

Секция «Актуальные проблемы управления аэрокосмической отраслью»

Обоснование конструкции комбинированной системы КЯЭУ и магнитоплазменного двигателя с натриевым рабочим телом

Научный руководитель – Карташов Евгений Юрьевич

Мерзляков Кирилл Александрович

Студент (магистр)

Северский технологический институт НИЯУ МИФИ, Северск, Россия

E-mail: AtomicStudent@yandex.ru

С ростом интереса к использованию ядерной энергии в космических миссиях, особенно для длительных полетов и исследовательских программ, а также повышения эффективности ракетных двигателей, возникает необходимость в новых инженерных решениях и технологических разработках. Одним из наиболее перспективных направлений является создание и применение магнитоплазменного двигателя (МПД) с собственным магнитным полем. Однако для его реализации требуется значительное количество энергии десятки и сотни киловатт электрической мощности. Решение этой проблемы может быть найдено в разработке космической ядерной энергетической установки (КЯЭУ), способной обеспечить такие энергетические потребности. Одним из возможных решений является создание комбинированной системы, объединяющей КЯЭУ и магнитоплазменный двигатель (МПД). Использование термоэмиссионного реактора с натриевым теплоносителем и двигателя с натриевым рабочим телом может существенно упростить конструкцию системы за счет унификации рабочих сред. Это позволит снизить массу и сложность конструкции, что особенно важно для космических миссий.

Однако реализация такой системы сопряжена с рядом технических и научных проблем. Во-первых, натрий обладает высокой химической активностью, что требует использования герметичных систем и специальных материалов для предотвращения коррозии и утечек. Во-вторых, для эффективной работы системы необходимо обеспечить плавление натрия, его испарение и последующую ионизацию, что требует значительных энергетических затрат. Кроме того, несмотря на то, что натрий является одним из наименее плотных металлов, для достижения требуемых энергетических показателей, особенно с учетом КПД термоэмиссионных преобразователей (10–20%), масса теплоносителя может достигать 1 тонны. Так, для реактора мощностью 500 кВт с КПД термоэмиссионных преобразователей 15% требуется тепловая мощность около 3.3 МВт. Тем не менее ряд особенностей конструкции и использование натрия как в реакторе, так и в двигателе открывают перспективы для данного проекта. Например, с уменьшением активности топлива в активной зоне реактора из-за полураспада изотопов, появляется возможность использования части теплоносителя в качестве рабочего тела для двигателя (до 10% от общего объема). Это позволяет оптимизировать массу системы и повысить ее эффективность.

В ходе проведенных исследований была разработана схема конструкции комбинированной системы КЯЭУ+МПД, а также выполнен предварительный нейтронно-физический расчет реактора. Полученные результаты демонстрируют возможность создания компактной и эффективной установки для перспективных космических миссий.

Источники и литература

- 1) Легостаев В.П., Лопота В.А., Синявский В.В. Эффективность применения космических ядерных энергетических и ядерных электроракетных двигательных установок // Космическая техника и технологии. 2013. No 1. С. 4–15.

- 2) Грязнов Г. М. К 30-летию пуска первого в мире термоэмиссионного ядерного реактора «Топаз» // Атомная энергия. Том 89, вып. 1. — 2000. — С. 6—11.