

## Nagy energiájú sugárzással kezelt műszaki műanyagok

A rézcsöveket számos helyen helyettesíteni lehet a sugárzással térhálósított műanyag és fémmel kombinált többrétegű csővezetékekkel, ezért a réz árának emelkedése többé nem fenyegetheti a csőgyártást. A sugárzással kezelt, erősített műszaki műanyagok kiváló tulajdonságai új alkalmazási lehetőségeket kínálnak a konstruktőröknek a villamos- és gépiparban, a járműiparban és az építészetben.

*Tárgyszavak: polietilén, csőgyártás; elektronbesugárzás; műanyag-alkalmazás; műszaki műanyagok; erősített műanyagok.*

Ma már közzismert, hogy nagy energiájú sugárzással (gyorsított elektronsugárzással, illetve gamma-sugárzással) az üvegszállal és a szénszállal erősített hőre lágyuló műanyagok tartós hőállósága, kopásállósága növelhető, deformációja csökkenthető. A sugárzás hatására létrejövő térhálósodáskor a molekulaláncok kémiaiilag összekapcsolódnak, stabil szerkezet alakul ki a hő- és mechanikai igénybevételekkel szemben. Csökken az anyag tartós folyása, kevésbé deformálódik magasabb hőmérsékleten; javulnak a hőtágulási jellemzői és kedvezőbbé válik a fémhez való tapadása.

Kedvező az a körülmény, hogy a formára kialakított késztermék besugárzására a termék gyártójának nem kell berendezkednie, erre külön munkafolyamatban kerül sor, amelyet megrendelésre, direkt erre a tevékenységre szakosodott cégek végeznek. Ezek az előnyök tették lehetővé, hogy vállalkozó szellemű szakemberek kritikus alkalmazási területeken is megfelelő, különleges műszaki tartalommal rendelkező szerkezeteket hozzanak létre.

A besugárzás egyszerűen kivitelezhető és ellenőrizhető technológiai folyamat:

- a térhálósítás szobahőmérsékleten gyorsan és ellenőrizhető módon játszódik le, a termékben nem alakulnak ki feszültségek;
- a hagyományos térhálósodási folyamatokhoz viszonyítva kedvezőbb az energiamérleg, ezért nincs energiavesztés;
- a rendkívül rövid térhálósodási idő nagyszériás gyártásra nyújt lehetőséget;
- különböző anyagkombinációk (műanyag–műanyag, műanyag-elasztomer, műanyag–fém) térhálósítása egyetlen technológiai lépésben elvégezhető.

### A réz emelkedő árának hatása

A világhírű német **BGS Beta-Gamma-Service GmbH** (Wiehl bei Gummersbach) több telephelyén 10 MeV maximális energiával 700 kW teljesítményig

terjedő besugárzó készülékekkel dobra feltekercselt, illetve 12 m x 1,6 m méretű kazettákban rúd formájú polietiléncsövek besugárzására is vállalkozik. Az elektronnyalábot több fokozatban váltakozó mágneses erőterben gerjesztik fel a kívánt energiaszintre, amely a besugározandó termékre szétterített elektronsugár formájában érkezik. Jelenleg 14 csőgyártó cég szállítja termékeit besugárzásra a BGS kirendeltségeire. A besugárzással térhálósított polietiléncsöveket megkülönböztetésül PE-Xc jelzéssel látják el. A PE-Xc polietiléncsövek a kezeletlen csövekhez képest jobb termikus, mechanikai és kémiai tulajdonságai révén ideális megoldásokat kínálnak ivóvíz, használati melegvíz-vezetékekhez, illetve központi fűtőberendezésekhez, padlófűtéshez vagy földgáz szállítására. A cég ma már a korábban rekordméretűnek számító 63 mm-es átmérőt jóval felülmúlva 90 mm külső átmérőjű feltekercselt csövek elektronsugárral történő térhálósításra is képes a keresztmetszet torzulása nélkül. Külön említést érdemelnek a **Gerodur** (Neustadt) cég által gyártott, 225 mm külső átmérőjű, extrém jó beszakadó szilárdsággal rendelkező polietiléncsövek, amelyek besugárzásra után megfelelnek a DVGW engedélyének.

A többretegű csövek előállítási lépései: a belső, hagyományos PE csőre tapadás-közvetítővel rögzítik a 100 µm-1,5 mm vastagságú Al-csövet, majd az így képzett két rétegre ismét tapadás-közvetítő alkalmazása után húzzák rá a külső PE csőborítást. Ezt követően az egész rendszert egyetlen technológiai lépésben besugárzással kezelik és így jön létre a rézcsővel is konkuráló, piacképes, többretegű PE/Al cső, amely az alábbi kedvező tulajdonságokkal rendelkezik:

- jó hő- és nyomásállóság,
- anyagában semleges, így vegyszerek szállítására is alkalmas,
- nem korrodeál, és 100%-os oxigéndiffúzió elleni védelmet biztosít a rendszernek,
- hajlítható és könnyen megmunkálható, könnyen szerelhető,
- alaktartó és nem sérülékeny,
- a többretegű kombinációban alkalmazott alumíniumcső nem átlapol, hanem tompán hegesztett,
- egyesíti a PE-Xc műanyag cső és a fémcső előnyeit.

