

# РЕАКТОРЫ НА ПРИРОДНОМ УРАНЕ С ВНЕШНИМ ИСТОЧНИКОМ БЫСТРЫХ НЕЙТРОНОВ – ЭТО БУДУЩЕЕ ЭНЕРГЕТИКИ И КОСМОНАВТИКИ

А. Г. Мозговой, И. Н. Тиликин

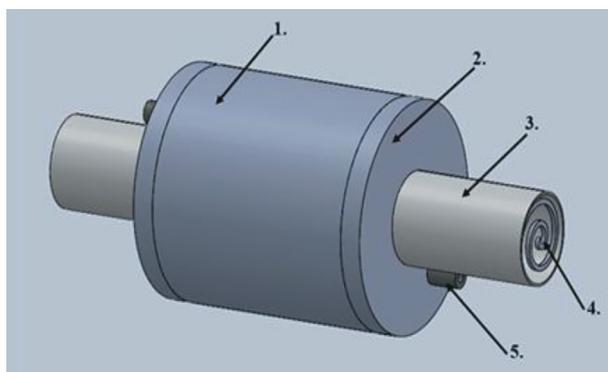
Физический институт им. П. Н. Лебедева РАН, Москва, Россия

Работа обычных атомных реакторов основана на способности к цепной реакции при делении урана 235 медленными нейтронами, что иногда приводило к известным катастрофам. Использование U 235 ведет к необходимости обогащения природного урана 238 (содержание в нем U 235 – 0.7%). Природный U 238 делится быстрыми нейтронами (в частности, 2.4 Мэв – мегаэлектронвольт или  $4 \cdot 10^{-13}$  Дж, которые возникают при термоядерном синтезе дейтерия) с выделением еще 200 Мэв энергии, **но без цепной, само поддерживаемой реакции и без возможности каких либо аварий**, сама термоядерная реакция имеет усиление порядка сотен (10 Кэв ядра дейтерия при слиянии дают 2.45 Мэв), т. е. суммарное усиление схемы по выходу энергии порядка 10 000 (при 100 процентом КПД). Поэтому частными компаниями в США уже привлечено более \$7 млрд. <https://www.fusionindustryassociation.org/>.

Самым перспективным направлением становятся **коллайдеры компактных торов (КТ)** или **FRC-field Reversed Configuration** – плазмодид с замкнутым токовым витком с нужным составом и массой (микрограммы) ускоряют внешними магнитными полями и сталкивают с другим, летящим на встречу. При одинаковых направлениях тока **КТ** притягиваются и вся кинетическая энергия идет на нагрев плазмы с осуществлением термоядерной реакции. Ускоряем компактные торы с сотнями микрограмм дейтерида лития 6 до сотен км/сек, энергия – килоджоули. Сталкиваем, получаем  $10^{16-17}$  нейтронов или сотни кДж. Полученные нейтроны идут на уран, торий, ОЯТ, увеличиваем энергию выхода еще 100 раз и получаем желанные мегаджоули и мегаватты в частотном режиме (1–100 Гц).

Американские компании **Helion Energy** и **Tri Alpha Energy** привлекли около \$2 млрд., (из них 50 млн от Роснано). **Helion** (главный инвестор – Sam Altman, бывший компаньон Elon Musk по Open AI – искусственный интеллект становится главным потребителем электроэнергии) даже заключила контракты с Майкрософт и крупнейшей сталелитейной компания Америки Nucor на поставку реакторов с суммарной мощностью до 500 МВт с 2028 г.

В ФИАН проведены эксперименты [1], которые подтвердили возможность достижения «breakeven» на коллайдерах компактных торов: – два КТ, сформированными по запатентованному способу в индуктивных накопителях энергии и ускоренных навстречу друг друга, дали в месте столкновения температуру плазмы более 1 кэВ и длительность мягкого рентгеновского излучения около одной микро-секунды (это два ключевых параметра), что аналогично длительности при ядерном взрыве. Ускорение компактных торов – это новый вид электроракетных двигателей – **До Марса за месяц** [2].



Общая схема реактора

1 – корпус жидкосолевого реактора, 2 – его крышки, 3 – коллайдер компактных торов с выходом нейтронов  $10^{16}$  за импульс, 4 – индуктивный накопитель секции формирования компактных торов, 5 – патрубки входа и выхода расплава солей урана 238. В жидкосолевом реакторе топливо является и теплоносителем

## Литература

1. Харитоновские научные чтения г. Саров 2023 г. труды – стр. 124 <https://disk.yandex.ru/i/KbYJiTwb07orxA>, Видео – <https://youtu.be/jziveDFTkzw>.
  2. Королёвские чтения, МВТУ им. Баумана, Москва, 2024 <https://disk.yandex.ru/i/yWYwSyGZbExOwQ>.
-