

Tudod-e ?

- ✓ *Milyen lesz a csernavodai atomerőmű?*
- ✓ *Tudod-e milyen nagy az Avogadro szám?*
- ✓ *Hogy a TEKNŐC tudjon rajzolni...*

MILYEN LESZ A CERNAVODAI ATOMERŐMŰ

Köztudott dolog, hogy hazánk is, a krónikus energia hiánnyal küszködő országok soraiba tartozik. E kérdésnek a megoldása egyik legfontosabb nemzetgazdasági problémánk. Ezért érdemes áttekinteni, hogy a kérdés végleges megoldására milyen lehetőségek kínálkoznak. Ha tekintetbe vesszük, hogy a fosszilis tüzelőanyagtartalékaink kimerülően vannak, a hidroenergetikai potenciálunk ésszerűen kiaknázzható részét már nagyrészt hasznosítottuk, így az energetikai bázisunk lényeges növelésére kétségtelenül csak egy járható út kínálkozik, az atomerőművekre épülő energiatermelő rendszer kifejlesztése.

Szakembereink már az 50-es évek végén ezt a kérdést világosan látták, az elvi döntés meg is született, de a kivitelezés csak nehezen került sor. Végül is mikor nyilvánvalóvá vált, hogy a még felépíthető vízierőművekkel nem lehet a szükséges energiát biztosítani, megszületett a végső elhatározás, amely a hiányzó energiamennyiség előállítására atomerőművek építését javasolta. Így kidolgozták az ún. atomenergia programot, amelynek első célkitűzése lett a cernavodai atomerőmű komplexum felépítése.

Ez az energiatermelő egység a tervek szerint összesen 3,5 GW teljesítményt kell szolgáltatson, amely az 1990-ben működő beszerelt elektromos teljesítménynek mintegy 15,5 %-a. Ezekhez a számadatokhoz még érdemes azt is hozzátenni, hogy egy ilyen típusú korszerű atomerőmű teljes kihasználtsággal működtethető, azaz a nap teljes 24 órájában üzemelhet, míg a többi elektromos erőműveink átlagos kihasználtsági foka (1990-es közlés) csak 34 %-os.

A cernavodai atomerőmű technikai adatai

A rendszer 5 darab egymástól függetlenül működő reaktorból áll, amelyek különálló egységekben (*épületrendszerekben*) nyernek elhelyezést. Lényegében mindenik egy-egy külön önálló erőmű.

Az energia termelő egység 5 darab PHWR (*Pressuring Heavy Water Reaktor*) —CANDU— típusú kanadai gyártmányú 700 MW teljesítményű atomreaktorból áll. Ezek a reaktorok — mint a jelölési típusukból is kiolvasható — a nyomott-nehésvizes reaktorok családjába tartoznak. Ennél a reaktor típusnál moderátorként és hűtőközegként egyaránt nehézvizet alkalmaznak, a hasadóanyag természetes urán. A reaktor energetikai tömbvázlatát az alábbi ábra szemlélteti:

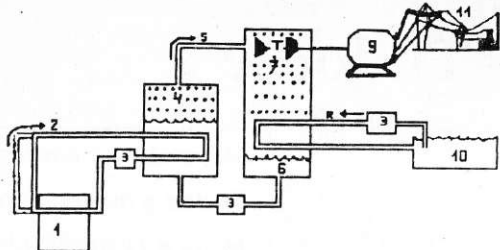
Az ábra jelölései:

- 1 — a reaktor hőtermelő aktív zónája.
- 2 — primér hűtőkör; a benne áramló nagy nyomású hűtőfolyadék (nehésvíz) szállítja az aktív zónában termelt hőt a gőzgenerátorba.
- 3 — szivattyúk; a primér és szekundér hűtőkörök hűtővizét és a zártkörű gőzgenerátor kondenz-vizét áramoltatják.
- 4 — gőzgenerátor.
- 5 — a gőzárám útja a turbinák felé.
- 6 — gőzkondenzátor.
- 7 — zártkörű turbinatér, beépített turbinákkal.

8 — szekundér hűtőkör vízárama — nyitott hűtőrendszer.

9 — villamos generátor, tengelye össze van kapcsolva a gőzturbinával.

