

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ГОРЕНИЯ ТВЕРДОГО ТОПЛИВА ПОД ДЕЙСТВИЕМ ПЕРЕМЕННОГО ПЕРИОДИЧЕСКОГО ДАВЛЕНИЯ НАД ПОВЕРХНОСТЬЮ ТОПЛИВА

К. М. Моисеева, А. Ю. Крайнов, А. А. Митрофанов

Томский государственный университет, Томск, Россия

В докладе представлены физико-математические модели, алгоритмы решения и результаты параметрического исследования особенностей горения твердого топлива при действии переменного периодического давления над поверхностью топлива. Актуальность задачи связана с необходимостью определения закономерностей изменения скорости горения твердого топлива в камере сгорания при больших скоростях изменения давления. Цель данной работы – проанализировать нестационарное горение смесового твердого топлива при гармоническом изменении давления над поверхностью горения.

Для исследования выбраны безметалльное твердое топливо и топливо, содержащее частицы алюминия. Основные предположения модели горения смесового твердого топлива представлены в работе [1]. Предположения, касающиеся закономерностей горения частиц алюминия, представлены в работе [2]. Постановка задачи сформулирована на основе подходов механики двухфазных реагирующих сред [3]. При формулировке физико-математической модели принято, что смесовое твердое топливо занимает левое полупространство. При горении смесового твердого топлива продукты его газификации вытекают вправо. На правой границе области на расстоянии L от поверхности топлива располагается объем, в который вытекают продукты горения топлива. Задача формулируется в сопряженной постановке и определяется уравнениями сохранения массы, импульса и энергии компонентов газовой смеси. Метод решения задачи основан на алгоритмах [4, 5].

Из параметрического решения определено, что для смесового твердого топлива зависимость амплитуды скорости горения от частоты колебания давления является не монотонной: с ростом частоты колебаний давления амплитуда колебаний скорости сначала увеличивается, а затем уменьшается. При добавлении в смесовое топливо частиц алюминия наблюдаются схожие эффекты. Амплитуда скорости горения металлизированного смесового твердого топлива меняется с изменением размера частиц алюминия и массового содержания порошка алюминия в продуктах газификации топлива. С увеличением размера частиц экстремумы мгновенной максимальной и мгновенной минимальной скорости горения топлива смещаются в область более низких частот. Амплитуда колебаний скорости при фиксированной амплитуде и частоте колебаний давления сильно зависит от порядка реакции в газовой фазе, и увеличивается с увеличением порядка реакции в газовой фазе.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ 24-21-00071.

Литература

1. **Крайнов, А. Ю.** Исследование газодинамики горения смесового твердого топлива при колебаниях давления [Текст] / А. Ю. Крайнов, К. М. Моисеева // Вестник Томского государственного университета. Математика и механика. – 2024. – № 90. – С. 130–139.
 2. **Моисеева, К. М.** Определение критических условий искрового зажигания бидисперсного порошка алюминия в воздухе [Текст] / К. М. Моисеева, А. Ю. Крайнов, А. А. Дементьев // Физика горения и взрыва. – 2019. – Т. 55, № 4. – С. 26–33.
 3. **Нигматулин, Р. И.** Динамика многофазных сред [Текст]. – М. : Наука, 1987.
 4. **Годунов, С. К.** Численное решение многомерных задач газовой динамики [Текст] / С. К. Годунов, А. В. Забродин, М. Я. Иванов и др. – М. : Наука, 1976.
 5. **Крайко, А. Н.** О поверхностях разрыва в среде, лишенной «собственного» давления [Текст]. – Прикладная математика и механика. – 1979. – Т. 43, № 3. – С. 500–510.
-