

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПРИ ГОРЕНИИ БАЛЛИСТИТНЫХ ТВЕРДЫХ ТОПЛИВ (ПЕРВОЕ СООБЩЕНИЕ)

А. М. Липанов¹, И. Г. Русяк², А. В. Трубачев³

Аннотация: Рассмотрены физико-химические процессы (ФХП), происходящие при горении баллиститных ракетных твердых топлив (БРТТ), приведены совокупности химических реакций, соответствующих эндо- и экзотермическим процессам и являющиеся первопричиной образования газообразных и жидких веществ в жидковязком реакционном слое. Для расчета величин их концентраций записаны необходимые дифференциальные уравнения вместе с начальными и граничными условиями. Предлагаемый подход позволяет рассчитывать величину скорости горения БРТТ как в стационарных, так и в нестационарных условиях. Изложенная в работе постановка задачи о горении баллиститных топлив является оригинальной как в части явного учета жидковязкого реакционного слоя (ЖВРС) и жидковязкого инертного слоя (ЖВС), так и при использовании уравнений тепло- и массообмена на подвижной фазовой поверхности, так же как и разности концентраций для любого вещества на этой поверхности. Оригинальными являются система уравнений диффузии в ЖВРС и ЖВС, учет математическими средствами явления газификации по Зельдовичу для определения величины скорости горения топлива и неявный метод численного решения приведенной системы нелинейных параболических уравнений.

Ключевые слова: горение; математическое моделирование; химические реакции; газификация.

Литература

1. Зельдович Я. Б. К теории горения порохов и взрывчатых веществ // ЖЭТФ, 1942. Т. 12. Вып. 11-12. С. 498–524.
2. Похил П. Ф., Нефедова О. И., Марголин А. Д. Об аномальной зависимости скорости горения пороха от начальной температуры // Докл. АН СССР, 1962. Т. 145, № 4. С. 860–862.
3. Зенин А. А. Структура температурного распределения при стационарном горении баллиститного пороха // Физика горения и взрыва, 1966. № 3. С. 67–76.
4. Новожилов Б. В. Нестационарное горение твердых ракетных топлив. — М.: Наука, 1973. 176 с.

¹Институт прикладной математики имени М. В. Келдыша Российской академии наук, am135@yandex.ru

²Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова, primat@istu.ru

³Институт механики Уральского отделения Российской академии наук, udnc@udman.ru

5. *Соркин Р. Е.* Теория внутрикамерных процессов в ракетных системах на твердом топливе. Внутренняя баллистика. — М.: Наука, 1983. 288 с.
6. *Манелис Г. Б., Назин Г. М., Рубцов Ю. И., Струнин В. А.* Термическое разложение и горение взрывчатых веществ и порохов. — М.: Наука, 1996. 224 с.
7. *Баум Ф. А., Станюкович К. П., Шехтер Б. И.* Физика взрыва. — М.: Физматлит, 1959. 800 с.
8. *Андреев К. К.* Термическое разложение и горение взрывчатых веществ. — М.: Наука, 1966. 347 с.
9. *Зельдович Я. Б., Баренблатт Г. И., Либрович В. Б., Махвиладзе Г. М.* Математическая теория горения и взрыва. — М.: Наука, 1980. 478 с.
10. *Исаев С. И.* Курс химической термодинамики. — М.: Машиностроение, 1975. 256 с.
11. *Липанов А. М., Карсканов С. А.* Неявный метод численного решения дифференциальных уравнений // Математическое моделирование, 2013. Т. 25, № 3. С. 25–32.

Поступила в редакцию 18.12.15