## **Sugárzással térhálósított elemek alkalmazása**

*Az elektronsugárzás hatására az üvegszál- vagy szénuszál-erősítésű termoplasztok kimagaslóan jó fizikai és termikus tulajdonságai tovább javultak. A műszaki műanyagok besugárzásával nyert kiváló jellemzői nagy lehetőséget kínáltak a konstruktőröknek a gépészeti szektorban, de új formájú alakzatok kialakítására csábították a mérész ívek megépítésére vállalkozó építészeket is. A hagyományos anyagokhoz képest lényegesen kisebb sűrűségű, kiváló termikus és mechanikai jellemzőkkel rendelkező, merevebb műszaki műanyagok az optimális tulajdonságok kidomborításával anyagtakarékos, gazdaságos alkalmazásokat tettek lehetővé. A kedvező sajátosságokat a gépjárműgyártásban a hagyományos anyagok fokozatos helyettesítésével jelentős üzemanyag-megtakarításban hasznosították. A sugárzással térhálósított termékek az *extrém**

*könnyű alkatrészek előállításán túlmenően, elvitathatatlan rangot vívtak ki a versenyautózásban, a Forma 1 területén is.*

Az elektronsugárással térhálósított PE fémhez kedvezőbb tapadása új távlatokat nyitott a fémek és a műanyagok együttes alkalmazásában is.

#### *Villamosipari és elektronikai alkatrészek tokozása*

A kiváló mechanikai és villamos tulajdonságokkal rendelkező gyantarendszerek villamosipari felhasználását több területen – elektronikus alkatrészek tokozásánál, illetve kapcsolóberendezések gyártásánál – korlátozta, hogy a gyantarendszer térhálósodását hőmérséklet-emelkedés kíséri, és a különböző anyagok eltérő hőtágulási együtthatója miatt a termék zsugorodik, ami repedezéshez, ill. a fém és a gyantarendszer egymástól való elválásához vezethet. A hátrányok elkerülésére – főleg a költségesebb termékek esetében – gyantával való tokozás helyett könnyű és nagy szilárdságú szálerősített hőre lágyuló műanyagokat alkalmaznak, amelyeket szobahőmérsékleten, a hatékony és gyors elektronsugárással térhálósítanak. Ezzel a megoldással további alkalmazási lehetőségek nyílnak a formázható hőre lágyuló félkész termékek, mint például az LFT, GMT termékek utólagos térhálósítása területén is.

#### *Villamos és mechanikai terhelésnek kitett kapcsolórendszerek mérsékelt hőálló műanyagokból*

A kevésbé hőálló, olcsóbb műszaki műanyagok, mint például a poliamid (PA) vagy a poli(butilén-tereftalát) (PBT) termikus tulajdonságait is javítani lehet elektronsugárással, amelyek így apró elektronikai szerkezeti elemek készítéséhez, a szálerősített kompozit termékek pedig nagy mechanikai teher elviselésére képes egységek gyártására is alkalmassá váltak. Az **Erlangeni Egyetem Műanyag-technikai Tanszékén** végzett mérések bizonyították, hogy a 30% üvegszálat tartalmazó PBT kompozit húzószilárdsága szobahőmérsékleten 25%-kal javult elektronbesugárzás hatására. Elektronmikroszkópos felvételekkel igazolták a sugárzás hatására bekövetkezett szálrendeződést, amely egyértelmű magyarázatot ad a szilárdság növekedésére.

#### *Nagy teherhordó képességű, összetett mechanikai igénybevételt is bíró tartóelemek gyártása*

A repülőgépgyártásban is felismerték a kitűnő tulajdonságokkal rendelkező, sugárással kezelt kompozitok előnyeit. Az új *Boeing 787* modellben az alapvető szerkezeti elemek 50%-át – beleértve a törzset és a hordozófelületet – szénszállal erősített kompozitból készítették, amellyel a gép teljes tömegét 20%-kal sikerült csökkenteni. Ennek a kimagasló műszaki megoldásnak a gazdasági vonzata is jelentős. A kisebb anyagfelhasználás, és főként az új technológia alkalmazásával feleslegessé vált 1500 alumíniumlemez és 40000-nél is több szegecs mérsékelte a gép előállítási költségeit.

### *Kis geometriájú, nagy szilárdsággal rendelkező PUR szendvicsszerkezetek*

A nyílt cellaszerkezetű, lágy poliuretán (PUR) habok elektronsugárzással történő utótérhálósításával a habok tulajdonságait módosítani lehet. Ezzel a lágy habok feldolgozástechnikai előnyeit össze lehet kapcsolni a kemény habok kedvező mechanikai tulajdonságaival, amivel a komplex kemény hab formadarabok előállítása sokkal könnyebbé válik. Ha ezek felületét mindkét oldalon vékony rétegben fémmel vagy más anyaggal laminálják, kis tömegű és nagy szilárdságú teherhordó szendvicsszerkezetek állíthatók elő.

### *Rendkívüli szilárdságú építőipari tartószerkezetek*

Az építőiparban forradalmi változást hozó vasbeton szilárdsági tulajdonságait is felülmúlja az acél helyett *üvegszállal vagy nyújtott és besugárzott műanyag szállal erősített beton*. Ilyen besugárzott, irányított szállal készített „szállbetonnal” az építmények könnyedebbé válnak, és olyan lélegzetelállítóan merész alkotások jöhettek létre, mint például az Ausztráliában (Metropole Brisbane) épített *Gateway Bridge*.

Összeállította: Dr. Pásztor Mária

Strahlenvernetzte Kunststoffrohre: unabhängig werden vom Kupferpreis = Extrusion, 13. k. 7. sz. 2007. p. 75.

Gehring, J.: Filigraner gestalten = Kunststoffe, 99. k. 7. sz. 2009. p. 64–65.