

ФЕНОМЕНОЛОГИЯ ПРОЦЕССА РАСПРОСТРАНЕНИЯ УДАРНОЙ ВОЛНЫ В ВОДЕ С ПУЗЫРЬКАМИ РЕАКЦИОННОСПОСОБНОГО ГАЗА*

К. А. Авдеев¹, В. С. Аксёнов², А. А. Борисов³, И. А. Садыков⁴, С. М. Фролов⁵,
Ф. С. Фролов⁶, И. О. Шамшин⁷

Аннотация: Проведены экспериментальные исследования взаимодействия ударной волны (УВ) с химически активной пузырьковой средой (ПС) — водой с пузырьками стехиометрической ацетиленокислородной смеси без добавок-загустителей. В экспериментах начальное объемное газосодержание воды изменялось в пределах от 0,5% до 10% при диаметре пузырьков газа 1,5–4 мм, а скорость УВ в среде — в пределах от 260 до 580 м/с. Показано, что в воде с пузырьками химически активной газовой смеси без добавок-загустителей можно реализовать детонационноподобный режим распространения фронта реакции: волна давления распространяется со сверхзвуковой скоростью, а за ее фронтом регистрируется свечение, вызванное воспламенением пузырьков. Описаны особенности поведения пузырьков в таких волнах. Полученные результаты могут быть использованы при разработке импульсно-детонационного водометного движителя, в котором гидрореактивная тяга создается с помощью передачи импульса от УВ к ПС.

Ключевые слова: химически активная пузырьковая среда; ударная волна; гидроударная труба; взрыв; детонация; ацетиленокислородная смесь; эксперимент

* Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки России по государственному контракту № 14.609.21.0001 (идентификатор контракта RFMEFI60914X0001).

¹ Центр импульсно-детонационного горения; Институт химической физики им. Н. Н. Семёнова Российской академии наук, kaavdeev@mail.ru

² Центр импульсно-детонационного горения; Институт химической физики им. Н. Н. Семёнова Российской академии наук; Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», vaksenov@mail.ru

³ Центр импульсно-детонационного горения; Институт химической физики им. Н. Н. Семёнова Российской академии наук, borisov@chph.ras.ru

⁴ Центр импульсно-детонационного горения; Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», churus1314@rambler.ru

⁵ Центр импульсно-детонационного горения; Институт химической физики им. Н. Н. Семёнова Российской академии наук; Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», smfrol@chph.ras.ru

⁶ Центр импульсно-детонационного горения; Институт химической физики им. Н. Н. Семёнова Российской академии наук, f.frolov@chph.ru

⁷ Центр импульсно-детонационного горения; Институт химической физики им. Н. Н. Семёнова Российской академии наук; Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», igor_shamshin@mail.ru

Литература

1. *Фролов С. М., Фролов Ф. С., Аксенов В. С., Авдеев К. А.* Водометный импульсный детонационный двигатель (варианты) и способ создания гидрореактивной тяги. Заявка РСТ/RU2013/001148 от 23.12.2013. <http://www.idgcenter.ru/patentPCT-RU2013-001148.htm>.
2. *Авдеев К. А., Аксенов В. С., Борисов А. А., Тухватуллина Р. Р., Фролов С. М., Фролов Ф. С.* Численное моделирование передачи импульса от ударной волны к пузырьковой среде // Горение и взрыв, 2015. Т. 8. № 2. С. 57–67.
3. *Авдеев К. А., Аксенов В. С., Борисов А. А., Тухватуллина Р. Р., Фролов С. М., Фролов Ф. С.* Численное моделирование передачи импульса от ударной волны к пузырьковой среде // Хим. физика, 2015. Т. 34. № 5. С. 34–46.
4. *Авдеев К. А., Аксенов В. С., Борисов А. А., Фролов С. М., Фролов Ф. С., Шамишин И. О.* Исследование передачи количества движения от ударной волны к пузырьковой жидкости // Хим. физика, 2015. Т. 34. № 11. С. 27–32.
5. *Hasegawa T., Fujiwara T.* Detonation oxyhydrogen bubbled liquids // 19th Symposium (International) on Combustion Proceedings. — Nafia, 1982.
6. *Сычев А. И.* Воспламенение системы жидкость – пузырьки газа ударной волной // ФГВ, 1985. Т. 21. № 2. С. 130–134.
7. *Сычев А. И.* Волна детонации в системе жидкость – пузырьки газа // ФГВ, 1985. Т. 21. № 3. С. 103–110.
8. *Сычев А. И., Пинаев А. В.* Самоподдерживающаяся детонация в жидкостях с пузырьками взрывчатого газа // ПМТФ, 1986. № 1. С. 133–138.
9. *Пинаев А. В., Сычев А. И.* Влияние физико-химических свойств газа и жидкости на параметры и условия существования волны детонации в системах жидкость – пузырьки газа // ФГВ, 1987. Т. 23. № 6. С. 76–84.
10. *Тереза А. М., Слуцкий В. Г., Северин Е. С.* Воспламенение ацетиленкислородных смесей в ударных волнах // Хим. физика, 2009. Т. 28. № 2. С. 45–55.
11. *Mitropetros K., Fomin P. A.* Shock-induced ignition of fuel-lean gas bubbles in organic liquids // Transient combustion and detonation phenomena: Fundamentals and applications / Eds. G. D. Roy, S. M. Frolov. — Moscow: TORUS PRESS, 2014. 101–112.

Поступила в редакцию 18.12.15