

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЖРДМТ СО ШТЫРЕВЫМ СОПЛОМ В ВАКУУМЕ

Чижов А.А., Филинов Е.П.

Самарский университет, г. Самара, art@chizhov-top.ru

*Ключевые слова:* жидкостный ракетный двигатель малой тяги, штыревое сопло, геометрическая степень расширения.

Увеличение удельного импульса при использовании оптимального контура сопла Лавалья в жидкостных ракетных двигателях малой тяги (ЖРДМТ) на космических аппаратах, работающих в вакууме ограничено габаритами. Даже ввиду существования ЖРДМТ с большой геометрической степенью расширения 300 [1], применение возможно только при наличии достаточного доступного объёма.

Решение – использование штыревых сопел с частичным внутренним расширением, на рисунке 1 приведено сравнение сопел различных типов по длинам. Штыревые сопла давно рассматривались как способ увеличения эффективности двигательных установок на 1 ступени [2]. Для вакуума разрабатывался проект двигателя тягой 1112 кН для американского лунного посадочного модуля [3] и испытана двигательная установка на зондирующей ракете для детонационного двигателя [4]. Исследования для применения штыревых сопел для двигателей малых тяг дадут возможность увеличения грузоподъёмности разгонных блоков.

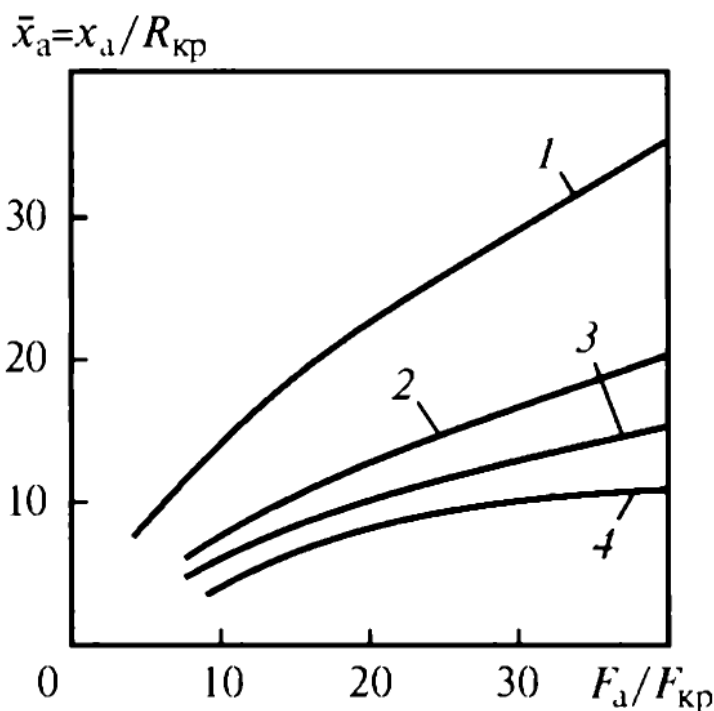


Рисунок 1 – Зависимость геометрической степени расширения от относительной длины  
1 – идеальное, 2 – коническое, 3 – оптимальное, 4 – с центральным телом

В работе проведено сравнение профилей сопла Лавалья с большой степенью геометрического расширения с аналогичным штыревым соплом. Проанализированы преимущества и недостатки обоих типов. Выработаны задачи для дальнейших исследований. Отдельное внимание уделено кольцевой камере сгорания, как дополнительного неотработанного решения.

Предложен вариативный эскизный проект со штыревым соплом и кольцевой камерой сгорания для проведения научно исследовательских работ.

Работа выполнена по проекту FSSS-2022-0019, реализуемого в рамках федерального проекта «Развитие человеческого капитала в интересах регионов, отраслей и сектора

исследований и разработок», результат «Созданы новые лаборатории, в том числе под руководством молодых перспективных исследователей».

### **Список литературы**

1. АО «НИИМАШ», каталог продукции 2020 г. [электронный ресурс]. URL: [https://www.niimashspace.ru/files/2020/Katalog-NIIMash-2020\\_compressed.pdf](https://www.niimashspace.ru/files/2020/Katalog-NIIMash-2020_compressed.pdf) (дата обращения: 25.05.2023).

2. Жидкостные ракетные двигатели. Основы проектирования : учебник для высших учебных заведений / М. В. Добровольский : под ред. Д. А. Ягодникова. 3-е изд., доп. Москва: Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2016. 461, с.: ил.

3. Encyclopedia Astronautica, J-2T-200K. [электронный ресурс]. URL: <http://www.astronautix.com/j/j-2t-250k.html> (дата обращения: 25.05.2023).

4. JAXA, The world's first space flight for the rotating detonation engine, and a glimpse at a new sample return capsule. [электронный ресурс]. URL: <https://cosmos.isas.jaxa.jp/the-worlds-first-space-flight-for-the-rotating-detonation-engine-and-a-glimpse-at-a-new-sample-return-capsule/> (дата обращения: 25.05.2023).

### **Сведения об авторах**

Чижов А.А., студент. Область научных интересов: инновационные технологии в ракетном двигателестроении.

Филинов Е.П., к.т.н., доцент кафедры Теории двигателей летательных аппаратов. Область научных интересов: малоразмерные газотурбинные двигатели.

## **UTILIZING THE LRE LOW THRUST NOZZLE IN A VACUUM**

Chizhov.A.A., Filinov E.P.

Samara University, Samara, Russia, art@chizhov-top.ru

*Keywords: liquid rocket engine of low thrust, pinned nozzle, geometric degree of expansion*

The paper compares the profiles of a Laval nozzle with a large degree of geometric expansion with a similar pin nozzle in vacuum. Particular attention is focused on the annular combustion chamber as an additional unfinished solution. A variant conceptual design with a pinned nozzle and an annular combustion chamber is proposed for scientific research work.