

# A HUN-REN TTK AKI újgenerációs akkumulátorfejlesztésekben vesz részt

Kun Róbert, a HUN-REN Természettudományi Kutatóközpont Anyag- és Környezetkémiai Intézete (HUN-REN TTK AKI) Szilárdtest Energiatárolás Kutatócsoportjának vezetője, aki a Magyar Akkumulátor Szövetség K+F+I munkacsoportját is vezeti, az akkumulátorgyártás terén a világban zajló globális megatrendeket, a különböző fejlesztési irányok jellemzőit és az általa vezetett kutatócsoportban a témában zajló innovatív kutatásokat foglalta össze. Hangsúlyozta, munkájukat az motiválja, hogy az iparágat érintő tanulmányok és a globális tendenciák tükrében kijelenthető, hogy az akkumulátorok iránti igény, valamint az akkumulátorcella- és -komponensgyártás rendkívüli globális expanzió előtt áll, amit mind a hazai kutatóknak, mind az országnak érdemes kihasználnia. Törekvéseik gazdaságfejlesztési céljaikat is támogatják: magyarországi vállalati szereplőket és jelenleg még kiaknázatlan nyersanyagforrásokat is be kívánnak vonni az akkumulátor-értékláncba.

A klímaváltozás hatásainak csökkentése érdekében az ezzel összefüggésben álló klímapolitikai törekvések nagy hangsúlyt helyeznek az energia- és mobilitási szektorok részleges vagy teljes dekarbonizációjára. Ismert tény, hogy az Európai Unió 2050-re tűzte ki a nettó zéró szén-dioxid-kibocsátást mint célt. A dekarbonizált energiarendszer azt jelenti, hogy a most fosszilis tüzelőanyagokon alapuló közlekedés, szállítmányozás és energiatermelés fokozatosan átáll a megújuló energiaforrások mind magasabb arányú használatára.

Ennek az új és egyre komplexebbé váló energiarendszernek – amelynek része az elektromobilitás és a megújuló energiaforrások fokozottabb felhasználása – a kulcseleme az elektrokémiai energiatarolás. Gondoljunk csak bele, mit érhet egy tisztán elektromos gépjármű alacsony hatékonysággal vagy rosszul működő, akár veszélyesnek minősülő akkumulátorral felszerelve. Egyre többször hallunk arról is, hogy a megújuló energiaforrások még hatékonyabb felhasználása érdekében telepített akkumulátorok is integrálhatók a rendszerbe.

Az elektrokémiai energiatarolás kicsit több mint 200 éves múltra tekint vissza, és Volta oszlopát tekinthetjük az első valódi elektrokémiai áramforrásnak. Ez a berendezés természetesen nem rendelkezett azokkal a műszaki paraméterekkel, mint a mai jól ismert Li-ion akkumulátorok, de a galváncellák működésének bemutatása és az elektrokémia mint természettudományos diszciplína megszületése szempontjából rendkívüli jelentőséggel bírt.

Az elmúlt 200 évben számos fejlesztés született mind az elsődleges (primer), azaz nem újratölthető, mind a másodlagos (szekunder), azaz újratölthető elektrokémiai („galván”) cellák területén. Gondoljunk csak a nedves- vagy szárazelemekre, az ólomakkumulátorra, a NiCd vagy NiMH vagy éppen a most köztudatban forgó Li-ion akkumulátorokra. Általánosságban elmondható, hogy leginkább a magasabb energiasűrűség elérése, a biztonságosabb, felhasználóbarát alkalmazás motiválta a fejlesztéseket.

A sorozatos fejlesztések – és némi kudarc – után 1991-ben dobták piacra a Li-ion akkumulátorokat. Az említett fejlesztéseket és tudományos koncepciókat 2019-ben kémiai Nobel-díjjal is elismerték. A 2000-es évektől kezdődően a Li-ion akkumulátorok látványos egyeduralomra törtek, és napjainkra lényegében szinte teljeskörűen kiszorították a NiCd, NiMH és egyéb akkumulátorkémiaiakat a mobilitási alkalmazások területén. Ennek legfőbb oka a Li-ion-technológia nagy fajlagos energiataartalmában keresendő, amely aktuálisan 250–270 Wh/kg értéket ért el cellaszinten.

