

РАСЧЕТ НЕСТАЦИОНАРНОЙ СКОРОСТИ ГОРЕНИЯ МЕТАЛЛИЗИРОВАННЫХ ТВЕРДЫХ РАКЕТНЫХ ТОПЛИВ

В.А. Порязов, А.Ю. Крайнов

*Национальный исследовательский Томский государственный университет
634050 Томск, пр. Ленина, 36*

Представлена физико-математическая модель и результаты расчета нестационарной скорости горения металлизированного твердого топлива. Разработана сопряженная математическая модель, учитывающая физико-химические процессы в твердой и газовой фазах. На поверхности горения учитываются условия сохранения потоков энергии и массы компонентов. Модель строилась на основе модели, представленной в работе [1]. В расчетной области записываются уравнения переноса тепла и глубины превращения в конденсированной фазе и двухскоростная, двухтемпературная модель реагирующего течения продуктов его разложения и газификации над поверхностью твердого топлива. Проведен расчет нестационарной скорости горения при сбросе давления, в зависимости от дисперсности и массовой доли порошка металла в составе топлива. Полученные результаты качественно совпадают с описанными в научной литературе.

Расчеты проводились для значений теплофизических и формально-кинетических параметров, характерных для пороха Н с добавлением порошка алюминия.

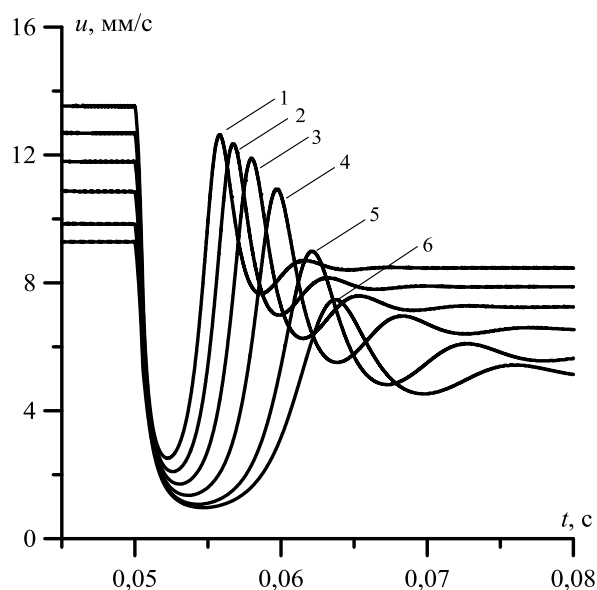


Рис. 1. Скорость горения пороха Н как функция времени при уменьшении давления от 10 до 2 МПа. Скорость сброса давления $15 \cdot 10^3$ МПа/с, $r_{Al,0} = 2$ мкм. 1 – $\alpha_{Al} = 0,09$, 2 – $\alpha_{Al} = 0,07$, 3 – $\alpha_{Al} = 0,05$, 4 – $\alpha_{Al} = 0,03$, 5 – $\alpha_{Al} = 0,01$, 6 – порох Н без добавления порошка алюминия

На рис. 1 представлена зависимость скорости горения пороха Н с добавлением порошка алюминия от времени в зависимости от массовой доли порошка алюминия в составе пороха Н. Видно, что увеличение массовой доли порошка алюминия в составе пороха Н стабилизирует переходные процессы при сбросе давления, уменьшая время релаксации.

На рис. 2 представлено изменение скорости горения пороха Н с добавлением порошка алюминия во времени при сбросе давления от 10 до 2 МПа. Скорость сброса давления $15 \cdot 10^3$ МПа/с, массовая доля алюминия в составе топлива - 9%, при различной дисперсности порошка алюминия. Как видно из рис. 2, чем выше дисперсность порошка алюминия в составе металлизированного твердого топлива, тем меньше время релаксации и тем быстрее топливо выходит на стационарный режим горения, после сброса давления.

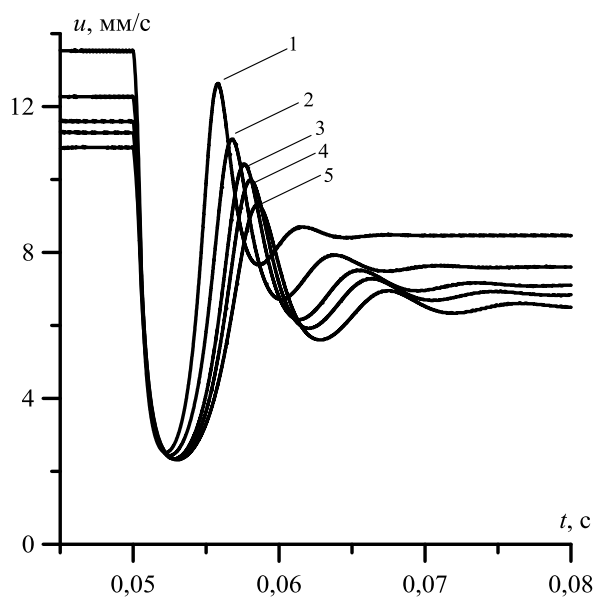


Рис. 2. Изменение скорости горения пороха Н с добавлением порошка алюминия во времени при уменьшении давления от 10 до 2 МПа. Скорость сброса давления $15 \cdot 10^3$ МПа/с. $\alpha_{Al} = 0.09$ 1 - $r_{Al,0} = 2$ мкм, 2 - $r_{Al,0} = 5$ мкм, 3 - $r_{Al,0} = 10$ мкм, 4 - $r_{Al,0} = 15$ мкм, 5 - $r_{Al,0} = 30$ мкм

Видны существенные отличия во времени релаксации скорости горения при различной дисперсности порошка алюминия в составе топлива. С уменьшением размера частиц, вылетающих с поверхности горения, продолжительность переходного режима сокращается.

Полученные результаты качественно согласуются с результатами, представленными в работе [2].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Крайнов А.Ю., Порязов В.А.** Численное моделирование погасания пороха Н при резком сбросе давления на основе сопряженной модели горения // Физика горения и взрыва. 2015. Т. 51, № 6. С. 47-52.
2. **Архипов В.А., Бондарчук С.С., Коротких А.Г., Кузнецов В.Т., Громов А.А., Волков С.А., Ревягин Л.Н.** Влияние дисперсности алюминия на характеристики зажигания и нестационарного горения гетерогенных конденсированных систем // Физика горения и взрыва. 2012. Т. 48, № 5. С. 148-159.