

Fluorozott folyékony szilikonkaucsukok

Fluorozott folyékony szilikonkaucsukokat fejlesztettek ki, amelyek részben hasonló tulajdonságokkal rendelkeznek, mint a hagyományos kopolimer jellegű szilikonkaucsukok, de vegyszerállóságuk több közeggel szemben lényegesen jobb. Alkalmazásuk elsősorban az autópárházban előnyös.

Tárgyszavak: fluorozott szilikonkaucsuk; vegyszerállóság; autópárház; mechanikai tulajdonságok.

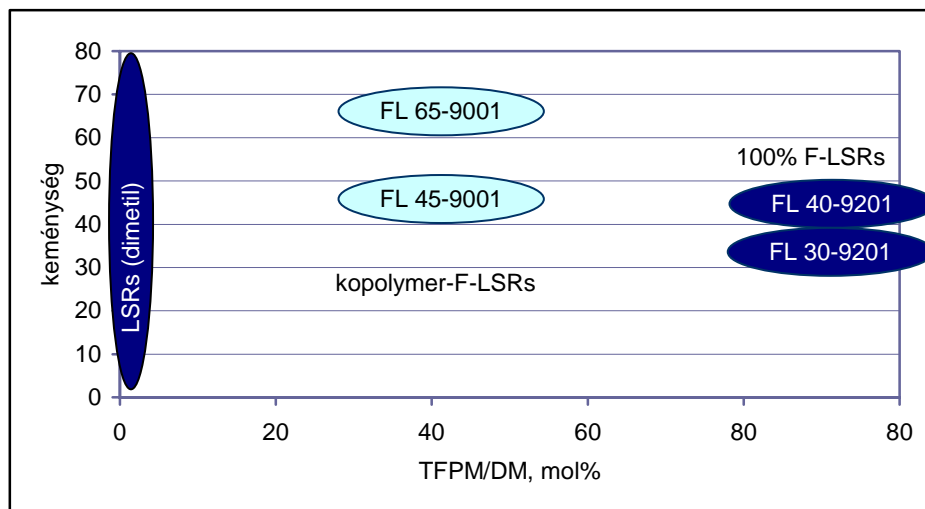
A **Dow Corning** olyan fluorozott folyékony szilikonkaucsukot (F-LSR) állított elő, amely tulajdonságaiban emlékeztet a hagyományos fluorozott szilikonkaucsukokra (FSR), de a főlánc mindkét metilcsoportját trifluor-propil csoporttal helyettesítették. A feldolgozhatóság tekintetében viszont az új termék a hagyományos folyékony szilikonkaucsukokra (LSR) emlékeztet (1. ábra). A további fejlesztés a piacra kerülő típusok vegyszerállóságának és keménységének javítására irányul. Az eredeti kopolimeralapú F-LSR technológia arra szolgált, hogy javítsa az üzemanyag- és olajállóságot, valamint a gumyszerű tulajdonságokat a polimerkeverékekhez képest. A polimerkeverékek elegyíthetősége általában lényegesen rosszabb, mint a kopolimereké. A *Silastic* 100%-ban fluorozott F-LSR és a kopolimer jellegű F-LSR között az alábbi hasonlóságok állnak fenn:

- a részben kristályos jelleg kiküszöbölése miatt alacsonyabb hőmérsékletig használható (nincs olvadáspont, a kopolimer F-LSR üvegesedési hőmérséklete kb. -100 °C , a 100% F-LSR-é -70 °C),
- szélesebb termikus stabilitási tartomány,
- jó mechanikai jellemzők (szakító- és továbbszakító-szilárdság).
- Ugyanakkor az új, 100% F-LSR *Silastic* típusok határozott előnyöket is mutatnak a kopolimerekkel szemben:
- kitűnően ellenállnak az apoláris oldószereknek, olajoknak, üzemanyagoknak,
- jobban oldódnak poláris oldószerekben (pl. észterekben, ketonokban),
- hasonló vegyszerállóságot mutatnak, mint a hagyományos szilárd szilikonkaucsukok (FSR).