A fejlesztések napjainkban sem álltak meg, sőt rendkívüli intenzitással zajlanak. A korszerűsítések az energiataartalom és a ciklusélettartam növelését, a teljesítménymutatók optimalizálását, a

gyártástechnológia fenntarthatóságát, hatékonyságának és szén-dioxid-lábnyomának csökkentését, sőt az akkumulátorcellák anyagának teljes körű újrahasznosítását célozzák.

A Li-ion akkumulátorokat illetően érdemes megjegyezni, hogy egy akkumulátorcsaládról van szó. Ez azt jelenti, hogy a Li-ion-technológiának az az előnye is megvan, hogy többféle anód- és katódaktív anyag közül választhatunk, vagyis különféle elektródaktívanyag-kombinációk léteznek, amelyek mind működőképes elektrokémiai cellákat adnak. A teljesség igénye nélkül anódaktív anyagként szóba jöhet a természetes és a szintetikus eredetű grafit, a lítium-titanát és a szilícium. Katódaktív anyagként felhasználható a  $\text{LiCoO}_2$  (LCO), a  $\text{Li}(\text{Ni}_x\text{Mn}_y\text{Co}_z)\text{O}_2$  (NMC), a  $\text{Li}(\text{Ni}_x\text{Co}_y\text{Al}_z)\text{O}_2$ , a  $\text{LiMn}_2\text{O}_4$  (LMO) vagy a  $\text{LiFePO}_4$  (LFP). Bármelyik anyagkombinációt is választjuk, mindegyik akkumulátorfajtában közös a működési alapelv (Li-ion-vándorlás, „hintaszékeffektus”), a szerves elektrolit használata és a 3V feletti cellafeszültség.

Ha az akkumulátorfejlesztést érintő megatrendekről beszélünk, akkor a 2023-as évet tekintve kétségtelenül több terület, téma is említhető. Egyik legismertebb fejlesztési irány az LFP-alapú (lítium-vasfoszfát,  $\text{LiFePO}_4$ ) akkumulátorok optimalizálása. Az LFP típusú Li-ion akkumulátorok lényegesen olcsóbb katódaktív anyagot használnak, mint a gyakran használt NMC típusú cellák (lítium-nikkel-mangán-kobalt-oxid). Emellett a mangánnal szubsztituált LFP, azaz az LMFP ( $\text{LiMn}_x\text{Fe}_{1-x}\text{PO}_4$ ) is fejlesztés alatt áll, részben gazdaságos és biztonságos volta, valamint az LFP-hez képest magasabb energiasűrűsége miatt.

Egy másik fejlesztési irány az anódként funkcionáló grafit tulajdonságainak javítása azáltal, hogy szilíciumot felhasználva fizikai keveréket (blend) képeznek az anódgrafittal. Megjegyzendő, hogy a szilícium fajlagos kapacitása közel tízszer nagyobb, mint a grafité, így ugyanakkora kapacitás biztosításához lényegesen kevesebb anyagmennyiséget szükséges beépíteni a cellákba. A számítások és a kísérletek eredményeképpen a szilícium hozzáadásával elérhetővé válhat a 320–350 Wh/kg fajlagos energiatartalom a 3. generációs Li-ion akkumulátoroknál. A nagyobb fajlagos energianövekedés lehetővé teszi nagyobb hatótávolság elérését vagy kisebb akkumulátor használatát és akár a nyersanyagigény csökkentését is. Emellett a szilíciumanódos rendszer jobban alkalmas gyorstöltésre is.

A fejlesztések harmadik iránya a szilárdtest-akkumulátor, bár jelenleg inkább hibrid rendszereket (úgynevezett „semi-solid state”) fejlesztenek. A teljesen (szervetlen) szilárdtest-akkumulátorokkal kapcsolatban számos anyagtudományi és elektrokémiai kihívás jelentkezik, amelyeket eddig nem sikerült megoldani. Ezért jelenleg a gélesztett, oldószermentes polimer elektrolitok és kompozit katódok fejlesztése irányába terelődött a munka, amelyek képesek pufferelni az elektródokban jelentkező térfogatváltozásokat a Li-ion sorozatos beépülése és kiépülése során.

