

шую площадь поверхности горения и меньший размер молей. Наиболее приемлемой для этих целей является струйная подача топлива. В связи с чем выполнен расчёт и определено оптимальное количество топливных отверстий в форсунке и их диаметры. Дальнейшая работа заключалась в исследовании двух типов форсунок: с закрученной топливной струей и струйной подачей топлива [4]:

- Проведены исследования по определению качества смешения топлива.

- Проведены огневые испытания горелок с двумя типами форсунок.

- Проведены испытания отсеков с данными форсунками, где определена полнота сгорания. По результатам выведена зависимость для определения полноты сгорания топлива, учитывающая способ подачи топлива.

- Проведены испытания камер с двумя типами форсунок в составе двигателей [5,6].

По результатам проведенных работ сделан вывод, что организация струйной подачи топлива наиболее эффективно позволят сжигать газообразное топливо и снизить концентрацию оксидов углерода в продуктах сгорания.

## Библиографический список

1. Рабочий процесс камер сгорания мало-размерных ГТД / А. М. Ланский, С. В. Лукачев, С. Г. Матвеев; Самарский науч. центр РАН. Самара, 2009.

2. Конвертирование авиационных ГТД в газотурбинные установки наземного применения / Е.А. Гриценко, В.П. Данильченко, С.В. Лукачев и др. – Самара, СНЦ РАН, 2004. – 266 с.

3. Мингазов Б.Г. Камеры сгорания газотурбинных двигателей. Казань: Изд-во Казан. гос. техн. ун-та, 2004. 220 с.

4. Маркушин А.Н., Бакланов А.В. Испытательные стенды для исследования процессов и доводки низкоэмиссионных камер сгорания ГТД // Вестник Самарского университета. Аэрокосмическая техника, технологии и машиностроение. 2013 №3, с 131-138.

5. Бакланов А.В., Маркушин А.Н. Исследование рабочего процесса камер сгорания в составе ГТД // Вестник Самарского университета. Аэрокосмическая техника, технологии и машиностроение. 2016. Т. 15, № 3. С. 81-89.

6. Бакланов А.В. Управление процессом сжигания топлива путем изменения конструкции горелки в камере сгорания газотурбинного двигателя // Вестник московского авиационного института. Т.25. №2. с.52-64.

УДК 621.454.22:62-404.9

## СИСТЕМА ВЫТЕСНЕНИЯ ПАСТООБРАЗНОГО ТОПЛИВА ДЛЯ ПРЯМОТОЧНОГО ВОЗДУШНО-РЕАКТИВНОГО ДВИГАТЕЛЯ

©2018 А.Б. Богданович, В.А. Поляков, Е.Н. Волков

АО «Корпорация «Московский институт теплотехники», г. Москва

## THE SYSTEM FOR DISPLACING PASTE-LIKE FUEL OF A RAMJET AIR-JET ENGINE

Bogdanovich A.B., Polyakov V.A., Volkov E.N. (JC “Corporation “MIT”, Moscow, Russian Federation)

*The paper considers a system for displacing paste-like fuel into the combustion chamber of a ramjet air-jet engine using diaphragm gas-hydraulic propellants. The analysis of paste-like fuel compositions was carried out. The method of calculation the displacement system has been developed taking into account the experiment. Two alternative variants of the displacement system were designed. The comparative analysis of the considered schemes is carried out and the areas of rational use of each of them are defined.*

В работе рассмотрена система вытеснения пастообразного топлива (ПТ) в камеру сгорания прямоточного воздушно-реактивного двигателя (ПВРД) с использо-

ванием диафрагменных газогидравлических вытеснителей.

Проведён анализ различных композиций ПТ с высокоэнергетическими добавка-

ми. По условиям обеспечения взрывобезопасности системы вытеснения при минимальной массе топлива выбрано ПТ, не содержащее в своем составе окислительных элементов. Проведено экспериментальное исследование режимов течения ПТ с использованием модельного пастообразного вещества, имеющего вязкость, близкую к вязкости натурального ПТ. Определены зависимости объёмного и массового расхода модельного вещества от его температуры и давления подачи.

С учётом полученных экспериментальных зависимостей разработаны методики расчёта и проведено проектирование двух альтернативных вариантов системы вытеснения.

Вариант 1. Вытеснение ПТ посредством давления газа от твёрдотопливного газогенератора на диафрагму газогидравлического вытеснителя. Газогенератор работает непрерывно в течение всего времени полёта.

Требуемое давление в газогенераторе и, соответственно, давление ПТ в вытеснителе поддерживаются регулятором давления, сбрасывающим излишек продуктов сгорания в окружающую среду.

Вариант 2. Вытеснение ПТ посредством давления на диафрагму газогидравлического вытеснителя продуктов сгорания от низкотемпературного азотогенератора (-ов), заранее закачанных в ресивер-накопитель под высоким давлением (более 200 кгс/см<sup>2</sup>). Требуемое давление в ресивере-накопителе и, соответственно давление ПТ в вытеснителе, поддерживаются газовым редуктором. В такой схеме полезно используется почти весь газ, вырабатываемый азотогенератором.

Проведён сравнительный анализ рассмотренных схем и определены области рационального использования каждой из них.

Разработаны конструкции двух вариантов систем вытеснения.

УДК 62-932.4

## БЕЗРАЗМЕРНАЯ СОВМЕЩЕННАЯ ОБРАБОТКА В ГЕТЕРОГЕННЫХ СРЕДАХ ОБРАЗЦОВ, ПОЛУЧЕННЫХ СЕЛЕКТИВНЫМ ЛАЗЕРНЫМ СПЛАВЛЕНИЕМ

©2018 А.В. Балякин, Е.В. Жученко, Г.В. Смирнов

Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва

## NON-DIMENSIONAL COMBINED TREATMENT IN HETEROGENEOUS MEDIA OF SAMPLES OBTAINED BY SELECTIVE LASER MELTING

Balyakin A.V., Zhuchenko E.I., Smirnov G.V. (Samara National Research University, Samara, Russian Federation)

*The paper presents the results of a study of chemical polishing in heterogeneous media of samples prepared by selective laser alloying from a titanium alloy VT6. The results of changes in the roughness of the sample surface in the longitudinal and transverse directions after polishing with solutions containing various concentrations are given. The polishing effect is analyzed for different contents of the solid phase in abrasive electrolyte paste with superposition of ultrasonic vibrations. A recommendation is given on the optimal composition and concentration in the polishing of articles made of titanium alloys produced by selective laser fusion.*

Аддитивные технологии производства предлагают новые возможности для разработки и проектирования изделий и позволяют изготавливать изделия сложной формы, с выполненными в них полостями, поднутрениями, каналами охлаждения и т.д., одновременно обеспечивая значительную экономию времени и снижение веса. Формирование трёхмерного изделия, происходит путём последовательного сплавления слоёв метал-

лического материала (проволока или порошок) лучом лазера по заданной программе в соответствии с трёхмерной моделью. Лазерное выращивание применяется в целях создания деталей с градиентными свойствами, включающими в себя бионический дизайн или латисные структуры, а также изделий с дополнительным набором свойств, например износостойкости, жаропрочности, коррозионной стойкости и т.д. Технологии аддитив-