

УДК 533.98

Маятниковые измерения импульса ускоренного плазмоида для ЭРД

Болотов Ярослав Константинович

yarbolotov@bk.ru

Мозговой Александр Григорьевич

amozgovoy@gmail.com

SPIN-код: 1215-4173

Огинов Александр Владимирович

oginov@sci.lebedev.ru

Столбов Сергей Николаевич

stolbovsn@mail.ru

Тиликин Иван Николаевич

ivan.tilikin@gmail.com

Толстяков Александр Яковлевич

aeroperesvet@gmail.com

ФИАН, Москва, Россия

Аннотация. Для полета на Марс за пару месяцев нужны МВТные атомные реакторы и двигатели с тягой в сотни ньютонов при непрерывной работе. Наша технология направлена на достижение этих целей. Предложено использовать многократное ускорение компактного тора (КТ, или FRC — Field Reversed Configuration) — плазмоида с замкнутым токовым витком в плазме с любым составом и массой от микрограмм до сотен миллиграмм за импульс как в коллайдерах-реакторах, так и в ЭРД. В таком без-электродном двигателе компактный тор ускоряется магнитным полем от внешних ускоряющих витков с током, как в пушке Гаусса. Ранее испытан и запатентован новый способ формирования компактного тора в индуктивных накопителях энергии [1].

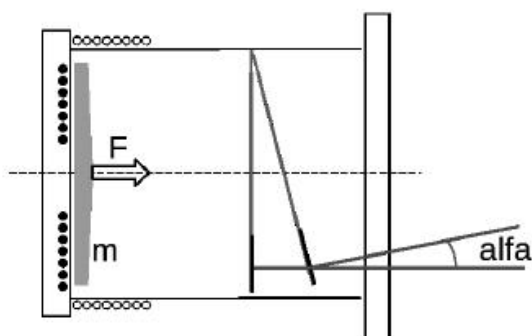
Ключевые слова: электрический ракетный двигатель, абляционный импульсный плазменный двигатель, импульсный разряд, компактный тор, гибридный атомный реактор

Введение. Коллайдеры КТ становятся одним из главных направлений в термоядерных исследованиях: Tri Alpha Energy, Helion Energy, CFR2 из University of Washington and MSNW, китайские установки с FRC-HHmax-Energy, NovaFusionX, Xingneng Xuanguang, еще есть японские. Helion Energy даже заключила контракты с Майкрософт и со сталелитейной компанией Америки Nucor на поставку реакторов-коллайдеров от 50 МВТ начиная с 2028 г. (суммарно до 500 МВТ). Начато строительство. Лобовое столкновение двух ускоренных КТ с дейтеридом лития вызывает термоядерную реакцию, а рожденные быстрые нейтроны направляются на природный уран ^{238}U со 100 кратным увеличением выхода энергии. Вес такого мегаваттного гибридного реактора порядка тонны, а площадь для охлаждения при температуре 500 С-1000-1500 м² (как у Starship) [2, 3].

Методы и материалы; результаты. Максимальная тяга двигателя F может быть оценена по простой формуле из предположения, что вся энергия идет на кинетическую энергию выбрасываемой массы. Энергия $W = m \cdot V \cdot V/2$ за 1 с — это мощность N двигателя, или $F = 2 \cdot N/V$ — тяга обратно пропорциональна скорости выброса массы, отсюда и выходят мегаватты. Существующие

щие ЭРД дают очень большую скорость выброса в десятки и сотни км/с. Необходимо было увеличивать массу ускоряемого вещества. Эксперименты проведены на установке [4] при 2 кДж.

Были опробованы взрывающиеся проволоочки, что не практично. Сейчас испытывается ускорение плазмы от пробоя по поверхности диэлектрика покрытом тонким слоем йода с графитом. Такой состав может наноситься спреем с нужной дозировкой. Для измерения импульса использовался маятник с зеркалом, расположенный в центре камеры, по отклонению пятна от лазера можно было оценить импульс, который растет с увеличением прикладываемой энергетики, а также с напуском газа.



Сдвиг точки на экране при повороте на угол α – δ : 4 см; сдвиг зеркала при повороте на угол α – $x = 1,3$ см; измеренный импульс кольца – $6,5 \cdot 10^{-3}$ м · кг/с; оценка скорости плазмоида из предыдущих измерений – 40 км/с; масса плазмоида $1,6 \cdot 10^{-7}$ кг. Энергия 128 Дж

Заключение. Показана возможность создания плазменных компактных торов с регулируемой массой плазмы. Для полета человека на Марс за пару месяцев для ЭРД нужны мегаватты и масса выброса в г/с, что достижимо только с твердыми или жидкими веществами.

Список источников

- [1] Мозговой А.Г. Коллайдер компактных торов. *Харитоновские научные чтения: сб. тр.* Саров, ФГУП «РФЯЦ–ВНИИЭФ», 2023, с. 124.
- [2] Мозговой А.Г., Тиликин И.Н. Реакторы на природном уране с внешним источником быстрых нейтронов-это будущее энергетики и космонавтики. *Забабахинские научные чтения: сб. тр.* Снежинск, ФГУП «РФЯЦ –ВНИИЭФ», 2025, с. 1–2.
- [3] Mozgovoy A.G. Fusion-Fission U 238 Small Module Reactor. *The combined 25th IEEE Pulsed Power and Plasma Science Conference (PPPS) and the 52nd IEEE Conf. ICOPS*, Berlin, 2025.
- [4] Мозговой А.Г., Болотов Я.К., Егшин Д.А., Никулин В.Я., Огинов А.В., Шпаков К.В., Тиликин И.Н., Родионов А.А., Ерискин А.А. Электроракетный двигатель с многократным ускорением массы плазмоидов. *XLVIII Академические чтения по космонавтике, посвященные памяти академика С.П. Королёва и других выдающихся отечественных ученых — пионеров освоения космического пространства: сб. тез.* Москва, Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2024, т. 1, с. 251–254.