

## **ИННОВАЦИОННЫЕ ТИПЫ РАКЕТНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ. ПЕРСПЕКТИВЫ И СОВРЕМЕННЫЕ РАЗРАБОТКИ**

*Д.А. Ческий*  
*студент гр. 2308-240502D*  
*г.о. Самара, Самарский университет*  
*Научный руководитель:*  
*А.А. Чижов*

Современная космическая промышленность стремительно развивается. В соответствии с современными запросами общества и научно-технического прогресса инженерами разрабатываются, проектируются и испытываются все больше новых типов двигателей. В работе представлены самые новые, инновационные типы двигателей, описание их устройства, анализ перспектив и обзор на современные стадии разработок подобных двигателей и энергоустановок в ракетной промышленности. Проанализированы их основные преимущества, актуальность и перспективы развития.

Конструктивно жидкостные ракетные двигатели малой тяги (далее ЖРДМТ) мало чем отличаются от их более массивных версий как конструктивно, так и термодинамически, однако такой двигатель должен обладать высокой степенью надежности, многорежимностью работы. Именно данные факторы являются на данный момент ключевыми в разработке ЖРДМТ. Системы управления для космических аппаратов со временем должны отвечать все более совершенным требованиям, а значит и сами двигатели малой тяги будут непрерывно развиваться. Кроме того, перспективным направлением можно назвать создание блока, системы, состоящей из большого

количества двигателей для увеличения мощности и надёжности всей системы, которая может использоваться, как маршевые двигатели [1].

Ещё с 1990-х годов началась разработка сверхмалой двигательной установки на основе микро электромеханических систем, названных в последствии «МЭМС-двигатели. Перспективы у жидкостных ракетных МЭМС-двигателей весьма существенны. Был разработан прототип ракетного двигателя с двухкомпонентным топливом. В России с 2010-х годов разработкой миллиметровых двигателей занимается ГНЦ ЦНИИ совместно с лабораториями и отделами «МТ и МЭМС» и «Вычислительная механика» СПбГПУ. На данный момент есть прототип. Вместе с возможностью внешнего жидкостного охлаждения камеры сгорания МЭМС-двигатель (рисунок 1) может использоваться в наноспутниках и системах множества двигателей [2].

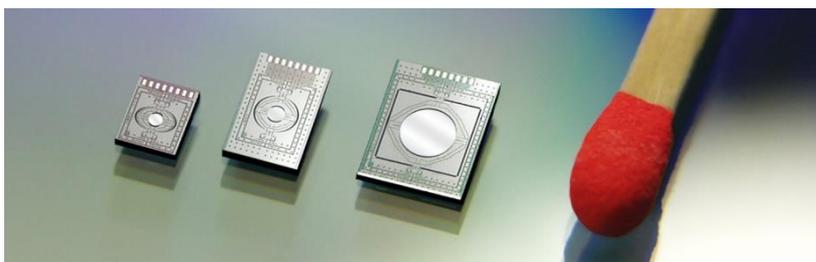


Рисунок 1 - МЭМС-двигатель

Детонационный ракетный двигатель (рисунок 2) - энергетическая установка, в которой сгорание топливозвоздушной смеси происходит посредством детонации, а не дефлаграции (дозвукового горения). На данный момент прототип ВДД от НПО «Энергомаш» (ОКБ им. Люльки) активно испытывается с 2016 года. Китайские инженеры института

механики Китайской академии наук испытали версию детонационного двигателя на керосиновом топливе. Японские инженеры агентства JAXA 27 июля 2021 протестировали на высоте 234,9 км работу прототипа двухцилиндрового ВДД в течении 6 секунд. В 2023 в центре космических полётов имени Джорджа Маршалла был испытан прототип ВДД с использованием технологии 3D-печати. На данный момент неоспоримые и огромные преимущества детонационных ракетных двигателей перед классическими жидкостными ракетными двигателями по большинству параметров стимулируют активно осваивать и развивать данный тип двигателей в России, США и Китае [3].

