

Решение для погранслоя должно удовлетворять граничному условию на торце, которое в двумерной форме записывается следующим образом:

$$T_1 = \int_{-h}^h \varphi(\alpha_2, \alpha_3) d\alpha_3 H(t) . \quad (11)$$

Решение для T_1 , полученное с помощью интегрального преобразования Лапласа по времени, имеет вид

$$T_1 = \int_{-h}^h \varphi(\alpha_2, \alpha_3) d\alpha_3 \exp \left[-\frac{1}{R} \int_0^\xi k d\xi' \right] \times \quad (12)$$

$$\times \left(\frac{k}{k_0} \left(\frac{1}{3} + \int_0^y Ai(-y') dy' \right) - \frac{k - k_0}{k_0^2} \frac{1}{(3a\xi)^{1/3}} Ai(y) + \dots \right),$$

где $Ai(y)$ - функция Эйри, $y = \frac{1}{(a\xi)^{1/3}} (t_3 - \xi)$, $a = \frac{v^2 c_3^4}{6(1-v^2)} \eta^2$, $k_0 = k(0, \alpha_2)$.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гольденвейзер А. Л. Теория упругих тонких оболочек. М.: Наука, 1976.
2. Kaplunov J. D., Kossovich L. Yu., Nolde E. V. Dynamics of thin walled elastic bodies. San Diego: Academic Press, 1998. 226 p.
3. Швецова Ю. В. Динамический простой краевой эффект в скошенной круговой цилиндрической оболочке // Механика деформируемых сред. Саратов, 1997. Вып. 13. С. 83 - 87.

УДК 533.6.011: 532.529

Г. П. Шиндяпин, В. Л. Мыльцин

АНАЛИТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И КЛАССИФИКАЦИЯ УДАРНО-ВОЛНОВЫХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ В УСЛОВИЯХ ПАРАДОКСА НЕЙМАНА*

Проблема слабого маховского отражения (парадокс Неймана) и более общая проблема взаимодействия относительно слабых (интенсивности $P_{10}=(p_1-p_0)/V_0$, $P_{20}=(p_2-p_0)/V_0$, $V_0=r_0c_0^2$) ударных волн (с углом наклона α к вертикали) в газе и газожидкостной среде, характеризуемой параметром $R_0(\gamma)$, вызывает неизменный интерес исследователей [1 - 3], связанный с попытками построения достаточно простых моделей ударно-волновых взаимодействий, адекватно описывающих процесс.

* Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, грант № 99-01-00816.

Установленные экспериментально [2, 3] режимы отражения и взаимодействия (простого Маховского – SMR, Неймановского – NMR, регулярного – RR) теоретически найдены с помощью асимптотики коротких волн [1], приводящей к исследованию в общем случае для определяющих ударно-волновую структуру параметров в области параметров подобия

$$\alpha^v = \frac{\alpha}{P_{10}^{1/2} R_0^{1/2}(\gamma)}, \quad \eta = \frac{P_{20}}{P_{10}} \quad (1)$$

к решению системы двух уравнений (относительно Z_1, Z_2)

$$\begin{aligned} 2 + A_1^2 &= 3Z_1^2, \quad 2\eta + A_2^2 = 3Z_2^2, \quad A_1 + A_2 - 2\alpha^v = A, \quad \eta = \eta; \\ 3Z_1^2 - 3Z_2^2 - 1 + \eta &= (Z_1 - Z_2)A \\ A[6Z_1^2 - 4 - \eta + (Z_1 + Z_2 - A)(2Z_1 - Z_2)] &= \\ = \sqrt{3Z_1^2 - 2} + \eta\sqrt{3Z_2^2 - 2\eta} - 2\left((Z_1^2 - 1)^{\frac{3}{2}} + (Z_2^2 - \eta)^{\frac{3}{2}}\right). \end{aligned} \quad (2)$$

Для наиболее общего случая SMR (с невырожденными отраженными фронтами) система (2) сводится к решению одного уравнения $\Phi(\eta; Z_1, Z_2)=0$ вида:

$$\begin{aligned} 2(2Z_1 - Z_2)(3Z_1^2 - 3Z_2^2 - 1 + \eta) &= (Z_1 - Z_2)\left(D_1 - \sqrt{D_1^2 - 4(2Z_1 - Z_2)D_0}\right) \\ D_1 &= 6Z_1^2 - 4 - \eta + (Z_1 + Z_2)(2Z_1 - Z_2), \\ D_0 &= \sqrt{3Z_1^2 - 2} + \eta\sqrt{3Z_2^2 - 2\eta} - 2\left((Z_1^2 - 1)^{\frac{3}{2}} + (Z_2^2 - \eta)^{\frac{3}{2}}\right), \end{aligned} \quad (3)$$

которое в частном случае ($\eta=1$) разрешается параметрически в явном виде.

