

Hőre keményedő műanyagok. II. rész

Dr. Füzes László okl. vegyészmérnök

5. Poliuretánok

A poliuretán (PUR) elnevezés a polimerek nagyon sokféle kémiai összetételű csoportját jelöli. Ezek egyetlen közös vonása az, hogy két- vagy többfunkciós izocianátvegyületek alkotják a rendszer egyik fő összetevőjét.

Eleinte a poliuretánokat folyékony monomerek, vagyis izocianátok és ún. polioloak, vagyis hosszabb-rövidebb láncú, reakcióképes hidrogénatomokat tartalmazó többértékű alkoholok reakciójával állították elő. A polioloak általában poliészter- vagy poliéteroligomerek (molekulatömegük legtöbbször 200–2000) és/vagy kismolekulájú vegyületek, mint pl. glikolok, glicerinek, bután-diol stb. Jelenleg is így készül a poliuretán termékek legnagyobb része. Már ezek a vegyületek is igen sokféle változat előállítására alkalmasak, különösen, ha a különböző adalékanyagok (pl. katalizátorok, habosítószerke, lánczáró- vagy hosszabbító adalékok, térhálósító- és gyorsítószerke, töltőanyagok, stabilizátorok stb.) hatásait is figyelembe vesszük.

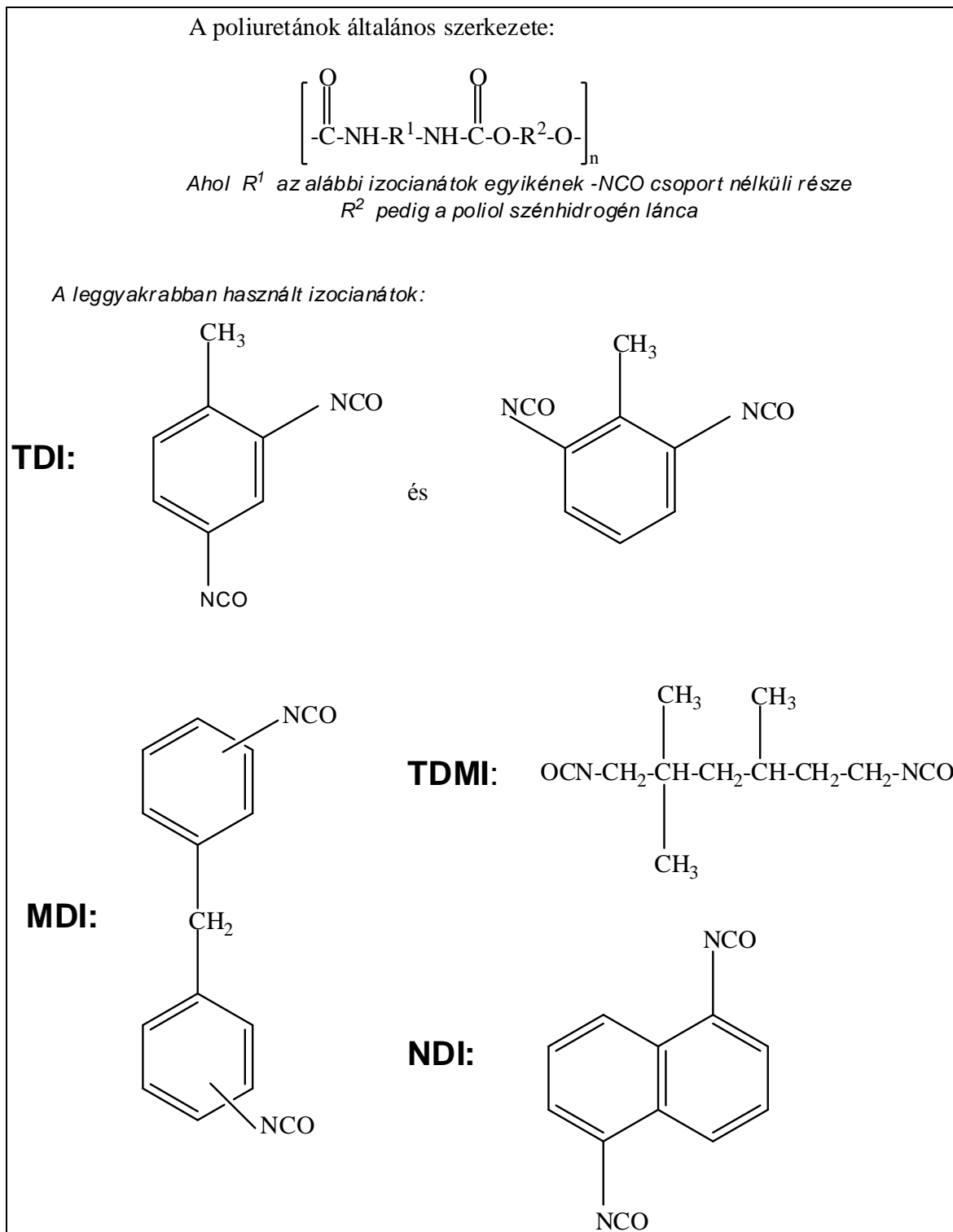
Később más reakcióképes (ún. aktív) hidrogénatomokat tartalmazó vegyületeket is felhasználtak, ezek közül elsősorban az amincsoportokat tartalmazó anyagoknak van nagyobb ipari jelentősége. Az ilyen reakcióval előállított polimereket polikarbamidoknak is nevezik. Karbamid jellegű vegyületekkel az izocianátok ún. alofán szerkezetű kötések hoznak létre. A poliuretánkémiaiban felhasznált, aktív hidrogént tartalmazó vegyületek száma szinte végtelen (pl. amidok, karboxilsavak, víz, ketonok, aldehidek, pirrolok, cianohidrinek stb.).

