

НАПРАВЛЕНИЕ
«РАКЕТНЫЕ ДВИГАТЕЛИ. КОСМИЧЕСКАЯ ЭНЕРГЕТИКА» /
«ROCKET ENGINES. SPACECRAFT POWER ENGINEERING»

УДК 621.453

АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
СМЕСЕВЫХ УНИТАРНЫХ ТОПЛИВ В КАЧЕСТВЕ РАБОЧЕГО ТЕЛА В ЖРД МТ

Зрелов В.А., Лыкин А.Ю.
Самарский университет, г. Самара, auforstud@gmail.com

Ключевые слова: смесевое монотопливо, воспламенение, гранулированный тепловой аккумулятор.

В настоящее время большое внимание уделяется решению задачи увеличения энергомассовых характеристик двигательных установок (ДУ) с ЖРД малой тяги (МТ). Одним из путей решения этой задачи является использование жидких унитарных топлив, что позволяет существенно упростить систему топливоподдачи, конструкцию двигателя и снизить массу ДУ.

Как известно, жидкие унитарные топлива традиционно классифицируются по трем основным типам [1, 2]:

- а) мономолекулярные соединения, содержащие в одной молекуле окислительные и горючие элементы, обладающие достаточной химической устойчивостью в условиях хранения;
- б) мономолекулярные соединения с неустойчивой структурой молекул, при разложении которых выделяется аккумулируемая в химических связях энергия;
- в) полимолекулярные композиции, представляющие собой гомогенные смеси горючих и окислительных мономолекулярных соединений, не реагирующие в нормальных условиях, но способные к горению при соответствующей организации рабочего процесса.

Унитарные топлива первого и второго типов наряду с энергетическими параметрами имеют значительно худшие эксплуатационные характеристики по сравнению с двухкомпонентными топливами. Средством, позволяющим улучшить указанные свойства является применение полимолекулярных (смесевых) топлив, дающих, по сравнению с мономолекулярными, широкие возможности для получения необходимых свойств, варьируя типом, количеством и соотношением входящих в них мономолекулярных соединений.

Особенностью смесевых нитратных (содержащих в своей основе нитратные группировки) монотоплив, которые рассматривались в рамках данной работы, является высокий нижний предел устойчивого горения по давлению $P_{нип} > 1,5...2,5$ МПа, что значительно затрудняет решение проблемы многократного запуска монотопливных ЖРД МТ. Для решения этой проблемы предлагается использовать химические источники тепла, способные аккумулировать часть тепловой энергии продуктов сгорания монотоплива во время работы двигателя, и размещаемые в камере сгорания.

В результате проведенного анализа сформулирован набор требований, предъявляемых к составу смесей для изготовления саморазогревающихся химических источников тепла, выступающих в роли тепловых аккумуляторов. В число требований входят: способность к самоподдерживающейся химической реакции, высокая адиабатическая температура горения, высокая температура плавления конечных продуктов, исключая термическое разрушение ТА во время работы ЖРД МТ, химическая и эрозионная стойкость конечных продуктов к воздействию продуктов сгорания монотоплив, минимальное газовыделение при сгорании и способность сохранять свою форму и геометрические размеры.

Предлагается рассмотреть в качестве тепловых аккумуляторов химические источники тепла, в основе своей работы имеющие протекание экзотермических реакций безгазового горения двух типов: реакции металлотермического восстановления окислов (горения термитов) и реакции самораспространяющегося высокотемпературного синтеза [3]. Они обладают

высоким удельным тепловыделением $H = (2...3,8) \cdot 10^3 \text{ Дж/кг}$, приемлемыми теплофизическими свойствами и высокими температурами во фронте реакции $T = 1800...3800 \text{ К}$.

В качестве наиболее рациональной формы размещения теплового аккумулятора в камере сгорания предлагается использовать гранульную засыпку из сферических гранул.

В результате проведенного анализа выявлен перспективный способ воспламенения смесового нитратного монотоплива в ЖРД МТ посредством гранулированного теплового аккумулятора запуска, что свидетельствует о возможности использовать данный вид топлива в ЖРД МТ.

Список литературы

1. Штехер М. С. Топлива и рабочие тела ракетных двигателей: учебное пособие для авиационных вузов. М.: Машиностроение, 1976. 304 с.
2. Паушкин Я.М. Жидкие и твердые химические ракетные топлива. М.: Наука, 1978. 192 с.
3. Кузнецов В. И. Общая химия: Тенденции развития. [Науч.-попул.]. – М.: Высш. шк., 1989. 289 с.: ил.

Сведения об авторах

Зрелов Владимир Андреевич, д-р техн. наук, профессор кафедры конструкции и проектирования двигателей летательных аппаратов. Область научных интересов: конструкция и прочность двигателей летательных аппаратов.

Лыкин Александр Юрьевич, старший преподаватель кафедры инженерной графики. Область научных интересов: исследование внутрикамерных процессов в жидкостных ракетных двигателях малой тяги.

ANALYSIS OF THE POSSIBILITY OF USING MIXED UNITARY FUELS AS A WORKING BODY IN MT LPE

Zrelov V.A., Lykin A.U.
Samara University, Samara, auforstud@gmail.com

Keywords: mixed monopropellant, ignition, granular heat accumulator.

The article is considered the possibility of using a mixed monopropellant in an MT liquid-propellant engine in order to improve the energy and mass characteristics.