Fuzja jądrowa – jest zapłon

14 grudnia 2022

Amerykańscy eksperci z National Ignition Facility poinformowali o uzyskaniu z fuzji jądrowej wyraźnie więcej energii, niż wprowadzono w paliwo. Uzyskano tym samym punkt tzw. breakeven. Po kilkudziesięciu latach badań pojawiła się realna nadzieja na uzyskanie niemal niewyczerpanego źródła czystej energii.

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 na bardzo wiele zalet. Nie dochodzi tutaj do uwalniania gazów cieplarnianych. Na Ziemi są olbrzymie zasoby i wody i litu, z których można pozyskać paliwo do fuzji jądrowej, deuter i tryt. Wystarczą 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 Fukushimie.

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.

Fuzja jądrowa jest od wielu dekad przedmiotem zainteresowania naukowców na całym świecie. Problem w tym, że aby pokonać siły elektrostatyczne odpychające od siebie atomy potrzeba albo ekstremalnie wysokich temperatur, albo potężnych impulsów laserowych. To zaś wymaga budowy olbrzymich, bardzo skomplikowanych i kosztownych instalacji.

Istnieją różne pomysły na przeprowadzenie fuzji jądrowej, a najpopularniejszym z nich jest próba wykorzystania tokamaków. Optymalna temperatura, w której dochodzi do reakcji połączenia się deuteru z trytem ,w tokamaku wynosi od ok. 100 do ok. 200 milionów stopni Celsjusza. Tak rozgrzana materia znajduje się w stanie plazmy. Trzeba ją uwięzić w jakiejś niematerialnej pułapce. Może być nią np. silne pole magnetyczne. I to właśnie rozwiązanie stosowane jest w tokamakach i będzie je wykorzystywał słynny budowany we Francji reaktor badawczy ITER. Uwięzienie jest konieczne zarówno dlatego, by plazma się nie rozpraszała i nie chłodziła, jak i dlatego, by utrzymać ją z dala od ścian reaktora, które zostałyby uszkodzone przez wysokie temperatury.

Innym pomysłem jest zaś inercyjne uwięzienie plazmy. Z tej technologii korzysta właśnie National Ignition Facility (NIF). NIF otwarto w 2009 roku w w Kalifornii. To laboratorium badawcze, w którym zespół 192 laserów skupia wiązki na niewielkiej kapsułce zawierającej paliwo. Jest ono zgniatane przez światło lasera, a zapłon następuje w wyniku transformacji promieniowania laserowego w promieniowanie rentgenowskie. To efekt prac prowadzonych od dziesięcioleci. W latach 1960. zespół fizyków z Lawrence Livermore National Laboratory – do którego należy NIF – pracujący pod kierunkiem

Johna Nuckollsa, wysunął hipotezę, że zapłon fuzji jądrowej można by uzyskać za pomocą laserów. Właśnie poinformowano, że 5 grudnia bieżącego roku uzyskano długo oczekiwany zapłon.

Zapłon ma miejsce, gdy ciepło z cząstek alfa, powstających w wyniku fuzji termojądrowej w centrum kapsułki z paliwem, jest w stanie przezwyciężyć efekt chłodzący wywołany m.in. stratami promieniowania rentgenowskiego czy przewodnictwem elektronowym, zapewniając samopodtrzymujący mechanizm ogrzewania i gwałtowny wzrost ilości uzyskanej energii, czytamy na stronach NIF. Podczas eksperymentu do paliwa dostarczono 2,05 megadżula (MJ) energii, a w wyniku reakcji uzyskano 3,15 MJ.

Zapłon uzyskano w niewielkim cylindrze zwanym hohlraum, wewnątrz którego znajdowała się kapsułka z paliwem. Wewnątrz niej energia światła laserowego zmieniła się w promieniowanie rentgenowskie, doszło do kompresji kapsułki, jej implozji i pojawienia się wysokotemperaturowej plazmy, wewnątrz której panowało wysokie ciśnienie.

To ważny krok, jednak zanim do naszych domów popłynie czysta energia uzyskana drogą fuzji jądrowej, musimy nauczyć się uzyskiwać wielokrotnie więcej energii, niż kosztowało nas doprowadzenie do reakcji. Do tego zaś potrzeba wielu naukowych i technologicznych przełomów. Ich osiągnięcie może potrwać całe dekady.

Autorstwo: Mariusz Błoński
Na podstawie: National Ignition Facility
Źródło: KopalniaWiedzy.pl