

УДК 621.454.2

МОДЕЛИРОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК КАМЕРЫ ЖИДКОСТНОГО РАКЕТНОГО ДВИГАТЕЛЯ

© Максимов А.Д., Чубенко Т.А., Зубанов В.М.

e-mail: asdds2014@mail.ru

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

Характеристики жидкостного ракетного двигателя (ЖРД) – это зависимости его выходных параметров от внешних и внутренних, определяющих работу двигателя. К выходным параметрам ЖРД относятся тяга, удельный импульс тяги и другие. К внешним параметрам – давление и температура компонентов топлива на входе в двигатель, их плотность, давление, температура и влажность окружающей среды, температура конструкции, положение регулирующих органов.

Внутренними параметрами ЖРД являются давление в камере сгорания, массовые расходы, соотношение компонентов топлива и другие параметры внутрикамерных процессов, отклонение размеров и формы гидравлических трактов агрегатов и трубопроводов от проектных, точность изготовления элементов двигателя, чистота обработки поверхностей деталей и т.д. [1]

Наиболее существенное влияние на тягу и удельный импульс тяги ЖРД оказывают следующие параметры:

- давление в камере сгорания;
- соотношение компонентов топлива;
- давление окружающей среды.

В данной статье были рассмотрены три, представляющие наибольший практический интерес, характеристики для камер двигателей, работающих на жидком кислороде и жидком водороде, и на жидком кислороде и керосине:

- по составу топлива (изменения соотношения компонентов);
- дроссельная (изменение давления в камере сгорания);
- высотная (изменение давления окружающей среды).

Двигатели имели следующие параметры:

- тяга 1760 кН;
- давление в камере сгорания 14,6 МПа;
- номер ступени – 2;
- относительная расходонапряжённость $1,55 \cdot 10^{-4}$ кг/Н·с;

Для проведения исследования в программе NX 7.5 была создана геометрия расчётной области. Сетка конечных элементов была создана с помощью программы ANSYS Meshing и имела следующие параметры:

- использовалась 30 град. секторная модель;
- количество элементов – 1500000;
- параметр скошенности (*Skewness*) – 0.98;

Расчётная модель (рис. 1) создавалась путём наложения граничных условий:

- массовый расход на входе;
- статическое давление на выходе;
- полная температура на входе 3700 К;
- полная температура на выходе 300 К;

- модель теплопередачи *TotalEnergy*;
- процессы абсолютно установившиеся (моделирование проводилось в стационарной постановке);
- модель турбулентности *k-ε*;
- интенсивность турбулентности на входе 5%.

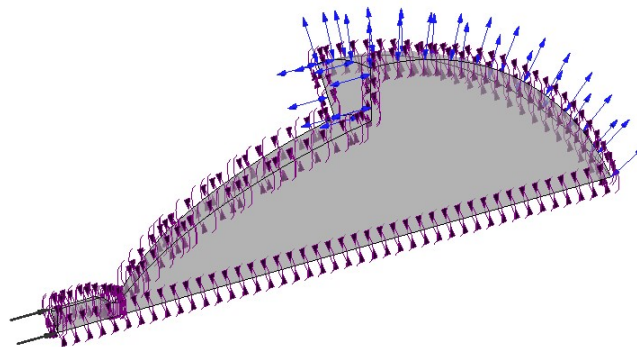


Рис. 1. CFD-модель камеры

Сходимость решения оценивалась по математическим и интегральным параметрам, которые были постоянны для установившегося решения.

В результате исследования были получены зависимости тяги и удельного импульса тяги от давления окружающей среды (рис. 2), от соотношения компонентов и от давления в камере сгорания.

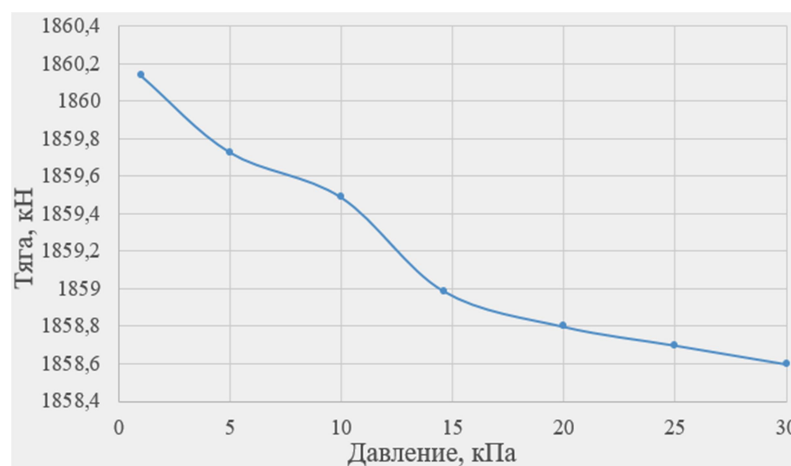


Рис. 2. График зависимости тяги от давления окружающей среды

Библиографический список

1. Алемасов, В.Е. Теория ракетных двигателей [Текст]: учеб. для студентов вузов / В.Е. Алемасов, А.Ф. Дрегалин, А.П. Тишин; под ред. В.П. Глушко.– М.: Машиностроение, 1989.– 464 с.
2. Основы теории и расчета жидкостных ракетных двигателей [Текст]: учеб. для авиац. спец. вузов. В 2 кн. / А.П. Васильев, В.М. Кудрявцев, В.А. Кузнецов [и др.]; под ред. В.М. Кудрявцева. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк, 1993.
3. Ракетные двигатели [Текст] / Т.М. Мелькумов, Н.И. Мелик-Пашаев, П.Г. Чистяков [и др.].– М.: Машиностроение, 1976. – 399 с.
4. Егорычев, В.С. Термодинамический расчет и проектирование камер ЖРД с СПК TERRA: учеб. пособие. – Самара: Изд-во Самар. гос. аэрокосм. ун-та, 2013.-108 с.: ил.