

Biológiailag lebomló műanyagok az elektronikai eszközökben

Az elektronikai eszközöknél az egyik legfontosabb fenntarthatósági kihívás a használat utáni környezetszennyezés. Ezért folynak intenzív kutatások az elektronikai alkatrészekben az olajalapú műanyag alkatrészek biopolimerekből való előállítására. A cikk cellulózból és tengeri algából előállított bioműanyag alkatrészek fejlesztését mutatja be.

Tárgyszavak: elektronikai alkatrészek, bioműanyag, 3D nyomtatás, biotinta

Fenntartható elektronikai alkatrészek fejlesztése cellulóz alapon 3D nyomtatással [1, 2]

Az elektronikai eszközök gyártásában a műanyag alkatrészek alapvető szerepet játszanak. Az ilyen termékeknél az egyik legfontosabb kihívás az elhasznált eszközök miatti környezetszennyezés. Ezért indultak meg a fejlesztések a bioműanyagok használatára a különböző alkatrészek gyártására. Különösen nagy figyelmet fordítanak az energiát adó elemek, az akkumulátorok és a szuperkondenzátorok természetes, biológiailag lebomló anyagokból való előállítására, hiszen ezek az elemek általában az eszköz élettartamánál rövidebb élekciklusúak.

A nagykapacitású, ún. szuperkondenzátorok sok alkalmazásnál helyettesíthetik a hagyományos lítiumos vagy alkáli elemeket, amelyek használat utáni újra hasznosítása nehezen megoldható. A szuperkondenzátorokat leggyakrabban elektrokémiai kétrétegű eljárással gyártják. Innen ered az elnevezésük: elektrokémiai kétrétegű kondenzátor (EDLC). A szuperkondenzátorok előnye, hogy legalább részben biológiailag lebomló anyagokat lehet használni a gyártásukhoz. Az újonnan fejlesztett szuperkondenzátorok már részben 3D nyomtatással készülnek, de a széleskörű elterjedéshez még további fejlesztések szükségesek. Ilyen fejlesztések folynak az elektronikai eszközöket gyártó cégekben és több egyetemen is.

A svájci **Swiss Federal Laboratories for Materials Science and Technology (EMPA)** keretében működő **Cellulose & Wood Materials** laboratóriumának kutatói a DIW (Direct-Ink-Writing) 3D módszert választották. Ennél a technológiánál a folyékony „tintát” kis fúvókákból juttatják a kívánt felületre. Az új EDCL, illetve akkumulátorhoz felhasznált két anyag: egy rugalmas cellulóz alapú szubsztrátum és a szénnel, illetve grafittal vezetőképessé tett tinta. A szubsztrátum alapanyaga hidroxipropil-cellulóz (HPC), amelyet segédanyagként a gyógyszeriparban, a kozmetikumok és az élelmiszerek előállításánál is használnak. A HPC különleges tulajdonsága, hogy víz hatására folyadékkristályokat képez, és ezek a koncentrációtól is függő kristályszerkezet változásával különböző színt vesz fel. Ez a jelenség a természetben is ismert: pl. bizonyos pillangók szárnya vagy a kameleon bőre színezék nélkül változtatja a színét a beeső fény felbontása által. Az előállítás során először a cellulóz alapot nyomtatták ki, majd erre jött az elektróda és a vezetőképes grafitot tartalmazó elektrolit.

Az ily módon elkészített szuperkondenzátor bevizsgálása azt mutatta, hogy 150 óra után is megőrzi a töltés 30%-át, ami megegyezik a hagyományos szuperkapacitásokéval. Érdekes, hogy a kapacitás a gyártás után két hétig még ingadozik, de utána raktározás során nyolc hónapig megőrizte működő képességét. A gyakorlatban történő kipróbálásnál megállapították, hogy az új eszközzel működtetni tudtak egy 3 V-os ébresztő órát mechanikai igénybevételek mellett és változó hőmérsékleteken. Az új speciális cellulóz, a HPC tulajdonságait kihasználva más 3D nyomtatású alkatrészt is kifejlesztettek. Készítettek egy nyomásérzékelőt, amely a mechanikai hatásra színét változtatja. Első ízben sikerült létrehozni egy kijelzőt is cellulóz alapon.

A kutatók azt várják, hogy eredményeik alapján fenntartható módon lehet energiával ellátni a kisfeszültségű okos eszközöket, pl. az e-textilekben, az egészségügyi és környezetvédelmi monitorozásban. Pozitívnak bizonyultak a komposztálási tesztek is: a prototípusok kilenc hét után 50%-ban elbomlottak, azaz tömegük felére csökkent.

3D nyomtatott aktuátorok alga-bázisú biopolimerből [3]

Az aktuátor (végrehajtó szerv) az elektronikai eszközök olyan alkatrésze, amely a rendszer egy elemének mozgatásáért felelős. Az aktuátorokat hagyományosan szintetikus polimerekből készítik, amelyekkel a kívánt tulajdonságok és a hosszú élettartam elérhető. A fenntarthatóság elősegítése érdekében az amerikai **Carnegie Mellon Egyetem** mérnöki tanszéke biológiailag lebomló aktuátorokat fejlesztett ki hajózásban használt eszközökhöz. Alapanyagként tengeri algát használtak. A közönséges barna algából előállított biotintával nyomtattak vízálló szerkezeteket az ún. Fresh Printing nyomtatási módszert használva. A Fresh bionyomtatásnál a biotintát egy speciális összetételű anyag segítségével használják, amely stabilizálja a hidrogél struktúráját. A fejlesztés során a Fresh módszert optimalizálták a hajlékony (soft) robot alkalmazásra. A stabilizálásra kalciummal végzett térhálósítást használtak. A térhálósítás mértékével tudják beállítani a kívánt merevséget.

Az új aktuátorok hét nap alatt teljesen lebomlottak az óceánban. Algaalapú anyagukat a tengeri élőlények károsodás nélkül elfogyaszthatják. Ez azt jelenti, hogy ezek az aktuátorok semmiképpen nem szennyezik az óceán vizét.

Összeállította: Máthé Csabáné dr.

- [1] Hanaphy, P.: Scientists 3D print biodegradable battery with the potential to slash electronic waste 2021
<https://3dprintingindustry.com/news/scientists-3d-print-biodegradable-battery-with-the-potential-to-slash-electronic-waste-198196/>
- [2] 3D-Druck: Bioabbaubare Elektronik aus Cellulose - Bio-Display mit Chamäleon-Effekt 2023
<https://www.kunststoffe.de/a/news/bio-display-mit-chamaeleon-effekt-...>
- [3] Researchers 3D print seaweed-based, biodegradable actuators
<https://www.voxelmatters.com/researchers-3d-print-seaweed-based-biodegradable-actuators/>