

4.1 | A széntüzelésű erőművek reneszánsza 2.5

Tárgyszavak: Benson típusú kazán; belül bordázott csövek; szuperkritikus erőművek; csúszóparaméteres üzemvitel; ciklontüzelés; ultraszuper-kritikus; ausztenites acélok; lignittüzelés.

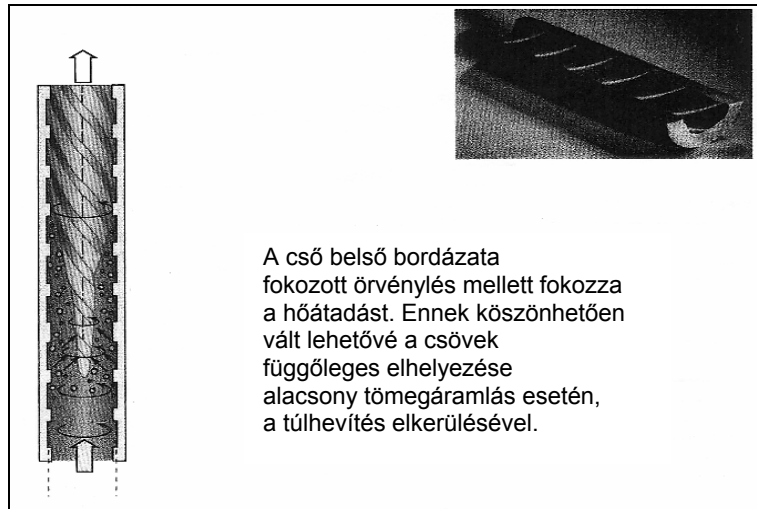
Kína-kritikán felül

A Henan tartományban található szubkritikus Yaomeng hőerőmű első két blokkját (amelyek Kína legelső hazai fejlesztésű 300 MW-os egységei) a 70-es, a másik kettőt pedig a 80-as évek közepén helyezték üzembe. A korszerűsítés előtt álló egyszeri átáramlású, két tűzterű, tangenciális tüzelésű kazánt alapterhelésű üzemvitelhez tervezték. Azonban a 90-es évek vége felé világossá vált, hogy a magas kilépő gázhőmérséklet, az egyenetlen szénadagolás és a szén alacsony finomsági foka lerontja a kazán hatásfokát. Nem csak a teljes terhelésű üzemvitel volt problémás, de a turbina fajlagos hőfogyasztását megnövelő túlzott mértékű újrahevítési vízbefecskendezés miatt a részleges terhelés mellett való üzemelés is nehézkes volt. Ezek mellett az egység működését az újonnan bevezetendő por- és NO_x-kibocsátási határértékek betartása tovább korlátozta volna.

A hátrányok kiküszöbölése, valamint az élettartam 20 évvel való meghosszabbítása érdekében döntöttek az 1-es blokk felújítása mellett, amely a tűzterre, az égőkre és más fűtőfelületekre, a gőzturbinára, a szabályozó rendszerre, a szénporadagoló rendszerre, és egy új elektrosztatikus porleválasztó beépítésére terjedt ki. A projekt egyedülálló annyiban, hogy a világon most először került beépítésre kiemelt közüzemi szolgáltatónál alacsony tömegáramú, függőleges csőrendszerű Benson típusú kazán. Az ennél a típusnál alkalmazott speciális, belül bordázott csövek sorozatgyártásának megvalósítása szintén világújdonság.

A 2002. május 26-án befejeződött 168 órás teljes terhelésen elvégzett tesztelés óta folyamatosan üzemelő blokk 327 MW maximális kimenő teljesítményig bármilyen terhelés mellett stabilnak mutatkozik, 40%-os terhelés felett pedig nélkülözni tudja az olajtüzeléses rásegítést.

A Yaomeng erőmű 1-es egységénél kipróbált és bevált technológia mérőföldkönek számít a szubkritikus kazánok felújításában, valamint a nagyteljesítményű, egyszeri átáramlású, alacsony tömegáramú és függőleges csőrendszerű szuperkritikus kazánok technológiájának jövőbeli fejlesztésében.



A cső belső bordázata fokozott örvénylés mellett fokozza a hőátadást. Ennek köszönhetően vált lehetővé a csövek függőleges elhelyezése alacsony tömegáramlás esetén, a túlhevítés elkerülésével.

