

# ДИНАМИКА ВОЗМУЩЕНИЙ КОНЕЧНОЙ АМПЛИТУДЫ В ДВУХФАЗНОЙ РЕАГИРУЮЩЕЙ СИСТЕМЕ

О.В. Шарыпов<sup>1,2</sup>, И.С. Ануфриев<sup>1</sup>

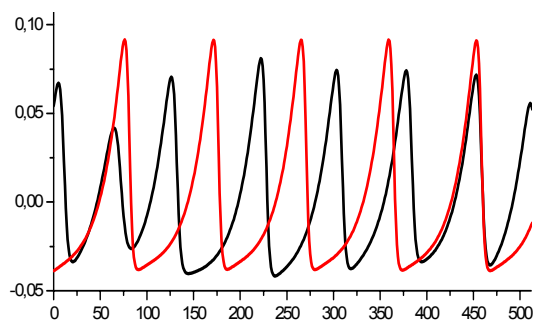
<sup>1</sup> Институт теплофизики им. С.С. Кутателадзе СО РАН, Новосибирск

<sup>2</sup> Новосибирский государственный университет

Теоретически исследована динамика слабых возмущений конечной амплитуды в двухфазной гомогенной среде (газ и твердые частицы) с неравновесной химической реакцией в газовой фазе. С помощью асимптотического подхода обоснована нелинейная модель эволюции одномерных возмущений, учитывающая кинетико-волновое взаимодействие и диссипативные свойства, включая межфазный обмен теплом и импульсом. Проанализированы условия потери устойчивости однородного состояния системы. Получено нелинейное эволюционное уравнение для плоских возмущений при слабой дисперсии и диссипации.

Обоснован критерий усиления низкочастотных возмущений однородного состояния среды. Показано, что эффект неустойчивости носит пороговый характер: возмущения усиливаются, если тепловыделение реакции преобладает над обобщенными диссипативными потерями энергии. Как следствие, однородный режим протекания реакции спонтанно изменяется. Проанализирована роль нелинейности в установлении спектра возмущений. В результате действия неустойчивости и нелинейности в системе могут формироваться самоподдерживающиеся слабые ударные волны. Выполнено численное моделирование эволюции газодинамических возмущений при различных соотношениях между диссипативными свойствами двухфазной среды и кинетическими параметрами реакции.

Полученные результаты численного моделирования эволюции возмущений в гомогенной неравновесной двухфазной среде (газ + твердые частицы) с распределенной химической реакцией в газовой фазе демонстрируют эффект самоорганизации в системе – формирование стабильной периодической структуры, период, амплитуда и скорость которой зависят от свойств среды (см. рисунок). Проанализировано изменение этих параметров в зависимости от соотношения между диссипативными свойствами среды и кинетическими характеристиками неравновесной химической реакции.



Динамика возмущений  
газодинамических параметров.

Работа выполнена при поддержке Минобрнауки РФ (АВЦП «Развитие научного потенциала высшей школы», ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России») и РФФИ (проекты № 10-08-01093-а, 10-08-90032-Бел\_а).

## DYNAMICS OF FINITE-AMPLITUDE PERTURBATIONS IN TWO-PHASE REACTING SYSTEM

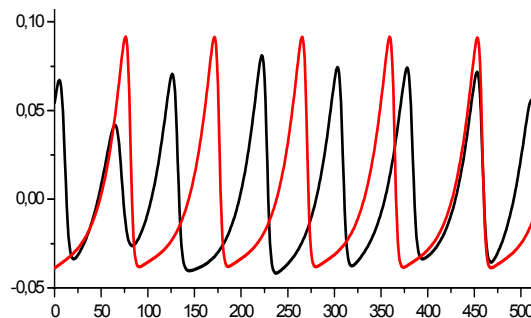
O.V. Sharypov<sup>1,2</sup>, I.S. Anufriev<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Kutateladze Institute of Thermophysics, SB RAS, Novosibirsk

<sup>2</sup> Novosibirsk State University

Dynamics of weak finite-amplitude perturbations in two-phase homogeneous medium (gas + solid particles) with non-equilibrium chemical reaction in gas is studied theoretically. Non-linear model of plane perturbation evolution is substantiated. The model takes into account wave-kinetic interaction and dissipation effects, including inter-phase heat and momentum transfer. Conditions for uniform state of the system are analyzed. Non-linear equation describing evolution of plane perturbation is derived under weak dispersion and dissipation effects.

The criterion for low-frequency perturbation amplification is substantiated. It is shown that instability has threshold character: perturbations increase when reaction heat release predominates over dissipative losses of energy. As a consequence the uniform reaction regime changes spontaneously. The role of non-linearity in perturbation spectrum stabilization is analyzed. As a result of instability and non-linearity self-sustained weak shock waves are generated in the system. Numerical simulation of evolution of gas-dynamic perturbations is carried out under different kinetic and dissipation parameters.



Dynamics of perturbations  
of gas-dynamic parameters

The obtained results demonstrate self-organization in the homogeneous system: steady-state periodic structure arises, its period, amplitude and velocity depends on the features of the medium (see figure). The dependencies of these parameters on dissipation and chemical kinetics are analyzed.

The work was supported by Ministry of Education and Science (Program “Development of high school scientific potential” and Federal Target Program “Scientific and scientific-teaching personnel of innovation Russia”) and Russian Foundation for Basic Research (projects No. 10-08-01093-a, 10-08-90032-Bel\_a).