Mindkét termékcsaládnak jó a hidegállósága és a hőállósága. Már 5% trifluor-propil-csoport bevitelle a dimetil-sziloxán főláncba megszünteti a -40 °C körül bekövetkező kristályosodást. A fluorozott *Silastic FL 30-6201* hidegállósági határa mintegy -70 °C , a *Silastic FL 45-9001* és a *Silastic FL 65-9001* típusú pedig kb. -100 °C , a magas hőmérsékletű tulajdonságok romlása nélkül.

A négy F-LSR típust az *ASTM D2000-06ae1* szerint autópárház célokra minősítették. A szabvány betűkkel jelöli a típusokat: az első a hőregítési jellemzőket, a másó-

dik az olajban való duzzadást jellemzi (1. táblázat). A 2. ábrán látható a fluorozott szilikonkaucsukok duzzadása különböző közegekben. Különösen jó a stabilitás az agresszív dízelolajjal szemben. A vizsgálatokból az is kiderült, hogy a közeghatás ellenére a kaucsukok megtartották jó mechanikai jellemzőiket is. A fluorszubsztitúció pozitív hatása nemcsak a kisebb duzzadásban, de a kisebb permeabilitásban (áteresztőképességben) is megmutatkozik. A CE10 üzemanyaggal (amely 10% etanolt tartalmaz az ún. C referencia-üzemanyagban) 60 °C-on végzett permeációs kísérletekben (3. ábra) kiderült, hogy már a fluortartalmú kopolimerek is jelentős javulást eredményeznek a tiszta dimetil-sziloxánhoz (dimetil-HCR) képest, a 100% F-LSR és az FSR típusok pedig újabb minőségi ugrást jelentenek. A standard körülmények között kapott eredményeket megerősítették a valós O-gyűrűkön végzett mérések is. Itt vizsgálták az ösz-szenyomás hatását is a permeációra. A dimetil-sziloxán gumiknál az ösz-szenyomás hatására csökken ugyan az áteresztőképesség, de még mindig sokkal nagyobb, mint a 100%-ban fluorozott szilikonkaucsukok esetében, ahol a nyomásfüggés szinte elhanyagolható. A kopolimerek viselkedése átmeneti a két szélsőség között.

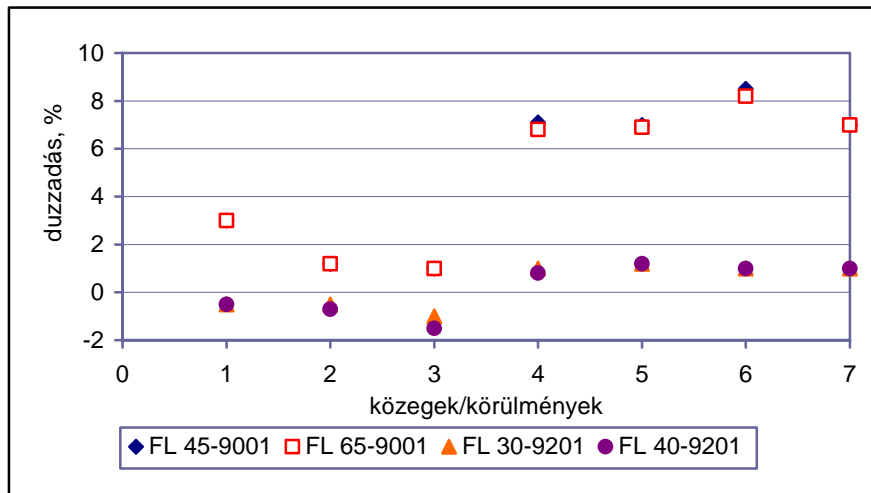


1. ábra A Silastic új fluorozott szilikonkaucsuk-típusok keménysége a sziloxán főláncban lévő trifluor-propil-metil csoportok mennyiségének függvényében (rövidítések: TFPM = trifluor-metil csoport; DM = dimetil csoport)

