

GLOSSZÁRIUM

aquifer: jelentős térfogatú, vízzel telített, át-eresztőképes kőzet

CBM (coal bed methane): széntelepek metán-gáza

CCS (carbon capture and storage, carbon capture and sequestration): CO₂-befogás és -tárolás vagy CO₂-befogás és -elzárás

csapda: olyan földtani szerkezet, ahol a kibányászni kívánt fluidum évmilliók során felhalmozódott és megőrződött

ECBM (enhanced coal bed methane): növelt hozamú metántermelés

EGR (enhanced gas recovery): növelt hatékonyságú földgázkitermelési eljárás

EOR (enhanced oil recovery): növelt hatékonyságú kőolaj-kitermelési eljárás

nyomás egységek: a nyomás SI-egysége a pascal (jele Pa). $1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2 = 10^{-5} \text{ bar}$. A légköri nyomás tengerszinten kb. 100 kilopascal

oxy-fuel: a szén oxigénben történő elégetése, amikor is a kazánok előtt a levegőből a

nitrogént elkülönítik, és a kazánba csak a tiszta oxigént vezetik be, így az égés folyamán CO₂ keletkezik

post-combustion: a hagyományos erőművi technológiákban alkalmazott CO₂-leválasztási eljárás, amikor kazánok után CO₂-mosókat építenek be

ppm (parts per million): milliomod rész

pre-combustion: az égés előtti leválasztást jelenti, de lényegében a széntüzelésű erőművek teljesen új generációja, ahol a szenet tiszta oxigénes környezetben elgázosítják, majd a keletkező szén-monoxidot CO₂-vé konvertálják, amikor is szén-dioxid és hidrogén keletkezik. A hidrogént gázturbinában elégetik, míg a szén-dioxidot összesűrítik és deponálják

technikai normál köbméter: technikai normál állapotra (1 bar nyomásra, 20 °C hőmérsékletre) vonatkozó térfogat, jelölése nm³



A SZÉN-DIOXID-LEVÁLASZTÁS ÉS -VISSZASAJTOLÁS SZÜKSÉGESSÉGE ÉS KORLÁTAI A HAZAI SZÉNALAPÚ ERŐMŰVEK ESETÉBEN

Valaska József

PhD, Mátrai Erőmű ZRt.
Jozsef.valaska@mert.hu

Napjainkban a világ tudományos műhelyeiben intenzív vita zajlik arról, hogy vajon az éghajlatnak az ember számára is érezhető megváltozásáért az ipari szén-dioxid-kibocsátás megnövekedése miatt létrejött üvegházhatás a felelős, vagy más külső és objektív tényezők is meghatározóan hatnak a légkör szén-dioxid-tartalmára, illetve játszanak közre az éghajlat megváltozásában.

Az adott kérdés megválaszolása nem azért fontos, hogy az alacsony karbon tartalmú gazdaság irányába történő elmozdulást késleltessük, hanem azért, hogy tudjuk, hogy ezek a beavatkozások a megfelelő változást fogják-e eredményezni. Egyszerűen: ha az ember felelős az éghajlat megváltozásáért, akkor ez a változás visszafordítható.

Az alacsony karbon tartalmú gazdaság kiépítésének kényszere egy új tudományos technikai forradalmat bontakoztatott ki, új tudományos, technikai, műszaki megoldásokat, és mindezekkel együtt munkahelyeket hozott létre. A lakosság energiafelhasználási tudatossága növekedett, kvázi új energiaközösségek jöttek létre, és a nagy energetikai elosztó láncok és hálózatok mellett megjelennek

az akár már családi méretű energiaellátási megoldások.

A fentiek azonban nem elégségesek ahhoz, hogy a globális felmelegedés folyamata visszafordítható legyen. Az erőművi kibocsátások 2005. évi szinten tartásához 2030-ig az egész világon évi 2 Gt mennyiségű szén-dioxidot kell tárolókban elhelyezni.

A Európai Unió villamosenergia-termelői szerkezetét megvizsgálva megállapíthatjuk, hogy az EU tagállamai 2007-ben a villamosenergia-igényeik 55%-át fosszilis tüzelőanyagból elégettették ki. A fosszilis energián alapuló meglévő erőművek bezárása és nukleáris vagy megújuló energiával való helyettesítése a következő évtized végéig nem reális scenárió a közösség számára.

Gazdaságossági és ellátásbiztonsági okokból az emissziócsökkentési célok teljesítése érdekében a szén-dioxidot le kell választani, be kell tárolni, majd újra kell hasznosítani. Ezért döntött az Európai Parlament és Tanács arról, hogy az Európai Közösség tagállamaiban tizenkét CO₂-leválasztási zászlóshajó projektet szubvencionál a referenciatechnológiák kifejlesztése érdekében.

Magyarországon a következő évtized közepére a szén részaránya a tüzelőanyag-mixben lecsökken, de ellátásbiztonsági okokból az állam nem mondhat le véglegesen az utolsó hazai nyersanyag felhasználásáról. A szén szerepének változását a következő évtizedekben az alternatív energetikai nyersanyagok ára és rendelkezésre állása fogja meghatározni, de a környezetvédelmi célok eléréséhez a szén környezetbarát hasznosításának feltételeit kell megteremteni. Az évtized második felében épülő erőművek ezért már tisztaszén-technológiára épülnek, a régi erőműveket pedig füstgázmosókkal látják el.

Az évtized közepére három kereskedelmi érett CO₂-leválasztási technológiával számolnak az erőműberuházók. A *post combustion*, azaz az égés utáni leválasztási eljárásban az összes keletkezett füstgázt füstgázmosókon vezetik keresztül és megtisztítják a CO₂-től, amelyet korábbi földgáztárolókba, sósvízi rétegekbe vagy más alternatív geológiai formációkba sajtolnak be.

