

УДК 629.78.036.7

Развитие физических принципов А.В. Жаринова и А.И. Морозова в современных электроракетных двигателях с замкнутым дрейфом электронов

Семенкин Александр Вениаминович^{1, 2(*)}

a.v.semenkin@yandex.ru

¹ АО ГНЦ «Центр Келдыша», Москва, Россия² МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия

Посвящается памяти и 100 - летию со дня рождения А.В. Жаринова

Аннотация. Рассматривается развитие идей А.В. Жаринова и А.И. Морозова в современных двигателях с замкнутым дрейфом электронов. Показано, что схемы двигателей, использующих управление разрядом с помощью профилирования магнитного поля, — двигатели с магнитными экранами СПД-70, СПД-100 и СПД-140 (ОКБ «Факел»), двигатели Д-55 и TAL-110 (ЦНИИмаш), двигатель КМ-75 (АО ГНЦ «Центр Келдыша»), «двигатель с магнитным экранированием» (HERMES, JPL), НЕМР (Западная Европа, основаны на общих принципах и используют решения, предложенные А.В.Жариновым и А.И.Морозовым.

Ключевые слова: двигатель с анодным слоем, стационарный плазменный двигатель, двигатель с вынесенной зоной разряда, двигатель с магнитным экранированием, ЭРД

Введение. Современные электроракетные двигатели (ЭРД) с замкнутым дрейфом электронов доминируют по масштабам применения в нашей стране и за рубежом среди других типов ЭРД [1–5].

Материалы и методы; результаты. Физические принципы, заложенные в основу этого типа двигателей, разработаны А.В. Жариновым и А.И. Морозовым, предложившими две модификации двигателей, которые получили наименование двигатели с анодным слоем и стационарные плазменные двигатели. Обе модификации построены на едином принципе замагничивания электронов в зоне разряда. Возможность удержания плазмы без непосредственного контакта со стенками разрядного канала, обеспечение устойчивости разряда и управление потоком ионов в разряде, предложенные А.В. Жариновым и А.И. Морозовым, позволили создать вариант двигателя, получившего название «двигатель с вынесенной зоной разряда», в котором разряд организован в «бесстеночном» пространстве, что решает задачу достижения высокого ресурса этого типа ЭРД.

Современные отечественные ЭРД, например, двигатели с магнитными экранами СПД-70, СПД-100 и СПД-140 (ОКБ «Факел»), двигатель с вынесенной зоной разряда Д-55, который первым из отечественных ЭРД использовался на зарубежном КА, TAL-110 (ЦНИИмаш), КМ-75 (АО ГНЦ «Центр Келдыша»), зарубежные варианты — «двигатель с магнитным экранированием» (HERMES, JPL), западноевропейский двигатель НЕМР, основаны на принци-

пах и используют физико-технические решения, предсказанные и предложенные основоположниками отечественной научной школы.

Заключение. Достижение высокого ресурса, обеспечение устойчивости рабочих процессов в современных двигателях с замкнутым дрейфом электронов основывается на физических принципах А.В. Жаринова и А.И. Морозова, Потенциал двигателей с замкнутым дрейфом далеко не исчерпан и дает возможность дальнейшего развития, в том числе, создания многорежимных двигателей, двигательных установок на относительно дешевых и распространенные рабочих веществах для перспективных транспортных космических систем.

Список источников

- [1] Ким В.П., Попов Г.А., Шилов Е.А., Козубский К.Н., Приданников С.Ю., Разработка физико-технических основ повышения ресурса стационарных плазменных двигателей второго поколения. *Космическая техника и технологии*, 2023, № 4 (43), с. 56–74.
- [2] Семенкин А.В. Физические основы работы двигателей с вынесенным анодным слоем. *Космонавтика и ракетостроение*, 2004, № 1 (34), с. 5–13.
- [3] Mikellides I.G., Katz I., Hofer R.R., Goebel D.M. Magnetic Shielding of Walls from the Unmagnetized Ion Beam in a Hall Thruster. *Applied Physics Letters*, 2013, vol. 102, art. no. 023509.
- [4] Kornfeld G., Koch N., Harmann H.-P. Physics and Evolution of HEMP-Thrusters. *30th International Electric Propulsion Conference*, Florence, Italy, 2007.
- [5] Zakharenkov L.E., Kim V., Lovtsov A.S., Semenkin A.V., Solodukhin A.E. Modern trends and development prospects of thrusters with closed electron drift. *SP2018_paper 00195, International Space Propulsion Conference*, Seville, Spain, 2018.