1. ábra Belső bordázattal ellátott cső

Szuperkritikus hőerőművek

A világon ma megközelítőleg 200 szuperkritikus hőerőmű üzemel. Az 50-es évek végén és a 60-as évek elején Észak-Amerikában épültek az első ilyen erőművek, de az üzemeltetők számára világossá vált, hogy a kor anyagai az adott hőmérséklet-és nyomásviszonyoknak nem felelnek meg. A szuperkritikus technológia akkoriban ezért háttérbe szorult, azonban a mostanában újra aktuális szén-erőművek kapcsán alkalmazása egyes projektek esetében ismét szóba kerül. Európában és Ázsiában a szuperkritikus technológia iránti érdeklődés a továbbiakban sem lankadt, és a 90-es évek új építésű erőműveinél már túlnyomóan ezt alkalmazták. Az OECD-államokban az 1995–2000 közötti időszakban épített széntüzelésű erőművek 85%-a szuperkritikus. A 90-es évek végén megjelenő korszerűbb erőművekben a hőmérséklet 621 °C-ra való emelésével 44%-os hatásfokot értek el a korábbi 40%-hoz képest. A közeljövőben 649 °C feletti gőzhőmérséklet elérésére lehet számítani, amellyel megközelíthetővé válik az 50%-os hatásfok. Akár 10 °C hőmérséklet-emelkedés már jelentős hatásfok-növekedést eredményez, amelyet a nyomásnövekedés csak mérsékelten képes javítani. A szuperkritikus erőművek beruházási költsége ugyan némileg magasabb a szubkritikus típusokhoz képest, de a nagyobb hatásfokkal kisebb mértékű fajlagos NO_x-, SO₂-, és CO₂-kibocsátás, és hatékonyabb üzemanyag-felhasználás érhető el. Továbbá a hatásfok részleges terhelés mellett sem csökken aránytalanul, ami lehetővé teszi a csúszóparaméteres üzemvitelt.

Észak-Amerika

2002 áprilisában a Montana-állambeli West Alton-ban található Sioux szuperkritikus erőmű 2-es blokkja azzal szerzett magának hírnevet, hogy rekordideig, 246 napon át üzemelt megszakítás nélkül. A 246-ik nap után az

egységet a karbantartási ütemtervnek megfelelően lekapcsolták a hálózatról, hogy a kazán és a turbina felújítását és egyes berendezések korszerűsítését elvégezhessék.

A termelési főellenőr a 186 erőművi dolgozó javára írja az öregedő blokk figyelemreméltó sikerét, mert ők gondoskodtak a felmerülő problémák és hibák azonnali észlelése után a gyors és szakszerű javításról.

A két, egyenként 1000 MW-os blokkból álló erőmű ciklontüzelésű szuperkritikus kazánokkal van felszerelve. Mindkét blokkba 10–10 darab kb. 3 méter átmérőjű henger alakú ciklon van beépítve, amelyben az aprított szén (vagy más tüzelőanyag) és a levegő örvénylő keverékét égetik. A tüzelőanyag aprítása kevesebb berendezést és energiát igényel más típusú kazánokhoz képest, amelyeknél a szenet hintőpor-finomságúra kell porítani. Azonban az itt felhasznált tüzelőanyag-keverék sokfélesége (szén, gumiabroncs-forgács, ásványolaj-kocsz) a személyzet fokozott elővigyázatosságát és felelősségteljesebb munkáját követeli meg.

Dél-Korea

A Hadong erőmű 6-os blokkjának, és a Tangjin erőmű 4-es blokkjának két évvel ezelőtti megépítésével és beindításával a 19-ik és a 20-ik 500 MW-os szuperkritikus kazán készült el Dél-Korea azon programjának keretén belül, amelyet az importált kőolajtól való függetlenedési törekvés hívott életre. Míg a korábban épített fosszilis tüzelésű erőműveknél szubkritikus dobos kazánokat alkalmaztak, a koreai energiaellátó úgy határozott, hogy a növekvő villamosenergia-szükséglet fedezésére szériában gyártott szuperkritikus konstrukciók a legalkalmasabbak, amelyek a következő feltételeknek tesznek eleget:

- gyors indíthatóság,
- alacsony terhelés mellett is arányosan magas hatásfokok,
- indítás-leállítás rugalmassága.

A tangenciális tüzelést a hatásfok növelése és az alacsony NO_x-emisszió (0,002%, 6% oxigén mellett) biztosítása indokolta. A csúszó nyomás melletti üzemeltetés lehetőségével a szuperkritikus kazánok a teljes terhelési tartományban mérsékelt nyomáson üzemelnek. Ezáltal a kazán kritikus pontjain, valamint a turbina gőzvezetékein megjelenő, hő okozta feszültségek csökkennek, ami végeredményben alacsonyabb fenntartási költségeket eredményez.

