

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПЕРЕДАЧИ ИМПУЛЬСА ОТ УДАРНОЙ ВОЛНЫ К ПУЗЫРЬКОВОЙ СРЕДЕ*

К. А. Авдеев¹, В. С. Аксенов², А. А. Борисов³, Р. Р. Тухватуллина⁴, С. М. Фролов⁵,
Ф. С. Фролов⁶

Аннотация: На основе системы уравнений двухфазного сжимаемого вязкого течения проведено двумерное численное моделирование передачи импульса от ударной волны, распространяющейся в газе, к сплошной воде и к воде с пузырьками воздуха. При воздействии ударной волны на сплошную воду несжимаемая жидкость вовлекается в движение после отражения ударной волны от поверхности раздела «газ–жидкость» под действием избыточного давления газа, а при воздействии ударной волны на воду с пузырьками воздуха жидкость вовлекается в движение за счет проникновения ударной волны в сжимаемую пузырьковую среду. Параметрические расчеты показали, что при передаче импульса от ударной волны к пузырьковой жидкости возможны динамические эффекты, при которых импульс, переданный пузырьковой жидкости, в течение некоторого времени значительно превышает импульс, переданный сплошной жидкости, при прочих равных условиях. Указанные динамические эффекты можно использовать для создания энергоэффективных импульсных гидрореактивных движителей.

Ключевые слова: пузырьковая жидкость; ударная волна; передача импульса; численное моделирование

Фамилии в списке авторов перечислены в алфавитном порядке.

* Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки России по государственному контракту № 14.609.21.0001 (идентификатор контракта RFMEFI57914X0038) «Разработка технологии создания гидрореактивной тяги в водометных двигателях высокоскоростных водных транспортных средств и создание стендового демонстрационного образца гидрореактивного импульсно-детонационного двигателя» в рамках Федеральной целевой программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014–2020 годы».

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

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

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

⁴ Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова, tukhvatullinarr@gmail.com

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

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

Литература

1. Куликов С. В., Храмкин М. Ф. Водометные движители (теория и расчет). — Л.: Судостроение, 1980. 312 с.
2. Слижевский Н. Б., Король Ю. М., Соколик М. Г. Расчет ходкости быстроходных судов и судов с динамическими принципами поддержания / Под общ. ред. Н. Б. Слижевского. — Николаев: НУК, 2006. 151 с.
3. Зельдович Я. Б. К теории распространения детонации в газообразных системах // Ж. эксперим. теор. физ., 1940. Т. 10. Вып. 5. С. 542–568.
4. Фролов С. М. Импульсные детонационные двигатели: введение // Импульсные детонационные двигатели / Под ред. С. М. Фролова. — М.: ТОРУС ПРЕСС, 2006. С. 19–32.
5. Кутателадзе С. С., Накоряков В. Е. Тепломассообмен и волны в газожидкостных системах. — Новосибирск: Наука, 1984. 301 с.
6. Фролов С. М., Аксенов В. С., Фролов Ф. С., Авдеев К. А. Водометный импульсный детонационный двигатель (варианты) и способ создания гидрореактивной тяги. Номер международной заявки РСТ/RU2013/001148 от 23.12.2013.
7. Авдеев К. А., Аксенов В. С., Борисов А. А., Тухватуллина Р. Р., Фролов С. М., Фролов Ф. С. Численное моделирование воздействия ударной волны на пузырьковую среду // Горение и взрыв, 2015. Т. 8. С. 45–56.
8. Нигматулин Р. И. Динамика многофазных сред. Ч. I. — М.: Наука, Физматлит, 1987. 467 с.

Поступила в редакцию 01.11.14