

ры позволили выявить определяющие факторы влияния на внутрикамерный рабочий процесс ЖРДМТ на самовоспламеняющихся компонентах топлива и определить рациональные области значений основных конструктивных и режимных параметров предкамеры, позволяющих достичь максимальный эффект в приросте удельных параметров двигателей.

Библиографический список

1. Нигодюк, В.Е., Перспективы применения предкамер в ЖРДМТ на самовоспламеняющихся компонентах топлива [Текст] /В.Е. Нигодюк, А.В. Сулинов //Проблемы и перспективы развития двигателестроения: Материалы междунар. науч.-техн. конф. Ч. 1. Самара: СГАУ, 2009, с. 120-122.

УДК 621.453

О ПЕРИОДЕ ИНДУКЦИИ ГАЗОФАЗНЫХ РЕАКЦИЙ ПРОДУКТОВ ЖИДКОФАЗНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ СЖРТ

Нигодюк В.Е., Сулинов А.В.

Самарский государственный аэрокосмический университет

ON THE INDUCTION PERIOD OF GAS-PHASE REACTIONS OF INTERACTION PRODUCTS IN THE LIQUID PHASE HYPERGOLIC FUEL COMPONENTS

Nigodjuk V. E., Sulinov A.V. Samara state aerospace university (national research university), Samara. Method of flow-through reactor experimental study was carried out and the determined values of the period of induction of gas-phase reactions of interaction products hypergolic fuel components in the liquid phase.

Двухкомпонентное самовоспламеняющееся жидкое ракетное топливо (СЖРТ), в котором горючее из гидразинового ряда, а окислитель из азотнокислотного ряда, широко используется в жидкостных ракетных двигателях различных типов.

Ведущую роль в обеспечении высокой эффективности внутрикамерного рабочего процесса, прежде всего в жидкостных ракетных двигателях малых тяг (ЖРДМТ), играет организация жидкофазного взаимодействия компонентов топлива [1] как при запуске двигателя, так и при его работе на непрерывном режиме. При этом в результате экзотермического жидкофазного взаимодействия самовоспламеняющихся компонентов топлива в предпламенный период образуются высокоактивные газофазные и жидкофазные промежуточные продукты (соответственно ГФПП и ЖФПП), параметры и относительные количества которых определяют скорость преобразования топлива в конечные продукты сгорания.

Для формирования требований к организации эффективного смесеобразования и

для проведения расчета рабочего процесса в камере сгорания двигателей необходимо знание основных кинетических характеристик парогаза, прежде всего знание периода индукции газофазных реакций $t_i^{z\phi}$ на предпламенном режиме (стадии парогазогенерации). С точки зрения практического использования период индукции газофазных реакций определяет предельно минимальный период самовоспламенения компонентов при запуске двигателя в вакууме при идеальной организации рабочего процесса.

В работе для экспериментального определения периода индукции газофазных реакций был использован метод проточного реактора [2] с клиновым (ЭДКл) и центробежным (ЭДЦ) смесительными элементами, которые обеспечивали взаимодействие компонентов в жидкой фазе и последующее течение ЖФПП по стенке канала реактора. Конструкция спроектированного проточного реактора давала возможность реализовать структуру потока продуктов преобразования топлива такую,

что отсутствовало охлаждающее влияние «свежих» промежуточных продуктов жидкофазного взаимодействия самовоспламеняющихся компонентов топлива на предпламенный разогрев ранее поступившей в канал реактора порции промежуточных продуктов.

Исследование проводилось на стационарных режимах работы реактора. При определении периода индукции газофазных реакций использовались реакторы различной длины, что позволяло изменять время пребывания ГФПП $t_{np}^{z\phi}$ в канале реактора. Исследования осуществлялись в вакуумной камере при давлении не более 100 Па. Эксперименты проводились при температуре компонентов топлива в диапазоне 15...25°C и коэффициенте избытка окислителя 0,5...0,7.