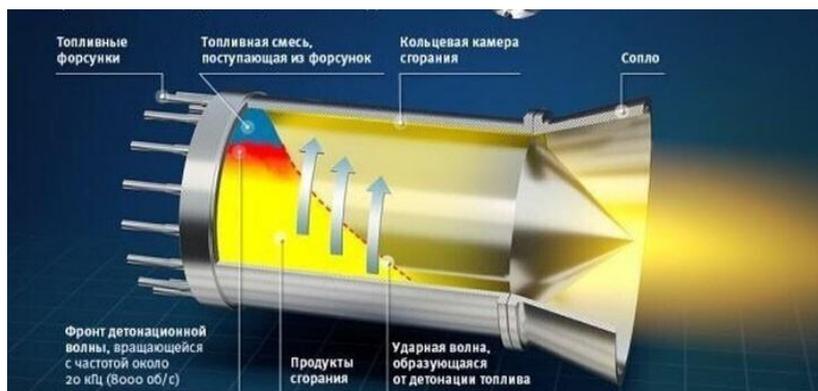


Рисунок 2 – Детонационный ракетный двигатель

Ядерный ракетный двигатель (далее ЯРД) - тип энергетической установки в ракетном двигателестроении, которая использует энергию ядерного распада или синтеза для создания реактивной тяги различными методами.

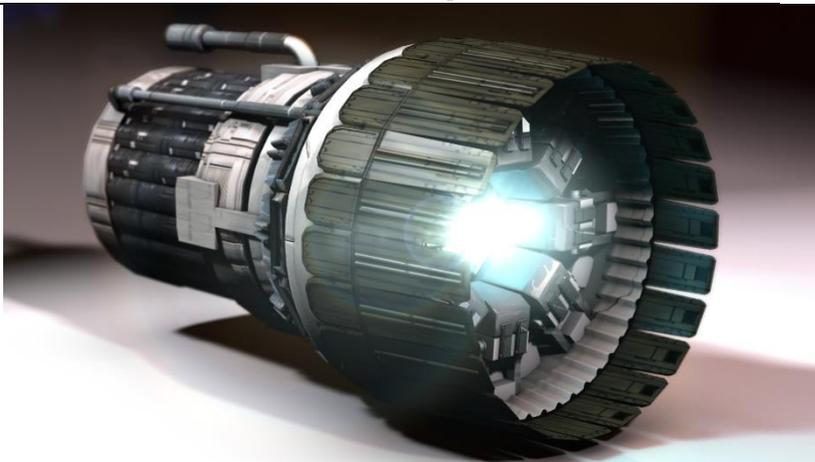


Рисунок 3 – Ядерный электроракетный двигатель

В России ведутся с 2010 года разработки ядерной электродвигательной установки (рисунок 3). В США с 2018 года ведут активные разработки над газофазным ЯРД для проекта “DRACO”. В Великобритании в 2021 году Космическое агентство вместе с Rolls-Royce изготовили и успешно испытан прототип ядерной силовой установки – малый модульный реактор (ММР). Ядерные ракетных двигатели являются перспективным типом двигателей, как хорошая и эффективная альтернатива традиционному химическому ракетному двигателю [4].

#### **Список литературы:**

1. Особенности испытаний жидкостных ракетных двигателей малой тяги / В. П. Назаров, В. Ю. Пиунов, В. Г. Яцуненко, Д. А. Савчин // Сибирский аэрокосмический журнал. 2021. Т. 22, № 2. С. 339– 354.– Режим доступа : свободный. – URL:

[https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-ispytaniy-zhidkostnyh-](https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-ispytaniy-zhidkostnyh-raketnyh-dvigatelay-maloy-tyagi/viewer)

[raketnyh-dvigatelay-maloy-tyagi/viewer](https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-ispytaniy-zhidkostnyh-raketnyh-dvigatelay-maloy-tyagi/viewer) (дата обращения: 31.08.2023).

2. MILLIMETER-SCALE, MEMS GAS TURBINE ENGINES / А. Н. Epstein - M:Proceedings of ASME Turbo Expo 2003 Power for Land, Sea, and Air, Atlanta, Georgia, USA. – Режим доступа : свободный. – URL: <http://users.ntua.gr/rogdemma/MILLIMETER-SCALE,%20MEMS%20GAS%20TURBINE%20ENGINES.pdf> (дата обращения: 31.08.2023).

3. Детонационные реактивные двигатели. Часть I - термодинамический цикл [Электронный ресурс] / Волков К.Н., Булат П.В. – Режим доступа : свободный. – URL: [https://istina.msu.ru/media/publications/article/070/aa6/10902423/Detonatsionnyie\\_reaktivnyie\\_dvigateli.\\_Chast\\_I\\_-\\_termodinamicheskij\\_tsikl.pdf](https://istina.msu.ru/media/publications/article/070/aa6/10902423/Detonatsionnyie_reaktivnyie_dvigateli._Chast_I_-_termodinamicheskij_tsikl.pdf) (дата обращения: 31.08.2023).