10 — folyómeder; a nyitott szekundér hűtőkör víztárolója. Ez a hűtőkör biztosítja a turbinából kiömlő fáradt gőz kondenzációját.



— A reaktor méreteit a következő adatok jellemzik: az aktív zóna sugara 314 cm, a hasadóanyag mintegy 100 tonna természetes UO_2 , amely az aktív zóna terében 380 csatornában van elhelyezve. Egy-egy csatorna hossza mintegy 10 m, belső keresztmetszete 8393 mm^2 , csatornánként a termelhető hőteljesítmény maximálisan 6,5 MW. A primér hűtőkörben a nagy nyomású (10 MPa), nehézvíz szállítja el ezt a hőteljesítményt. A zártkörű primér hűtőfolyadék áramlási sebessége 12 m/s, amely 7700 kg/s hozamot létesít. Hűtőcsatornánként a hűtőközeg térfogata 70 liter. A hűtőfolyadék hőmérséklete az aktív zónába való belépéskor 266 C° — kilépéskor 310 C° .

A primér hűtőkör (2) az aktív zónából (1) elszállítja a hőt és azt tovább adja a gőzgenerátornak (4). A gőzgenerátorban előállított gőz egy zárt rendszeren belül, egy négy egységből álló turbinacsoportot működtet, amely egy közepes nyomású és három alacsony nyomású turbinából álló rendszer.

A zártrendszerű gőzturbinából kijövő fáradt gőz kondenzációját a második (szekundér) hűtőrendszer (8) biztosítja, amely a Duna vizére épülő nyílt-hűtőrendszer.

A reaktor energetikai hatásfoka 28 %. A reaktort magába záró csarnok függőleges helyzetű henger, belső átmérője 41 m, magassága 51 m. Belső térfogata majdnem 50.000 m^3 , fedélszerkezete kettős kupola megoldású. A csarnok falvastagsága 107 cm. Az egésznek az anyaga előfeszített vasbeton. Az erőműrendszert közvetlenül Cernavoda város mellett építik fel.

A reaktor biztonsági rendszere:

A radioaktív hasadóanyagot a külvilágtól egy hármás védőfal választja el. A belső védőfal a pasztilla alakba préselt hasadóanyag tokozata. A pasztillákba préselt hasadóanyagot henger alakú zárt fémtokokba helyezik, és úgy csúsztatják be az aktív zóna csatornáiba. A tokokat meghibásodása esetén a második védőfal a reaktor főkörének (energiatermelő rész) a fém védőburka (vastag rozsdamentes acélból készül) választja el a hasadóanyagot a csarnok belső területétől, és végül a harmadik védőfal a kb. 1 m vastag vasbeton fal a reaktorépület külső burka, amely az egész rendszert a külső környezettől elzárja. A külső fal szilárdság szempontjából úgy van tervezve, hogy ha egy közepes méretű repülőgép rázuhan, az ütközést nagyobb megrázkódtatás nélkül elviselje. Meghibásodás esetén a reaktor gyors leállítása két egymástól függetlenül működő rendszerrel valósítható meg. Az első rendszer függőleges helyzetű neutron elnyelő rúdakat ejt be az aktív zónába. A második leállító rendszer neutron abszorbens anyagokat fecskendez be az aktív zónába.

Egy másik védőrendszer meghibásodás esetén az aktív zóna gyors hűtésére szolgál. Ez a hűtőkör független a reaktor alaphűtőköreitől, a hűtővizet is teljesen önálló rendszerek és külön szivattyúk biztosítják.

A reaktor szabályozása két irányból történik. Az ún. axiális szabályozás során, függőleges helyzetű szabályozó rúdakat mozgatásával változtatják a neutron fluxust (neutron elnyelő rúdakat), míg a radiális szabályozás során az aktív zóna különböző helyzetű csatornáiba, különböző aktivitású fűtőanyag behelyezésével alakítják ki a normális működéshez szükséges neutron fluxus szintet.

A reaktor működését ellenőrző berendezések, egymástól függetlenül is

működő, több szinten szervezett rendszert képeznek, ezek egy része az aktív zónába, másik része azon kívül van elhelyezve és különböző típusú részecske-számlálók, doziméterek és termikus szenzorok rendszeréből áll, a nemzetközi szabványoknak megfelelően.

