

ЛАЗЕРНЫЙ РАКЕТНЫЙ ДВИГАТЕЛЬ НЕПРЕРЫВНОГО ДЕЙСТВИЯ С МНОЖЕСТВЕННЫМИ ПЛАЗМЕННЫМИ ОБРАЗОВАНИЯМИ В КАМЕРЕ ПОГЛОЩЕНИЯ

Саттаров А.Г., КНИТУ-КАИ им. А.Н.Туполева, г.Казань, albert5519@mail.ru

Ключевые слова: лазерный ракетный двигатель, непрерывный оптический разряд, волоконный лазер, реактивная тяга, множественное плазменное образование

Анализ развития лазерной техники показывает, что в последние десятилетия мощности волоконных лазеров и их КПД достигли значительного уровня, которая позволяет использовать их в системах создания реактивной тяги, например, в задачах ориентации, стабилизации и коррекции орбитальных КЛА В работе [1] для выполнения данных задач предлагается использовать ЛРД. Жидкостный ракетный двигатель малой тяги и электрический ракетный двигатель в случае решения задач ориентации, стабилизации и коррекции орбиты являются менее эффективными, чем лазерный ракетный двигатель [1]. Увеличение, в последние годы, выходных мощностей непрерывного лазерного излучения волоконных или CO₂ лазеров позволяет решать задачу создания ЛРД непрерывного действия, использующих энергию для нагрева рабочего газа в камере поглощения.

Предлагается схема ЛРД, где рабочий газ подается в камеру поглощения со стороны критического сечения сопла через тангенциальные отверстия. В результате образуется закрученный осесимметричный поток газа, который направляется к переднему днищу камеры поглощения, разворачивается в обратном направлении и истекает, обдувая горячее ядро потока со стороны подвода лазерного луча, обеспечивая устойчивое «горение» непрерывного оптического разряда [2].

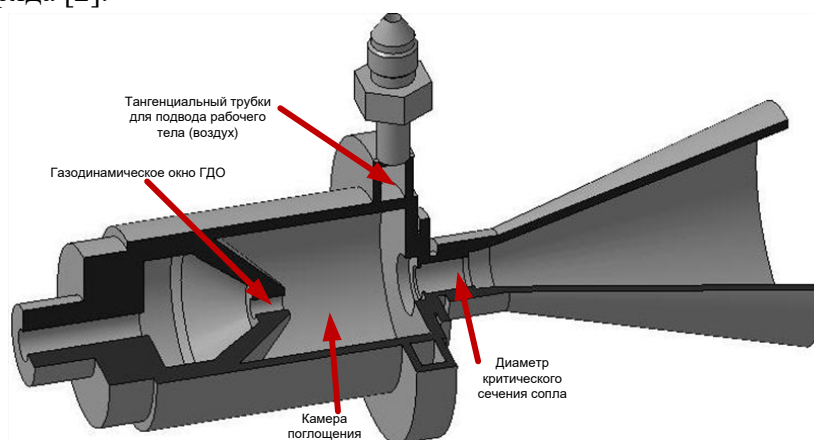


Рис.1 - Схема ЛРД на основе непрерывного оптического разряда вихревым и осевым потоками рабочего газа в камере поглощения

Для увеличения количества поглощаемой энергии лазерного излучения предлагается организовать в камере ЛРД множественные плазменные образования на основе непрерывного оптического разряда по направлению распространения лазерного луча (рис.2).



Рис.2 - Экспериментально полученные множественные плазменные образования по ходу одного лазерного луча в атмосферных условиях

На рис.3 показан общий вид лазерного стенда, схема распространения и концентрации лазерного излучения в камере поглощения ЛРД непрерывного действия и процесс испытания ЛРД со множественными плазменными образованиями.