A poliuretánkémia másik ágát azok a reakciók jelentik, melyek során az izocianátcsoportok nem aktív hidrogént tartalmazó vegyületekkel reagálnak, hanem ciklikus vegyületek gyűrűnyitással egybekötött addíciós reakciójában vesznek részt. Ilyen vegyületek pl. a gyűrűs savanhidridek, karbodiimidek, di- és poliizocianátok. Az így előállított vegyületek ipari jelentősége viszonylag csekély. A két- illetve háromfunkciós izocianátokból előállítható izocianurátkötések ridegebb, nagy hőállóságú (200–250 °C) vegyületeket eredményeznek.

A kétféle reakció egyszerre, párhuzamosan is lejátszódhat, mivel vannak olyan vegyületek, amelyek gyűrűnyitásos és aktív hidrogén átadásán alapuló reakciókra egyaránt képesek (pl. iminek, gyűrűs ketonok, epoxi-vegyületek, acetilének). Az, hogy adott esetben melyik mechanizmus dominál, a reakciókörülményekkel is befolyásolható.

Az izocianátok közül az MDI és a TDI felhasználása sokkal nagyobb, mint a többi izocianaté együttvéve. A TDI rendszerekhez térhálósító szerként szükséges

diaminok toxikusak, ezért ezeket az anyagokat csak zárt rendszerben lehet feldolgozni, ugyanakkor maga a feldolgozási folyamat sokkal egyszerűbben kézben tartható, mint az MDI esetében.



5.1. ábra Poliuretánok szerkezete és a legfontosabb izocianátok képlete

Az NDI a melegen kötő, ún. *Vulkollan* típusú öntőgyanták alapanyaga.

A kényelmesebb kezelhetőség érdekében a PUR rendszerek komponenseit gyakran (általában különféle adalékanyagokkal is előre összekevert) ún. előpolimerek (oligomerek) formájában forgalmazzák, a nagyobb felhasználók saját maguk állítják elő azokat. Az ilyen anyagok zárt csomagolásban hosszú ideig eltarthatók.

Feldolgozásuk során térhálósító szert és/vagy katalizátort, gyorsítót adagolnak a rendszerhez. Ezekben a prepolimerekben az izocianátcsoportokat gyakran kémiaiilag „blokkolják”, azaz olyan csoporttal reagáltatják le, amelyekkel a kötés katalizátor és/vagy hő hatására a feldolgozás során felbomlik, és a felszabaduló izocianátcsoportok részt vehetnek a poliuretángyantákat eredményező reakciókban.

A poliuretángyanták tulajdonságai nagymértékben függenek kémiai szerkezetüktől. Vannak kemény és lágy, gumyszerű öntőgyanták, hőre lágyuló (amorf és részlegesen kristályos) poliuretánok, de legnagyobb részüket térhálós polimerként, kemény, félkemény és lágy habok formájában használják fel. A poliuretánok epoxi- és poliésztergyantákkal, illetve polisztirollal, PVC-vel (és más polimerekkel) ún. egymásba hatoló vagy félig egymásba hatoló hálós (angolul interpenetrating és semiinterpenetrating networks) polimerszerkezeteket hoznak létre, amelyek tulajdonságai sok szempontból kedvezőbbek, mint az összetevőké.

A habosított poliuretánok számos tulajdonsága elsősorban a habosítás mértékétől, de bizonyos fokig a habszerkezettől is függ. Így pl. az integrált habok szilárdsága jobb, mint a közönséges, azonos sűrűségű haboké, a zárt- és a nyíltcellás habok légáteresztő- és úszóképessége, hang- és hőszigetelése eltérő. Az úszóképesség, azaz a hab azon tulajdonsága, hogy a vízben nem süllyed el, a mentőmellényekben, kishajók habbal kitöltött légszekrényeiben, bójákban, különféle vízi sporteszközökben fontos.

