

Nie tylko tokamaki

26 lipca 2014

U stóp gór Santa Ana, na wschód od miasta Irvine w Kalifornii, znajduje się siedziba jednej z najbardziej tajemniczych firm zajmujących się badaniami nad reakcją termojądrową. Firma Tri Alpha Energy tak bardzo chce dochować tajemnicy o swoich pracach, że nie posiada witryny internetowej, a budynek, w którym się mieści, nie jest w żaden sposób oznaczony.

Z fragmentów informacji, do jakich dotarli dziennikarze, wynika jednak, że Tri Alpha Energy prowadzi jedno z najszerzej zakrojonych w USA prac nad fuzją jądrową. Korzysta przy tym z własnych, niestandardowych rozwiązań. Od dziesiątków lat na całym świecie badania nad reakcją termojądrową prowadzone są w tokamakach, czyli reaktorach o kształcie pączka z dziurą w środku. Tymczasem Tri Alpha Energy testuje reaktor liniowy, twierdząc, że jest on mniejszy, prostszy i tańszy, a ponadto pozwoli na komercyjne wykorzystanie fuzji jądrowej w ciągu najbliższej dekady. W przypadku tokamaków o komercyjnym debiucie mówi się w perspektywie 30-50 lat. Najbardziej zaawansowane nad fuzją w tokamaku prowadzone są w ramach projektu ITER we Francji. Prawdopodobnie będzie to pierwszy tokamak, który wyprodukuje więcej energii niż zostanie mu dostarczone. Jednak koszt całego projektu może zamknąć się kwotą 50 miliardów USD – czyli 10-krotnie więcej niż zakładano – a tokamak nie zostanie uruchomiony przed rokiem 2027, zatem opóźnienie w realizacji sięgnie co najmniej 11 lat. Stany Zjednoczone zaangażowane są w projekt ITER, który pochłania większość pieniędzy przeznaczonych na badania nad fuzją jądrową. Nic zatem dziwnego, że miejscowi zwolennicy pozyskiwania energii z fuzji nie są zadowoleni z postępowania Waszyngtonu. A niezadowolenie ich jest tym większe im bardziej kosztowny i spóźniony jest ITER. Dlatego też w ciągu ostatnich kilkunastu lat w USA założono kilka firm, które na własną rękę prowadzą eksperymenty nad rozwiązaniami alternatywnymi wobec

tokamaków. Jedną z tych firm jest Tri Alpha Energy, która jest finansowana kwotą 150 milionów dolarów. Pieniądze przekazał m.in. współzałożyciel Microsoftu Paul Allen czy rosyjski rządowy fundusz inwestycyjny Rusnano.

Tokamaki powstały w ZSRR w latach 1950. Z czasem je udoskonalano, jednak od początku wielu fizyków zastanawiało się, czy architekturę taką uda się kiedykolwiek skalować tak, by możliwe było komercyjne uzyskiwanie z nich energii. Tokamaki są bowiem niezwykle złożonymi urządzeniami, przez co bardzo trudno w nie inwestować firmie, która nie ma wcześniejszego doświadczenia z nimi. Jednak większość fizyków odrzuca te zastrzeżenia mówiąc, że najpierw musimy nauczyć się trzymać plazmę, która jest potrzebna do przeprowadzenia fuzji, w ryzach, a później można myśleć o uproszczeniu architektury reaktora.

Jednym z uczonych, którzy nie zgadzają się z takim podejściem jest Norman Rostoker z Univeristy of California Irvine, który w 1998 roku, w wieku 72 lat, stał się współzałożycielem firmy Tri Alpha. Wraz ze swoimi kolegami proponuje on, by w fuzji wykorzystać nie deuter i tryt (D-T) jak w tokamakach, ale łączyć protony z borem-11 (p-11B). Rozpoczęcie reakcji w tym izotopie wymaga temperatury rzędu miliarda stopni Celsjusza, a energia każdej fuzji będzie około połowę mniejsza niż fuzji D-T, jednak w zamian osiągniemy spore korzyści. Po pierwsze podczas takiej fuzji powstaną trzy cząsteczki alfa, które posiadają ładunek elektryczny, można więc będzie je skierować do „odwróconego cyklotronu”, który, z 90% wydajnością zmieni je w prąd elektryczny. To obiecująca perspektywa, gdyż w tokamakach około 80% energii występuje w formie szybkich neutronów uszkadzających ściany reaktora i czyniących je radioaktywnymi. Uzyskanie energii odbywa się tutaj poprzez wykorzystanie tych neutronów do podgrzania wody i wygenerowanie pary. Efektywność tego procesu wynosi 30-40 procent.