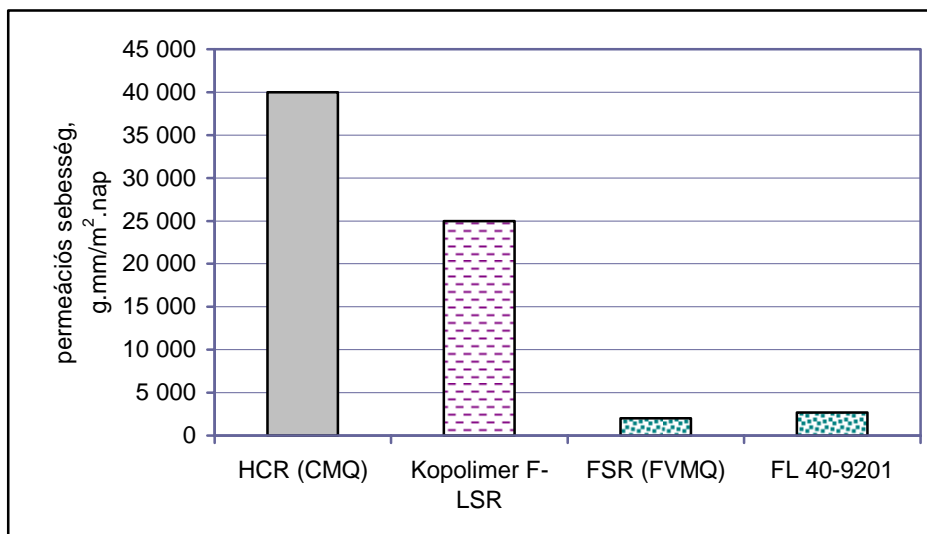
1. táblázat

Négy fluorozott *Silastic* szilikonkaucsuk 70 órás hőregítési és olajállósági vizsgálatának eredményei

Silastic F-LSR típus	ASTM D2000 szerinti jelölés
FL 30-9201	FK
FL 40-9201	GK
FL 45-9001	GJ
FL 65-9001	GJ
<i>Típusba sorolás</i>	<i>Osztályba sorolás</i>
F=200 °C	J = <20% duzzadás 150 °C
G=225 °C	K = <10% duzzadás 150 °C



2. ábra Különböző közegekben 60 °C-on öregített fluorozott kaucsukminták duzzadása
 Közegek: 1. MA4 7d/175C; 2. SLX 0W30 3d/150C; 3. SLX 0W30 500 óra/150C; 4. IRM 903 72 óra/150C; 5. IRM 903 500 óra/150C; 6. FAME Biodízel 3d/40C; 7. Dízel 3d/40C.
 Megjegyzés: az FL 45-9001 és az FL 65-9001 minták duzzadása azonos volt az adott közegben, és ugyanez érvényes az FL 30-9201, FL 40-9201 anyagpárra.



3. ábra Összenyomás nélküli kaucsuklemezek permeációja CE10 üzemanyagban, 60 °C-on

Egy további vizsgálatban két különböző *Silastic F-LSR* típust és egy FSR-t 1000 órás öregítésnek tettek ki 150 °C-on ATF+4 olajban, ami rendkívül agresszív közegnek számít. A kopolimertípusú F-LSR ilyen körülmények között szinte teljesen tönkrement, míg a *Silastic 100% F-LSR* és az FSR annak ellenére, hogy vesztett szakítószilárdságából, más mechanikai tulajdonságaiból sokat megőrzött. A 100%-ban fluo-

rozott szilikonkaucsukok utótemperálás nélkül is kis maradó alakváltozást mutatnak, ami tömitéseknél nagyon fontos. A fluorozott LSR típusok néhány jellemzőjét a 2. táblázat foglalja össze.