Általában a reaktoroknál bekövetkező katasztrófákat sohasem az ellenőrzőberendezések meghibásodása okozza, mert azok sokszorosan túlbiztosítottak. A nagy reaktor katasztrófákat mindig a védelem meghibásodása vagy a védelmi rendszerek nem jól összehangolt működése esetleg éppen a hibás emberi beavatkozás váltja ki.

A cernavodai atomerőmű építkezési munkálatait 13 évvel ezelőtt kezdték el és ha a nemzetközi gyakorlatot vesszük alapul akkor már rég be kellett volna fejezni. Az ilyen típusú erőművek esetében az eddigi leghosszabb építkezési időtartam mintegy 10 év (*Pickering-1-600 MW*), a legrövidebb időtartam viszont 5 év (*wolsung-i erőmű — Dél-Korea*). Általában a szakértők jelenleg 7-8 évre becsülik egy ilyen típusú erőmű építkezési idejét.

Ami a cernavodai építkezések mostani helyzetét illeti a beszámolókból kitűnik, hogy jelenleg csak az 1-es számú egységen folynak munkálatok a többi erőmű egységen a munkálatok már hosszabb ideje szünetelnek.

Az 1-es egységen a becslések szerint az építkezési munkálatok mintegy 95 %-át, a mechanikai szerelések 45 %-át, az elektromos és szabályozó berendezések beszerelésének 10 %-át végezték el. Jelenleg is folynak munkálatok ezen az egységen, bár a munkálatok üteme jóval a lehetőségek alatt van. A munkálatoknak a lassú előrehaladása elsősorban a gyenge anyagi támogatás következménye — nincsen elegendő pénz a beruházások folytatásához —, de ugyanakkor igen sok tennivaló lenne a jobb munkaszervezés és az ellenőrzés területén is.

A szakértői becslések szerint az 1-es számú erőművet 1994-re be lehetne fejezni és beindulhatna a próbaüzemeltetés, ha a hátralévő időben a munkálatokat a lehetséges maximális hatékonysággal folytatnák.

(Az atomerőműre vonatkozó technikai adatokat a "Revista Energia Nucleară" közleményeiből vettük át.)

dr. Puskás Ferenc

Tudod-e milyen nagy az Avogadro szám?

Milyen nagy egy nagy szám? Például az Avogadro szám: egy mól anyagban levő molekulák száma.

$$N = 6,022 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$$

(jegyezzük meg: a mól jele mol).

Hogy fogalmat alkothassunk a 10^{23} nagyságáról, tegyük fel (amerikai észjárással), hogy a Föld keletkezésekor, mintegy 4,5 milliárd évvel ezelőtt 1 mól, vagyis $6,022 \times 10^{23}$ dollárt nyomtak. Ha az azóta eltelt idő alatt minden másodpercben 1 millió dollárt költöttek el, kérdés, hogy a mai napig az eredeti összeg hányad részét költötték el?

$$1 \text{ óra} = 3600 \text{ s}; 1 \text{ nap } 24 \times 3600 = 86\,400 \text{ s}; 1 \text{ év } 86\,400 \times 365 = 3,15 \cdot 10^7 \text{ s}$$

$$1 \text{ milliárd, azaz } 10^9 \text{ év} = 3,15 \times 10^{16} \text{ s}; \text{ és } 4,5 \times 10^9 \text{ év pedig } 1,42 \times 10^{17} \text{ s.}$$

$$\text{Minden szekundum alatt } 10^6 \text{ dollár} = 1,42 \times 10^{23} \text{ dollár}$$

$$\text{Ha } 6,022 \times 10^{23} \dots 100\%$$

$$\text{akkor } 1,42 \times 10^{23} \dots \times \%$$

$$x = 0,235 \times 100 = 23,5\%$$

Tehát ilyen költségek mellett is az eredeti összeg negyedét sem költötték el. A 10 hatványaival igen nagy számokat lehet kifejezni, olykor nem árt képet alkotni a szám nagyságáról.

(A Journal of Chemical Education-ból)

dr. Kékedy László