

SZINTE VÉGTELEN MENNYISÉGŰ AKKUMULÁTOR-ALAPANYAG NYERHETŐ KI A TENGERVÍZBŐL

Az elektromos autók egyre növekvő piaca elemzők szerint a következő években a lítium iránti kereslet megháromszorozódásához vezethet. Az újratölthető akkumulátorok meghatározó alapanyagát jelentő könnyűfémből azonban végesek a rendelkezésre álló tartalékok – legalábbis eddig úgy tűnt. Most azonban Yi Cui, a Stanford Egyetem kutatója vezetésével tudósok egy csoportja végtelennek tűnő lítiumlelőhelyet fedezett fel: rájöttek, hogyan vonhatják ki a könnyűfémet a tengervízből.

Évente mintegy 160 ezer tonnányi lítiumot használnak fel világszerte, és ez a szám a következő évtizedben csak növekedni fog. A lítiumtartalékok azonban mindössze néhány országra (Ausztrália, Chile, Kína és Argentína) koncentrálódnak, ahol vagy bányásszák, vagy – például Dél-Amerikában – sós tavakból nyerik ki ezt a könnyűfémet. A világ óceánjai becslések szerint mintegy 180 milliárd tonnányi lítiumot tartalmaznak, de igencsak felhígított formában (mintegy $0,2 \text{ ppm}^1$). Kutatók eddig számos módszerrel, szűrőkkel és lemezekkel próbálták kivonni a könnyűfémet a tengervízből, ezek többsége azonban nagymértékben a párologtatásra hagyatkozik, az pedig rengeteg időt és nagy területeket vesz igénybe.

Ehelyett már egy ideje számos tudós azzal próbálkozik, hogy a lítiumion-akkumulátor elektródáit használja arra, hogy a tengervíz párologtatása nélkül vonja ki a vízből a lítiumot. Ezek az elektródák szendvicsszerűen rétegelt anyagokat tartalmaznak, amelyek csapdába ejtik a lítiumionokat, amikor az akkumulátor tölt.

Ez eddig jól is hangzik, a tengervízben azonban a negatív töltésű elektróda nem csupán a lítiumionokat, hanem a nátriumionokat is magához vonzza, amely százezerszer nagyobb mennyiségben fordul elő az óceánokban, mint a lítiumion. Ha a két ion ugyanolyan sebességgel indul el az elektróda felé, a nátriumion szinte teljesen kiszorítja a lítiumiont.

Ennek a problémának a kiküszöbölésére a Yi Cui vezette kutatócsoport először egyfajta akadályként titán-dioxiddal vonta be az elektródát: mivel a lítiumionok kisebbek, mint a nátriumionok, az elektródához igyekezve könnyebben átjutnak a rétegen. Ezután a kutatók az elektromos feszültség ciklikusságán változtattak: először negatív feszültséget alkalmaztak, majd rövid időre leállították, aztán pozitív feszültséget vezettek az elektródába, és ezt is leállították. A kutatók szerint a feszültség ciklikus váltakozásával koncentrálható a lítiumionok mennyisége: már tíz efféle ciklus után 1:1 arányban vált el egymástól a lítium és a nátrium.

Ez a folyamat jelentősen meggyorsíthatja a könnyűfém kinyerésének folyamatát, mondta a Science magazinnak Chong Liu, a Chicagói Egyetem egyik anyagtudósa, aki korábban Cui laboratóriumában dolgozott. A módszer szerinte még mindig nem elég olcsó ahhoz, hogy versenyre kelhessen a lítumbányászattal, de azt is hozzátette, hogy az új technológia hatásosnak bizonyulhat a kidobott, elhasznált akkumulátorokban lévő lítium kinyerésére is. (Forrás: https://qubit.hu/2020/07/16/szinte-vegtelen-mennyisegu-akkumulator-alapanyag-nyerheto-ki-atengervizbol?_ga=2.216623894.1449113284.1594813930-968939149.1545121769)

A ppm (parts per million) megadja a rendszer millió (10^6) egységében (tömeg-, térfogat-, vagy anyagmennyiségegységében) az illető komponens mennyiségét ugyanazon egységben. Ebben az esetben az 1 ppm azt jelenti, hogy 1 g komponens van 10^6 g anyagban (oldatban)

1) Miért növekszik a lítium iránti kereslet, hol használják fel nagy mennyiségben a lítiumot?

- 2) A jelenlegi lítiumfelhasználás alapján elvileg hány évre elegendő lítium van a tengervizekben?
- 3) Számítsa ki a szövegben szereplő adatok alapján, hogy mennyi az óceánok anyagmennyiség-koncentrációja lítiumionra nézve (az óceánvíz sűrűségét tekintse 1,00g/cm³-nek)!
- 4) Miért előnyös, ha az elektródákat titán-dioxiddal vonják be?
- 5) Mi a neve annak az eljárásnak, amivel kinyernék a lítiumot a Yi Cui csoportja által kifejlesztett új technológia szerint?
- 6) Hol lenne használható még ez az új technológia?

(2022. május id.)

Megoldás: (11 pont)

- 1) Az elektromos autók egyre növekvő gyártása miatt, ahol lítium-akkumulátorokat használnak. **1 pont**
- 2) felhasználás évente: 160 000 tonna = $1,60 \cdot 10^5$ tonna lítium
a tengervízben van: $180 \cdot 10^9$ tonna = $1,80 \cdot 10^{11}$ tonna lítium **1 pont**
így $1,80 \cdot 10^{11} / 1,60 \cdot 10^5 = \mathbf{1,125 \cdot 10^6}$ évig elegendő **1 pont**
- 3) 0,2 ppm Li⁺ azt jelenti, hogy 0,2 g Li van 10⁶ g tengervízben **1 pont**
 $m(\text{Li}^+) = 0,2 \text{ g}$, $n(\text{Li}^+) = 0,2 \text{ g} / 6,94 \text{ g/mol} = 0,0288 \text{ mol}$ **1 pont**
 $10^6 \text{ g} = 1000 \text{ kg}$ tengervíz **1 pont**
 $1,00 \text{ g/cm}^3$ sűrűség esetén 1000 kg tengervíz = 1000 dm^3 **1 pont**
Így a tengervíz koncentrációja Li⁺-ra:
 $c(\text{Li}^+) = 0,0288 \text{ mol} / 1000 \text{ dm}^3 = \mathbf{2,88 \cdot 10^{-5} \text{ mol/dm}^3}$. **1 pont**
- 4) A lítiumionok (kisebb méretüknek köszönhetően) könnyebben átjutnak a titán-dioxid rétegen / a titán-dioxid réteg megnehezíti a nátriumionok diffúzióját. **1 pont**
- 5) Elektrolízis **1 pont**
- 6) Az elhasznált akkumulátorokból a lítium kinyerése. **1 pont**