

N. Bezić, A. Paulin, T. Zorič  
 VTŠ, Univerza Maribor, 62000 Maribor

SAOPŠTENJE

KONTROLIRANA ZDRUŽITEV ATOMSKIH JEDER PRI ENERGIJI NEKAJ MeV  
 KOT MOŽNI VIR ELEKTRIČNE ENERGIJE

CONTROLLED FUSION OF ATOMIC NUCLEI AT THE ENERGIES OF SOME  
 MeV AS A POSSIBLE SOURCE OF ELECTRIC ENERGY

VSEBINA - Nakazani sta dve smeri razvoja kontrolirane združitev jeder pri energiji nekaj MeV. Kot kritični parametri združevanja se navajajo ekvivalentna temperatura združevanja jeder, čas sproščanja energije in gostota delcev. Opisane so meritve in dosežki B.C. Magliča z združevalno celico kot prva smer razvoja. Samodejno močno fokusiranje snopa pozitivnih in negativnih ionov se prikaže kot druga smer razvoja. V zaključku se primerjajo prednosti in pomanjkljivosti pri pridelavi električne energije.

ABSTRACT - The two directions of development in the controlled fusion at the energy of some MeV are shown. As the critical parameters of fusion are considered the equivalent temperature of nuclear fusion, the time of energy release, and the particle density. The measurements and the accomplishments of B.C. Maglich with the fusion cell are described as the first direction of development. In itself strong focusing of the beam of positive and negative ions is shown as the second direction of development. In the conclusion the advantages and disadvantages of the electric energy production are compared.

Med novejšimi osnovami v analizi sodobnih jedrskih sistemov kontrolirana združitev atomskih jeder pri energijah nekaj MeV doživlja izredno pozornost.

Naš rojak v Združenih državah Amerike, fizik Bogdan Maglich /1/ je dosegel pomembne uspehe na tem področju pri Fusion Energy Corporation v Princeton, New Jersey, ZDA. Zmerjene in določene so naslednje vrednosti kritičnih parametrov kontrolirane združitve:

a/ ekvivalentna temperatura združevanja  $10^{10}$  °K

/kinetična energija jeder združevanja 1 MeV/,

b/ čas sproščanja energije 2,2 sekunde in

c/ gostota delcev v središču združevalne celice  $2,2 \times 10^9$  devtronov na  $\text{cm}^3$ .

Bogdan Maglich napoveduje, da bo dosegel v svojih naslednjih raziskavah še povečanje gostote za približno tri do štiri reda velikosti. Potrebna gostota delcev v središču bi bila  $10^{14}$  devtronov na  $\text{cm}^3$ . Prednost združevanja jeder pri energijah nekaj MeV je možnost usmerjenega gibanja atomskih jeder in s tem majhna razsežnost združevalne celice. Nadaljnja prednost tega združevanja jeder je možnost neposredne pretvorbe sproščene kinetične energije pri združevanju v električno energijo. Na ta način se izognemo toplotnemu stroju pri pridelavi električne energije iz atomskih jeder. Kot peto stopnjo svojih raziskav predlaga Bogdan Maglich izdelavo poskusne elektrarne pod ugodnimi gospodarskimi pogoji za pridelavo električne energije. Za združevanje jeder pri teh pogojih pridejo v poštev jedrske reakcije devterij-devterij, devterij-tritij, devterij-helij 3, helij 3 in več drugih reakcij.

Omenja se tudi še druga možnost kontrolirane združitve jeder pri energiji nekaj MeV /2/. To je samodejno močno fokusiranje v snopu naelektrenih delcev obeh vrst nabojev, ki naj bi omogočilo doseči gostote toka v snopu do nekaj kA na  $\text{mm}^2$  in moči snopa  $10^4$  MW. Te lastnosti snopa zadoščajo vrednostim kritičnih parametrov za vršitev kontrolirane združitve jeder. Sproščeno kinetično energijo združitve jeder bi bilo mogoče v tej drugi možnosti prav tako neposredno spremeniti v električno energijo.