2. táblázat

Az F-LSR típusok néhány jellemzőjének összefoglalása

Anyag/Tulajdonság	Silastic FL 45-9001	Silastic FL 65-9001	Silastic FL 30-9201	Silastic FL 40-9201
Keménység, Shore A	45	65	30	40
Duzzadás, C üzemanyag, %	143	110	20	20
Duzzadás, olaj, %	5–10	5–10	0–5	3
Szakítószilárdság, MPa	5,5	5	8,3	8,3
Továbbszakító szilárdság, N/mm	17,5	12	16	17,5
Szakadási nyúlás, %	300	200	300	300
Maradó deformáció, % (177 °C, 22 h)	17	17	25	30
Extrúziós sebesség	125	100	65	25

A fluorozott szilikonkaucsukok alkalmazása

Ebből az anyagcsaládból fröccsöntéssel bonyolult alakú, üzemanyaggal szemben ellenálló termékek készíthetők. *A 100% F-LSR kaucsukok ugyanolyan fröccsgépeken dolgozhatók fel, mint az ismert folyékony dimetil-szilikonkaucsukok.* Az F-LSR típusok az LSR és az FSR típusok előnyeit egyesítik, amelyek a következők:

- kis viszkozitás,
- rövid ciklusidő,
- hosszú fazékidő,
- körülfröccsönthetőség.

A kis viszkozitásnak számos előnye van, kisebb fröccsnyomás mellett is gyorsabban lehet dolgozni, a darabokon kevesebb a sorja és többfészkés szerszámokkal lehet dolgozni. A szilárd fluorozott szilikonkaucsukoknál a nagy viszkozitás miatt csökkenteni kell a feldolgozási hőmérsékletet, hogy az anyag teljesen kitöltse a szerszámot, és ez csökkenti a termelékenységet. A cseppfolyós fluorozott szilikonkaucsuk felhasználása növeli a termelékenységet, emelni lehet a szerszám hőmérsékletét, amivel nagyobb térhálóság mellett is csökkenthető a vulkanizációs idő. A hagyományos fluorozott szilikonkaucsukoknál fellépő, nem teljes vulkanizáltságból eredő problémák csak a vulkanizációs idő növelésével küszöbölhetők ki, a folyékony verziók esetében a szerszámhőmérséklet növelése is járható út. A kis viszkozitás azonban alacsonyabb szerszámhőmérséklet mellett is biztosítja még a bonyolultabb szerszámformák kitöltését is, ezzel javítva a termelékenységet. Különösen szükség van erre a tulajdonságra, ha a szilikonkaucsukkal valamilyen műszaki műanyag betétet akarnak körülönteni.

A fazékidő is problémát jelenthet, hiszen a már bekevert komponensek idővel térhálósodnak, és az a cél, hogy a hét végi leállítás során ne „álljon be” a gépbe a feldolgozatlan kaucsuk. A 100% F-LSR típusok fazékideje hosszabb a standard LSR típusokénál.

A műszaki műanyagok fluorozott szilikonkaucsukkal való körülöntése külön műveletben is lehetséges, de többkomponensű fröccsgépet használva két egymás utáni ciklusban, egy szerszámban is el lehet végezni. Ez a megoldás nagyobb fokú integrációt és a termelési folyamat egyszerűsítését teszi lehetővé. Ezzel idő, tárolási hely takarítható meg, csökken a minőségbiztosítási lépések száma, elmaradnak bizonyos szerelési költségek. Tekintettel arra, hogy a modern gyártási folyamatokban az egyre kisebb motorok terjednek el és a hangsúly a gazdaságosságon, a környezetkímélő megoldásokon van, ezek az új nyersanyagok is hozzájárulhatnak a piaci követelmények kielégítéséhez.

