

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОДАВЛЕНИЯ ЯЧЕЙСТОЙ ДЕТОНАЦИОННОЙ ВОЛНЫ СИСТЕМОЙ ИНЕРТНЫХ ПОРИСТЫХ ТЕЛ*

Д. А. Тропин, К. А. Вышегородцев

Институт теоретической и прикладной механики им. С. А. Христиановича Сибирского отделения Российской академии наук

Аннотация: Проведено численное моделирование взаимодействия ячейистой детонации в водородно-воздушной смеси с системой пористых фильтров, расположенных на стенках канала. Получены основные режимы и критические условия гашения и подавления детонации в системе фильтров. В первом реализованном режиме при объемной доле фильтрующих частиц меньше критической детонационная волна замедляется до скорости меньше скорости Чепмена–Жуге и распространяется в стационарном режиме; размер детонационной ячейки увеличивается. Во втором реализуемом режиме при объемной доле фильтрующих частиц, равной или большей критической, происходит расщепление детонационной волны на замороженную ударную волну и отстающий от нее фронт воспламенения и горения с разрушением ячейистой структуры. Построена карта детонационных режимов, из которой следует, что с увеличением объемной доли частиц в фильтрах можно увеличить и зазор между фильтрами для успешного подавления детонации.

Ключевые слова: физическо-математическое моделирование; гомогенная детонация; инертный пористый фильтр; срыв детонации

DOI: 10.30826/CE23160106

EDN: XRBNDY

Литература

1. Кутушев А. Г., Пичугин О. Н. О влиянии пространственной неоднородности распределения частиц в экранирующем слое на подавление детонационной волны в аэрозвеси унитарного топлива // *Физика горения и взрыва*, 1996. № 4. С. 107–109.
2. Shafiee H., Djavarehshkian M. H.. CFD simulation of particles effects on characteristics of detonation // *Int. J. Computer Theory Engineering*, 2014. Vol. 6. No. 6. P. 466–471.
3. Тропин Д. А., Фёдоров А. В. Физико-математическое моделирование подавления детонации инертными частицами в смесях метан–кислород и метан–водород–кислород // *Физика горения и взрыва*, 2014. Т. 50. № 5. С. 48–52. EDN: SOCGBX.
4. Tropin, D. A., Fedorov A. V. 2019. Physical and mathematical modeling of interaction of detonation waves in mixtures of hydrogen, methane, silane, and oxidizer with clouds of inert micro- and nanoparticles // *Combust. Sci. Technol.*, 2019. Vol. 191. No. 2. P. 275–283.
5. Tropin D. A., Bedarev I. A. Problems of detonation wave suppression in hydrogen–air mixtures by clouds of inert particles in one- and two-dimensional formulation // *Combust. Sci. Technol.*, 2021. Vol. 193. No. 2. P. 197–210.
6. Wolinski M., Wolanski P. Gaseous detonation process in presence of inert particles // *Archivum Combustionis*, 1987. Vol. 7. No. 3. P. 353–370.
7. Wolanski P., Liu J. C., Kauffman C. W., Nicholls J. A., Sichel M. The effects of inert particles on methane–air detonations // *Archivum Combustionis*, 1988. Vol. 8. No. 1. P. 15–32.
8. Radulescu M. I., Lee J. H. S. The failure mechanism of gaseous detonations: Experiments in porous wall tubes // *Combust. Flame*, 2002. Vol. 131. P. 29–46.
9. Bivol G. Yu., Golovastov S. V., Golub V. V. Attenuation and recovery of detonation wave after passing through acoustically absorbing section in hydrogen–air mixture at atmospheric pressure // *J. Loss Prevent. Proc.*, 2016. Vol. 43. P. 311–314.
10. Bivol G. Yu., Golovastov S. V., Golub V. V. Detonation suppression in hydrogen–air mixtures using porous coatings on the walls // *Shock Waves*, 2018. Vol. 28. P. 1011–1018.
11. Bivol G. Yu., Golovastov S. V., Alexandrova D. Evolution of detonation wave and parameters of its attenuation when passing along a porous coating // *Exp. Therm. Fluid Sci.*, 2019. Vol. 100. P. 124–134.
12. Бедарев И. А., Рылова К. В., Фёдоров А. В. Применение детальных и приведенных кинетических схем для описания детонации водородовоздушных смесей с разбавителем // *Физика горения и взрыва*, 2015. Т. 51. № 5. С. 22–33. doi: 10.15372/FGV20150503. EDN: UMUJFX.
13. Bedarev I. A., Fedorov A. V., Shul'gin A. V. Computation of traveling waves in a heterogeneous medium with two pressures and a gas equation of state depending on phase concentrations // *Comp. Math. Math. Phys.*, 2018. Vol. 58. P. 775–789.

Поступила в редакцию 11.04.2022

*Исследование выполнено при поддержке гранта Российского научного фонда № 21-79-10083 (<https://rscf.ru/project/21-79-10083/>). Статья основана на докладе, представленном на 10-м Международном симпозиуме по неравновесным процессам, плазме, горению и атмосферным явлениям (NEPCAP), прошедшем в Сочи (Россия) в период с 3 по 7 октября 2022 г.