A hőre lágyuló, részlegesen kristályos poliuretán tulajdonságai sok tekintetben a poliamidokéhoz hasonlítanak. Kémiai felépítésüktől függően lehetnek egészen lágyak és kemények is. Hőállóságuk és mechanikai szilárdságuk általában a keménységgel együtt növekszik.

A poliuretánokat többé-kevésbé jellemző tulajdonságok

- Jó húzó- és tépőszilárdság, nagy továbbszakító-szilárdság. Ütésállóságuk, szívósságuk, fárasztással, vibrációval szembeni ellenállásuk kitűnő.
- Hőállóságuk viszonylag gyenge, 80 °C felett csak speciális típusok (pl. a *Vulkollan* öntőgyanták, izocianurátalapú rendszerek) használhatók. Ugyanakkor a térhálós anyagok tulajdonságai a hőmérséklet függvényében (hőállóságuk határáig) alig változnak. Hidegállóságuk kitűnő, egyes típusok akár –200 °C-ig is rugalmasak maradnak.
- Kopásállóságuk kitűnő, a műanyagok között szinte a legjobb.
- Villamos szigetelőképességük jó, dielektromos állandójuk és veszteségi tényezőjük nagy. Kúszóáram-szilárdságuk jó.
- Éghetőségi jellemzőik nagyon kedvezőtlenek, csak égésgátló adalékokkal elégitik ki az ilyen irányú előírásokat. Égésük során erősen mérgező vegyületek

is keletkezhetnek. Tűzesetek során főleg a habtermékek lehetnek veszedelmesek, mert ezek (égésgátló szerek nélkül) nagyon hevesen égnek. Ugyanakkor igen elterjedten használnak PUR habokat a bútorok, járművek ülés párnázataiban, továbbá az épületek hőszigeteléséhez, ezért éghetőségi tulajdonságaik ilyen alkalmazásoknál különös figyelmet érdemelnek.

- A teljesen polimerizált, vagyis szabad monomereket már nem tartalmazó poliuretán fiziológiailag semleges, élelmiszeripari és gyógyászati célokra is alkalmas.
- Vegyszerállóságuk viszonylag gyenge. Hidrolízisre minden típusuk hajlamos, az éteralapú polioloikat tartalmazó típusok kevésbé, mint az észterbázisúak. 40 °C-on még évekig ellenállnak a víznek, de 70–80 °C-on már napok/hetek alatt elbomlanak. A hideg víz csak kismértékben (1–5%) duzzasztja a poliuretán-termékeket. Híg savaknak és lúgoknak, sóoldatoknak ellenállnak. Rendkívül jó az olaj- és benzinállóságuk, nagy aromástartalmú benzinek azonban kissé duzzasztják. Poláros szerves oldószerek, mint pl. alkoholok, klórozott szénhidrogének, észterek, ketonok erősen duzzasztják, gyakran teljesen elroncsolva a térhálós, és feloldva a termoplasztikus típusokat. Oxigénnel és ózonnal szemben a legtöbb típus ellenálló.
- Időjárás-állóságuk az alifás izocianátokat és polioloikat tartalmazó típusok kivételével gyenge. Bizonyos típusokat (főként a poliészteralapú polioloikat tartalmazókat) nedves és meleg klímán mikroorganizmusok és gombák megtámadhatnak.
- A különleges típusok kivételével olcsók.
- A poliuretánokat elsősorban habosítási technológiákkal dolgozzák fel. A habosítószerként korábban elterjedten használt freonok használatát környezetvédelmi okokból ma már betiltották.

Az öntőgyanták egy része „hidegen” (40–70 °C), másik része „melegen” (120–140 °C) köt. Vannak merev, sűrű térhálós szerkezetű PUR öntőgyanták, ezeket elsősorban villamosipari tokozóanyagként használják. A rugalmas (*Vulkollan* típusú) gyantákból műszaki cikkek készülnek.

A termoplasztikus poliuretánokat legtöbbször fröccsöntéssel és extrúzióval dolgozzák fel. Vannak poliuretán SMC típusok is. Lakkok, festékek és porbevonó anyagok formájában is használnak poliuretángyantákat önmagukban és más polimerekkel társítva egyaránt.