Na sliki 1 je prikazana osnovna zamisel samodejnega močnega fokusiranja snopa naelektrenih delcev. V nasprotnih si smereh vbrziguje v zbiralni obroč snopa pozitivnih in negativnih ionov atomskih jeder. Potrebni tok ionov je 500 micro A, kar je danes v svetu že doseženo za pozitivne in negativne ione atomskih

eder. Samodejno močno fokusiranje v snopu izredne gostote toka dosežemo le s popolnim ravnotežjem obeh vrst električnih nabojev v snopu. Tako bi namreč lahko dosegli izenačenje nasprotnih si odbojnih sil v snopu.

Negotovost možnosti za realizacijo samodejnega močnega fokusiranja je v obstojnosti pozitivnih in negativnih ionov v snopu. Potrebno bi bilo ugotoviti, kako se obstojnost ionov spreminja z naraščanjem kinetične energije ionov do nekaj MeV in kako se spreminja razlika med obstojnostjo pozitivnih in negativnih ionov v snopu z naraščanjem kinetične energije.

Iz nepopolnih objavljenih meritev bi bilo možno sklepati, da obstojnost ionov narašča z naraščanjem kinetične energije in da se razlika med obstojnostjo pozitivnih in negativnih ionov zmanjšuje z naraščanjem kinetične energije ionov. Samo v slučaju, da bi lahko dosegli zadostno obstojnost ionov proti nevtralizaciji in zanemarljivo razliko med obstojnostmi pozitivnih in negativnih ionov, lahko razmišljamo o možnosti realizacije takega poskusa pridelave električne energije.

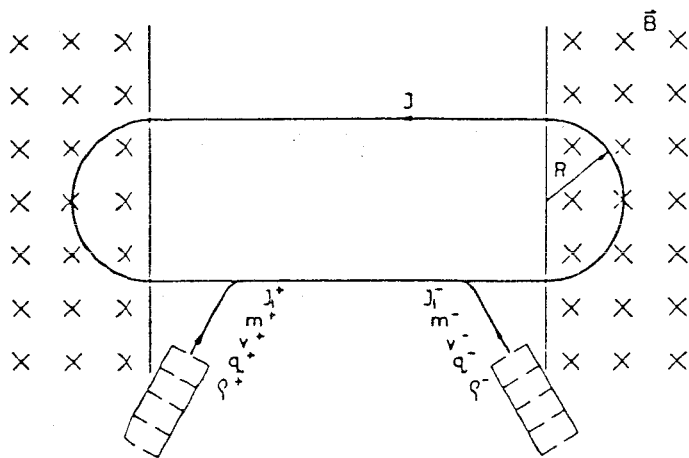
Na slikah 2, 3, 4 so prikazane značilnosti samodejnega močnega fokusiranja in tehnične izvedbe.

Oba predloga uporabe kontrolirane združitve atomskih jeder pri energijah nekaj MeV za pridelavo električne energije kažeta določene možnosti realizacije. Toda, prvi predlog ima še kot negotovost obnašanje združevalne celice atomskih jeder pri potrebni gostoti  $10^{14}$  delcev na  $\text{cm}^3$ . Ena od osnovnih težav drugega predloga je obstojnost ionov in razlika obstojnosti pozitivnih in negativnih ionov.

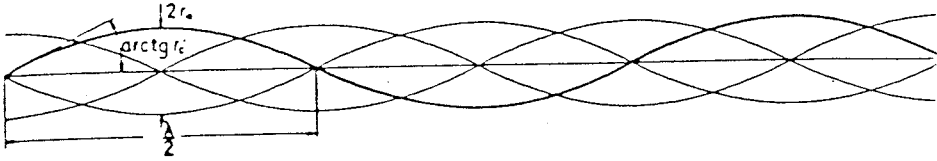
Bistvena osnovna prednost obeh predlogov je, da pridelava električne energije na tak način, ne povzroča radioaktivne kontaminacije z nevtroni pri do- ločenih jedrskih reakcijah, ki so omenjene v tem poročilu.

