

Uzyskano nadmiarową energię z fuzji jądrowej

7 lutego 2024

Zgodnie z ustaleniami spisany w 2002 roku przed rządy, korporacje i think-tanki do 2025 roku mają się pojawić na rynku urządzenia NBIC, w tym przenośne okulary rozszerzonej rzeczywistości („augmented reality” AR).

Pięć niezależnych zespołów badawczych opublikowało artykuły (patrz [TUTAJ](#), [TUTAJ](#), [TUTAJ](#), [TUTAJ](#) i [TUTAJ](#)), w których potwierdziły, że w grudniu 2022 roku w National Ignition Facility (NIF) doszło do pierwszej w historii fuzji jądrowej, z której uzyskano więcej energii niż dostarczono do kapsułki z paliwem celem zainicjowania reakcji. W NIF udowodniono, że możliwa jest produkcja dodatkowej energii z fuzji jądrowej i że można to uzyskać za pomocą technologii inercyjnego uwięzienia plazmy. To znaczące osiągnięcie naukowe. Jednak do komercyjnej produkcji energii z fuzji droga jest bardzo daleka, liczona w dziesięcioleciach. A niektórzy wątpią, czy będzie to kiedykolwiek możliwe.

Fuzja jądrowa – czyli reakcja termojądrowa – to obiecujące źródło energii. Polega ona na łączeniu się atomów lżejszych pierwiastków w cięższe i uwalnianiu energii. To proces, który zasila gwiazdy. Taki sposób produkcji energii ma bardzo wiele zalet. Nie dochodzi tutaj do uwalniania gazów cieplarnianych. Na Ziemi są olbrzymie zasoby wodoru i litu, z których można pozyskać paliwo do fuzji jądrowej, deuter i tryt. Wystarczy one na miliony lat produkcji energii. Takiego luksusu nie mamy ani jeśli chodzi o węgiel czy gaz ziemny, ani o uran do elektrowni atomowych. Tego ostatniego wystarczy jeszcze na od 90 (według World Nuclear Association) do ponad 135 lat (wg. Agencji Energii Atomowej). Fuzja jądrowa jest niezwykle wydajna. Proces łączenia atomów może zapewnić nawet 4 miliony razy więcej energii niż reakcje chemiczne, takie jak spalanie

węgla czy gazu i cztery razy więcej energii niż wykorzystywane w elektrowniach atomowych procesy rozpadu atomów.

Co ważne, w wyniku fuzji jądrowej nie powstają długotrwałe wysoko radioaktywne odpady. Te, które powstają są na tyle mało radioaktywne, że można by je ponownie wykorzystać lub poddać recyklingowi po nie więcej niż 100 latach. Nie istnieje też ryzyko proliferacji broni jądrowej, gdyż w procesie fuzji nie używa się materiałów rozszczepialnych, a radioaktywny tryt nie nadaje się do produkcji broni. Nie ma też ryzyka wystąpienia podobnych awarii jak w Czernobylu czy Fukushima. Jednak fuzja jądrowa to bardzo delikatny proces, który musi przebiegać w ściśle określonych warunkach. Każde ich zakłócenie powoduje, że plazma ulega schłodzeniu w ciągu kilku sekund i reakcja się zatrzymuje.

National Ignition Facility powstało w 2011 roku i potrzeba było 11 lat badań i ciągłych udoskonaleń, by w końcu osiągnąć zapłon i uzyskać więcej energii niż trafiło do kapsułki z paliwem. Jednak to co uzyskano, to zaledwie ok. 1% energii zużytej do zainicjowania całego procesu. Nie wspominając o tym, że w elektrowni komercyjnej konieczna byłaby jeszcze zamiana uzyskanej energii cieplnej w energię elektryczną. Co wiązałoby się z kolejnymi stratami.

Istnienie zjawiska fuzji jądrowej zaproponował w 1915 roku amerykański chemik William Draper Harkins. Jest ono badane od około 100 lat, a wykorzystywane techniki możemy zaliczyć do dwóch kategorii. Jedna polega na uwięzieniu plazmy w polu magnetycznym. Tak działają tokamaki czy stellaratory. To metoda lepiej zbadana, uważana za bardziej obiecującą. Z niej będzie korzystała największy na świecie eksperymentalny reaktor ITER, budowany właśnie we Francji.

