

Üvegszálás műanyag csövek bélelése PPS-sel

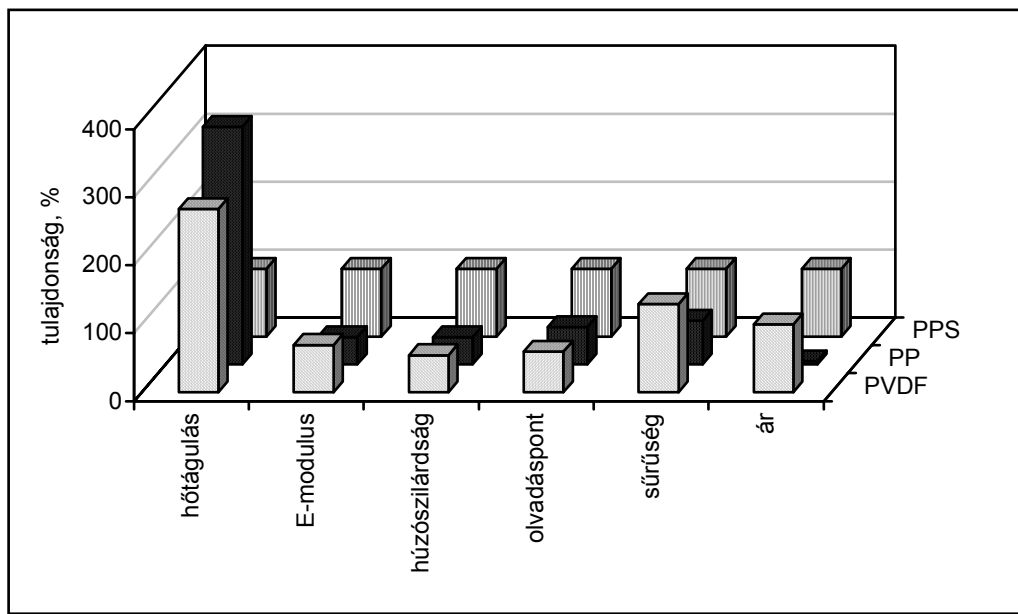
*Tárgyszavak: vegyipar; csővezeték; csőbélés; poli(fenilén-szulfid);
vegyszerállóság; vízgőzáteresztő képesség.*

Vegyszerálló műanyag csövek különleges béléssel

A műanyag csöveket már az 1970-es évek óta sikerrel alkalmazzák a vegyiparban és a készülékgyártásban. A folyamatos piaci térhódítás oka az anyagjellemzőkben keresendő. Ilyenek a kitűnő korrózióállóság, a kis tömeg, az egyszerű szerelhetőség és csatlakoztatás. Mivel elég sokféle hőre lágyuló műanyag áll rendelkezésre, könnyen ki lehet választani az adott alkalmazáshoz leginkább megfelelőt. *A vegyi berendezésekben gyakran használnak hőre lágyuló műanyagot bélésként és üvegszállal erősített száltekerceselt csövet mechanikai szerkezetként. A száltekerceselt csövet (az erősítést és az alkalmazott gyantát) ugyancsak az adott alkalmazásnak megfelelően lehet megválasztani, hogy a bélelt cső biztonsága maximális legyen. Az ilyen alkalmazásokban többnyire felhasznált műanyagok (PE, PP, PVC, PVDF) korlátozott hőállósága miatt eddig az ilyen csövek alkalmazhatóságának felső határa 100 °C volt. Az ennél magasabb hőmérsékletet kívánó alkalmazásokban nagy hőállóságú fluorpolimereket (ECTFE, FEP, PFA stb.) választottak. A fluorpolimerek magas ára és nehézkes feldolgozhatósága azonban gátat szabott ezeknek az alkalmazásoknak. A csoporton belül a legsikeresebbnek a PVDF [poli(vinilidén-fluorid)] bizonyult, de ennek az anyagnak a vegyszerállósága (különösen magas hőmérsékleten) számos vegyszerrel szemben nem kielégítő. Ezért a magas hőmérsékleten is vegyszerálló csövek területén olyan piaci igény jelentkezett viszonylag elfogadható árú műanyagok iránt, amelyet csak egy új szerkezeti anyaggal lehetett betölteni.*