#### LITERATURA

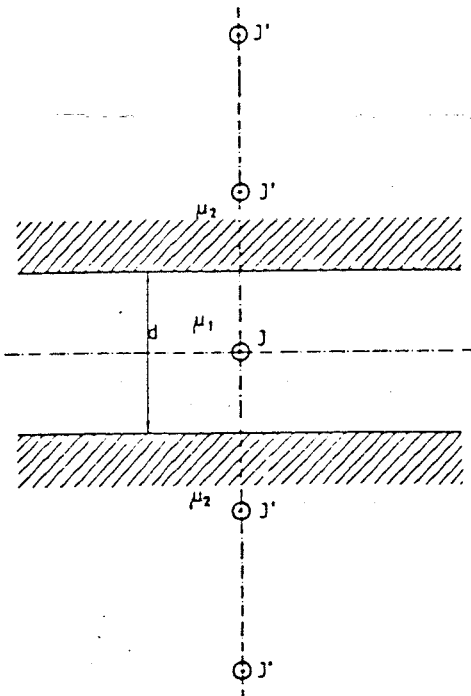
- /1/ Maglich, B.C., "The migma principle of controlled fusion", Nucl. Instr. and Meth. vol. 111 p.p. 213-235, 1973.
- /2/ Paulin A., "In itself strong focusing colliding beams", bo objavljeno v Atomkernenergie.



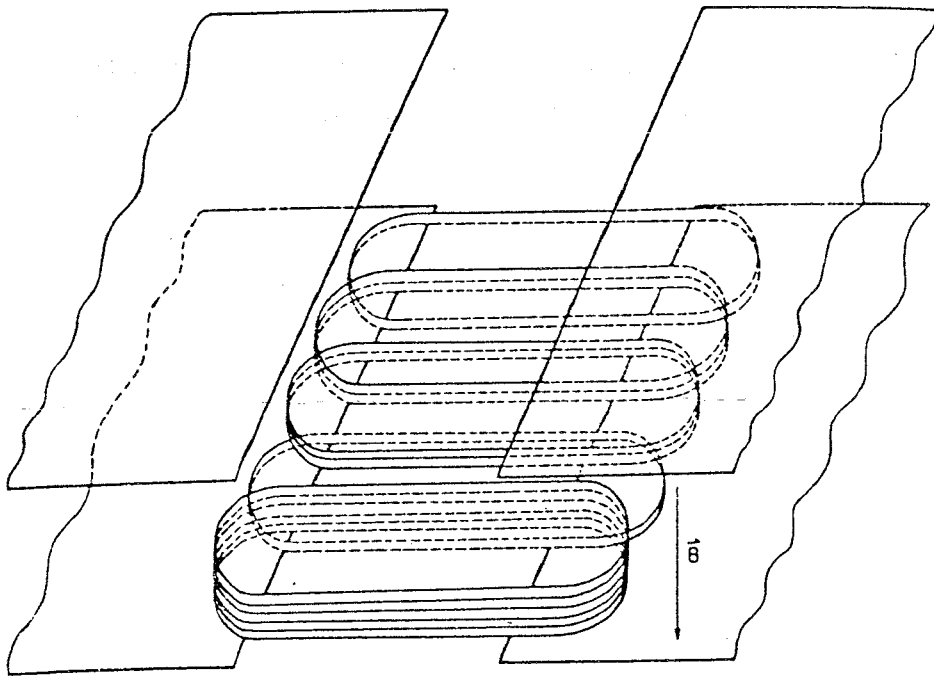
Sl. 1 Princip možnega reakcijskega sistema



Sl. 2 Tirnica naelektrenega delca v curku delcev različnih nabojev letočih v različnih smereh



Sl. 3 Zrcaljenje električnega toka med dvema železnima poloma



Sl. 4 Hipotetični reaktor