

# К ТЕОРЕТИЧЕСКОМУ ПРЕДСКАЗАНИЮ ДИНАМИКИ ПУЛЬСИРУЮЩЕЙ И ЯЧЕИСТОЙ ДЕТОНАЦИИ В ГАЗАХ

А. Р. Касимов<sup>1</sup>, Л. М. Фария<sup>2</sup>, Р. Р. Розалес<sup>3</sup>

**Аннотация:** Распространение многомерной газовой детонации изучается в асимптотическом приближении слабой нелинейности, т.е. при скоростях волны, немного превышающих скорость звука в исходной смеси. В сочетании с несколькими другими упрощающими предположениями о природе газа, чувствительности химических реакций к температуре и характеристиках детонационной волны, из уравнений сжимаемого реагирующего идеального газа получена упрощенная модель, которая способна не только качественно, но и количественно воспроизводить такие известные режимы распространения детонации, как пульсирующий одномерный и ячеистый многомерный режимы. Обсуждаются некоторые характерные свойства модели.

**Ключевые слова:** теория детонации; пульсирующая детонация; ячеистая детонация

## Литература

1. *Voitsekhovskii B. V., Mitrofanov V. V., Topchian M. Y.* The structure of detonation front in gases. Foreign Technology Division, Wright Patterson Air Force Base, OH (AD 633-821), 1966. Report FTD-MTD-64-527.
2. *Fickett W.* Introduction to detonation theory. — Berkeley, CA: University of California Press, 1985. 260 p.
3. *Lee J. H. S.* The detonation phenomenon. — Cambridge University Press, 2008. 400 p.
4. *Зельдович Я. Б.* К теории распространения детонации в газообразных системах // ЖЭТФ, 1940. Т. 10. Вып. 5. С. 542–568.
5. *Von Neumann J.* Theory of detonation waves. Office of Scientific Research and Development, National Defense Research Committee Div. B, 1942. Technical Report 549.
6. *Döring W.* Über den Detonationsvorgang in Gasen // Ann. Phys. — Leipzig, 1943. Vol. 435. No. 6-7. P. 421–436.
7. *Erpenbeck J. J.* Stability of idealized one-reaction detonations // Phys. Fluids, 1964. Vol. 7. P. 684.

---

<sup>1</sup>Программа прикладной математики и вычислительных наук, Университет науки и технологии им. короля Абдаллы (KAUST), Тувал, Саудовская Аравия, aslankasimov@gmail.com

<sup>2</sup>Факультет математики, Массачусетский технологический институт, Кембридж, Массачусетс, США, lfaria@mit.edu

<sup>3</sup>Факультет математики, Массачусетский технологический институт, Кембридж, Массачусетс, США, rrr@math.mit.edu

8. *Lee H. I., Stewart D. S.* Calculation of linear detonation instability: One-dimensional instability of plane detonation // *J. Fluid Mech.*, 1990. Vol. 212. P. 103–132.
9. *Erpenbeck J. J.* Nonlinear theory of unstable one-dimensional detonations // *Phys. Fluids*, 1967. Vol. 10. No. 2. P. 274–289.
10. *Erpenbeck J. J.* Nonlinear theory of unstable two-dimensional detonation // *Phys. Fluids*, 1970. Vol. 13. No. 8. P. 2007–2026.
11. *Bdzil J. B.* The steady-state two-dimensional detonation // *J. Fluid Mech.*, 1981. Vol. 108. P. 185–226.
12. *Rosales R. R., Majda A. J.* Weakly nonlinear detonation waves // *SIAM J. Appl. Math.*, 1983. Vol. 43. No. 5. P. 1086–1118. doi: 10.1137/0143071.
13. *Stewart D. S., Bdzil J. B.* The shock dynamics of stable multi-dimensional detonation // *Combust. Flame*, 1988. Vol. 72. P. 311–323.
14. *Bourlioux A., Majda A. J., Roytburd V.* Theoretical and numerical structure for unstable one-dimensional detonations // *SIAM J. Appl. Math.*, 1991. Vol. 51. P. 303–343.
15. *Bourlioux A., Majda A. J.* Theoretical and numerical structure for unstable two-dimensional detonations // *Combust. Flame*, 1992. Vol. 90. P. 211–229.
16. *Bourlioux A., Majda A. J.* Theoretical and numerical structure of unstable detonations // *Philos. Trans. Roy. Soc. A*, 1995. Vol. 350. P. 29–68.
17. *Clavin P., He L.* Stability and nonlinear dynamics of one-dimensional overdriven detonations in gases // *J. Fluid Mech.*, 1996. Vol. 306. P. 353–378.
18. *Yao J., Stewart D. S.* On the dynamics of multi-dimensional detonation // *J. Fluid Mech.*, 1996. Vol. 309. P. 225–275.
19. *Clavin P., Williams F. A.* Dynamics of planar gaseous detonations near Chapman–Jouguet conditions for small heat release // *Combust. Theor. Model.*, 2002. Vol. 6. No. 1. P. 127–139.
20. *Clavin P., Denet B.* Diamond patterns in the cellular front of an overdriven detonation // *Phys. Rev. Lett.*, 2002. Vol. 88. No. 4. P. 044502.
21. *Kasimov A. R., Stewart D. S.* Asymptotic theory of evolution and failure of self-sustained detonations // *J. Fluid Mech.*, 2005. Vol. 525. P. 161–192.
22. *Ng H., Higgins A., Kiyanda C., Radulescu M., Lee J., Bates K., Nikiforakis N.* Nonlinear dynamics and chaos analysis of one-dimensional pulsating detonations // *Combust. Theor. Model.*, 2005. Vol. 9. No. 1. P. 159–170.
23. *Faria L. M., Kasimov A. R., Rosales R. R.* Theory of weakly nonlinear self-sustained detonations // *J. Fluid Mech.*, 2015. Vol. 784. P. 163–198.
24. *Rosales R. R.* Diffraction effects in weakly nonlinear detonation waves // *Nonlinear hyperbolic problems* / Eds. C. Carasso, P. Charrier, B. Hanouzet, and J.-L. Joly. — Lecture notes in mathematics ser. — Springer, 1989. Vol. 1402. P. 227–239.

*Поступила в редакцию 17.11.15*