

Как ядерные отходы могут превратиться в топливо для термоядерного будущего



Дата публикации: 18.08.2025

Современные технологии — от электромобилей до дата-центров искусственного интеллекта — предъявляют всё более высокие требования к энергетике. Мир ищет источники энергии, способные обеспечить одновременно высокий объём производства и минимальное воздействие на окружающую среду. Одним из наиболее перспективных решений считается термоядерный синтез, процесс, при котором лёгкие атомные ядра соединяются, выделяя колоссальное количество энергии. Это тот самый процесс, который питает звёзды во Вселенной.

Основное топливо для термоядерных реакторов — изотопы водорода: дейтерий и тритий. Дейтерий содержится в обычной воде и доступен в больших количествах, а вот тритий крайне редок и дорог. Сегодня его добывают в основном на канадских атомных станциях, а мировые запасы оцениваются всего в 25 килограммов. Для сравнения: этого количества достаточно, чтобы обеспечить электроэнергией более полумиллиона домов в течение полугода, но оно ничтожно мало для глобального энергетического перехода.

Стоимость трития сегодня достигает 33 миллионов долларов за килограмм. В США отсутствует собственная инфраструктура для его промышленного производства, что создаёт серьёзный дефицит. Именно поэтому физики ищут новые способы получения этого изотопа.

Интересное решение предложил Теренс Тарновски из Лос-Аламосской национальной лаборатории. Его идея заключается в использовании накопленных ядерных отходов — побочного продукта работы атомных электростанций. Эти отходы, которые обычно представляют собой плутоний и уран после деления, требуют долгосрочного и дорогостоящего хранения. Кроме того, существует риск радиационных утечек, угрожающих экосистемам и здоровью человека. Превращение их в источник топлива для термоядерных реакторов одновременно решило бы сразу две проблемы: обеспечило бы устойчивые поставки трития и уменьшило объём радиоактивных материалов, подлежащих хранению.

Тарновски разработал компьютерные модели, имитирующие работу экспериментальных реакторов. В них используется ускоритель частиц, запускающий реакции расщепления ядер в радиоактивных отходах. Освобождающиеся при этом нейтроны в цепочке переходов способны образовывать тритий. Такой подход выгодно отличается от традиционных ядерных реакторов: здесь отсутствует неконтролируемая цепная реакция, а процесс можно включать и выключать по мере необходимости, что повышает уровень безопасности.

По расчётам, реактор мощностью 1 гигаватт способен производить до 2 килограммов трития в год — объём, сопоставимый с суммарным производством всех канадских реакторов. Ещё одно преимущество — эффективность: предложенная система может генерировать более чем в 10 раз больше трития при той же тепловой мощности, чем классический термоядерный реактор.

Учёный также планирует доработать модель, добавив в неё использование расплавленных литиевых солей для охлаждения. Такой подход ранее применялся только в исследовательских реакторах, но он обеспечивает дополнительную безопасность и предотвращает риск переработки отходов для военных целей.

Если эти концепции подтвердятся в практических экспериментах, будущее энергетики может кардинально измениться. Использование ядерных отходов в качестве ресурса позволит одновременно решать задачи экологической безопасности, ресурсного обеспечения и снижения стоимости перехода к безуглеродной энергетике.

Сегодня это лишь теоретическая модель, но сам факт её разработки

демонстрирует, что технологии следующего поколения могут основываться не только на поиске новых источников энергии, но и на переосмыслении того, что раньше считалось непригодным или даже опасным. В долгосрочной перспективе такие проекты могут стать ключевым звеном в мировой энергетической системе, обеспечивая стабильное производство трития и приближая человечество к эпохе управляемого термоядерного синтеза.