

Nr projektu: 2023/49/B/ST2/02325

Tytuł: Badania eksperymentalne reakcji syntezy proton-bor (p+B)
w układzie Plasma-Focus

Opis projektu:

Zapotrzebowanie na energię elektryczną stale rośnie i przewiduje się, że do końca stulecia popyt ten potroi się. Zasoby paliw kopalnych, których eksploatacja ukształtowała cywilizację XIX i XX wieku są ograniczone, a ich wykorzystanie wiąże się z emisją gazów cieplarnianych i zanieczyszczeniem środowiska. Obecnie stosowane technologie produkcji i magazynowania energii ze źródeł odnawialnych takich jak słońce, wiatr czy woda, nie zapewniają jej stabilnej i ciągłej dostępności. Nowym, praktycznie niewyczerpalnym, nieemitującym dwutlenku węgla, czyli czystym źródłem energii jest reakcja fuzji termojądrowej. Najbardziej wydajną reakcją, dającą najwyższy przyrost energii w najniższych temperaturach, jest fuzja izotopów wodoru: deuteru (D) i trytu (T). Właśnie deuter i tryt są przewidziane jako paliwo przyszłych elektrowni termojądrowych. Jednakże dużym problemem w osiągnięciu i wykorzystaniu kontrolowanej fuzji termojądrowej są neutrony pochodzące z plazmy D-T.

Wysokoenergetyczne neutrony wnikają w materiały konstrukcyjne urządzenia powodując uszkodzenia i mogą je aktywować. Problemy te skłaniają do poszukiwania alternatywnej reakcji syntezy (alternatywnego paliwa), w której nie zachodzi produkcja neutronów.

Możliwe paliwa termojądrowe to deuter i hel-3 (^3He) czy proton (p) i jądra boru (^{11}B). W wyniku fuzji $p-^{11}\text{B}$ (zapisywanej zwykle $^{11}\text{B}(p,\alpha)\alpha$) emitowane są tylko trzy cząstki alfa (α). A energia uwalniana jest raczej, jako energia kinetyczna cząstek alfa niż neutronów.

Maksymalny przekrój czynny na zajście tej reakcji wynosi 1.2 barn dla energii 600 keV, a energia cząstek alfa osiąga wartość 4 MeV. W ostatnich latach zainteresowanie tą reakcją i możliwościami wykorzystania wysokoenergetycznych cząstek alfa ogromnie wzrosło. Jednakże, aby mogła zajść synteza $p-^{11}\text{B}$, konieczna jest dużo wyższa temperatura jonów niż w przypadku syntezy D-T, praktycznie niemożliwa do osiągnięcia w urządzeniu typu tokamak. Dlatego niezbędne jest poszukiwanie nowych sposobów otrzymania i zbadania produktów reakcji $p-^{11}\text{B}$.

W ostatnich latach trwają badania nad fuzją proton-bor z wykorzystaniem różnych układów m.in. ultraszybkich laserów dużej mocy. Jednym z typów urządzeń, gdzie reakcja syntezy jąder wodoru i boru nie została jeszcze potwierdzona, a jest możliwa do przeprowadzenia jest układ Plasma-Focus. Podczas wyładowania w gazie generowane jest ognisko plazmowe, a dodając do niego boru otrzymamy plazmę borowo-wodorową, w której może zajść reakcja syntezy. Bor, wyablowany wiązką lasera z tarczy umieszczonej w anodzie PF, byłby wstrzykiwany do ogniska plazmowego w momencie jego tworzenia się. Celem projektu jest pokazanie możliwości wywołania reakcji $p-^{11}\text{B}$ w urządzeniu typu Plasma-Focus oraz zmierzenia jej produktów. Wykonane przez nas, na podstawie prostego modelu, oszacowania teoretyczne pokazują, że parametry posiadanego układu są odpowiednie do

otrzymania tej reakcji. Przeprowadzone eksperymenty zweryfikują zastosowany model teoretyczny oraz możliwość wykorzystania Plasma-Focus do syntezy proton – bor.