

УДК 621.454.2

О ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МАТЕРИАЛА МР ДЛЯ БЕСПЛАМЕННОГО ИНФРАКРАСНОГО ГОРЕНИЯ В ЖРД

© Воробьева А.Е., Белоусов А.И.

e-mail: aibelousov@mail.ru

Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королёва, г. Самара, Российская Федерация

Смесеобразование в жидкостных ракетных двигателях определяет структуру процесса горения, его устойчивость и полноту сгорания. Форсунки камеры сгорания и газогенератора могут являться источниками возникновения неустойчивого горения. Применение материала МР в форсунках позволяет демпфировать высоко- и низкочастотные колебания, интенсифицировать процессы смешения, распыла и теплообмена. Материал МР представляет собой упругопористую массу, которую получают холодным прессованием дозированной по весу, растянутой и уложенной спирали. Исходным материалом для МР является металлическая проволока диаметром 0,02 – 1,2 мм. Характеристики распыла форсунок из МР зависят от диаметра проволоки и спирали, технологии укладки спирали и пористости МР. Нагрев, испарение и сгорание компонентов топлива происходит за счёт передачи им тепловой энергии от поверхности матрицы МР. Источником энергии является излучающая поверхность.

Цель работы заключается в исследовании возможности применения нового типа форсунок из материала МР с использованием инфракрасного горения в камерах и газогенераторах ЖРД. Для этого исследуется смесеобразование в жидкостном газогенераторе ЖРД. В качестве горючего используется керосин Т-1, а в качестве окислителя – жидкий кислород ($O_{2ж}$).

Устройство для подготовки топливной смеси может быть сконструировано по принципу двухкомпонентной форсунки с пористым вкладышем (рис. 1).

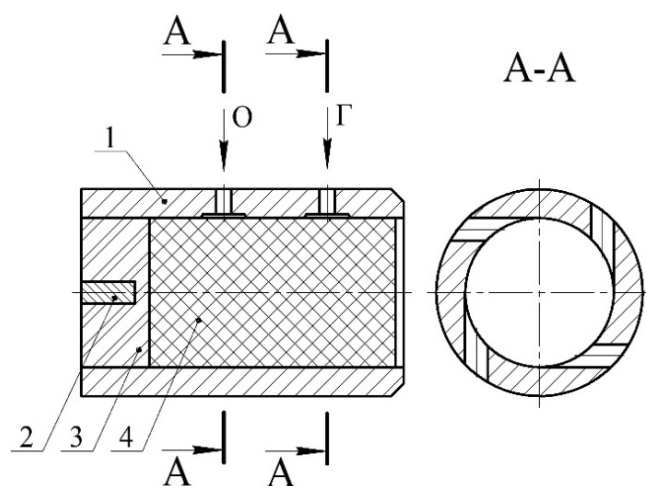


Рис. 1. Форсунка со смачиваемым пористым вкладышем: 1 – корпус; 2 – радиоактивный изотоп; 3 – излучающая поверхность; 4 – пористый вкладыш; O – окислитель, Г – горючее

Матрица из МР способствует интенсивному перемешиванию компонентов топлива, т.е. максимальной гомогенизации смеси. Вследствие большой протяжённости матрицы МР путь прохождения смеси через объём матрицы и время предпламенных реакций увеличиваются, обеспечивая лучшую полноту сгорания.

В Томском политехническом университете были проведены испытания горелочного устройства беспламенного горения и инфракрасного излучения с использованием материала МР [1]. Была подтверждена работоспособность конструктивного решения горелочного устройства (рис. 2).

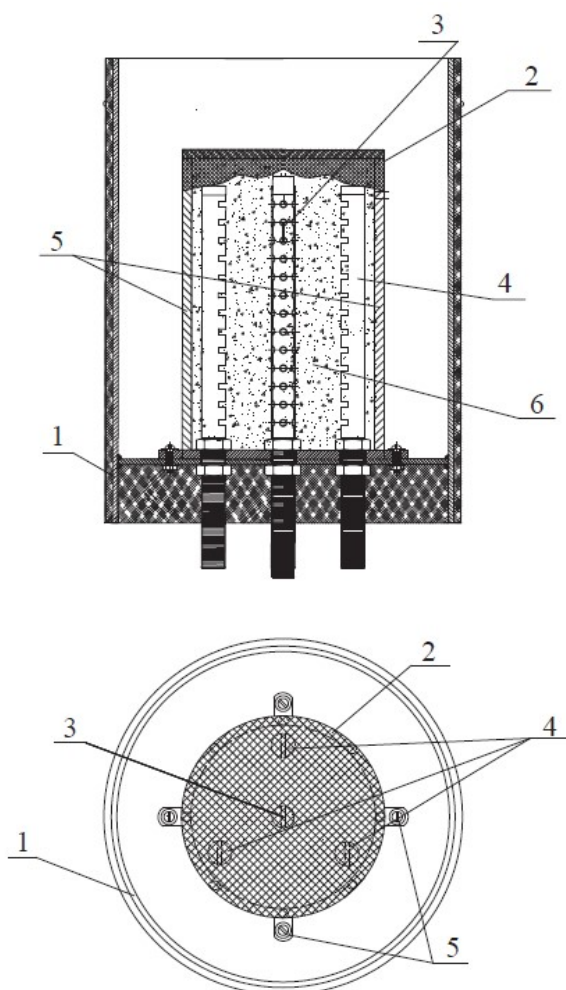


Рис. 2. Конструктивная схема горелочного устройства: 1 – корпус; 2 – сетчатая насадка-излучатель; 3 – топливный инжектор; 4 – воздушные инжекторы; 5 – опорный каркас; 6 – рабочая зона

В беспламенных излучателях горение происходит вблизи огневой поверхности. Температура пламени ниже, чем при пламенном горении, и находится в пределах 600 – 1700 °С. беспламенное инфракрасное горение осуществляется за счёт интенсивного теплоотвода от фронта пламени внутрь объёма матрицы МР, что снижает температуру горения. В ГНУ ГОСНИТИ в ходе испытаний было выявлено резкое сокращение токсичности отходящих газов [2].

Нагрев топливной смеси осуществляется матрицей МР, к которой подводится тепло от излучающей поверхности. Инфракрасное излучение характеризуется способностью передавать тепловую энергию с минимальными потерями в газовой среде. Особенностью расчёта процесса беспламенного инфракрасного горения является определение суммарного лучисто-конвективного теплового потока, а также соотношения долей лучистого и конвективного тепловых потоков. Расчёт выполняется

с использованием закона Стефана-Больцмана и Ньютона-Рихмана, уравнений теплового баланса и теплопроводности.

Таким образом, применение форсунок с вкладышем из МР приводит к снижению токсичности и уменьшению вероятности появления нежелательных пульсаций газа.

Библиографический список

1. Долгов С.В., Долгих А.Ю., Макеев А.А. Испытания горелочного устройства инфракрасного излучения беспламенного горения // Теплофизические основы энергетических технологий: сб. науч. трудов III Всеросс. научно-практ. конф. – СПб.: Изд-во Экспресс; Томск: Изд-во ТПУ, 2012. – С. 150–154.

2. Пятов, И.С. Новое применение МР – материалам – беспламенные инфракрасные горелки / И.С. Пятов, А.М. Шевкун, А.П. Бевз // Двигатель. – 2015. – № 4. – С. 56 – 57.