A Szöultól kb. 75 km-re lévő Tangjin-erőmű bővítéseként épülő 5-ös blokkot 2005 végén, a 6-ost pedig 2006 elején helyezik üzembe. A két 500 MW-os blokkban a legkorszerűbb egyszeri átáramlású USC (ultraszuper-kritikus) kazántechnológiát alkalmazzák majd. A két egység 242 bar/566 °C/593 °C gőzparaméterek mellett üzemel majd. A megfelelő gőzturbina kiválasztásakor kulcsfontosságú tényezőként szerepelt a hatásfok javítása, amely a megemelt nyomású és hőmérsékletű gőznek köszönhető. A Koreának valaha szállított legkorszerűbb gőzturbinák papíron 518,8 MW-ot termelnek, de a szelepek teljes megnyitásával eléri majd az 550 MW-ot is. A blokkok megnövelt hatásfoka ré-

vén az egész erőmű még inkább versenyképessé fog válni a koreai energiapiacra.

Japán

További hatásos műszaki megoldásokat találhatunk a Japánban található Haramachi szuperkritikus hőerőműnél. A két 1000 MW-os egységből álló Haramachi erőmű büszkélkedhet a világ csaknem legnagyobb kapacitású változtatható nyomású széntüzelésű kazánjaival. A gőz magas hőmérsékletű jellemzőinek (602 °C), és az 1697 mm-es lapátokból álló utolsó lapátsorral felszerelt korszerű gőzturbinának kombinációjával akár 44% feletti termikus hatásfok is elérhető. Hasonlóképp figyelemreméltó a károsanyag-emissziót mérséklő berendezések sora, mint az alacsony hőmérsékleten működő villamos porleválasztó, NO_x-kibocsátást csökkentő tüzelőberendezés, füstgáz-füstgáz hőcserélő, füstgáz-kéntelenítő berendezés (mészke-gipsz folyamat), amelyekkel a következő kibocsátási határértékek teljesíthetők:

- kéményen távozó füstgáz NO_x tartalma 0,006%
- 80%-os vagy magasabb hatásfokú NO_x-leválasztás
- kéményen távozó füstgáz SO_x tartalma 0,0069%
- 90%-os vagy magasabb hatásfokú SO_x-leválasztás

Az innovatív szerkezeti megoldásokat magába foglaló Haramachi erőmű még így is biztosítani képes az üzemelés 90%-os megbízhatóságát. A csúszóparaméteres üzemvitel gondoskodik az erőmű terhelésváltozásokkal szembeni nagyfokú érzékenységről és rugalmasságról. A nagy nyomású rendszert 300 MW terhelésig 83 bar-on tartják, és a terhelés 100%-ra emelésével párhuzamosan ez 256 bar-ra növekszik. A hő okozta feszültségek, és a csövekben keletkező nyomásvesztések minimálisra csökkentésére a tervezők jobb minőségű szerkezeti anyagokat írnak elő. Auszteni acélok a túlhevítő és az újrahevítő csöveinél, 9% króm tartalmú acélt pedig a fő gőzvezetékknél és a gőzgyűjtőknél alkalmaznak. Ezen anyagok felhasználásával a magas hőmérsékletű zónában a csövek falvastagsága nem változott, a hagyományos kazánokéval megegyező maradt.