A poliuretánok legfontosabb alkalmazási területei:

- a) Kis- és közepes sűrűségű lágy habokból
- kárpitozott bútorok ülési, matracok,
 - járműülések párnázata,
 - szivacsok, csomagolóeszközök párnázata,
 - ütközők energiaelnyelő közege,
 - hang- és hőszigetelés,

- padlószőnyegek alsó szivacsrétege,
 - nyílt, szabályozott cellaszerkezetű típusokból szűrők készülnek víztisztításhoz, légkondicionáló berendezésekhez és más célokra.
- b) A félmerev, RIM technológiával gyártott integrálhabok
- konyhai, irodai és munkahelyi ülések,
 - gépkocsik fejtámaszai, rugalmas tapintású fogantyúk, volánok, gyerekülések, kerékpárnyergek,
 - ütközők energiaelnyelő rétege, visszapillantó tükrök háza, légtelítő lemezek, sárvédők, műszerfalak,
 - cipőtálpak és -sarkak, gumicsizmák, sportcipők, strandpapucsok alapanyagai.
- c) Kis- és közepes sűrűségű kemény habokból készített termékek:
- épületek, hűtőszekrények, hűtőkamionok és -vagonok, melegváltatók, járművek, hűtőházak, csövek, tartályok, hőszigetelése, gyakran alumínium- vagy acéllemez héjakkal kombinált szendvicsszerkezetekben,
 - kishajók, csónakok légszekrényeinek kitöltőanyaga,
 - hézag-tömítés épületeknél (pl. ablak- és ajtókereteknél),
 - képkeretek, stílbútor-utánzatok,
 - rázkódástól védő csomagolások (a fóliába zárt terméket a dobozban körülhasonítják),
 - nyílt cellaszerkezetű habok virágok hidroponikus táplálására és más kertészeti célokra,
 - napenergia-gyűjtő berendezések keretei,
 - radarkupolák,
 - meddőközet és omladékon szénfrontok megkötése bányaművelésnél.
- d) Kemény integrálhabokból, gyakran töltő/erősítő anyagokkal társítva, esetenként erősítő és/vagy csavarmenetet tartalmazó fémbetéteket beágyazva
- ajtók, ablakkeretek, speciális formájú nyílászárók fedelei és keretei, vízelveztők, tetőszellőzők, párkányok,
 - műszerek, irodagépek, számítástechnikai és szórakoztató elektronikai eszközök burkolatai,
 - gépkocsik és más járművek műszerfalai, légtelítő lemezek, ütközők, ülések, sárvédők, karosszériaelemek,
 - különféle bútorok, mint pl. ülések, szekrényoldalak, asztalkák, fürdőszobabútorok, polcok, állványok,
 - sportcikk, ládák, dobozok,
 - kompozitok készítésénél használt habmagok készülnek.
- e) Hőre lágyuló poliuretánokból
- csöveket, tömlőket, profilokat, tömítéseket,
 - görgőket, kerékabroncsokat, hengerbevonatokat,

- cipőtálpakat és -sarkokat (gyakran kismértékben térhálósítva és/vagy habosítva),
- síkötéseket és más sportszereket,
- kopás- és olajálló kábel- és huzalbevonatokat,
- lengéscsillapító harangokat és harmonikákat,
- katétercsöveket, művégtag-alkatrészeket,
- textilipari görgőket és szálvezetőket,
- kisgépekhez hajtószíjakat és -tárcsákat,
- kettős fröccsöntéssel gumirozott hatású markolatokat, fogantyúkat állítanak elő.

f) Az öntött poliuretán elasztomerekből főleg

- targoncakerék-abroncsok, kerekek, rugalmas tengelykapcsolók,
- felvonók és szállítószalagok görgői,
- gépek rezgésálló alaplapjai (sokszor kismértékben habosítva),
- hajtószíjak, bordáshevederek,
- tömítések, csúszófelületek,
- szűrőrácsok, nyomdaipari nyomóhengerek,
- sportpályák padlózata és ipari padlóbevonatok készülnek.

g) Kemény öntőgyantákból készülhet

- a kábelcsatlakozások kiöntőmasszája,
- kondenzátorok, transzformátorok, tekercsek,
- gépkocsimotorok gyújtótekercsei és más autóvillamossági cikkek,
- mágneskapcsolók tokozata, akkumulátorfedelek szigetelése,
- a katódsugárcsőves tv-képcsövek lezárása.

h) Sok poliuretángyantát használnak fel festékek, lakkok és porbevonatok alapanyagaként. Ezek általában kétkomponensű rendszerek, de vannak a levegő nedvességtartalmának hatására térhálósodó, „egykomponensű” poliuretánbevonatok is.

i) Készítenek poliuretánból műszálakat, igényes műbőröket és jelentős mennyiséget használ fel a gumiipar is.