В случае вырождения одной из отраженных волн ($Z_1 = 1$ – модель NMR) система (2) решается в явном виде

$$\begin{aligned} Z_2 &= \frac{1}{6}\left(A + \sqrt{A^2 - 12A + 12\eta + 24}\right), \\ \alpha^v &= \frac{1}{2}\left(1 - A + \sqrt{3Z_2^2 - 2\eta}\right), \end{aligned} \quad (4)$$

позволяющем определять параметры, характеризующие ударно-волновую конфигурацию.

На рис. 1 изображены ударно-волновые конфигурации для различных интенсивностей инициирующих волн (при $\alpha^v=1$ и $\eta=1$ (а), $\eta=0.6$ (б), $\eta=0.2$ (в)). Рис. 2 представляет собой зависимость продольной ($U=\mu$) и поперечной ($V=v-\mu Y$) составляющих скорости вдоль отраженных фронтов и фронта Маха.

Наблюдаемый разрыв скоростей на рис. 2 объясняет в рамках рассматриваемой аналитической модели возникновение режимов невырожденного и вырожденного маховского взаимодействия.

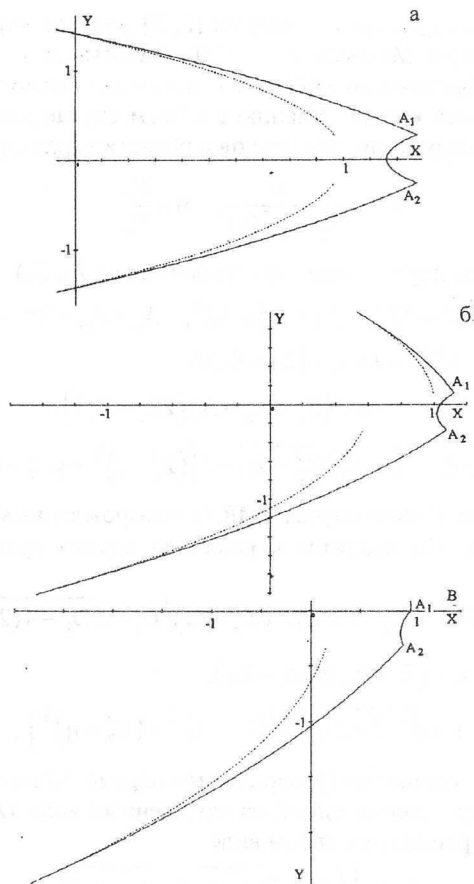


Рис. 1

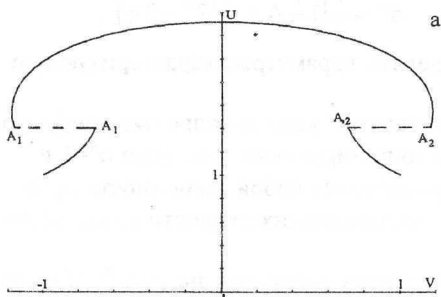


Рис. 2

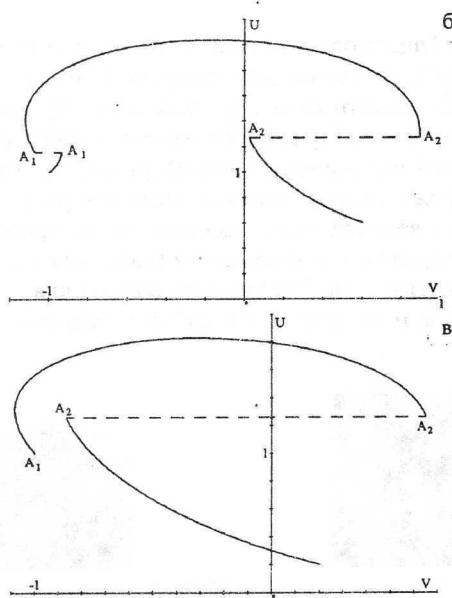


Рис. 2 (окончание)

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шиндяпин Г. П. Маховское отражение и взаимодействие слабых ударных волн в условиях парадокса Неймана // Изв. РАН. МЖГ. 1996. № 2. С. 183 – 190.
2. Ben-Dor G. Shock wave reflection phenomena. N. Y.: Springer-Verlag, 1992. Vol. 11.
3. Adachi T., Suzuki T., Kobayashi S. Mach reflection of a weak shock wave // Trans. Jap. Soc. Mech. Eng. B. 1994. Vol. 60, № 575. P. 2281 – 2296.

УДК 533.6.011:532.529

Г. П. Шиндяпин, В. Л. Мыльцин

РАСЧЁТ ПОЛЕЙ ДАВЛЕНИЙ ПРИ НЕРЕГУЛЯРНОМ ОТРАЖЕНИИ ОТНОСИТЕЛЬНО СЛАБЫХ УДАРНЫХ ВОЛН В УСЛОВИЯХ ПАРАДОКСА НЕЙМАНА*

1. Рассматривается проблема аналитического исследования ударно-волновых структур и полей давления за ними при нерегулярном отражении слабых ударных волн ($P_{10} = (p_1 - p_0) / \rho_0 c_0^2 \ll 1$) от твёрдой стенки с углом на-

* Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, грант № 99-01-00816.