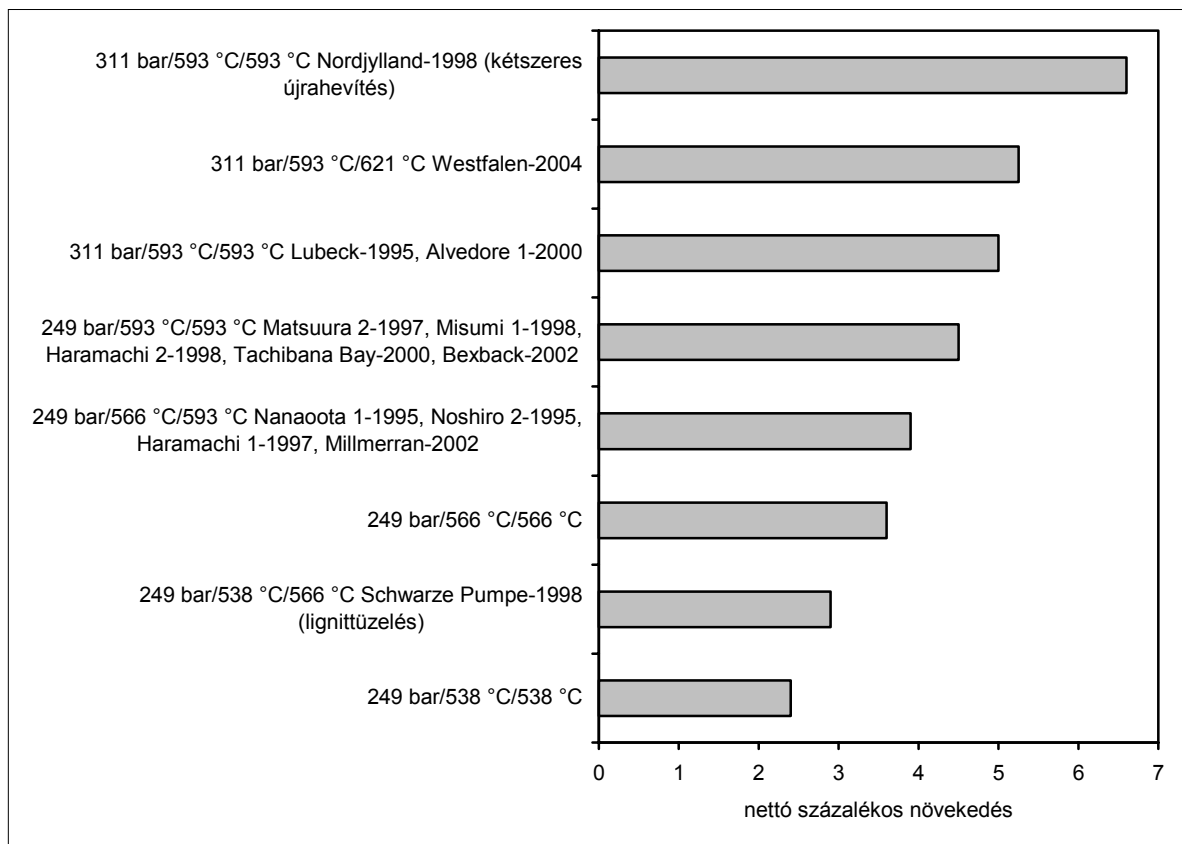
Európa

A németországi Brandenburgban 1998-ban megépített Schwarze Pumpe erőmű jól tükrözi Európa szuperkritikus technológiában szerzett tapasztalatát. A nagyfokú megbízhatóságáról híres erőmű ma is a világ legnagyobb, és leginkább környezetbarát lignitüzelésű hőerőművének számít. Közbeső kondenzációs turbinájával a 41%-os hatásfok elérése mellett biztosítja a környező települések távfűtését, valamint a szomszédos brikettgyár technológiai gőzigényét is kielégíti. A lignitüzelés által kisebb hatásfokok érhetők el a fekete-szén-üzeléshez képest, mert a lignit összetétele a szén-üzelés között mozoghat:

- nedvességtartalom 20–60%,
- hamutartalom 4–50%.

A két 800 MW-os kényszeráramlású kazán 546 °C-os friss és 566 °C-os újrahevítési gőzjellemzőkkel bír. A technológiai gőz elvétele 400 tonna/órás blokkonkénti intenzitással a turbina középnyomású fokozatából, a távhőé (60 MW) pedig a turbina kisnyomású fokozatából történik. Mindkét blokk rendelkezik egy villamos porleválasztóval, amely a por 99,9%-át képes eltávolítani.

A korszerű tüzeléstechnológiának köszönhetően a NO_x-kibocsátás a 0,02%-os határérték alatt marad. A kéntelenítő berendezés a füstgáz SO₂-szintjét 0,04% alatt tartja, és a folyamat során a mészkőből keletkező gipsz gyakorlatilag teljes egészében újrahasznosítható.



2. ábra Az erőművi határfok nettó százalékos növekedése új szupercritikus erőműveknél, szubkritikus erőműhöz (166 bar/538 °C/538 °C) viszonyítva

(Szulovszky András)

Brundle, B.: World firsts for Yaomeng with vertical-tube low-mass-flow Benson unit. = Modern Power Systems, 22. k. 7. sz. 2002. p. 24–28.

M. Logan, T.; Nah, U-H.: Tangjin 5 and 6: Korea's first ultrasupercritical units. = Modern Power Systems, 22. k. 10. sz. 2002. p. 23–26.

Swanekamp, R.: Return of the supercritical boiler. = Power, 146. k. 4. sz. 2002. júl. p. 32–40.