6. Egyéb duroplasztok

Hőre keményedő műanyagok nagyon sokféle vegyület polimerizációjával előállíthatók, valamennyi változat áttekintése szinte lehetetlen. A továbbiakban még azokat a duroplasztokat mutatjuk be, amelyeket számottevő mennyiségben használnak az iparban. Néhány kisebb jelentőségű polimer, vagyis a

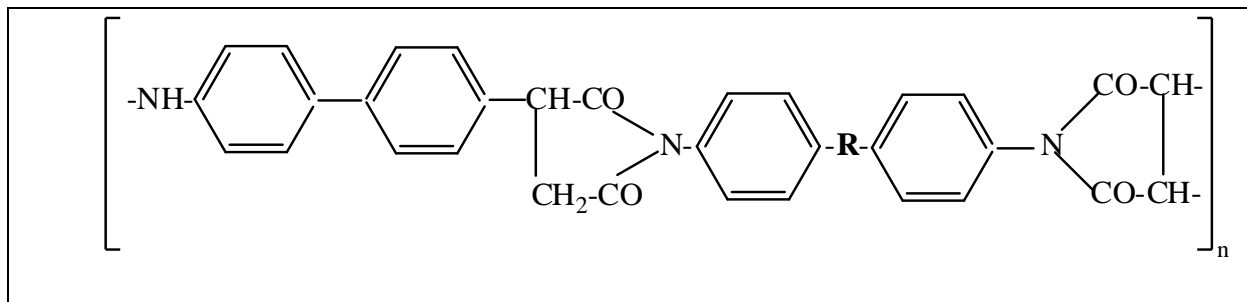
- poli(diállil-ftalát),
- alkidgyanták,
- vinilésztergyanták

a poliésztergyantáknál (ld. 3.) már szerepelt. A továbbiakban a következő anyagokat mutatjuk be:

- poli(biszmalein-imid),
- cianátgyanták,
- szilikongyanták,
- furángyanták.

6.1. Poli(biszmalein-imid)

A térhálós szerkezetű poliimidok legfontosabb képviselője, rövidítése: PBMI. Többféle kémiai összetételben gyártják. Térhálósításkor az imidcsoportok metilénjei poliaddíciós mechanizmussal reagálnak mind egymással, mind pedig benzidinnel. Legtöbbször ásványi őrleménnyel és/vagy üvegszállal erősen töltött fröccs- és sajtolóanyagok, illetve oldószeres lakkok, impregnálógyanták formájában kerülnek forgalomba. A jobb folyóképesség érdekében ún. előpolimerekként dolgozzák fel őket, a láncnövekedés és a térhálósodás a feldolgozás közben, illetve az alakadást követő hőkezelés során megy végbe.



6.1. ábra A poli(biszmalein-imid) képlete, ahol **R**: -CH₂- vagy hosszabb alifás szénhidrogén csoport

Általános tulajdonságai:

- Hőállósága kitűnő, de némileg elmarad a klasszikus poliimidé mögött. Rövid ideig 300, 1–2 hónapig 250, 1–2 évig 200 °C-on alkalmazható. 250 °C-on szobahőmérsékleten mért hajlítómodulusa 75%-át, hajlítószilárdsága 70%-át, nyomószilárdsága 50%-át még megtartja.
- Mechanikai szilárdsága kitűnő, rugalmassági modulusa nagy.
- Éghetőségi tulajdonságai nagyon jók.
- Ionizáló sugárzásnak rendkívül jól ellenáll.
- Vegyszerállósága közepes. Gyenge savaknak és a legtöbb szerves oldószernek, mint pl. alkoholoknak, kenő- és üzemyanyagoknak, hidraulikafolyadékoknak, étereknek és észtereknek ellenáll. Forró víz sem károsítja. Lúgok és erős savak megtámadják.

- A bevonatoktól eltekintve általában sajtolással, néha fröccsöntéssel dolgozzák fel. Hagyományos berendezésekkel jól feldolgozható. Zsugorodása kicsi és egyenletes, kúszásra nem hajlamos. Sajtolásnál és fröccsöntésnél a szerszám-hőmérséklet a szokásosnál magasabb, típustól függően 190–260 °C. A termékeket 8 órán át 200–250 °C-on hőkezelní kell.
- Villamos ellenállása nagy, dielektromos állandója és veszteségi tényezője közepes, széles hőmérséklet- és frekvenciatartományban állandó.
- Drága.
- Nem átlátszó.