A vegyipari berendezések gyártása természetesen rendkívüli biztonsági követelményeket támaszt, új anyagokat csak kellő tapasztalat és referenciák birtokában vezetnek be. Ezért nem csoda, hogy a magas hőmérsékleten üzemeltetett vegyi csővezetékek piacán a drága fémek (Ni, Ti, Ta) és ötvözeteik vannak az élen. A hőre lágyuló műszaki műanyagok szisztematikus vizsgálata során hamar kiderült, hogy a töltetlen lineáris poli(fenilén-szulfid) (PPS) alkal-

mas lehet az korábban említett piaci hiány kívánalmainak betöltésére. Az 1. ábrán látható három különböző hőre lágyuló polimer néhány jellemzőjének összehasonlítása, kettőt ezek közül (PP és PVDF) már régebben használnak a csövek bélelésére, a harmadik (PPS) az újonnan kipróbált anyag. A PPS-t eddig zömmel fröccsöntésre használták, azon belül is az üvegszállal erősített változatok terjedtek el. Az eddig kereskedelmileg rendelkezésre álló töltetlen PPS típusok rideg viselkedést mutattak, és nem voltak alkalmasak csőgyártásra.



1. ábra A csőbélelésben alkalmazott polimerek néhány fizikai jellemzőjének százalékos összehasonlítása (PPS = 100%)

Követelmények, alkalmazhatóság és jellemzők

Tekintettel a fentiekre egy PPS-dal bélelt, üvegszállal erősített csőrendszer kifejlesztése sok munkát igényel. Olyan PPS típust kell kifejleszteni, amelyből valamennyi szükséges komponens (csövek, lemezek, csatlakozások, forrasztások, tömör és üreges rudak stb.) elkészíthető. A **Chevron Phillips**, mint alapanyagszállító csőgyártó cégekkel fogott össze, hogy kidolgozzák a megfelelő megoldást. Számos prototípust és félkész terméket állítottak elő és vizsgáltak be, amelyek egy része már most is elérhető. A cél az volt, hogy viszonylag nagy molekulatömegű és szűk molekulatömeg-eloszlású PPS-t állítsanak elő, amelyek ütésállósága és szakadási nyúlása jobb az előzőekénél. Az 1. táblázat tartalmazza 32 mm átmérőjű és 2 mm falvastagságú csőmintákon mért fizikai értékeket.

A különböző elemekből csak akkor lehet rendszert készíteni, ha a csatlakoztatás és kötéstechnika egyszerű és megbízható. Bebizonyosodott, hogy a

PPS forrógázos, infravörös (IR) és más hegesztési módszerekkel is megbízhatóan hegeszthető. IR hegesztéssel pl. reprodukálhatóan 0,8-nál jobb rövid idejű hegesztési tényezőt (húzóvizsgálat, -40 °C -on) lehetett elérni. A hegesztések hosszú távú stabilitását a gyakorlathoz közeli körülmények között lehet majd tesztelni. Az eddig kapott köztes eredmények mindenesetre azt mutatják, hogy nem a hegesztési helyek a szerkezetek leggyengébb pontjai. A gyakorlati alkalmazás további fontos feltétele a termikus alaktartóság (pl. peremezésnél) és a PPS/üvegszálás műanyag kapcsolat nyírószilárdsága (vákuumszilárdság). Az **SGL Acotec** cég, amelynek már hosszú tapasztalata van bélelt üvegszálás csövek előállításában, bebizonyította, hogy PPS bélésekkel is jó minőségű permezett csöveket lehet előállítani. A 2. ábrán látható, hogy megfelelően hőálló gyantát választva az adhéziónyírószilárdság a PPS és az üvegszálás gyanta határfelületén igen magas hőmérsékletekig megmarad. A tartós nyomásállósági vizsgálatok során a PPS-kompaund 160 °C -on hasonló hosszú távú szilárdsági adatokat mutatott, mint a PVDF 100 °C -on.