Fő felhasználó az autóipar

Folyékony fluorozott szilikonkaucsukból előállíthatók tömítőgyűrűk, egyéb tömítések, membránok, átvezető hüvelyek, egyéb kisebb-nagyobb, egyszerűbb vagy bonyolultabb alakú termékek, amelyeknek számos potenciális előnyük van. Stabilitás olaj- és üzemanyag-tartalmú környezetben, nem duzzadnak erősen ilyen közegekben és széles hőmérséklet-tartományban felhasználhatók. Ez különösen fontos az autóiparban, ahol sok alkatrésznek erősen változó körülmények között is nagyjából állandó tulajdonságokat kell mutatnia, legyen szó hidegről vagy melegegről, szennyezett környezetről vagy időjárási viszonyokról. A szilárd fluorozott szilikonkaucsukkal szemben előnyt jelent a harmadával nagyobb termelékenység, ami többféle előnyből tevődik össze:

- kevesebb alkalmazottra van szükség adott darabszám előállításához,
- nem kell külön személyzet az utóműveletekhez,
- a termékek sorjamentesek,
- rövidebb ciklusidő a gyorsabb térhálósodási reakció miatt,
- nagyobb fészekszámú szerszámok használhatók, mint a szilárd fluorozott szilikonkaucsuk esetében,
- a fröccsöntésben és a termékeltávolításban nagyobb automatizáltság valósítható meg.

A termelés megbízhatóbb (konstans terméktömeg) és a kisebb nyomás miatt kevesebb a karbantartási költség is. Ez a feldolgozó gépek és szerszámok hosszabb élettartamában is tükröződik. Az is csökkenti a beruházási költségeket, hogy a megszokott LSR feldolgozógépek használhatók a technológiában. A munkakörnyezet is kellemesebb, mert a platínakatalizátor alkalmazása miatt alacsonyabb hőmérsékletű és szagtalan a térhálósítás.

A Dow Corning által már eddig is kínált dimetil-metil-trifluor-propil szilikonkaucsukok mellett a szigorúbb követelményrendszer kielégítésére 100%-ban fluorozott folyékony szilikonkaucsukok is megjelentek, amelyek a hagyományos fo-

lyékony szilikonkaucsukot feldolgozó gépekkel is feldolgozhatók. A jövőben várható még további fluorozott szilikonkaucsuktípusok megjelenése is:

- nagyobb Shore A keménységű típusok,
- önkénő Silastic F-LSR,
- önmagához tapadó Silastic F-LSR,
- speciális típusok autóiipari, villamos ipari, repülési és űrrepülési célokra.

Összeállította: Dr. Bánhegyi György

M. Pagliani; E. Bravais; L. Tonge: 100% Fluor-Flüssigsilikonkautschuk von Dow Corning = GAK, 61. k. 12. sz. 2008. p. 779–783.

Röviden...

A gyanta-transzferöntés folyamatának szimulálása

A gyanta-transzferöntés (RTM, resin transfer molding) folyamatában először a szerszámba helyezik a száraz üveg- vagy szénszálakat, majd a zárt szerszámba injektálva a térhálósítót tartalmazó gyantát, átítatják vele az erősítévázat. Végül megfelelő nyomás és hőmérséklet mellett térhálósítják a szerkezetet. Ezzel a technológiával *könnyű szerkezeti elemeket* készítenek a repülőgép-, jármű- és gépjármű- számára, de sport- és szabadidőcikkeket is állítanak elő ilyen módon.

Egy jól reprodukálható folyamat előkészítése során elengedhetetlen a töltési folyamat szimulálása. A jelenleg hozzáférhető szimulációs programok azonban a kisebb vállalatok számára vagy túl drágák, vagy csak más programokkal együtt vásárolhatók meg.

