

Álom vagy valóság? - A fúziós energiatermelés helyzete

2023. szeptember 28.

Az Energetikai Szakkollégium 2023. őszi, Liska József emlékfélévének második előadása szeptember 28-án került megrendezésre. Az előadó Dr. Cseh Gábor, a Energiatudományi Kutatóközpont Fúziós Plazmafizika Laboratóriumának tudományos munkatársa volt.

Az előadás egy rövid történeti áttekintéssel kezdődött. A fúziós energiatermelés gondolata már az 1920-as években felmerült, annak elméleti alapjait pedig az 1940-es évekre leírni is sikerült. 1952-ben pedig a sikeres hidrogénbomba kísérlettel sikerült is megvalósítani a magfúziót a Földön. Az 1960-as, 1970-es évekre a fúziós energia békés célú felhasználására is születtek koncepciók a tokamakokkal és sztellarátrokkal. Hamar világossá vált, hogy a fúziós projekteket egy-egy ország önállóan nem lesz képes megvalósítani, így 1973-tól megkezdődtek a nemzetközi együttműködések. Egy ilyen együttműködés eredménye az ITER is, mely napjaink legnagyobb volumenű fúziós projektje.

A magfúzió több különböző folyamattal is megvalósítható. Lehetne opció a CNO ciklus, vagy éppen a napban lejátszódó proton-proton ciklus. Ezen két folyamat problémája, hogy igen lassúak és kicsi az energiasűrűségük földi körülmények között. Megoldást jelenthet azonban a deutérium és trícium magreakciója, mely relatíve kis hőmérsékleten, már 100 millió °C-on végbemegy az alagúteffektusnak köszönhetően. Emellett a vízben rengeteg deutérium található, a trícium pedig előállítható a földkéregben ugyancsak gyakran előforduló lítium neutronnal történő besugárzásával. Így a jelenlegi kutatások erre a folyamatra irányulnak. Külön érdekesség, hogy egy Tesla Model S akkumulátorában megtalálható lítium egy 1GW-os fúziós erőmű számára egy éven keresztül biztosítana tríciumforrást.

A folyamat igen magas hőmérsékleten megy végbe, ekkor az elektronok leszakadnak az atomtörzsekről, így jön létre a szabad ionokból és elektronokból álló plazma. A fúziós reakciók minősége a fúziós energiaszorzási tényezővel jellemezhető, melyet a felszabaduló fúziós teljesítmény és a külső fűtési teljesítmény hányadosaként kaphatunk meg. Az ipari alkalmazásokhoz ezen faktornak kb. 10 és 30 között kellene lennie. A fúziós folyamatban rengeteg alfa részecske keletkezik, így a fúziós plazmát kellő ideig összetartva a hélium atommagok fűtése elméletileg elegendő lehetne a külső fűtés kiváltásához. A fúziós reakció bekövetkezésének feltétele az ún. Lawson-kritérium teljesülése. A Lawson-kritérium feltételt ad a plazma hőmérsékletére és összetartási idejére vonatkozóan. Ennek teljesítésére jelenleg 2 működő koncepció van: az inerciális fúzió, ahol lézerekkel tartják össze a plazmát, illetve a mágneses összetartású fúzió.

Bár mindkét technológiával értek már el pozitív eredményeket, jelenleg mégis inkább a mágneses összetartású fúzió felé folynak a vizsgálódások. Ilyenek a tokamakok és sztellarátorok, melyekkel 2023-ban már 8 percig, 1,3 GJ tárolt energiával sikerült plazmát előállítani. Ezek biztató eredmények, azonban a plazma instabilitásának kezelése, és a magas lesugárzott energiahányad megvalósításának kérdése még mindig megoldatlan. Ezek megoldásával azonban egy majdnem ideális energiaforráshoz juthatunk. Lényegében végtelen rendelkezésre álló üzemanyaggal, tisztán, CO₂ és radioaktív izotópok nélkül termelhetünk áramot. Emellett igen biztonságos, a láncreakcióban nem kell tartani a megszaladástól és jól is szabályozható a folyamat.

Kezdetben állami szinten zajlottak a fúziós kutatások, azonban mára világszerte 40-nél is több fúziós startup van jelen. Olyannyira jelen van a magántőke, hogy az eddig fúzióra elköltött 6,2 MRD dollárból mintegy 6 MRD dollár magánkézből származott. A cégek között találunk olyanokat, akik csak új ötletekre alapoznak, akik régi, elvetett ötleteket építenek újra, de olyanokat is, akik a fúziós ipar ellátási láncába akarnak bekapcsolódni. A startupok jók, mert így sokkal több pénz áramolhat a fúzióba, mint állami szinten. Azonban összefogás nélkül, piaci alapon működve az egyes cégek ötletei nem juthatnak el egymáshoz, hisz mindenki félti a saját ötletét, ezzel pedig valamilyen szinten hátráltatja globális szinten a fúzió megvalósulását.

Éppen ezen okból a nemzetközi összefogásban (köztük az Európai Unióval) épülő ITER-ben lehet a legnagyobb reménységünk. Tervek szerint 2051-re 750 MW villamos teljesítményt termelhet hálózatra a berendezés. Az ITER mellett Koreában a K-DEMO berendezéssel is 2050-re terveznek hálózatra termelni, az Egyesült Államokban pedig 2040-re szeretnék megvalósítani a fúziós villamos-energiatermelést. Emellett India és Japán is tervek szerint a 2030-as évek közepétől kezdhet fúziós berendezések építésébe. Oroszország pedig fúziós-fissziós létesítmények létrehozásán munkálkodik, azonban a konkrét építkezés még nem indult meg.

Sajnos a fúzió nem a holnap energiaforrása, és mint évtizedek óta, a tervek alapján még 2023-ban is 30 évet kell várunk a fúziós erőművek hálózatra termelésére!

Fekete Domonkos

Az Energetikai Szakkollégium tagja