Negyedik trend a mesterséges intelligencia használata az akkumulátorfelügyeleti rendszerekben (battery management system, BMS). A BMS nagy mennyiségű pillanatnyi adatot gyűjt és elemez a működés során, majd ezek alapján intelligens módon irányítja az akkumulátorpakk kisütési, töltési ciklusait a használati körülményektől függően. Ezzel javítja az energiahatékonyságot, és az akkupakk aktuális állapotáról kapott információk alapján optimalizálja a használatot, ami növelheti az akkumulátor élettartamát.

Végezetül pedig érdemes megemlíteni a nátrium-ion akkumulátorokat is. Bár teljesítményük egyelőre elmarad a várakozásoktól, a fejlesztések intenzitása e téren is töretlen. A Na-ion rendszerek legnagyobb előnye, hogy lényegesen gazdaságosabb és fenntarthatóbb anyagokon alapulnak, mint a Li-ion akkumulátorok, sőt a meglévő Li-ion gyártástechnológia egyszerűen adaptálható a Na-ion rendszerekre.

Az akkumulátor-értéklánc mentén tovább haladva elérkezünk az életciklusuk végét elért akkumulátorokhoz. Ezzel kezdetét veszi a diagnosztika, a „másodikélet”-felhasználások (2nd life) és az újrahasznosítás témaköre. A primer nyersanyagok korlátozott rendelkezésre állása és a jövőben globálisan legyártandó akkumulátorvolumen nagysága nem teszi lehetővé a lineáris gazdaságban való gondolkodást ezen a területen. Újrahasznosításukkal számos értékes komponens forgatható vissza az akkumulátorcella-gyártásba. Érdeemes tudni, hogy az Európai Uniónak konkrét célértékei vannak arra vonatkozólag, hogy a következő évtizedekben az adott kémiai elemből mekkora hányadnak kell újrahasznosított forrásból származnia az új akkumulátorok gyártása során. Különösen érvényes ez a lítium, réz, kobalt, nikkel stb. esetében.

Az újrahasznosítási technológiákat illetően a piro- és hidrometallurgiai eljárások dominálnak, amelyek közül a hidrometallurgia az EU számára preferált eljárás, ugyanis ezzel az életciklusuk végét elért akkumulátorokból az anyagok mintegy 80-90%-a visszanyerhető. Az egyelőre problémásan újrahasznosítható komponens a szerves elektrolit és a poliolefin (PP/PE) szeparátor.

A HUN-REN TTK AKI Szilárdtest Energiatárolás Kutatócsoportja 2019 óta végez újgenerációs akkumulátorokhoz kapcsolódó kutatásokat. Ezt egy közel 10 éves, a témában folytatott németországi kutatás előzte meg. Munkájukat az motiválja, hogy az iparágat érintő tanulmányok és a globális tendenciák tükrében kijelenthető, hogy az akkumulátorok iránti igény, valamint az akkumulátorcella- és -komponensgyártás rendkívüli globális expanzió előtt áll.

Napjainkban több kulcsfontosságú akkumulátorkomponens, valamint a szükséges primer nyersanyagok elérhetősége, rendelkezésre állása korlátozott. Ezenkívül a bányászott nyersanyagok akkumulátorminőségű anyagokká való finomítása is bizonyos országokra korlátozódik, ami fokozza az európai akkumulátoripar nyersanyagkiettségét. Emiatt a lokálisan rendelkezésre álló és a szekunder nyersanyagok szerepe az akkumulátorgyártásban nagymértékben felértékelődik.

Most futó konzorciális projektjük keretében a HUN-REN TTK kutatói fenntartható Li-ion-akkumulátorkomponenseket és akkumulátor-prototípusokat fejlesztenek az ellátásbiztonság, a gazdaságosság és a fenntarthatóság szempontrendszerének szem előtt tartásával. Törekvéseik gazdaságfejlesztési céljaikat is támogatják: magyarországi vállalati szereplőket és jelenleg még kiaknázatlan nyersanyagforrásokat is be kívánnak vonni az akkumulátor-értékláncba.

Sajtókapcsolat:

- Hencz Éva, kommunikációs igazgató
- +36 30 155 1803
- media@hun-ren.hu



© HUN-REN TTK AKI

Eredeti tartalom: HUN-REN Magyar Kutatási Hálózat

Továbbította: Helló Sajtó! Üzleti Sajtószolgálat

Ez a sajtóközlemény a következő linken érhető el:

<https://hellosajto.hu/8124/a-hun-ren-ttk-aki-ujgeneracios-akkumulatorfejlesztésekben-vesz-reszt/>