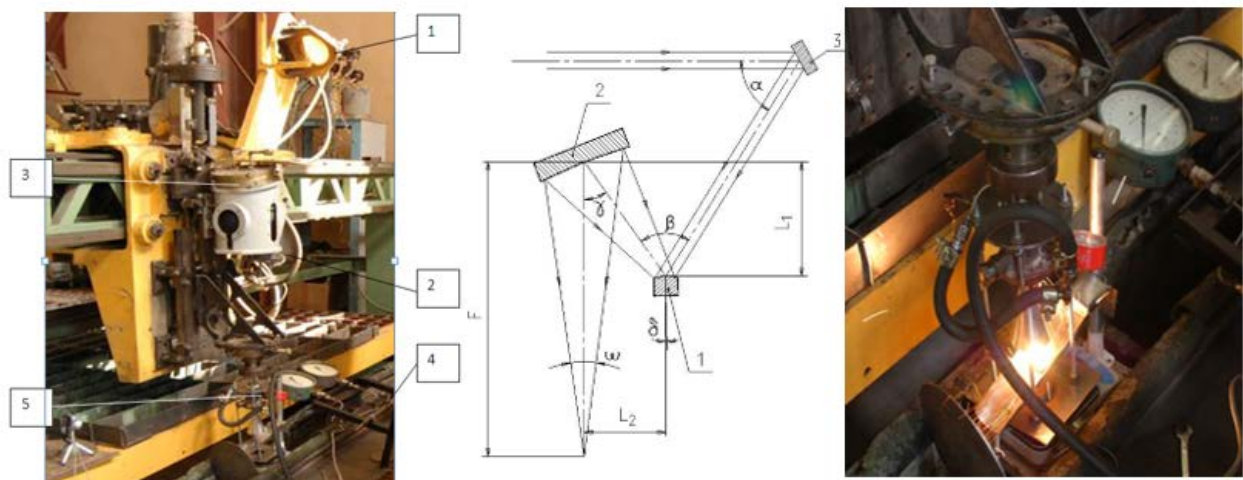


Рис.3 - а) общий вид лазерного стенда,

б) схема распространения и концентрации лазерного излучения в камере ЛРД,

1 – зеркало выпуклое рассеивающее; 2 – зеркало параболическое собирающее; 3 – зеркало поворотное

в) процесс испытания ЛРД со множественными плазменными образованиями в камере поглощения

В качестве рабочего газа в ЛРД при проведении экспериментов с использованием в камере поглощения множественных плазменных образований был использован аргон. В случае применения в качестве рабочего газа водорода удельный импульс ЛРД непрерывного действия, как показали расчеты может достичь 10 000 м/с.

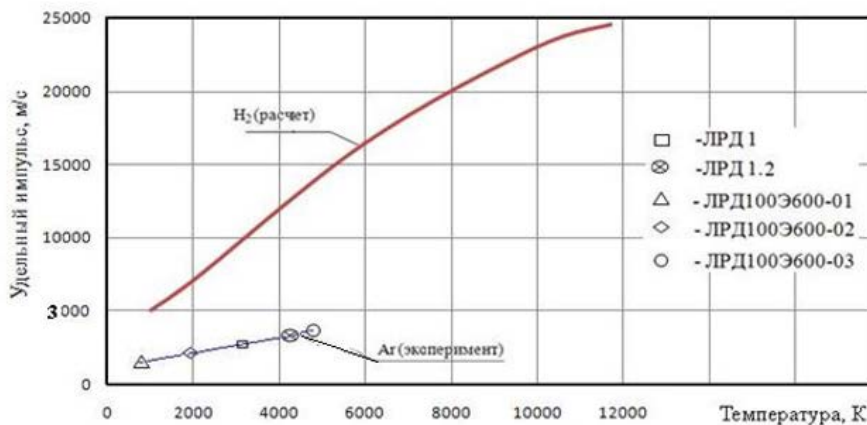


Рис.4 - Удельный импульс экспериментальных ЛРД при использовании в качестве рабочих тел аргона и водорода

Проведенные эксперименты по созданию ЛРД на лазерном стенде с нагревом рабочего газа аргона плазмой, образованной непрерывным оптическим разрядом в камере поглощения, показали, что при подводимой лазерной энергии на длине волны 10,6 мкм мощностью 10 кВт развивается 4.85[Н] реактивной тяги на непрерывном режиме. В дальнейшем, необходимо провести эксперименты и модельные испытания ЛРД с нагревом рабочего газа водорода плазмой, образованной непрерывным оптическим разрядом в камере поглощения с использованием волоконных лазеров мощностью 100 кВт и выше.

Список литературы

1. Космические двигатели: состояние и перспективы / Под ред. Л.Кейвни. Перевод с английского М.: Мир, 1988. 454 с.
2. Саттаров А.Г. Расчетно-теоретическое и экспериментальное исследование характеристик лазерного ракетного двигателя на основе непрерывного оптического разряда / А.Ф. Дрегалин, А.С. Черенков, А.Г. Саттаров, А.Р. Бикмучев, С.Н. Пислегин // Изв. вузов. Авиационная техника - 2010. - №4. - С. 39-45.

Сведения об авторах

Саттаров Альберт Габдулбарович, ученая степень-д.т.н., должность-профессор КНИТУ-КАИ им. А.Н.Туполева. Областью научных интересов является физика лазерной плазмы, применение лазерных технологий в области воспламенения топлива в двигателях внутреннего сгорания и в авиационных двигателях, лазерные энергетические установки для создания реактивной тяги на основе оптических разрядов-импульсного и непрерывного.

CONTINUOUS LASER ROCKET ENGINE WITH MULTIPLE PLASMA FORMATIONS ORGANIZED IN THE ABSORPTION CHAMBER

Sattarov A.G., D.Sc. (Eng.), Professor KNITU-KAI named after A.N. Tupolev, Kazan,
albert5519@mail.ru

This paper presents the results of research on the development of laser rocket engines based on continuous optical discharge with the formation of multiple plasma formations in the absorption chamber along the propagation of one laser beam. The proposed method for organizing the working process in the chamber increases the efficiency of a continuous rocket engine as a result of increasing the share of absorbed laser radiation energy when it passes through several plasma formations.