

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ГОРЕНИЯ ЗЕРНЕНОГО ЗАРЯДА В СОПЛОВОЙ МАНОМЕТРИЧЕСКОЙ БОМБЕ

А. Ю. Крайнов, А. Н. Ищенко, К. С. Рогаев, А. С. Дьячковский

Томский государственный университет, Томск, Россия

Испытания горения пороха в манометрической бомбе постоянного объема характеризуются низкой плотностью заряжания (до $0,2 \text{ г/см}^3$) [1, 2]. Использование сопловой бомбы (СБ) на начальном этапе исследования горения порохов позволяет реализовать плотность заряжания до 1 г/см^3 , реализовать максимальное давление до 600 МПа, получить закон горения пороха на подъеме и спаде давления. Данные параметры соответствуют реальным условиям ствольных метательных систем [3].

Целью данной работы является сравнение экспериментально замеренной зависимости изменения давления во времени в СБ при горении навески пироксилинового пороха с расчетами по термодинамической модели горения пороха в СБ, и по сопряженной модели нестационарного горения пороха.

После зажигания навески пороха давление в камере СБ возрастает до давления вскрытия заглушки и затем понижается при продолжающемся горении заряда. Давление вскрытия заглушки задавалось равным 40, 80 и 120 МПа. После вскрытия заглушки в камере сгорания давление падает. Фиксировалась зависимость давления от времени до полного сгорания навески заряда.

Проведено сравнение экспериментально замеренной зависимости давления от времени в СБ с расчетами по термодинамической модели горения навески пороха в СБ с использованием эмпирического закона зависимости скорости горения от давления и по сопряженной модели нестационарного горения пороха, в которой учитываются химические реакции в конденсированной и в газовой фазах, на поверхности горения ставятся граничные условия четвертого рода (условия сопряжения) [1, 2]. Получено удовлетворительное согласие результатов расчетов с экспериментальными измерениями. Выявлено, что нестационарная скорость горения пироксилинового пороха, обусловленная большой скоростью роста давления над поверхностью горения, превышает квазистационарную скорость [4]. Это отличие зависит от скорости роста давления и от его абсолютной величины. Отличие квазистационарной и нестационарной скорости горения уменьшается при возрастании давления начиная от 80 МПа. На этапе падения давления нестационарная скорость горения пороха существенно ниже скорости горения, определяемой эмпирическим степенным законом скорости горения пороха.

Исследование выполнено при финансовой поддержке гранта РНФ 24-21-00071.

Литература

1. **Ищенко, А. Н.** Экспериментально-теоретическое исследование горения зерненого заряда в замкнутом объеме [Текст] / А. Н. Ищенко, А. Ю. Крайнов, К. С. Рогаев и др. // Инженерно-физический журнал. – 2023. – Т. 96, № 6. – С. 1487–1493.
 2. **Крайнов, А. Ю.** Численное моделирование нестационарного горения высокоэнергетического материала в закрытом объеме на основе сопряженной модели горения [Текст] / А. Ю. Крайнов, К. М. Моисеева, В. А. Порязов // Химическая физика и мезоскопия. – 2023. – Т. 25, № 3. – С. 310–320.
 3. **Дьячковский, А. С.** Исследование особенностей горения высокоплотных топлив в условиях сопловой установки [Текст] / А. С. Дьячковский, К. С. Рогаев, А. Н. Ищенко и др. // Вестник Томского государственного университета. Математика и механика. – 2023. – № 84. – С. 109–122.
 4. **Крайнов, А. Ю.** Численное моделирование нестационарного горения пороха при быстром росте давления на основе сопряженной модели горения [Текст] / А. Ю. Крайнов, В. А. Порязов // Инженерно-физический журнал. – 2022. – Т. 95, № 1. – С. 185–193.
-