Metoda druga wykorzystuje uwięzienie plazmy za pomocą pola elektrostatycznego. To inercyjne uwięzienie plazmy. Gdy stworzono lasery, niektórzy eksperci zaczęli rozważać możliwość użycia ich do zainicjowania fuzji jądrowej. Fizyk

John Nuckolls z Lawrence Livermore National Laboratory stworzył koncepcję inercyjnego uwięzienia plazmy, w którym to lasery mają kompresować, podgrzewać i utrzymywać plazmę. Wielu ekspertów wątpi, czy ta metoda w ogóle nadaje się do komercyjnej produkcji energii.

Musimy pamiętać, że NIF to infrastruktura badawcza, a nie komercyjna. Nie projektowano jej pod kątem wydajności, ale z myślą o uzyskaniu najpotężniejszych wiązek laserowych. Instalacja służy trzem celom: badaniom nad kontrolowaną fuzją jądrową, badaniom procesów zachodzących we wnętrzach gwiazd oraz stanowi część programu utrzymania, konserwacji i zapewnienia bezpieczeństwa broni atomowej, bez konieczności przeprowadzania testów nuklearnych.

W NIF 192 lasery kierują potężną wiązkę na niewielki złoty cylinder – hohlraum – zawierający kapsułkę z paliwem. Gdy wiązki lasera trafiają w cylinder, ich energia jest absorbowana i wypromieniowywana w postaci promieniowania rentgenowskiego. Trafia ono do kapsułki paliwowej, zbudowanej z diamentowej skorupki pokrytej od wewnątrz deuterem i trytem. Niezwykle istotne jest, by hohlraum był jak najbardziej symetryczny. Tylko wtedy promieniowanie rentgenowskie rozkłada się równomiernie w kapsułce, dzięki czemu paliwo jest identycznie kompresowane z każdej strony, co pozwala na osiągnięcie bardzo wysokich temperatury i ciśnienia, koniecznych do zainicjowania fuzji.

Parametry wiązek laserów również muszą być starannie dobrane tak, by nie rozpraszały się na powierzchni cylindra, co prowadzi do zmniejszenia efektywności i grozi uszkodzeniem elementów optycznych laserów. Dodatkową trudnością jest fakt, że gdy tylko światło lasera trafia w hohlraum, w kapsułce paliwowej tworzy się plazma, która wchodzi w interferencje z wiązką. To wyścig z czasem, w którym trzeba dostarczyć odpowiednią ilość energii do wnętrza kapsułki, zanim uniemożliwi to plazma. A to tylko niektóre z problemów, jakie napotykają naukowcy pracujący w NIF. Problemów tym

poważniejszych, że wciąż słabo rozumiemy procesy zachodzące w tak ekstremalnych środowiskach jak wysokotemperaturowa plazma.

NIF korzysta z najpotężniejszych laserów na świecie i jest w stanie użyć ich pełnej mocy tylko kilka razy w roku, co poważnie spowalnia badania. A gdy już kolejny raz lasery zostaną uruchomione i naukowcy przeprowadzą analizy wyników eksperymentu, to z powodu słabego rozumienia zachodzących zjawisk, trudno jest przewidzieć, jakie będą skutki wprowadzanych poprawek i jak przebiegnie kolejny eksperyment.

Od grudnia 2022 roku w NIF przeprowadzono 6 kolejnych eksperymentów. Podczas 2 uzyskano tyle energii, ile wprowadzono do paliwa, a podczas 4 energii tej było znacznie więcej. To dobry znak, gdyż pokazuje, że specjaliści z NIF są coraz bliżej chwili, w której każdy z eksperymentów da nadmiarową energię. Jednak będą musieli poradzić sobie z faktem, że ilość energii uzyskiwana w różnych eksperymentach może znacznie się od siebie różnić. Nie jest to zaskoczeniem, gdyż jest to ściśle powiązane z tym, jak długo reakcja termojądrowa jest w stanie się podtrzymać, a na to z kolei mają wpływ minimalne różnice w konfiguracji eksperymentu.

Autorstwo: Mariusz Błoński

Na podstawie: [Spectrum.IEEE.org](https://spectrum.ieee.org)

Źródło: [KopalniaWiedzy.pl](https://kopalniawiedzy.pl)