1. táblázat

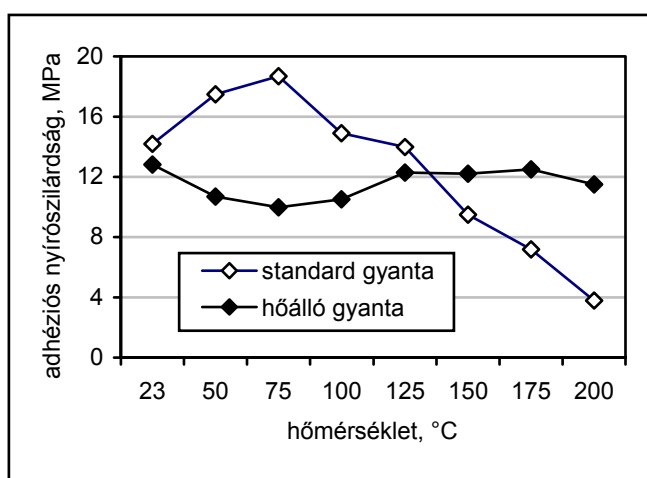
PPS csövekből vett mintákon mért fizikai jellemzők

Tulajdonság	Egység	Érték	Szabvány
Sűrűség	g/cm^3	1,32	DIN 53479 A
Húzómodulus	N/mm^2	3500	
Szakítószilárdság	N/mm^2	93	DIN EN ISO 527/1-3
Szakadási nyúlás	%	8	
Üvegesedési hőmérséklet	$^{\circ}\text{C}$	85-90	
Olvadáspont	$^{\circ}\text{C}$	>265	
Vicat lágyuláspont	$^{\circ}\text{C}$	>180	ISO 306
Éghetőség		V0	UL94
Tartamszilárdság (160 °C , $\sigma = 16\text{ N/mm}^2$, víz/levegő)	h	>3400	
Belső felület érdessége	μm	$\ll 1,0$	
Ütésállóság (23 °C , 4 J, hornyolatlan próbatest)	kJ/m^2 tört/nem tört	95 0/10	DIN EN ISO 179

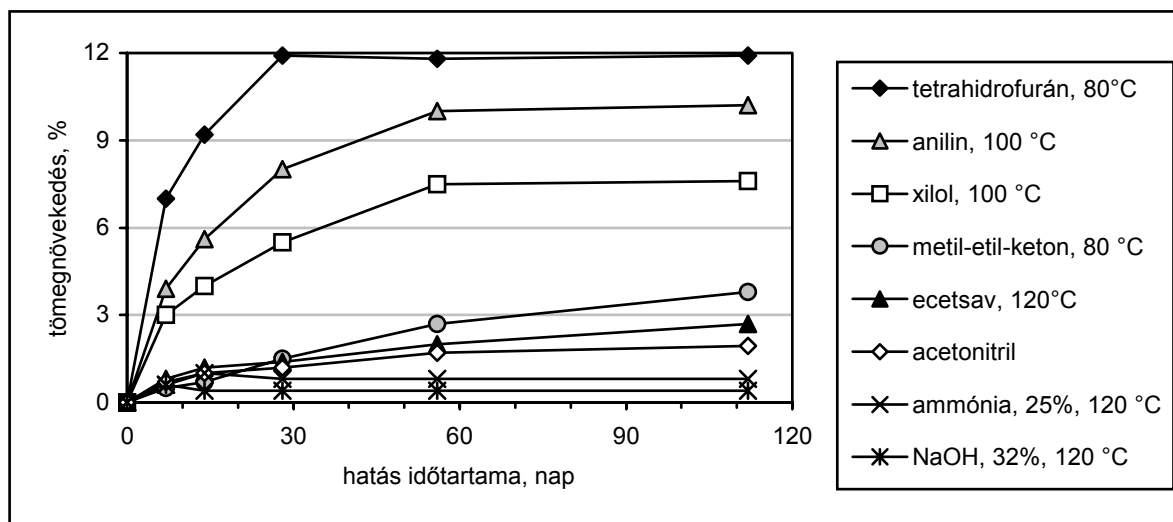
Vegyszerállóság és áteresztőképesség

A vegyipari alkalmazhatósághoz ismerni kell a felhasznált anyagok vegyszerállóságát. Mivel eddig erősítetlen PPS-t nem nagyon használtak fel, itt az alapvető adatokat kellett összegyűjteni. Az eddigi adatok zömmel üvegszál-erősítésű PPS-re és ötvözetekre vonatkoztak, ahol az üvegszál és az írező anyag jelenléte módosíthatja a viselkedést a tiszta PPS-éhez képest. A közeműltban a **Chevron Phillips**, a **GF DEKA** és a **BASF** cég együttműködés-

