

## Szilikonkaucsukkal kombinált termékek előállítása

A hőre lágyuló műanyagok kétkomponensű fröccsöntése manapság már rutinműveletnek számít a műanyag-feldolgozásban. A hőre térhálósodó folyékony szilikonok ráfröccsöntése egy temoplasztra már komolyabb felkészülést igényel mind a tervező, mind a feldolgozó szakember részéről.

*Tárgyszavak: szilikonkaucsuk; hőre lágyuló műanyag; műanyag-feldolgozás; kétkomponensű fröccsöntés; műszaki műanyagok.*

Eddig úgy állították elő a hőre lágyuló műanyagból és folyékony szilikonkaucsukból (liquid silicon rubber – LSR) álló termékeket, hogy ezeket külön-külön legyártották, majd a két darabot külön műveletben összeragasztották. Manapság már néhány gyártó, pl. a **Rogan Corporation**, a **Medical Saint Gobain Plastics** kiküszöbölte a ragasztást olyan szilikonkaucsuk alkalmazásával, amely a szerszámban vulkanizálás közben hozzátapad, kvázi hozzávulkanizál a hőre lágyuló műanyagból fröccsöntött darabhoz. Ezek a kaucsukok (boundable liquid silicon rubber – BLSR) alkalmazhatók pl. PC, PBT, PPO, PA esetében, ezáltal egy adott termék különböző részein egyfelől a szilikongumi rugalmassága, másfelől a hőre lágyuló műanyag szilárdsága, merevsége érvényesül. Ebben az esetben tulajdonképpen *egy speciális 2K-fröccsöntés* valósul meg: az egyik komponens a szilikonkaucsuk, amely önmagában is A és B komponensből tevődik össze és a szerszámban vulkanizálással szilárdul meg. Fröccsönthető szilikonokat a **Wacker**, a **Saint Gobain**, a **Shin-Etsu** és a **Momentive** (korábban GE Silicones) cég gyárt. LSR típusaik tapadási tulajdonságait az *1. táblázat* mutatja.

1. táblázat

Szilikontípusok tapadása hőre lágyuló műanyagokhoz

Gyártócég	Előny	Hátrány
Shin-Etsu	tapad: PC, PEEK, poliészterek	nem tapad: PA limitált keménység
Momentive (korábban GE Silicones)	tapad: poliészter	nem tapad: PEEK, PA PC-nél utókezelés szükséges gyenge mechanikai szilárdság
Wacker	tapad: PC, PA	nem tapad: PEEK, poliészter
Saint Gobain	tapad: poliészter, egyes PC és PEEK típusok	nem tapad: egyes PC és PEEK típusok

## Termoplaszt/BLSR termékek alkalmazási területei

Az orvosi berendezéseknél fontos követelmény, hogy a termékek, alkatrészek gőzzel, forró levegővel sterilizálhatóak legyenek. A BLSR 180 °C-ig hőálló, de egyes típusai ennél magasabb hőmérsékletet is elviselnek, míg a hőre lágyuló műanyagok között már ismertek azok a típusok, amelyek ezeket az igénybevételeket elviselik.

Az LSR-nek sokszor a víz, ill. nedvesség elleni tömítés a szerepe. Fő alkalmazási területük az E+E és az orvostechnikai termékek gyártása. A **Rogan Corp.** pl. olyan szilikon tömítésű katétert gyárt, amely a műtétek alatt és után drainsőként funkcionál. A BLSR anyagok rendkívül szűk tűréshatárok között dolgozhatók fel, ugyanakkor tapadásuk a hőre lágyuló darab felületéhez kiváló és tartós. A korábbi technológiával gyártott termékeknél előfordult, hogy a ragasztás mentén bejutó légnedvesség előbb-utóbb degradációt indított el.

A BLSR/termoplaszt termékek kiváló vízszigetelő tulajdonsága lehetővé teszi, hogy különleges célokra is alkalmazzák őket, pl. halradar (víz alatt működő berendezés) vízzáró ajtajának előállításához.

## A BLSR technológia előnyei

A BLSR alkalmazásával a feldolgozás magas fokú automatizáltság mellett, rövidebb ciklusidőkkel valósítható meg. A kézi ragasztás elmaradása csökkenti a költségeket és kiküszöböli az emberi tényezőtől származó hibákat.

Fröccsönthető szilikonok ma már könnyen hozzáférhetők az USA-ból és Japánból. A japán **Shin-Etsu** pl. 20 különböző LSR típust gyárt, és a felhasználás növekedése a gyártókat további típusok kifejlesztésére ösztönzi.

A BLSR termékek élelmiszeripari alkalmazásának engedélyeztetése egyszerűbb, mint a korábbi ragasztott termékeké. Az USA-ban működő **FDA**-nál ez már kipróbált út, de bizonyára más országokra is igaz, amivel idő és pénz takarítható meg.

A darabok tervezésével járó mérnöki munka is leegyszerűsödik, mivel az összeszerelés, a ragasztás művelete kiesik. A BLSR/termoplaszt termékek fejlesztési ideje is lerövidül a kevesebb lépésből álló technológia következtében.

