Termojaderná fúze

M. Matějů*, L. Augustovičová**, P. Gallus***
Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská, Břehová 7, 115 19 Praha 1
*mysakbm_mobile@yahoo.co.uk, **santpaulia@seznam.cz,
***petd@post.cz

Abstrakt

Práce seznamuje studenty s výhodami termojaderné fúze v energetice, v šetrnosti k okolí, s principy termojaderné reakce, a s konstrukcí termojaderného reaktoru. Nastiňuje některé historické události a poukazuje na některé problémy s tímto tématem spojené, popřípadě na jejich teoretické, nebo již realizované, řešení.

1 Úvod

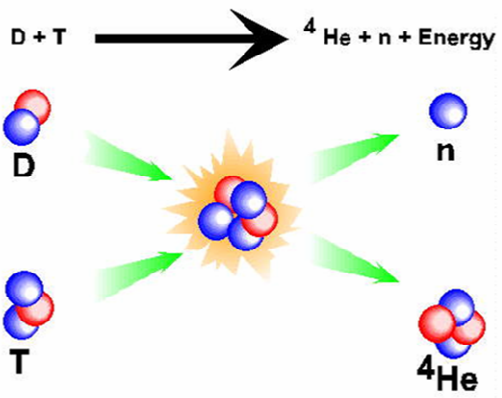
Co je termojaderná zbraň jistě každý ví z dob studené války. Co je však termojaderná fúze? Přesně opak jaderného štěpení. Přes technologickou náročnost a téměř „hvězdnou“ energii dodanou k vytvoření podmínek se jedná o futuristicky nejpřijatelnější řešení naší i světové energetiky.

Bezpečnost termojaderné elektrárny je neporovnatelně větší než tepelné (potažmo jaderné). Při našich současných metodách výroby energie jsme velmi nešetrní k životnímu prostředí. Palivem pro termojadernou reakci je deuterium a tritium. Deuterium získáváme z vody a tritium reakcemi deuteria s lithiem, které je součástí zemské kůry a bude tvořit moderátor reaktoru. Vznikající netečný plyn při reakci D+T – He + n, který se nepodílí na vzniku skleníkového efektu, lze dále průmyslově využít.

Původní myšlenka pochází od E. Rutherforda, který roku 1934 realizoval první termojadernou reakci Deuterium – Deuterium a Deuterium – Tritium. Přestože vývoj v tomto směru byl energeticky nejvýhodnější, přeorientovali se vědci na „štěpení atomu“ (věda je financována státem a navíc vedeno tehdejší vojenskou zainteresovaností k vývoji jaderné zbraně). Až roku 1958 na druhé Ženevské konferenci se výzkum rozdělil na dvě větvě. Jedna zkoumající udržení plasmatu magnetickým polem a na fúzi vyvolanou laserovým impulsem. Až v roce 1998 vznikl Final Design Report, projekt ITER. Měl to být největší tokamak s výkonem 1500 MW. Dnes už se plánuje jen o výkonu 500MW.

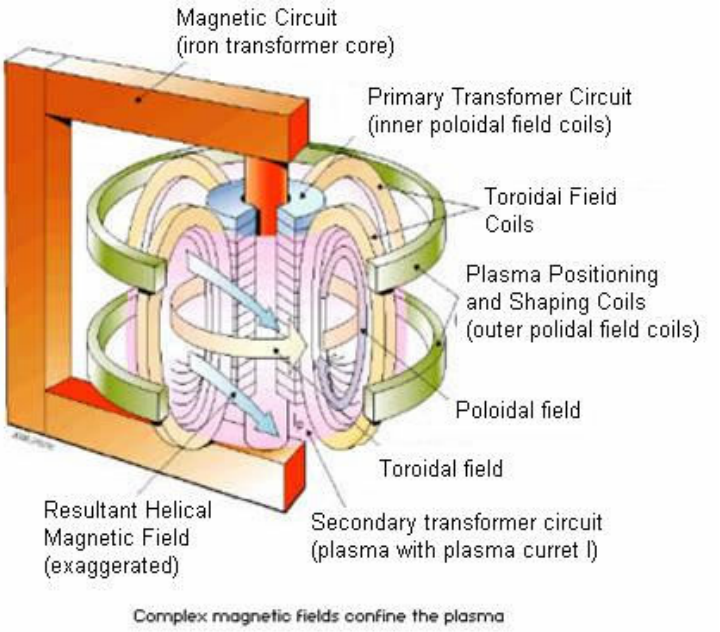
2 Princip termojaderného reaktoru

Princip termojaderného reaktoru je založen na fúzi dvou lehkých jader atomů vodíku. Toho dosáhneme zahřáním na teplotu



