

УДК 629.783:629.036/629.7.018.3.06

Экспериментальные исследования электротермического микродвигателя с присоединенной массой

Блинов Виктор Николаевич¹

kb.polet@khrunichev.ru

Бурова Ангелина Владимировна^{1(*)}

kb.polet@khrunichev.ru

Косицын Валерий Владимирович¹

kb.polet@khrunichev.ru

Лукияничик Антон Игоревич²

info@omgtu.ru

Степень Павел Валерьевич²

info@omgtu.ru

Ячменев Павел Сергеевич²

info@omgtu.ru

¹ Филиал АО «ГКНПЦ им. М.В. Хруничева» – ПО «Полет», Омск, Россия

² ФГБОУ ВО Омский государственный технический университет, Омск, Россия

Аннотация. Рассматриваются экспериментальные исследования электротермических микродвигателей различной конструкции и влияние массы, присоединенной к микродвигателю, на динамику нагрева конструкции. В качестве присоединенной массы рассматриваются связанные с микродвигателем элементы топливной системы и конструкции двигательной установки. В связи с высокой плотностью компоновки наноспутников и необходимостью проведения автономных экспериментальных исследований электротермических микродвигателей показана необходимость учитывать влияние присоединенных масс на динамику нагрева.

Ключевые слова: наноспутник, двигательная установка, электротермический микродвигатель, экспериментальные исследования, присоединенная масса

Введение. Одним из быстроразвивающихся направлений ракетно-космической техники является разработка и применение малых космических аппаратов (МКА), в том числе и наноспутников (НС) формата CubeSat для выполнения различных научных и прикладных задач [1].

Важными особенностями НС являются [2]:

- жесткие ограничения по энергопотреблению бортовой аппаратуры;
- массогабаритные ограничения со стороны НС на все бортовые системы и бортовую аппаратуру, в частности двигательная установка (ДУ) должна занимать не более 1U (100x100x100 мм).

В связи с требованиями к высокой плотности компоновки НС электротермический микродвигатель (ЭТМД) размещен внутри центральной втулки топливного бака и крепится с помощью кронштейна, которые рассматриваются в качестве присоединенной массы (рис. 1).

Таким образом, ставится задача оценки влияния присоединенных масс ДУ НС при проведении автономных экспериментальных исследований ЭТМД с автономными нагревательными элементами (АНЭ).

Для решения поставленной задачи:

- разработана 3D модель ДУ НС;
- с помощью аддитивных технологий изготовлены опытные образцы ЭТМД и элементы конструкции ДУ;
- проведены экспериментальные исследования.

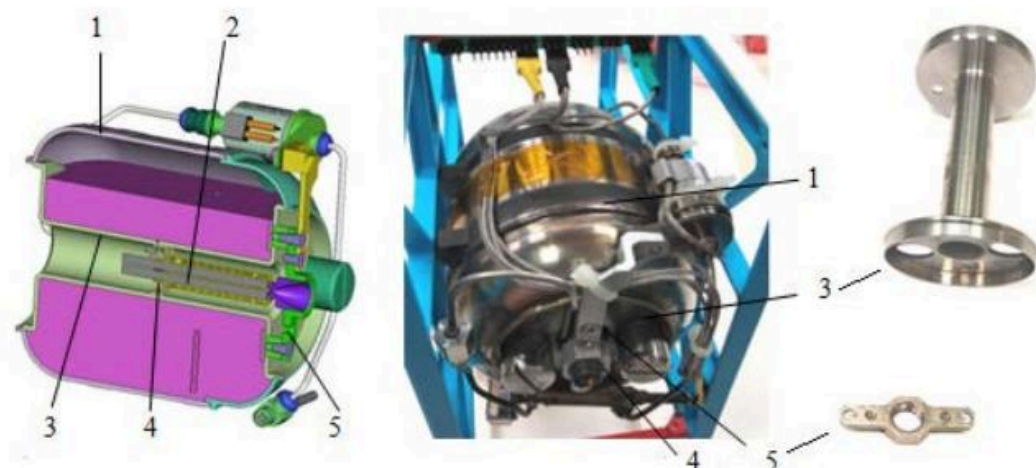


Рис. 1. Опытный образец импульсной электротермической ДУ для НС формата 6U:
1 — топливный бак; 2 — ЭТМД с АНЭ; 3 — центральная втулка топливного бака ($m_{цв} = 103,6$ г); 4 — опора ЭТМД; 5 — кронштейн для крепления ЭТМД ($m_{крон} = 6,0$ г)