A Rapperswili Főiskola Anyagtechnikai és Műanyag-feldolgozási Intézete (**IWK, Institut für Werkstofftechnik und Kunststoffverarbeitung**) ezért kidolgozta *myRTM* nevű programját, amelyben elhagyta a megvásárolható programok ritkán használt részeit, és elsősorban a megjelenítésre és az egyszerű használatra koncentrált. A programmal a gyanta injektálásának folyamata néhány klikkeléssel megjeleníthető. A szálerősítés gyantát áteresztő zónái és a beömlők a szimuláció alatt megváltoztathatók. Menet közben módosítható az injektálás nyomása is, és megfigyelhető ennek a hatása.

Az *myRTM* az internetről (GPL, General Public Licence) ingyen letölthető akár *kereskedelmi alkalmazásra is*. A szoftver Windows és Mac rendszerben futtatható és folyamatosan továbbfejlesztik.

P. K-né

RTM-Pocesse simulieren = Kunststoffe, 101. k. 12. sz. 2010. p. 118.

Nagy hőállóságú poliamid

Az autóipar a beszállítók felé egyre magasabb szintű elvárásokat fogalmaz meg: nagyobb hőállóságú, kiváló mechanikai tulajdonsággal rendelkező, ugyanakkor költségkímélő műanyagokat igényel. A német **Bada AG** kifejlesztette *Badamid PPA HT* márkajelű aromás poliftálamid (PPA) típusát, amely kiváló hőállósággal, kitűnő mechanikai jellemzőkkel és jó ár/teljesítmény aránnyal rendelkezik. A szokásos PA 66-hoz képest több mint 50 °C-kal magasabb olvadáspontja miatt olyan új alkalmazásokra is megfelel, amelyeket eddig csak drága nagy teljesítményű műanyagokkal – pl. PPS, PEI – lehetett megoldani.

A cég az új poliamidból vezetőképes és oldószerekkel szemben ellenálló típusokat is gyárt. A 60% üvegszáltartalmú *Badamid PPA HT* kompozitból gyártott termék fém alkatrészek helyettesítésére és szerkezeti elemként alkalmazható. Halogénmentes égésgátló adalékanyagokkal ellátott típusa az UL 94 szerinti VO besorolást is elérte. A cég vevői kívánságra hőálló szervesetlen színezékekkel színes PPA típusokat is gyárt. Az élelmiszerekkel érintkező anyagokra vonatkozó előírások figyelembevételével kifejlesztették továbbá a *Badamid PPA WL* típust.

P. M.

Polyamid in heißer Umgebung = K-Zeitung, 41. k. 18. sz. 2011.p. 30.

Új önkenő poliamidkompaundok

Az olasz **Nilit Plastics Europe S.r.l.** kopásnak nagymértékben kitett alkalmazási területekre újfajta, alacsony súrlódást biztosító PA 6, PA 66 típusú poliamidokat és PA 66 alapú kompaundokat fejlesztett ki. A *kenőanyagot tartalmazó új poliamid típusok* megbízható és karbantartást nem igénylő üzemmódot tesznek lehetővé, amikor két felület mozgás közben érintkezik egymással.

A Nilit eltérő alkalmazási területekre – a terhelés és a kopást befolyásoló alkatrészek mozgási sebességének figyelembevételével – különböző termékeket kínál:

- *Polynil P 240 HLS* töltetlen PA 66, forró, agresszív körülmények között is kitűnő ellenálló képessége folytán a láncfeszítésnek kitett autóalkatrészek gyártására ajánlott;
- *Nilamid AXP 159* típus kiváltképp a mikrokapcsolók/megszakítók gyártásához előnyös, megfelel az IEC 60335 biztonságtechnikai követelményeknek is;
- *Nilamid B3 H G10 TF6*, valamint a *Nilamid A3 H2 C3 TF3* típusok 50% üvegszállal és 15% szénszállal erősítettek. Mindkét típust kimagaslóan jó merevsége és kis tömege miatt különösen nagy sebességű hajtások/áttételek, nagy igénybevételeknek kitett elemek előállításához javasolják.

P. M.

Schmiert sich selbst = K-Zeitung, 41. k. 18. sz. 2011.p. 30.