Obrázek 1 - Reakce D+T

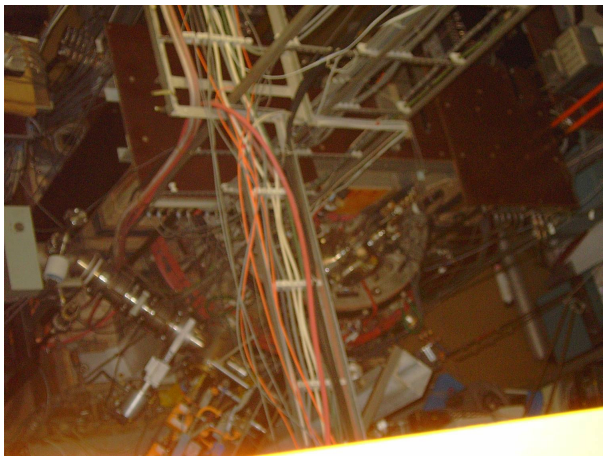
několika milionů Kelvinů. Vyvstává otázka v čem ho udržet. Plyn o takto vysoké teplotě je plně ionizován, tedy je složen jen z kladných částí atomů a elektronů. Když si představíme válcovou nádobu, kolem níž je cívka vytvářející magnetické pole, pak se částice uvnitř té nádoby nedotýkají stěn a obíhají ve spirále v délce válce. Když tento válec na konci spojíme k sobě, vytvoříme toroid, ve kterém se pohybují částice neustále dokola a naráží na sebe. Při této teplotě mají takovou kinetickou energii, že se lehce spojí dvě lehká vodíková jádra za uvolnění velkého množství energie a helia. Některé problémy spojení s tímto udržením plasmatu jsou takové, že částice vlivem turbulentního pohybu na některých místech proráží magnetickou nádobu. Řešením se jeví spirálovitě zatočit siločáry uvnitř toroidu. To je způsobeno proudem uvnitř plasmatu. Druhým možným řešení je deformovat vlastní toroid. Tím se zbavíme některých problému spojených s vnitřním proudem. Tak vznikly dvě cesty k udržení plasmatu. TOKAMAK a STELLERÁTOR. Tokamak vznikl v ústavu atomové energie v Moskvě pod vedením vědců Tammeho a Sacharova. Stellerátor (od slova Stellar – hvězdný) vznikal v Princetonu pod vedením L. Spitlzera jr.. Díky oné deformaci se říká, že toroid ve sterellátoru má trojrozměrný tvar.



Obrázek 2 - Schéma fúzního reaktoru

V 80. a 90. letech se hojně mluvilo o tzn. studené fúzi, časem však vyšlo najevo, že to vše je jen bublina.

V ČR se zabýváme studiem všech jevů spojených s plasmatem, zvláště pak s udržením plasmatu stacionárně. Na pracovištích AV ČR v Ústavu fyziky plasmatu se nachází vlastní experimentální tokamak CASTOR.



Obrázek 3 - Tokamak Castor AV ČR

3 Shrnutí

Vzhledem k vysoké potřebě energie a zároveň k docházejícím fosilním palivům, i jaderným, (přestože je už umíme využít 60x lépe v množivých reaktorech), je potřeba získávání energie z jiných zdrojů nevyhnutelná. Termojaderná fúze se tak jeví jako nejlepší krok vpřed.

Poděkování

Děkujeme panu Ing. Žáčkovi, CSc. za ochotu a věnovaný čas v Ústavu fyziky plasmatu, Za Slovankou 3, Praha 8 – Libeň. A panu Ing. Svobodovi, CSc., že nám umožnil prohlédnout si na vlastní oči tokamak Castor.

Reference

[1] H. S. Bosch, A. Bradshaw, Čs. čas. fyz. 52 (2002) 82
[2] I. Fells, Čs. čas. fyz. 52 (2002) 64
[3] kol. autorů, Čs. čas. fyz. 52 (2002) 80
[4] I. Fiedler, Čs. čas. fyz. 52 (2002) 104
[6] O. Polánský, *Fúzní energie,* SNTL, 2002
[7] J. Askill, *Cold Fusion*, Militi University, 2001
[8] P. Kulhánek, *Pinče a pinčové stěny*, katedra fyziky FEL ČVUT, 2001
[9] B.E. Keen, J.H.C Maple, *JET Joint Undertaking*, JET Publications Group, 1994
[10] B. Lewenstein, Pokroky mat. fyz. astr. 41 (1996) 225
[11] http://www.iter.org/Whatfusion.htm
[12] http://www.fusion.org.uk/culham/jet.html
[13] http://www.efda.org/portal/iter/iter_descript.htm
[14] http://www.ipp.cas.cz/Tokamak/iter
[15] http://www.itercad.org/designassum.html