Az *oxyfuel* megoldás oxigénben történő égetést jelent. A füstgáz nitrogéntartalmát égetés előtt leválasztják, és a kazánban történő égéshez csak tiszta oxigént használnak. A megoldás előnye, hogy a füstgáz mennyisége lecsökken, a szén-dioxid részaránya megnövekszik, így a leválasztási folyamatban lényegesen kisebb tömegáramokat kell kezelni.

Az igazán előremutató megoldást a *pre combustion* megoldás jelenti, ahol is a szénet elgázosítják, majd a füstgáz tisztítását követően a keletkezett szén-monoxid+víz összetételű füstgázt (CO+H₂O) szén-dioxiddá és hidrogénné módosítják. A szén-dioxidot leválasztják, míg a hidrogén energiátartalma a gázturbinán hasznosul. A hatásfok tovább növelhető, ha a gázturбина kilépő füstgázának hőjét egy gőzciklusban újra hasznosítjuk.

A meglévő erőművek számára már 2015-től csak a *post combustion* megoldások jönnek számításba. A 2020-as évektől a *pre combustion* megoldások versenyképes technológiákká fejlődnek, és mint tisztaszén-technológia uralni fogják a piacot.

A jelenleg szállítás alatt álló vagy korábban modernizált erőművi technológiákba a CO₂-leválasztás integrálható, de jelentős hatásfokcsökkenéssel jár. A Mátra számára kifejlesztett CO₂-leválasztási technológia a minialapú. Az abszorberben (füstgázmosó) a felszálló füstgáz ellenáramban érintkezésbe kerül a mosószerrel. Ekkor a CO₂ az aminnal karbamáttá alakul az alábbi reakcióegyenlet szerint: $2R-NH_2$ (Amin) + CO₂ ↔ RHNCOO⁻ + RNH₃⁺ (karbamát ion). Ezzel a CO₂ 90%-a kémiai úton megkötődik a mosószerben. A CO₂-vel telített mosószer az abszorber aljáról átszivattyúzzák a deszorberbe. Ott a telített mosószer az ellenáramban felszálló sztríp gőzzel kerül érintkezésbe, az energiabejuttatás miatt a CO₂ és az amin közötti vegyi kötés felbomlik, és a CO₂ gáz alakban eltávolítható, sűrítés után 80–100 bar nyomáson történik a gáznak a betárolási helyre történő szállítása. A leválasztási folyamat energiaigénye igen magas. A méretezési adatok alapján az 500 MW bruttó teljesítményű blokkból (41,5%-os hatásfok) intézkedések nélkül 303,9 MW adható ki, amely 14,3 százalékpontos hatásfokromlást eredményez, azaz egy korszerűnek számító blokk hatásfoka 27,2%-ra csökkenne. A folyamat optimalizálása során a hatásfokromlás 10 százalékpont alá csökkenthető, így a kiadott teljesítmény 352,6 MW-ra, a hatásfok 31,6%-ra növekszik. Figyelemmel arra, hogy különösen a magyar lignit kitermelési költségei alacsonyok, a hatásfokromlásból adódó többlet tüzelőanyag-költségeket a kvázi tisztaszén-technológiából adódó előnyök ellentételezik.

A hatásfok javításának elemeit nem részletezzük, de azok lényegét a tömegáramok lecsökkentése, a folyamatban kezelt hő visszacsatolása és hasznosítása, valamint a középnyomású turbina módosítása képezik. A szén-dioxid-leválasztás technológiája a hagyományos kénleválasztást követően csatlakozik a meglévő erőművi technológiába, amikor is a füstgázból a maradék kén-dioxidot nátronlúgos (NaOH) mosón távolítják el. A mosással egyidejűleg a füstgázokat kb. 16 °C-ra (vagy az alá) hűtik, ami a füstgázban lévő víz jelentős részének eltávolítását is jelenti, csökkentve ezzel a későbbiekben keletkező tömegáramot. A legnagyobb hőbevitel a deszorberbe történik, ahonnan is a kilépő magas hőmérsékletű folyadék visszahűtése az abszorberből kiszivattyúzott CO₂-vel telített mosófolyadékkal történik, amely így felmelegszik és elő lesz készítve a dekarbamatizálási folyamathoz. A szén-dioxid sűrítése során keletkező hő a

kazán tápvíz-előmelegítési folyamatában hasznosul. Mindemellett az egyik legfontosabb intézkedés a középnyomású turbina kilépésének módosítása az állandó kilépő nyomás biztosítása érdekében. Ennek hiányában a középnyomású és a kis nyomású ház közötti átömmlő vezetékekbe fojtást kell beépíteni, hogy az állandó kilépő gőznyomást a deszorber részére biztosítani lehessen. Összességében a veszteség 9,9%-ra csökkenthető.

A Mátra részére tervezett új 500 MW-os blokkot úgy építik meg, hogy a szén-dioxid-leválasztó később jelentős átalakítások nélkül csatlakoztatható legyen. A vizsgálatok alapján a turbina előzetes átalakításától és a csatlakozások kiépítésétől függetlenül a meglévő egység hatásfoka nem mutat elmaradásokat a hagyományos megoldásokhoz képest.

Kulcsszavak: CCS, szén-dioxid-leválasztás, erőművi technológia

IRODALOM

Hitachi: A szén-dioxid leválasztása a Mátrai Erőmű új, 500 MW-os lignittüzelésű blokkjában; CCS Mátra zárójelentés.

IEA: *World Energy Outlook*, 2008. 446. • <http://www.iea.org/weo/2008.asp>

