

УДК 539.1

ТЕРМОЯДЕРНИЙ СИНТЕЗ: ЧИ СТАНЕ ПРОЄКТ ITER ПОРЯТУНКОМ ДЛЯ ПЛАНЕТИ?

К.А. Нестеренко

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

katianesterenko2206@gmail.com

Сучасне людство постійно потребує все більше енергії. Населення Землі зростає, розвиваються технології, збільшується кількість електронних пристроїв, транспорту та промислових підприємств. Проте традиційні джерела енергії, такі як вугілля, нафта та газ, мають серйозні недоліки. По-перше, вони поступово вичерпуються. По-друге, їх використання призводить до забруднення атмосфери та посилення глобального потепління. Саме тому вчені активно шукають нові, чисті та практично невичерпні джерела енергії. Однією з найперспективніших технологій вважається термоядерний синтез – процес, який відбувається у надрах зірок і забезпечує їхню величезну енергію. Щоб навчитися відтворювати цей процес на Землі, міжнародна наукова спільнота створила масштабний науковий експеримент – ITER. Його головна мета – довести, що керований термоядерний синтез може стати реальним джерелом електроенергії для людства.

Термоядерний синтез – це процес злиття легких атомних ядер у важчі. Під час такого злиття виділяється величезна кількість енергії. Найбільш відомим прикладом є процеси, що відбуваються у Сонця. У його центрі температура сягає приблизно 15 мільйонів градусів Цельсія. За таких умов ядра водню зливаються і утворюють гелій, виділяючи колосальну енергію у вигляді світла та тепла. Саме завдяки цьому процесу Сонце світить уже понад 4,5 мільярда років і, за прогнозами астрономів, буде світити ще приблизно стільки ж. Головна ідея науковців полягає у тому, щоб створити подібний процес на Землі та використати його як джерело електроенергії. Основні реакції синтезу, які вивчають у лабораторіях, відбуваються між ізотопами водню:

- дейтерієм
- тритієм

Під час їх злиття утворюється ядро гелію та нейтрон, а також виділяється дуже велика кількість енергії. Головна перевага такого процесу – надзвичайна ефективність. Наприклад, один грам палива для термоядерного синтезу може виділити стільки ж енергії, скільки десятки тонн традиційного палива.

Термоядерна енергетика має низку важливих переваг, які роблять її однією з найперспективніших технологій майбутнього.

1. Практично невичерпне паливо. Дейтерій можна отримувати з морської води. У світовому океані його настільки багато, що цього ресурсу

вистачить людству на мільйони років. Третій можна виробляти під час роботи реактора.

2. Відсутність шкідливих викидів. На відміну від вугільних або газових електростанцій, термоядерні реактори не виділяють вуглекислий газ. Це означає, що вони не сприяють зміні клімату.

3. Високий рівень безпеки. Термоядерна реакція дуже складна для підтримання. Якщо порушуються необхідні умови, реакція просто припиняється. Це значно знижує ризик великих аварій.

4. Менше радіоактивних відходів. Порівняно з традиційними атомними електростанціями, термоядерні реактори утворюють значно менше небезпечних відходів.

Незважаючи на великі переваги, створення керованого термоядерного реактора є надзвичайно складним завданням. Головна проблема полягає у необхідності створення надзвичайно високих температур – понад 150 мільйонів градусів Цельсія. Це у десять разів більше, ніж температура в центрі Сонця. За таких умов будь-яка речовина перетворюється на плазму – стан матерії, у якому електрони відокремлюються від ядер. Плазму неможливо утримувати у звичайному контейнері, оскільки жоден матеріал не витримає таких температур. Тому вчені використовують спеціальні магнітні поля. Одним із найефективніших пристроїв для утримання плазми є так званий токамак. Токамак має форму великого кільця. Потужні магніти створюють магнітне поле, яке утримує гарячу плазму у центрі камери, не дозволяючи їй торкатися стінок. Саме така технологія використовується у проєкті ITER.

ITER (англ. International Thermonuclear Experimental Reactor) – це найбільший у світі міжнародний науковий проєкт у галузі термоядерної енергетики. Реактор будується у науковому центрі поблизу міста Кадараш у Франції. Проєкт об'єднує багато країн світу, серед яких:

- Європейський Союз,
- США,
- Японія,
- Китай,
- Південна Корея,
- Індія,

та інші.

Метою ITER є демонстрація того, що термоядерний реактор може виробляти більше енергії, ніж витрачає. Планується, що реактор зможе виробляти 500 мегават енергії, використовуючи лише 50 мегават енергії для запуску реакції. Це означає, що ефективність реактора буде у десять разів більшою за витрати енергії. Будівництво ITER є дуже складним інженерним

завданням. Деякі його елементи мають величезні розміри та виготовляються у різних країнах, після чого транспортуються до Франції. Наприклад, магніти реактора є одними з найпотужніших у світі.

Багато науковців вважають, що термоядерна енергетика може радикально змінити енергетичну систему планети. Якщо технологія стане комерційно доступною, людство зможе отримати:

- майже невичерпне джерело енергії,
- значне зменшення забруднення атмосфери,
- енергетичну незалежність багатьох країн,
- нові технологічні можливості.

Однак існують і певні труднощі. Реалізація таких проєктів потребує величезних фінансових вкладень та багатьох років досліджень. Крім того, ITER є лише експериментальним реактором. Його головне завдання – довести, що технологія працює. Після цього необхідно буде створити промислові електростанції нового типу. За оптимістичними прогнозами, перші комерційні термоядерні електростанції можуть з'явитися приблизно у 2040–2050 роках.

Термоядерний синтез є однією з найперспективніших технологій майбутнього. Він здатний забезпечити людство практично невичерпним джерелом чистої енергії та допомогти у боротьбі зі зміною клімату. Проєкт ITER є важливим кроком на цьому шляху. Він об'єднує зусилля багатьох країн і демонструє, що вирішення глобальних проблем можливе лише завдяки міжнародній співпраці науки та технологій. Хоча створення повноцінних термоядерних електростанцій ще потребує часу, результати досліджень уже сьогодні наближають людство до нової енергетичної епохи. Таким чином, якщо експерименти ITER будуть успішними, термоядерний синтез може стати справжнім енергетичним проривом і одним із головних способів забезпечення планети екологічно чистою енергією у майбутньому.

Література

1. Генріх, К., & Краус, Г. Термоядерний синтез: Енергія майбутнього. (Матеріали про фізику плазми та магнітне утримання).
2. Європейська комісія. Дослідження в галузі термоядерної енергії: Дорожня карта до 2050 року.
3. Кікучі, М. Основи фізики токамаків. (Наукове видання про пристрої типу токамак).
4. Маккракен, Г., & Стотт, П. Ф'южн: Енергія Всесвіту. – Academic Press. (Про процеси в надрах зірок та на Сонці).