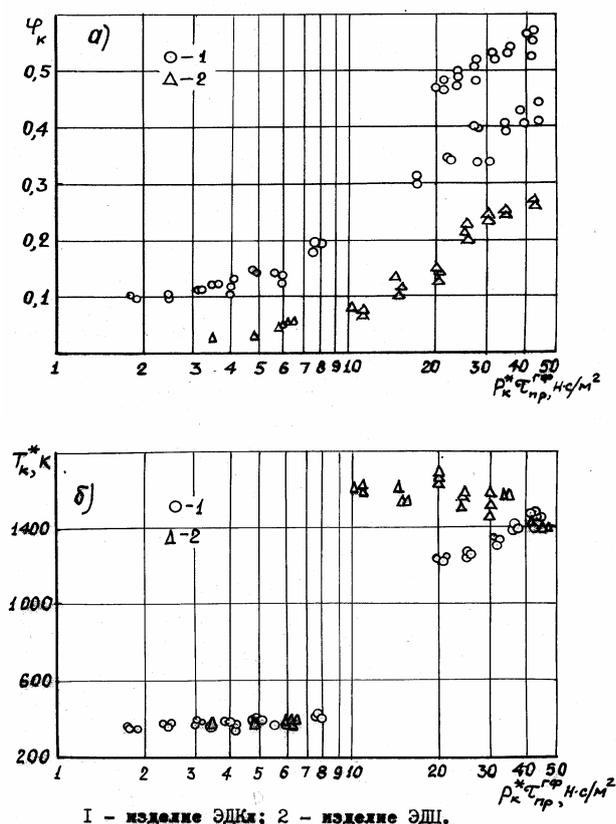


Рис. 3. Зависимости коэффициента полноты преобразования топлива j_k (а) и температуры газофазных продуктов T_k^* (б) от комплекса $p_k^* t_{np}^{z\phi}$

В зависимости от граничных условий процесс в камере реактора протекал на предпламенном режиме или на режиме горения. Воспламенение ГФПП происходило

по механизму теплового взрыва для реакций второго порядка и момент воспламенения можно было зарегистрировать по взрывообразному росту температуры газов в канале реактора. Соответственно время пребывания парогаса $t_{np}^{z\phi}$ в канале реактора в предпламенный период в данных условиях можно трактовать как период индукции газофазных реакций исследованных компонентов.

Давление газофазных продуктов в канале реактора в предпламенный период составляло $p_k^* = 0,02...0,3$ МПа, а давление на режиме горения - $p_k^* = 0,2...0,7$ МПа. Температуры ГФПП и ЖФПП на предпламенном режиме были равны $T_k^* = 340...370$ К и слабо зависели от изменения граничных условий в рассмотренном диапазоне.

Полученные экспериментальные результаты были обобщены в виде зависимостей коэффициента полноты преобразования топлива j_k и температуры газофазных продуктов T_k^* от комплекса $p_k^* t_{np}^{z\phi}$ (рис.1).

Был определен диапазон значений комплекса $p_k^* t_{np}^{z\phi} = 8...10$ Нс/м², при котором происходил процесс воспламенения в газовой фазе. Знание полученных значений комплекса $p_k^* t_{np}^{z\phi}$ позволяет при различных давлениях оценить время индукции газофазных реакций на предпламенном режиме из соотношения $t_i^{z\phi} = (8...10)/p_k^*$. В частности, при нормальном атмосферном давлении время индукции газофазных реакций на предпламенном режиме составляет $t_i^{z\phi} = (8...10) \times 10^{-5}$ с (0,08...0,1 мс).

Библиографический список

1. Дубинкин, Ю.М. Проблемы организации рабочего процесса жидкостных ракетных двигателей малой тяги [Текст] /Ю.М. Дубинкин, В.Е. Нигодюк // Известия ВУЗов. Авиационная техника, 1993, № 2, с. 71-74.
2. Нигодюк, В.Е. Проточный реактор как инструмент экспериментального исследования процессов преобразования СЖРТ [Текст] / В.Е. Нигодюк, А.В. Сулинов // Вестник Самар. гос. аэрокосм. ун-та, 2009, № 3 (19), с. 311-315.