^* функция $c(\xi, \vartheta)$ испытывает сильный разрыв (возникает ступенька), что приводит к изменению структуры течения в области ДВ и образованию ударной волны.

На рисунке 1, в качестве иллюстрации, приведена зависимость $c_0^*(\alpha)$ для различных значений γ .

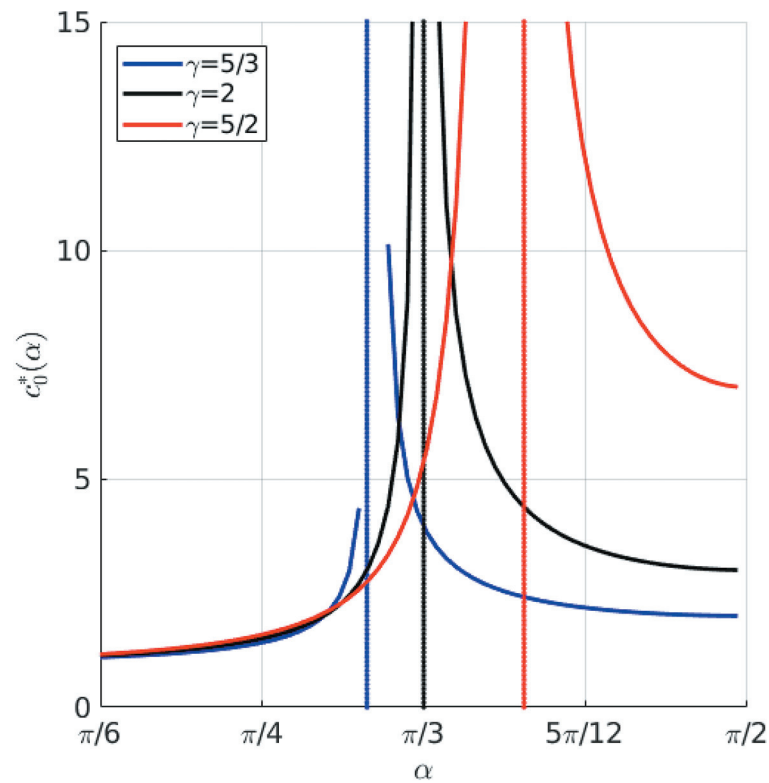


Рис. 1. Значение c_0^* в зависимости от значений γ и α

Литература

1. **Понькин, Е. И.** Автомодельное решение системы уравнений газовой динамики, описывающей истечение политропного газа в вакуум с косой стенки в несогласованном случае [Text] // Вестн. Сам. гос. техн. ун-та. Сер. «Физ.-мат. науки». – 2023. – № 2. – С. 27–39.