Paliwo p-11B nie może zostać wykorzystane w tokamakach,

dlatego też konieczna jest inna architektura reaktora. Rostoker i jego zespół zaprojektowali reaktor, który przypomina dwie lufy armatnie skierowane naprzeciwko siebie. Każde z „dział” będzie wystrzeliwało pierścienie plazmy zwane plazmoidami. Są one niezwykle stabilne, a przepływ jonów w plazmie generuje pole magnetyczne, które utrzyma plazmę w określonej przestrzeni. Plazmoidy z obu dział będą wystrzeliwane do centralnej komory, gdzie połączą się w jeden większy plazmoid, do którego będzie można dostarczać paliwo. Cząsteczki alfa z reakcji będą przekierowywane do konwertera energii, który je przechwyci i wytworzy prąd elektryczny.

Gdy zespół Rostokera publikował przed laty swoją koncepcję stało się jasne, że nie mogą liczyć na budżetowe pieniądze. USA były zaangażowane w prace nad tokamakami i z punktu widzenia urzędników przeznaczanie pieniędzy na inne koncepcje nie było mądre. Mogłyby wówczas pojawić się pytania o sens finansowania prac nad tokamakami.

Brak wsparcia ze strony rządu nie oznacza jednak w USA końca marzeń o realizacji projektu. Działa tam wiele funduszy inwestycyjnych, które szukają okazji do dobrego ulokowania gotówki. To właśnie fakt, że prace są finansowane z prywatnych pieniędzy wymusza ich tajność. W grę wchodzi duże kwoty, więc sponsorzy chcą mieć gwarancję, że jako pierwsi będą mogli zaprezentować na rynku gotową technologię. Dopiero od około 5 lat zezwolono na publikację pewnych wyników badań. Dzięki temu wiemy, że obecne urządzenie testowe – C-2 – łączy dwa plazmoidy tak, jak się tego spodziewano. Wiadomo, że taki połączony plazmoid istnieje przez 5 milisekund, czyli bardzo długo jak na standardy w fizyce plazmy. Obecnie Tri Alpha szuka pieniędzy na budowę większego urządzenia.

Alan Hofman, fizyk plazmy z University of Washington, na zlecenie Paula Allena przyglądał się pracom Tri Alpha gdy miliarder chciał w firmę zainwestować, mówi: „z naukowego punktu widzenia projekt ten odniósł wielki sukces. Jednak to wciąż nie jest fuzja p-11B. Dotychczas C-2 pracował tylko z

deuterem i minie jeszcze dużo czasu zanim uda im się osiągnąć warunki pozwalające na wykorzystanie p-11B.” Firma nie zaprezentowała też bezpośredniej zamiany cząstek alfa na elektryczność. To też nie nastąpi szybko. Tri Alpha przyznaje, że jej urządzenie pierwszej generacji będzie musiało opierać się na generowaniu pary.

Tri Alpha to nie jedyna prywatna firma, która pracuje nad fuzją jądrową. Kolejną jest Helion Energy z Redmond, która pracuje nad miniaturowym (mieszczącym się na dużej ciężarówce) akceleratorem liniowym generującym plazmoidy. „Porównujemy to do silnika diesla. Z każdym taktem wstrzykujesz paliwo, kompresujesz ze za pomocą tłoku, aż się zapali, a eksplozja wypycha tłok” – mówi szef firmy, David Kirtley. Firma szuka teraz finansowania w wysokości 15 milionów dolarów, co ma pozwolić jej na stworzenie maszyny, która korzystając z paliwa D-T będzie generowała tyle samo energii co zużyje. W przyszłości w reaktorze ma dochodzić do fuzji deuteru z helem-3, dzięki czemu powstaną cząstki alfa i protony, a nie neutrony.

Jeszcze inny pomysł ma kanadyjska firma General Fusion. Zaprojektowała ona reaktor, w którym plazmoidy D-T będą wstrzykiwane do wirującego płynnego ołowiu, a całość ma być kompresowana za pomocą tłoków, które doprowadzą do fuzji. Jedną z zalet takiego rozwiązania jest fakt, że płynny ołów nie ulega degradacji pod wpływem oddziaływania neutronów. General Fusion zebrała ze źródeł rządowych i prywatnych 50 milionów USD. Jeśli uda się jej zebrać jeszcze 25 milionów to w ciągu dwóch lat może powstać większy reaktor, w którym będzie zachodziła fuzja.

Rozwiązania alternatywne dla ITER mogą liczyć na pewne wsparcie ze strony rządu USA, jednak nie będą to wielkie kwoty. ITER ma priorytet i duże wymagania finansowe. Na szczęście sektor prywatny jest coraz bardziej zainteresowany opracowaniem nowej czystej technologii produkcji energii. Niewykluczone zatem, że w ciągu najbliższej dekady bądź dwóch

na rynek trafiają rozwiązana alternatywne wobec tradycyjnych tokamaków.

Autor: Mariusz Błoński

Na podstawie: Scientific American

Źródło: [Kopalnia Wiedzy](#)