



Kapcsolt villamosenergia-termelés – tüzelőanyag-cellák alkalmazása

2009. szeptember 17-én rendezte meg az Energetikai Szakkollégium az őszi, Dr. Mosonyi Emilről elnevezett félévének második előadását, amelyet Dr. Bogányi György, a MET Hidrogén Tagozatának vezetőségi tagja tartott a kapcsolt villamosenergia-termelés – tüzelőanyag-cellák alkalmazása témakörben.

A bevezetőben hallhattuk, hogy ha a jövő energetikájával foglalkozunk, meg kell vizsgálni, hogy a különböző energiahordozók eltüzelésével, illetve felhasználásával milyen externális hatásokkal kell számolnunk. Nagy várományosai vannak az energetikában látható új irányzatoknak, ebből az egyik a hidrogén, s ha egyik magyar nobeldíjasunkra gondolunk, a másik a metanol is lehet.

A következőkben a tüzelőanyag-cellákra tért az előadó, ezek közül is a magas hőmérsékletű tüzelőanyag-cellákra. A tüzelőanyag-cella működési elve az, hogy van egy katódja és van egy anódja, ezek között van valamilyen elektrolit, alacsony hőmérsékletű tüzelőanyag-cella esetében egy membrán. Ennek a tüzelőanyaga lehet hidrogén illetve lehet szén-monoxid. Ebben az esetben a szén-monoxid, mint hasznos tüzelőanyag áll elő. Megnézve a katód folyamatot kell hozzá valami oxidáló anyag, és ha van egy szén-dioxid molekula, akkor a katód felől indulva akkor az oxigénből és a szén-dioxid molekulából létrejön egy karbonátion. Ez a karbonátion az oxigént felveszi, és ez az oxigén a karbonátion segítségével átkerül az anód oldalra, ahol a hidrogénnel párt alkot, közben elektront szabadít fel, a szén-dioxid leválik, a hidrogén és oxigén reakciójából víz fog keletkezni.

Ennek a körfolyamatnak a működési hőmérséklete $650\text{ }^{\circ}\text{C}$, tehát nem olyan egyszerű a körülményeket biztosítani. A szén-monoxid is hasznos tüzelőanyagként jelenik meg, hiszen vele is reakcióba lép a „megtermelt”

karbonátion, ez is elektron felszabadulását, illetve szén-dioxid molekula leadását eredményezi.

A villamosenergia elektronok felszabadulásának következtében fog megjelenni, abszolút DC lesz, tehát egyenfeszültség, az elektród párnák és közben lévő elektrolitnak a tulajdonságait a Nernst egyenlet írja le. Míg a tüzelőanyag belsejében a vezetés ionos, addig a külkapcsolat elektronok formájában zajlik le. Tehát az összes megmaradási tételnek illik igaznak lennie. Exoterm folyamatról beszélünk.

A tüzelőanyag-cellának alapműködése szempontjából a belső tüzelőanyaga, amit valahogyan elő kell állítani, az a hidrogén. A hidrogén előállításának egyik formája a hidrogénreformálás. Metán esetében van egy metánmolekula, ehhez hozzáadunk egy vízmolekulát, majd egy katalizátor segítségével első lépésben egy szén-monoxid és három hidrogén molekula keletkezik. Ugyanezen a nikkal katalizátoron és körülbelül 600°C-os hőmérsékleten újabb reakció jön létre, mert a szén-monoxid is reakcióba lép a vízzel, szén-dioxid és hidrogén keletkezik. Ez egy endoterm folyamat.

Ha ezt a két folyamatot sikerül összehozni, akkor sikerül létrehozni egy eszközön belül a hidrogén termelést és felhasználást.

Miből fog a szén-dioxid keletkezni?

Nem a tüzelőanyag-hatás működéséből keletkezik a szén-dioxid, hanem a reformer folyamatból.

A kérdés az, hogy további károsanyag kibocsátással mit tudunk kezdeni. Az első válasz, hogy a szén-monoxidot máris hasznos tüzelőanyagként tudja felhasználni, ez azonban csak akkor lehetséges, hogy ha minden sztöchiometrikus egyensúlyban van, ez azonban csak a papíron létezik.

Egy nagyon komoly konstrukciós trükk, hogy az anód oldalról a katód oldalra a szén-dioxidot célszerű visszavezetni, mert ha nincs szén-dioxid a katódoldalon, akkor nem lesz karbonátion, ami átvigye az oxigént a katódoldalról az anódoldalra, és az egész hatás nem fog érvényesülni.

Hőtechnikailag is egyensúlyban kell lennie a rendszernek, a tömegáramoknak és hőmérsékleteknek stimelniük kell – tudtuk meg az előadótól.

Az anódoldalra rávezetik az anódgázt, a katódoldalra az oxidáló közeget, az egészbe belülről beépítenek x cellánként 1-1 reformerlapot (nikkel katalizátorlapot), ami belül állítja elő a hidrogénben gazdag, dús gázt, ennek következtében dupla hatást értünk el, mert ami hőt fejleszt maga a tüzelőanyag-cellá, azt rögtön belül átventiláltatjuk a rendszeren, és rögtön belül felhasználjuk, tehát egy endoterm folyamatot hoztunk létre.

Ez egy működőképes egység volt már 1997-ben. Ízekre szedték, megnézték, hogy milyen degradáció történt mind az anód, mind a katódoldalon, mind pedig az elektrolitban. Mai napig nagy titok övezi az eredményeket, ugyanis ezek képezik a következő fejlesztések alapját, hiszen egy ilyen készüléknek az az egyik legfontosabb kérdése, hogy hány üzemórát tud működni.

A kipufogógáz kb. 400°C hőmérsékletű, ez nagyon kedvező hőhasznosítási lehetőséget kínál, pl.: fűtés, melegvíz. Ha ezek nincsenek, akkor könnyedén ki tudjuk vezetni anélkül, hogy komolyabb környezeti károsodást okoznánk, mert 600°C körül működik a berendezés, a szénmonoxid nagy részét felhasználtuk a tüzelőanyag-cellával. A vételezett levegőben még nitrogén található, amelyet a folyamat során figyelembe kell venni. A nitrogénoxidok keletkezése azonban csak 1000°C felett lehetséges, tehát ez a hőmérséklet tartomány igen kedvező.

Ha betáplálunk földgázt vagy biogázt, és termékek belőle villanyt és hőt, akkor találkozunk a kapcsolt termelés egy alapeszközével. 250kW a névleges teljesítménye, illetve 200kW a hőteljesítménye. Villamos hatásfoka 41% feletti. Ahány fajta tüzelőanyag, annyiféle reformert kell készíteni.

Bekapcsolásnál fel kell fűteni, első felfűtésnél nagyon oda kell figyelni. Lényege, hogy az anód és a katód között ott van a karbonát, ennek az olvadéknak azonban egyenletesen kell elhelyezkednie. Minél jobb áramlási profilt kell kialakítani a magasabb élettartam elérése végett.

Megtudhattuk, hogy ezzel a technológiával már az iparban is találkozhatunk, nem csak laborokban. Egy németországi Bad Berka nevezetű település kórházában két darab tüzelőanyag-cellás kiserőmű is van, München környékén három kiserőmű működik biogázzal. A depóniagázzal, etanollal illetve egyéb akolszármazékokkal működő tüzelőanyag-cella még csak laboratóriumi körülmények között működik. A depóniagázzal az a probléma, hogy a gáz tisztítása rengeteg pénzbe kerül. A tüzelőanyag-cellákkal nagyon sok rendszerintegrációs lehetőség adódhat, a jövőben érdemes számolni ezzel a technológiával.