Legfontosabb alkalmazási területei:

a) Villamosipar:

- nyomtatott áramköri panelek,
- kapcsolók, csatlakozók,
- kábel- és huzalszigetelés,
- autóvillamossági cikkek, integrált áramkörök hordozói,
- csévetestek.

b) Űrhajózás, légi közlekedés:

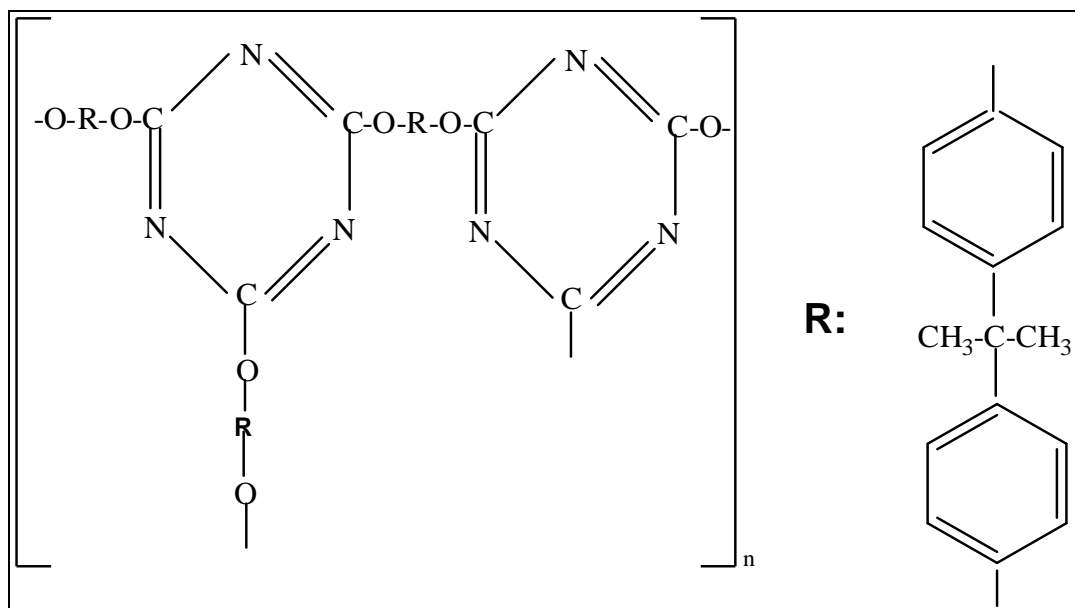
- repülőgéptörzsek, űrruhák bevonata,
- fedélzeti elektronikai alkatrészek, huzalszigetelések,
- radomok, sugárhajtóművek terelőlapjai,
- navigációs giroszkópok tartószerkezete,
- repülőgép-turbinák légbeszívó torkainak terelőlapjai, szigetelőhüvelyek,
- kompresszortömítések, önhordó ülések, biztonsági övek csatjai stb.

c) Egyéb alkalmazások:

- alkatrészek atomreaktorokban (pl. laminátjaiból sugárzóanyag-hulladékok tárolóedényei),
- csapágyak, siklófelületek,
- erősen töltött típusaiból fröccsöntő szerszámok prototípusait lehet sajtolni,
- ultrahangos berendezések energiaátvivő feje (szonorja),
- hullámforrasztó berendezések, mikrohullámú sütők, kenyérpíritók alkatrészei.

6.2. Cianátgyanták

Két- vagy háromértékű aromás cianátészterek térhálósításával állítják elő ezeket az anyagokat. Általában oldat formájában kisserelt előpolimerekkel impregnált papír-, textil- és üvegszállaminátokat készítenek belőlük vagy impregnáló gyantaként hasznosítják. Az impregnált laminátokat kiszárítva tárolják, a termékek végső alakját melegsajtolással állítják be, miközben a gyanta térhálósodik.



6.2. ábra Cianátgyanták általános képlete, ahol az „**R**” csoport összetételét az ábra jobb oldalán tüntettük fel

A cianátgyanták hőállósága kitűnő (200–250 °C), jó villamos tulajdonságaik nagyon széles hőmérséklet- és frekvenciatartományban állandók.

Elsősorban a villamosiparban, olyan területeken alkalmazzák, ahol a poliészter- és epoxigyanták hőállósága már nem megfelelő. Üvegszálakkal erősítve nyomtatott áramköri alaplapokat készítenek belőlük, magas hőmérsékleten üzemelő tekercseket impregnálnak velük és csillámszigetelések ragasztóanyagaként használják.

