

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ГЕТЕРОГЕННОЙ ДЕТОНАЦИИ ПО СЛОЮ ГАЗОВЗВЕСИ ЧАСТИЦ АЛЮМИНИЯ

С. А. Лаврук, А. А. Афанасенков

Институт теоретической и прикладной механики им. С. А. Христиановича СО РАН, Новосибирск,
Россия

В рамках механики многофазных сред рассматривается задача о распространении гетерогенной детонации по каналу частично заполненной предварительно перемешанной газовзвесью частиц алюминия в воздухе. Ранее при исследовании взаимодействия пористой вставки с гетерогенной детонационной волной в газовзвеси частиц алюминия в кислороде было получено, что срыв детонации наступает, когда высота свободной зоны, по которой распространяется детонация, составляет половину детонационной ячейки [1]. В рамках данной работы планируется проверить критические условия распространения при слоевом распространении гетерогенной детонации в других дисперсных инертных средах.

Физико-математическая модель основана на модели гибридной детонации [2] и верифицированной в [3]. Проводилось варьирование высоты слоя, которая занимает газовзвесь реагирующих частиц, плотность и размер реагирующих частиц, а также инертная фаза находящаяся вне области газовзвеси реагирующих частиц. На первом этапе над слоем газовзвеси реагирующих частиц располагался воздух. Исследовались картины течения, распространения детонации. Расчеты проводились для частиц диаметром $d_2 = 1$ мкм, $\rho_2 = 0,45$ кг/м³. Ширина канала составляла 30 см. Задача решалась в два этапа. На первом этапе происходило установление регулярной ячеистой структуры в канале на протяжении около 3 метров. После чего полученный лидирующий фронт используется для расчетов, где только часть канала занимается реагирующей смесью.

В ходе расчетов получены численные шпирен изображения распространения детонации по слою реагирующих частиц высотой 15 см (рис. 1, *а*) и 5 см (рис. 1, *б*). Видно, что для обоих случаев на границе раздела фаз образуется неустойчивость Рихтмайера-Мешкова, с образованием грибообразных структур. Также для обоих случаев видно, что детонация, распространяющаяся по слою реагирующих частиц опережается фронт, распространяющийся по свободной области. На лидирующем фронте слое высотой 15 см (рис. 1, *а*) наблюдается развитие поперечных волн ($y = 0,1$ м, $x = 5,07$ м). При высоте слоя 5 см (рис. 1, *б*) таких структур не наблюдается.

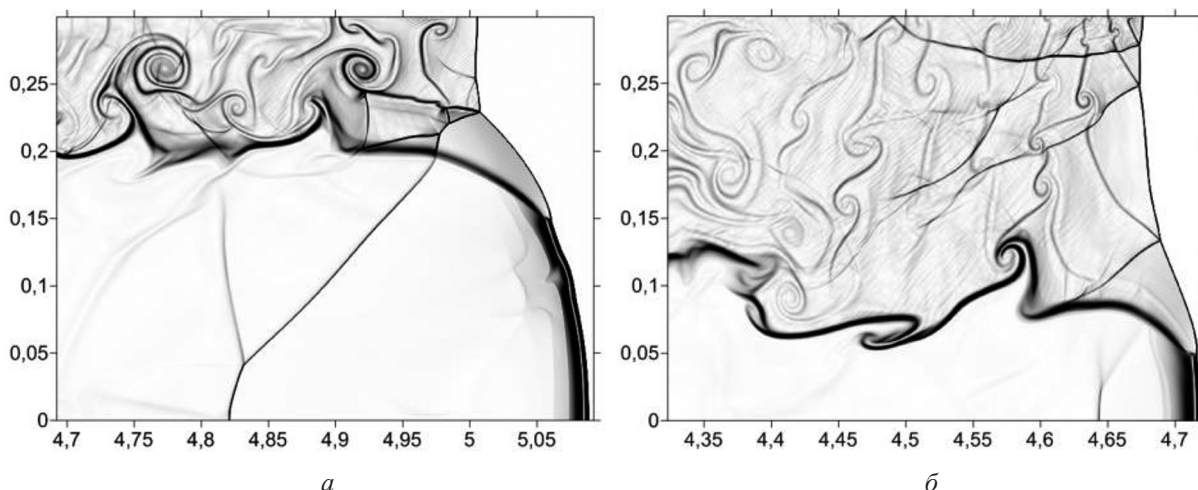


Рис. 1. Распространение детонации по слою реагирующих частиц. Высота слоя 15 см (*а*) и 5 см (*б*)

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 24-79-00046, <https://rscf.ru/project/24-79-00046/>

Литература

1. **Tropin, D. A.** Numerical simulation of the interaction of heterogeneous detonation with an inhomogeneous porous insert [Text] / D. A. Tropin, S. A. Lavruk // International Journal of Multiphase Flow. – 2023. – Vol. 162, No. February. – P. 104407.
 2. **Khmel, T. A.** Simulation of Cellular Detonation Flow in a Hydrogen – Oxygen – Argon Mixture with Aluminum Particles [Text] / T. A. Khmel, S. A. Lavruk // Combustion, Explosion, and Shock Waves. – 2024. – Vol. 60, No. 3. – P. 374–385.
 3. **Afanasenkov, A. A.** Validation of the model of hybrid detonation of hydrogen-air mixtures with aluminum particles [Text] / A. A. Afanasenkov, T. A. Khmel // Chelyabinsk Physical and Mathematical Journal. – 2024. – Vol. 9, No. 2. – P. 177–186.
-