## Tervezési alapelvek

A tervezés első szakaszában meg kell ismerni a technológia sajátosságait, a termék funkcióját, hol, milyen körülmények között fogják azt alkalmazni, milyen kölcsönhatásban lesz egy adott berendezés egyéb elemeivel. Ezeket minden műanyagtermék tervezésénél át kell gondolni. A kétkomponensű termék megtervezésénél feltétlenül ajánlott ebben jártas szakember tapasztalatait igénybe venni, aki jól ismeri a fröccsönthető szilikon feldolgozását és az egyes komponensek összeférhetőségét.

### *A szerszámtervezés irányelvei*

#### *A hőre lágyuló anyag kiválasztása:*

- Mivel a szilikonkaucsuk a szerszámban emelt hőmérsékleten vulkanizálódik, csak olyan műanyagok jöhetnek számításba, amelyek ezen a hőmérsékleten nem deformálódnak. Fontos továbbá, hogy a szilikon és a hőre lágyuló réteg között megfelelő tapadási szilárdság jöjjön létre. Elsősorban a műszaki műanyagok jönnek számításba, pl. a PC, PA, PBT, ABS ötvözetek, PEEK. Fontos még az alkalmazott műanyag zsugorodásának pontos értéke, mert ha ezt nem veszik jól számításba, akkor a folyékony szilikon áramlási útja esetleg nem lesz akadálymentes. Az alkalmazott termopasztoknál a zsugorértékek 2–5% között, a szilikonnál 2–3% között vannak. A zsugorérték a konkrét technológiában a szerszámban fellépő térkitöltési nyomástól, a vulkanizálási időtől és a folyásirány megválasztásától is függ.

#### *Állandó vagy fokozatosan változó falvastagság:*

- A hőre lágyuló műanyag darabnál egyenletes falvastagságot kell alkalmazni, ez elősegíti a szerszámüregben a térkitöltést és minimalizálja a késztermék vetemedését és a zsugorodásból eredő beszívódásokat. A teherhordó részeket bordázatokkal és nem a falvastagság növelésével kell erősíteni. Az egyenletes falvastagság gyorsabb térkitöltést, és ezáltal rövidebb ciklusidőt és megbízható termékminőséget eredményez. A szilikonkaucsuk jól bírja a falvastagság-változásokat, de ügyelni kell a fokozatos átmenetre az egyes rétegvastagságok között. Akár tizedmiliméter vastag membránok is gyárthatók belőle. A nagyobb falvastagságok növelik a ciklusidőt a hosszabb vulkanizálás miatt.

#### *Beömlők tervezése:*

- A hőre lágyuló műanyag fröccsöntésénél a beömlőket mindig a nagyobb falvastagságú területekre kell tervezni. Ezzel elkerülhetők a beszívódások és a nemkívánatos lunkerek képződése. Hasznos lehet az áramlás előzetes vizualizálása, mielőtt kijelölik a beömlő helyét. A hőre lágyuló műanyag és a szilikon külön-külön beömlőn keresztül érkezik a szerszámba. A szilikonréteg eltakarhatja a termoplaszt beömlési pontját, így az javít a termék esztétikai megjelenésén. A beömlési pontok helyét úgy kell megválasztani, hogy azok ne akadályozzák a termék funkcióit, pl. ne legyen beömlőnyílás egy tömítési felületen, ugyanakkor az ömledék gyors térkitöltése biztosított legyen, valamint a készterméken ne legyenek beszívódások. Az összecsapási vonalak kerüljenek olyan helyre, ahol a darabban ébredő feszültség, a csökkent szilárdsági érték nem okoz problémát a teherbírásban. Több szilikonelemet tartalmazó darabnál a beömlés helyét úgy kell megválasztani, hogy mindegyik elemhez könnyen jusson el az LSR a fröccsöntés során.

#### *A szilikonelem betöltésének biztosítása:*

- Egy adott késztermék több helyen, többféle szilikonelemet tartalmazhat, pl. puha perem, tömítőfelület, membrán stb. Ilyenkor a hőre lágyuló műanyagba

folyási csatornákat kell tervezni, hogy a szilikon akadálymentesen eljusson egyik elemtől a másikig.

*Optimális tapadási szilárdság elérése:*

- A szilikonnak és a hőre lágyuló műanyagnak minél nagyobb felületen kell érintkeznie, ami által a két anyag között megfelelően erős kötés képes kialakulni. Ennek megfelelően kell megtervezni az áramlási utakat, hogy minél több áthatás, „áthurkolódás” jöjjön létre a két komponens között. Ahol lehetséges, a kémiai kötés (rávulkanizálás) mellett célszerű mechanikai kötéseket is kialakítani, pl. alámetszéssel.

Összeállította: Csutorka László

Ritzema, J.: The very latest in silicone/thermoplastic parts molding = [www. design-fax.net/enews/20091208/feature-1.asp](http://www.design-fax.net/enews/20091208/feature-1.asp)

Klann, C., Voss, S.: Five tips for designing two shot, silicone-thermoplastic parts = [http:// medicaldesign.com/materials/five\\_tips\\_designing\\_1008/](http://medicaldesign.com/materials/five_tips_designing_1008/)