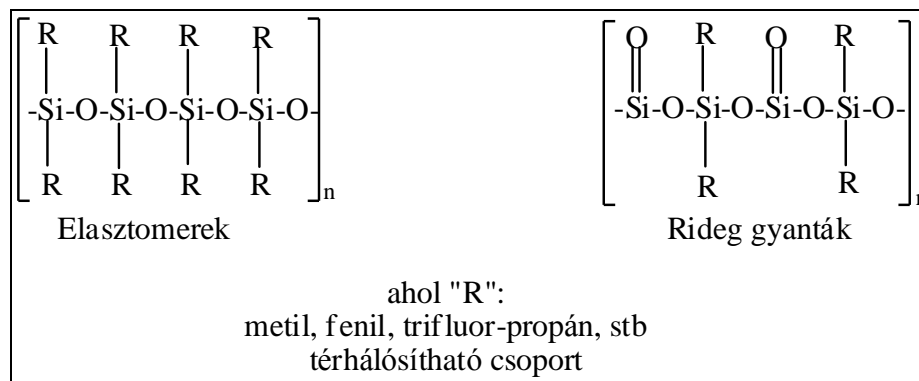
6.3. Szilikongyanták

A szilikongyanták tulajdonképpen nem tartoznak a szigorúan vett műanyagok közé, mert polimerláncuk nem szén, hanem szilícium- és oxigénatomok összekapcsolódása révén jön létre. Az ún. sziloxánlánc több-kevesebb szénhidrogén oldalcsoportot tartalmaz. A szilikonok közül a műanyagiparban alapanyagként csak az elasztomer jellegű és a merev gyantákat használják, de a szilikonolajok és más szilikonvegyületek fontos adalék- és segédanyagok.

A szilikongyanták térhálósítása többféle, típustól függő módon mehet végbe. A leggyakoribb a (többnyire hő hatására elbomló) szerves peroxidokkal kiváltott gyökös mechanizmusú térhálósítás, de alkalmaznak kondenzációs és addíciós mechanizmusú reakciókon alapuló megoldásokat is. Bevonatokat újabban gyakran olyan típusokkal állítanak elő, amelyek ultrabolya fény hatására térhálósodnak.

A műanyagipari szilikontípusok jó villamos szigetelők, ellenállnak oxidációs hatásoknak és ózonnak, hő- és időjárás-állóságuk kitűnő. Mechanikai tulajdonságaikat széles hőmérséklet-tartományban megőrzik, alacsony hőmérsékleten is szívósak, ru-

galmasak (T_g -jük -120 °C körüli érték). Az elasztomerek szakítószilárdsága kicsi (3–10 MPa), gázáteresztő képességük nagy. Beszakításra érzékenyek. Általában fiziológiailag semlegesek. Gyakran töltőanyagokkal kisserelve használják fel őket. Az elasztomerek éghetőségi tulajdonságai gyengék, a merev gyantáké típustól függőek, de általában jók.



6.3. ábra Szilikongyanták általános képlete

Az elasztomerek lineáris sziloxánláncának szinte valamennyi oldalcsoportja szerves vegyület, ezek egy része alkalmas arra, hogy megfelelő térhálósító szerekkel ritka térhálót hozzon létre. Ezáltal a szobahőmérsékleten folyékony anyagból egészen lágy vagy keményebb, gumyszerű termék keletkezik.

Az elasztomerek lehetnek kétkomponensű folyadékok, ezeket meleg öntőszerszámban, általában reaktív fröccsöntéssel (RIM) dolgozzák fel. Jó folyóképességük különösen alkalmassá teszi őket a vékony falú, erősen tagolt, apró termékek gyártására. Elsősorban tömítőgyűrűk, cuclik, villamos csatlakozók, de esetenként teherviselő betétként alkalmazott üvegszálalás epoxigyanta rudakkal nagyfeszültségű kültéri villamos szigetelőtestek is készülnek belőlük.

A szobahőmérsékleten megkötő, öntőgyanta jellegű elasztomerek között vannak egy- és kétkomponensű rendszerek.

Az egykomponensűeknél a térhálósodás a környezet nedvességtartalmának hatására következik be. Ezek általában tubusokból kézzel, vagy ún. patronokból dugattyús „pisztolyokkal” kinyomható tömítőmasszák és ragasztók. Néhány mm-nél vastagabb réteg alkalmazása esetén a kötési idő nagyon hosszú.

A kétkomponensű rendszerek hígfolyósak, hasonlítanak a reaktív fröccsöntéssel feldolgozható típusokhoz, de szobahőmérsékleten is megkötnek. Melegítéssel ez a folyamat jelentősen felgyorsítható. Nagyon sokféle célra alkalmazhatók, mint pl. villamosipari beágyazó anyagok, öntőformák más öntőgyantákhoz, időjárásálló bevonatok epoxi és poliészter villamos szigetelőtestekhez. Habosított változataik is vannak.

