

УДК 621.45.02

БУСТЕРНЫЕ ЭЛЕКТРОНАСОСНЫЕ АГРЕГАТЫ ЖРД РБ

© Баленков Д.С., Соколов Д.А.

e-mail: Kubik24rus@mail.ru

*Сибирский государственный университет науки и технологий
имени академика М.Ф. Решетнёва, г. Красноярск, Российская Федерация*

Целью работы является проведение анализа возможности использования электродвигателей в качестве привода для бустерных насосных агрегатов (БНА) жидкостных ракетных двигателей (ЖРД). В ЖРД приводами БНА являются гидротурбины, которые работают за счёт протекания через них компонентов ракетного топлива (КРТ). Также возможно применение пусковых газовых турбин, которые должны запускать БНА, что значительно усложняет общую схему ЖРД. Применение электродвигателей позволит упростить общую схему ЖРД, упростить запуск ЖРД и повысить КПД БНА.

Для выполнения заданной цели была разработана методика расчёта энергомассовых характеристик в сравнении с суммарной массой компонентов топлива, затраченных на привод БНА. В качестве исходных данных в методике используются: время работы ЖРД, массовые расходы КРТ, параметры продуктов сгорания газогенератора, КПД отдельных элементов системы подачи топлива, масса элементов системы подачи топлива. Объектом для расчётов является маршевый однокамерный двухрежимный двигатель С5.92М, разработанный в КБХМ им. А.М. Исаева [1]. Данный двигатель устанавливается на разгонном блоке «Бриз-М», обеспечивающем выведение космических аппаратов на орбиты.

Используя методику можно рассчитать и дать оценку эффективности использования КРТ для БНА с учётом времени активного использования. В блок-схеме (см. рис.) приведено краткое описание методики расчёта.

Для расчёта в методике используются параметры основных и бустерных насосных агрегатов: давления на входе и выходе бустеров окислителя и горючего, давления на входе и выходе гидротурбин бустеров, КПД бустерных насосов и гидротурбин горючего и окислителя. Также методика использует термодинамические характеристики продуктов сгорания: коэффициент адиабаты, температура, газовая постоянная. Для расчёта ЭНА в методике используется: КПД электродвигателя, КПД инвертора, ёмкость, масса и удельная плотность энергии (УПЭ) элементов питания.

Анализ показывает, что системы с, где в качестве привода БНА используются гидротурбины имеют низкий КПД и для работы БНА требуется большое количество энергии, а следовательно большее количество продуктов сгорания газогенератора. КПД системы с гидротурбиной, по предварительной оценке, составляет 3-5%, что значительно меньше предполагаемого КПД системы, где в качестве привода бустерного насоса используется электродвигатель. Ожидается, что КПД ЭНА составит 20-30%. Главной проблемой использования электродвигателя является низкая УПЭ элементов питания, существующих на данный момент.

В настоящее время существуют коммерческие элементы питания с УПЭ 350Вт·ч/кг, которые представляет компания «Envia». Компания заявляет, что к 2021 году будут могут быть разработаны элементы питания с УПЭ 420Вт·ч/кг [2]. Также существуют российские разработки с УПЭ элементов питания до 800Вт·ч/кг [3].

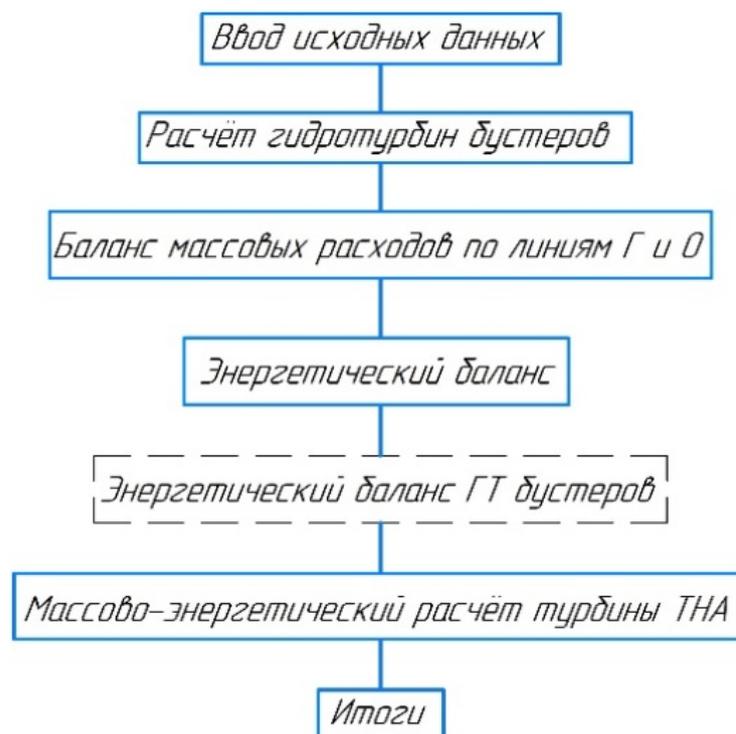


Рис. Блок-схема методики расчёта

Таким образом использование электродвигателей в качестве приводов бустерных насосов имеет перспективы использования, при разработке элементов питания с высокой УПЭ. Энергомассовые характеристики ЭНА могут значительно превышать энергомассовые характеристики «классических» БНА, что является новым перспективным решением для ЖРД разгонных блоков с тягой до 30кН.

Библиографический список

1. Двигатели С5.92 и С5.221. Разгонный блок «Фрегат» [Электронный ресурс] // Филиал государственного космического научно-производственного центра имени М. В. Хруничева Конструкторское бюро химического машиностроения им. А. М. Исаева. URL: <http://www.kbhmisaeva.ru/main.php?id=53> (дата обращения: 01.03.2019)
2. Каталог продукции [Электронный ресурс] // Envia. 2017. URL: <http://www.enviasystems.com/products/#aerial>(дата обращения: 01.03.2019)
3. Литий-ионный аккумулятор повышенной мощности / Т. Л. Кулова, А. А. Кузьмина, Н. Ф. Никольская и др. // XX Менделеевский съезд по общей и прикладной химии : тез. докл. В 5 т. / Урал. отд-ние РАН. Екатеринбург, 2016. С. 426.