sével számos alapvegyszerrel végeztek az ISO 4433 szabvány szerint a PPS csőbélés alapanyagán vegyszerállósági vizsgálatot. Különösen olyan vegyszerekre koncentráltak, ahol a PVDF bélés hiányosságokat mutatott. A 3. ábrán látható néhány vizsgálati eredmény, amely a tömegváltozást tünteti fel az idő függvényében. Ebből kiderül, hogy a PPS alkalmazása különösen erősen alkalikus közegekben, magas hőmérsékleten előnyös, de jó eredmények adódtak magas hőmérsékletű savas oldatokban, de még a szerves oldószerekben kapott eredmények is sokat ígérők a további alkalmazásokkal kapcsolatban. Minden közegbe elhelyeztek IR-hegesztéssel létrehozott varratokat is, és egyik esetben sem tapasztaltak feszültségrepedezést vagy tönkremenetelt a hegesztés helyén. Ezen túl az autóiipari alkalmazásokból jól ismert a PPS (magas hőmérsékleten is megmutatkozó) ellenálló képessége a hidrolízissel, olajjal, üzemanyagokkal és alkoholokkal szemben.

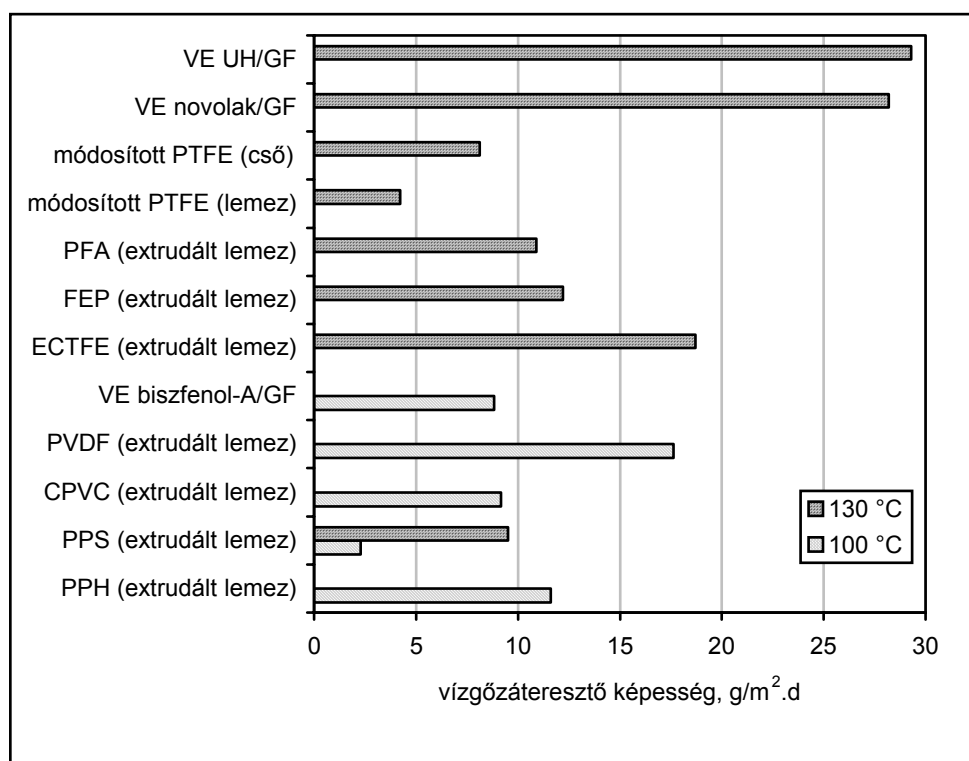


2. ábra
Az adhéziós nyírószilárdság értéke a PPS-dal bélelt üvegszálaspapír csövekben a hőmérséklet függvényében (DIN 53769 1. rész szerint), két különböző gyanta használata esetén



3. ábra PPS-próbatestek tömegváltozása ISO 4433 szabvány szerint mérve, különböző közegekben, különböző hőmérsékleteken

