

**ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ
ПОВОЛЖСКИЙ РЕГИОН**

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ

№ 2 (18)

2011

СОДЕРЖАНИЕ

МАТЕМАТИКА

<i>Болотнова Р. Х., Галимзянов М. Н., Агишева У. О.</i> Моделирование процессов взаимодействия сильных ударных волн в газожидкостных смесях	3
<i>Бойков И. В., Захарова Ю. Ф., Дмитриева А. А., Будникова О. А.</i> Устойчивость математических моделей противобактериального иммунного ответа.....	15
<i>Медведик М. Ю.</i> Метод коллокации для решения задачи дифракции электромагнитных волн на диэлектрическом теле, расположенном в резонаторе	28
<i>Тактаров Н. Г., Миронова С. М.</i> Математическое моделирование поверхностных волн в слое жидкости с поверхностным зарядом на пористом основании.....	41
<i>Козлов М. В., Щенников В. Н.</i> Один подход к исследованию устойчивости решений сингулярно возмущенных систем дифференциальных уравнений	49
<i>Пасиков В. Л.</i> Задача сближения–уклонения для линейных интегродифференциальных систем Вольтерра с управляющими воздействиями под знаком интеграла	58
<i>Васюнин Д. И.</i> Расчеты двухслойным итерационным методом диэлектрической проницаемости неоднородного образца материала	71
<i>Ладошкин М. В.</i> Построение аналога симплицальных вырождений в A_n -случае	80
<i>Геращенко С. М.</i> Построение замкнутой математической модели электрохимических методов и средств оценки состояния биологических объектов.....	90

ФИЗИКА

<i>Орищенко А. В., Авдонин В. В.</i> Обогащение солнечных космических лучей сверхтяжелыми элементами	98
<i>Браже Р. А., Каренин А. А.</i> Компьютерное моделирование физических свойств супракристаллов.....	105

Кревчик В. Д., Семенов М. Б., Зайцев Р. В., Гаврина З. А. Диссипативный туннельный транспорт: состояние проблемы и перспективы	113
Кревчик В. Д., Калинин Е. Н., Гаврина З. А. Резонансные состояния доноров в квантовых молекулах во внешнем электрическом поле	131
Булярский С. В., Басаев А. С. Особенности управляемой технологии углеродных нанотрубок	141

МАТЕМАТИКА

УДК 532.529

Р. Х. Болотнова, М. Н. Галимзянов, У. О. Агишева

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ СИЛЬНЫХ УДАРНЫХ ВОЛН В ГАЗОЖИДКОСТНЫХ СМЕСЯХ¹

Аннотация. Разработана модель газожидкостной смеси для исследования сильных ударных волн в пузырьковых средах. Для достоверного описания термодинамических свойств пузырьковой жидкости в условиях сильных ударных волн использовалось широкодиапазонное уравнение состояния воды и пара в аналитической форме. Проведено сравнение расчетов с экспериментами для УВ с амплитудой давлений $p_1 = 2,4$ МПа в воде с пузырьками азота с начальным газосодержанием $\alpha_{20} = 4\%$, проанализированы процессы распространения и отражения от жесткой стенки ударных волн при изменении α_{20} от 0,5 до 6 % и амплитуды от 2 до 100 МПа.

Ключевые слова: сильные ударные волны, пузырьковая жидкость, уравнение состояния, математическое и численное моделирование.

Abstract. The authors have developed a model of gas-liquid mixture for investigating strong shock waves (SW) in bubble medium. In order to reliably describe thermodynamic properties of bubble liquid under SW conditions it has been suggested to use a wide range equation of water and steam state analytically. The researchers have compared the experiments for SW with amplitude of pressure $p_1 = 2,4$ MPa in water with nitrogen bubbles with initial gas content $\alpha_{20} = 4\%$ and analyzed the processes of propagation and reflection of shock waves from solid wall with α_{20} changes from 0,5 to 6 % and SW amplitude changes from 2 to 100 MPa.

Key words: strong shock waves, bubble liquid, equation of state, mathematical and numerical modeling.

Введение

Ударно-волновое воздействие на газожидкостную среду сопровождается кумулятивным сжатием пузырьков, приводящим к значительному росту давления и температуры. Различные аспекты изучения волновых процессов в пузырьковых средах обобщены в монографиях [1–3], в которых рассматривалось взаимодействие ударных волн (УВ) слабой ($\Delta p/p_0 \ll 1$) и умеренной интенсивности ($p/p_0 \sim 1$), когда при моделировании возможно не учитывать сжимаемость жидкости или ограничиться предположением ее слабой сжимаемости. Авторы [4, 5] исследовали ударные волны в пузырьковой жидкости в диапазоне давлений $p/p_0 \sim 5$ в двумерном приближении с учетом акустической сжимаемости. Проблема генерации высоких давлений ($p/p_0 \gg 1$) и тео-

¹ Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (коды проектов 08-01-00434-а и 11-01-00171-а) и Совета по грантам Президента Российской Федерации для государственной поддержки ведущих научных школ РФ (грант НШ-4381.2010.1).