

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 519.6:501

Аппроксимация автоволновых решений в моделях ламинарного пламени*

Е. Н. Ладоса, А. Д. Пугачёв, Д. С. Цымбалов

(Донской государственный технический университет)

Предложен новый алгоритм расчёта параметров ламинарного пламени в горючей смеси. От известных оптимизационных алгоритмов разработку отличает способ аппроксимации точного решения задачи — постулируется реалистичный вид не температурного поля, а его производной по автомодельной переменной. В результате процедура определения эффективных параметров модели упростилась, а погрешность аппроксимации сохранилась на приемлемом уровне.

Ключевые слова: волна горения, аппроксимация, методы оптимизации.

Введение. Разработка действенных методов исследования автосолитонных уравнений представляет большой интерес для ряда естественнонаучных и технических приложений [1]. Простейшей формой горения является *плоское ламинарное пламя*, формируемое процессами различной природы — *химическими реакциями* и *микрпереносом*. Результирующий процесс представляет собой бегущую волну превращений [2]. Математической моделью пламени служат нелинейные уравнения с частными производными. В данной работе развит новый подход к решению уравнения горения, опирающийся на рациональный выбор функционального вида решения и отработанную технику оптимизации.

Постановка задачи и описание моделей. Динамика автоволн горения описывается уравнением [2]:

$$D \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} + v \frac{\partial T}{\partial z} + W e^{-\Theta/T} (1 - T)^n = 0, \quad T(-\infty) = 1, \quad T(\infty) = 0, \quad (1)$$

в котором температура T и энергия активации Θ выражены в единицах $T_{ад}$ (температуры сгорания в адиабатических условиях); $n \sim 1$ — эффективный порядок брутто-реакции; D , W и v — коэффициент диффузии, предельная скорость химического превращения и скорость распространения пламени соответственно. Решение (1) позволяет определять брутто-характеристики химизма путём измерения скорости распространения пламени, его толщины и температуры. Определённые таким образом физико-химические характеристики ламинарного пламени используются при проектировании энергосиловых установок.

Приближим реальный химический источник, характеризующийся скоростью $W e^{-\Theta/T} (1 - T)^n = 0$, функцией $W e^{-\Theta/T} (1 - T)^n$: для удобства перейдём к безразмерным переменным $\bar{T} \equiv T/T_{max}$ и $\bar{\Theta} \equiv \Theta/T_{max}$. Последняя величина служит важной физико-химической характеристикой горючей смеси — своего рода *форм-фактором источника*, определяющим ширину благоприятного для реакции температурного интервала $T_{min} \div T_{max}$. Независимой переменной выбрана безразмерная температура T , которая совпадает с безразмерной концентрацией $[B]$ продукта B одностадийной реакции $A \rightarrow B + Q$ (Q — тепловыделение).

*Работа выполнена при финансовой поддержке фонда ALCOA.