Материалы и методы; результаты. Экспериментальные исследования проводились в условиях атмосферы и в вакуумной камере при следующих параметрах:

- мощность, подаваемая на АНЭ от 5 Вт до 30 Вт;
- режим предварительного нагрева конструкции без подачи рабочего тела (для исключения нагрева присоединенной массы от нагретого истекающего газа из сопла ЭТМД);
- нагрев в течение 4 минут.

На рис. 2 приведены результаты экспериментальных исследований ЭТМД.

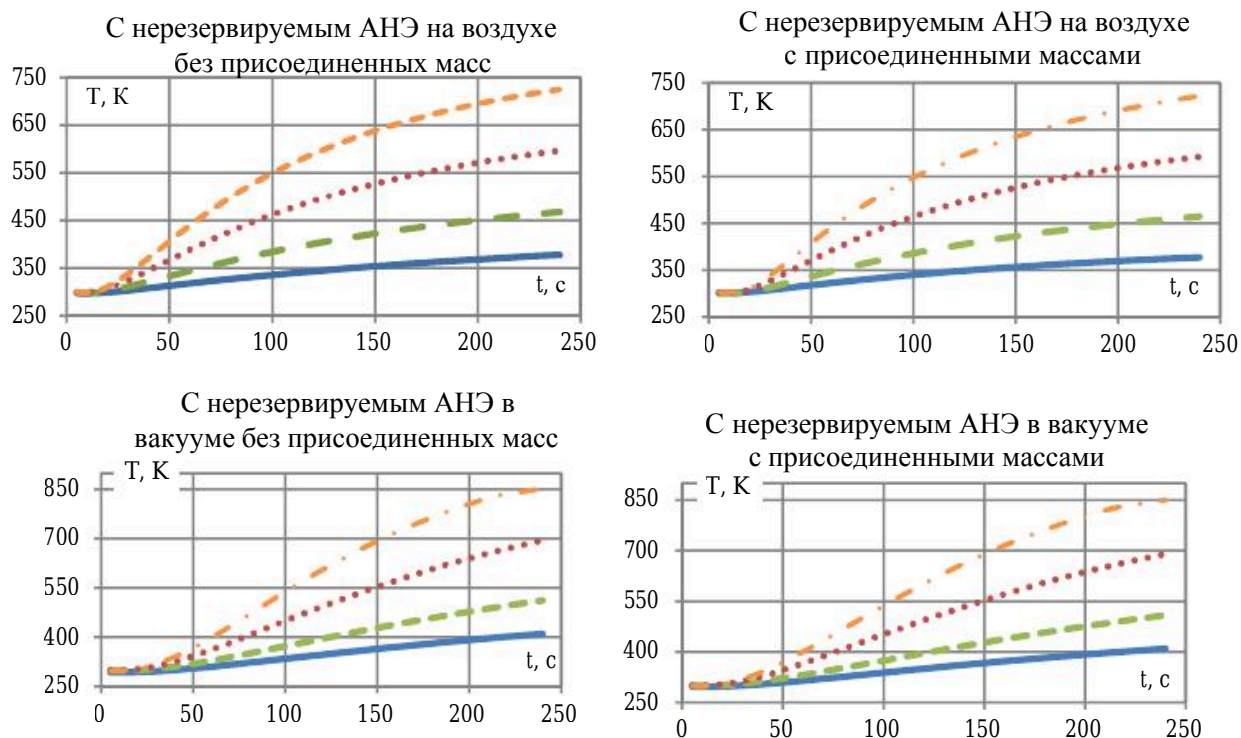


Рис. 2 (начало). Экспериментальные исследования ЭТМД

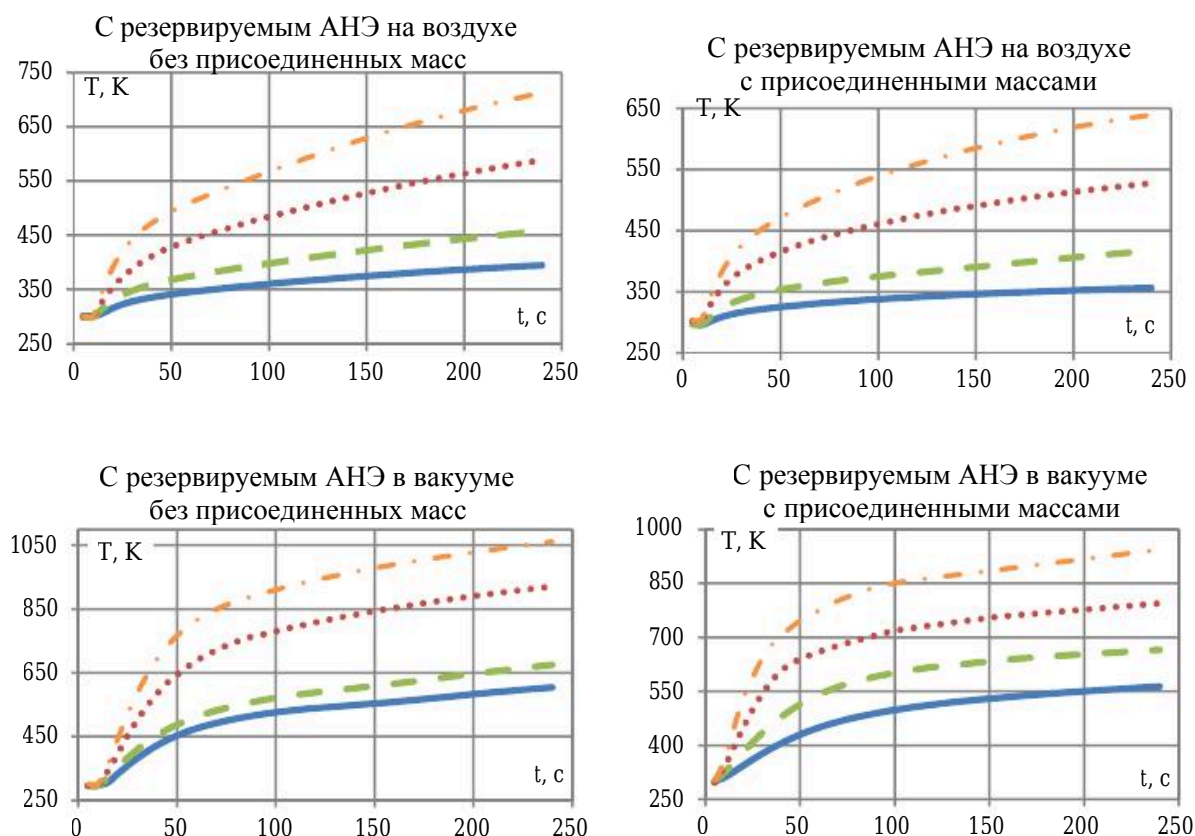


Рис. 2 (окончание). Экспериментальные исследования ЭТМД

Было подтверждено влияние рассмотренных элементов конструкции на динамику нагрева ЭТМД.

Заключение. В результате проведенных исследований можно сделать вывод, что массы присоединенных к микродвигателю элементов конструкции увеличивают время выхода на квазистационарный режим на 10–15 %, что в целом уменьшает энергетическую эффективность микродвигателя. Сокращение присоединенных масс нельзя полностью исключить, но при необходимо ограничивать влияние путем использования дополнительной теплозащиты.

Список источников

- [1] Седельников А.В., Орлов Д.И., Сердакова В.В., Николаева А.С. Исследование возмущений от температурного удара панели солнечной батареи при моделировании вращательного движения малого космического аппарата вокруг центра масс. *Труды МАИ*, 2022, № 126. <https://doi.org/10.34759/trd-2022-126-11>
- [2] Блинов В.Н., Косицын В.В., Лукьянчик А.И., Степень П.В., Ячменев П.С. Исследование основных проектных параметров импульсной электротермической двигательной установки наноспутников. *Космонавтика и ракетостроение*, 2022, № 2 (125), с. 75–88.