Az elasztomer jellegű gyanták harmadik csoportját a melegsajtólással feldolgozható, nagy molekulatömegű, általában töltőanyagokkal társított, gyurmaszerű típusok alkotják. Ezek mechanikai tulajdonságai lényegesen jobbak, mint a másik két csoportba

tartozóké. Sajtoláson kívül fröccsajtolással és fröccsöntéssel is feldolgozhatók. Általában tömítések, porvédő gumiharangok, bűvármaszkok, orvosi katéterek és csőszerelevények készülnek belőlük, de a második csoporthoz hasonló módon nagyfeszültségű szigetelők gyártására is alkalmazzák őket. Extrúzióval főként csöveket, tömlőket, huzal- és kábelszigeteléseket, profilokat és (habosítva) szivacsokat gyártanak belőle. A termékek hőkezelése sűrűbb térhálót eredményez, javítva a mechanikai tulajdonságokat.

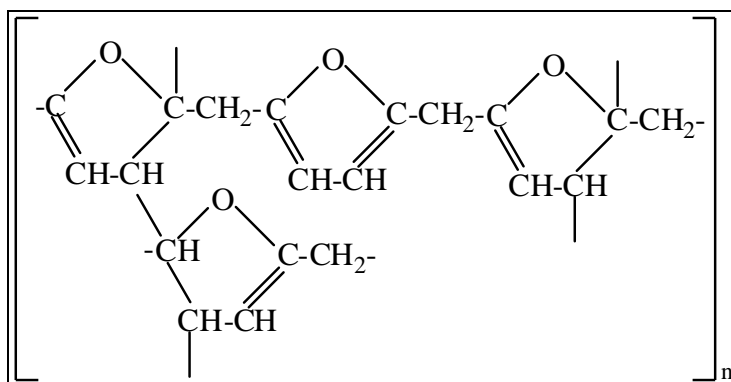
A merev szilikongyanták az elasztomerekhez képest jóval nagyobb molekulatömegű, elágazott főláncú polimerek, amelyekben az oldalcsoportok jelentős része oxigén. Minél kevesebb a szerves oldalcsoport, annál jobban hasonlítanak a gyanta tulajdonságai az üvegéhez. A műanyagiparban használatos szilikongyanták általában töltőanyagokat is tartalmazó, legtöbbször melegsajtolással alakítható anyagok, amelyek térhálósodás után közepesen kemény vagy rideg, üvegszerű anyagok. Leggyakrabban integrált áramkörök és diszkrét félvezető elemek tokozására, hőálló bevonatokként, átlátszó polikarbonát és plexi termékek karcálló bevonataként, ragasztóként, ill. szilikonelasztomerek erősítőanyagaként használják őket.

6.4. Furángyanták

A furángyantákat általában furfuril-alkohol polikondenzációjával állítják elő, de újabban furfurolt is használnak erre a célra. A gyantát legtöbbször szabad furfuril-alkoholos, kis víztartalmú oldatban hozzák forgalomba. A metilénhidakkal összekötött lineáris szerkezetű furángyanta savkatalizátor hatására térhálósodik, megszilárdul. Az öntődeiparban felhasznált furángyantákat gyakran kombinálják fenol-formaldehid és/vagy karbamid-formaldehid gyantákkal.

Hőállóságuk kitűnő, az üvegszálalás rendszerek tartósan 150, rövid ideig 200 °C-on is használhatók. Magas hőmérsékleten a fenoplasztokhoz hasonlóan a furángyanták elszenenednek, de ebben a formájukban is megőrzik szilárdságuk egy részét. Ezt kihasználva 1000 °C felett is használható termékeket is készítenek furángyantákból, általában üvegszálakkal és más szervesetlen töltő/erősítő anyagokkal (pl. grafit, szén-szálakkal) társítva.

A gyanta önmagában rideg, törékeny, üvegszállal erősítve szilárdsága, ütésállósága lényegesen jobb.



6.4. ábra A furángyanták általános képlete

Vegyszerállósága nagyon jó. Alkoholoknak, ketonoknak, észtereknek, klórozott szénhidrogéneknek, alifás- és aromás szénhidrogéneknek, lúgoknak, sóoldatoknak, nem erősen oxidáló savaknak, kén-dioxidnak ellenáll. Salétromsav, tömény (60% felett) kénsav, nátrium-hipoklorit, elemi bróm, tömény fenol, piridin, kén-trioxid, foszfor-bromid megtámadja.

Éghetőségi jellemzői kitűnőek, időjárás-állósága jó.

Elsősorban az öntődeiparban, homokformák megkötésére használják a furángyantákat, de üvegszállal erősített kompozitok és korrózióálló bevonatok is készülnek belőlük. A kompozitok száltekerccseléssel, kézi laminálással és szórással készülnek. Felhasználásukkal elsősorban korrozív, forró vegyszerek tárolására, mozgatására és más vegyipari célokra szolgáló tartályokat, csöveket és csőszerelvényeket, továbbá füstgáz- és szennyvíztisztító berendezéseket állítanak elő.

V É G E