A vegyszerállóság lényegében permeációs és diffúziós jelenségekből tevődik össze, amit kiegészít a vegyi közeg és az erősített csőanyag kémiai kölcsönhatása. *A diffúziós jelenségeket gyakran elhanyagolják, pedig ezek sokszor döntő szerepet játszanak a tulajdonképpeni vegyszerállóságban. A bélésen átdiffundáló víz és savak megtámadják a gyantát, az erősítőszálat vagy a kettő határfelületét, és az ozmózisnyomás miatt delaminálódást, hólyagosodást okoznak, ami végül az erősített tartószerkezet tönkremeneteléhez vezet.* A 4. ábrán látható néhány bélésanyag és az üvegszál erősített tartószerkezet gyártásához használt gyanta vízgőzáteresztésének értéke reálshoz közeli falvastagság (2 mm) mellett mérve, 100 és 130 °C-on. *A bélésanyag és az erősített gyanta kombinációját úgy kell megválasztani, hogy a külső (erősített) réteg áteresztőképessége nagyobb legyen, mint a bélésanyagé, mert különben a víz felgyűlhet a határfelületen, és ez növeli a meghibásodás veszélyét.*



4. ábra Különböző polimerek (bélésanyagok és az erősített csőfalhoz használt mátrixgyanták) vízgőzáteresztő képessége (2 mm vastagság, ISO 15106, 3. rész; 100 és 130 °C-on mérve. VE UH = vinilészter-uretán hibrid, VE novolak = novolak-vinilészter, GF = üvegszál)

Az első gyakorlati eredmények

A dolgok természetéből adódóan az eddigi eredmények többsége laboratóriumban született, és ahhoz, hogy az új anyag szélesebb körben elterjedjen,

sok gyakorlati körülmények között elvégzett tartamvizsgálatra is szükség van. Szerencsére már ilyen eredményekről is be lehet számolni.

- 2002 óta van üzemben egy vinil-klorid üzemben egy kb. 3 m hosszú porlasztó 50/90 mm átmérőjű csövekkel és 20 mm-s lemezekkel, ahol a közeg vinil-klorid, diklór-etán és NaOH nyomokat tartalmazó sósav-oldat 100 °C-on;
- a svédországi **EKA Chemicals** és **Korróziós Intézet** segítségével peremezett csöveken pozitív eredményeket kaptak erősen alkalikus körülmények között, magas hőmérsékleten 1 év időtartam után (110–130 °C, 50% NaOH, üzemihez hasonló körülmények között semmi korróziós nyom nem volt megfigyelhető);
- hasonlóan jó eredményeket kaptak 1 éves vizsgálat után savas oldatok (FeSO₄Cl, 95 °C) szállítására használt PPS/üvegszálal műanyag csöveken;
- sokat ígérőek az előzetes eredmények különböző közegeket tartalmazó véggázok elvezetésénél és füstgázmosókban is.

Elmondható tehát, hogy a poli(fenilén-szulfiddal) bélelt, üvegszállal erősített csővezetékek számos előnyt kínálnak, amelyek az alábbiakban foglalhatók össze:

- jó vegyszer- és hidrolízisállóság 100 °C fölött is, alacsony vízgőzát-eresztő képesség,
- ugyanaz az anyag típus sokféle rendszerben alkalmazható,
- nagyon jó kapcsolat alakul ki a bélésanyag és az erősített műanyag cső között,
- a nagy szívósság és kis sűrűség kiváló mechanikai jellemzőket eredményez,
- a rendszer könnyen megmunkálható (peremezés, hegesztés, hőformázás),
- jó ár/teljesítményarány,
- igen alacsony hőtágulási együttható,
- a gyanta és az erősítőanyag megválasztásával számos közeghez illeszthető a rendszer vegyszerállósága.

A kísérletekben közreműködő **DEKA** cég különböző csőrendszereket, közöttük béléscsőveket is kínál. Ezek alapanyaga lágy vagy kemény PVC, PE vagy hőálló műszaki műanyag. Az utóbbiakat *Dekatec* márkanevvel forgalmazza.

Dr. Bánhegyi György

Schuessler, S.; Geerts, W.; Troschitz, R.: Polyphenylensulfid (PPS) als Linerwerkstoff für GKK-Rohrleitungssysteme im Industriellen Anlagebau. = 3R International, 43. k. 8/9. sz. 2004. p. 487–491.

Dekatec – High-Tech-Rohrsysteme. = DEKA Rohrsysteme – Pipe Systeme, www.dekapipe.de, 2005. 05. 05.

Liner Rohre. = DEKA Rohrsysteme – Pipe Systeme, www.dekapipe.de, 2005. 05. 05.