

1.1 | A térhálós polietilén különböző változatai

Tárgyszavak: térhálós polietilén; térhálósítás; peroxid; szilán; besugárzás; víz- és gázvezeték; hegesztés.

Az első polietilént 1935-ben, az első térhálós polietilént 1969-ben állították elő. Térhálós polietilénből 1972 óta gyártanak csöveket, amelyeket azóta széles körben alkalmaznak az épületek fűtésében, ivóvíz- és gázvezetékek kiépítésére.

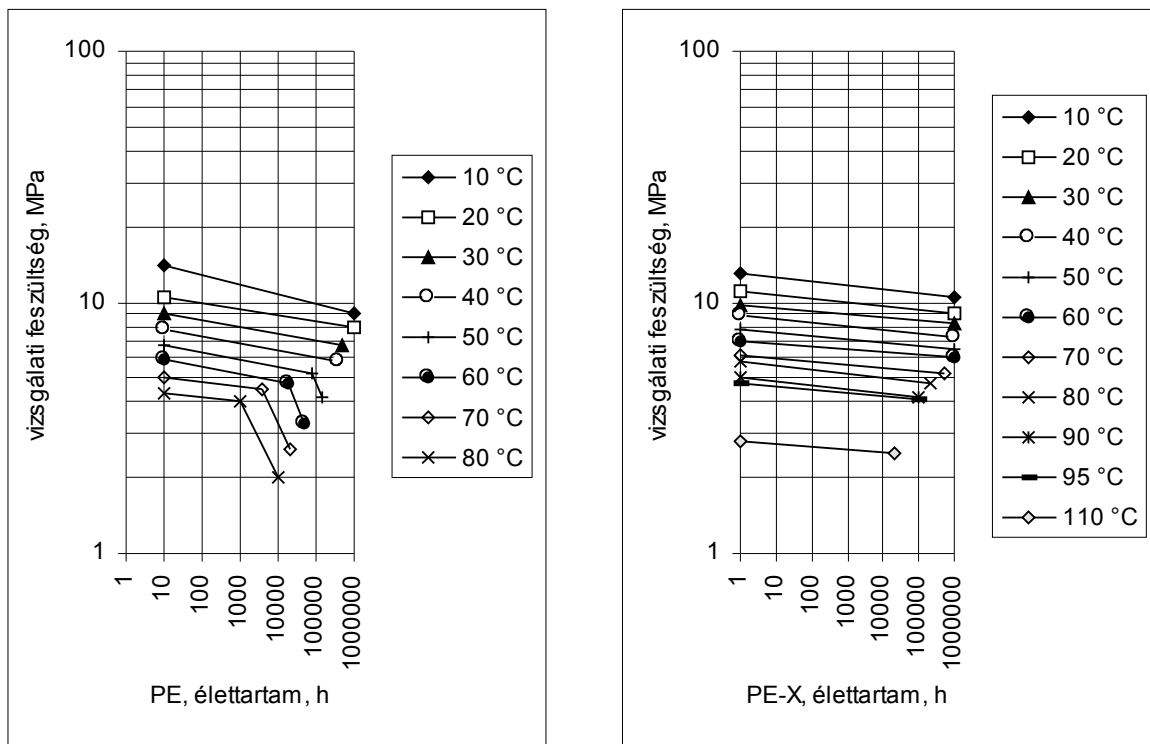
A térhálós polietilén alapanyaga a 400 000–500 000 molekulatömegű kis sűrűségű polietilén (PE-HD), amelynek molekulaláncai között a kémiai reakció vagy besugárzás hatására leszakított hidrogénatom helyén keresztkötések létesülnek. 1000 C-atomonként 3–5 ilyen kötés képződik. Ennek következtében a polimernek elasztomerszerű tulajdonságai lesznek, a viszonylag hosszú, rögzítetlen láncszakaszok azonban elég mozgékonyak maradnak ahhoz, hogy a polietilén megőrizze részleges kristályos szerkezetét. Hasonlóképpen megtartja a térhálós polimer a polietilén következő tulajdonságait:

- jó korrózióállóság – ennek következtében hosszú élettartam,
- karcállóság – emiatt állandó átfolyási térfogat,
- vegyszerállóság – sokoldalú felhasználás,
- rugalmasság – könnyű fektetés bonyolult vonalvezetésű árokban is,
- csekély tömeg – egyszerűbb kezelés, nagyobb biztonság, könnyebb szállítás,
- tekercsben szállítható, akár 10 000 m-es hosszban – gyorsabb és gazdaságosabb fektetés, kevesebb csőkötés.

A térhálósítás következtében a polimer további jó tulajdonságokra tesz szert. Ilyenek

- a csekélyebb horonyérzékenység,
- a repedésterjedéssel szembeni nagyobb ellenállás,
- a belső nyomás alatti hosszabb élettartam,
- a nagyobb ütésállóság,
- a feszültségrepedéssel szembeni megnövekedett ellenállás,
- a magasabb hőállóság.

Tartós belső nyomás alatt vizsgálva a térhálós polietilénből készített csövek viselkedése eltér a térhálósítatlanokétól. Az utóbbiak élettartamgörbéi két különböző meredekségű szakaszból állnak. Az első, kevésbé meredek szakaszban a csövek rugalmasan törnek. A tartós nyomás következtében először deformáció figyelhető meg (amely az amorf területekről indul ki), majd a nyúláshatár átlépése után a leggyengébb ponton bekövetkezik a törés. A törésfelületen jól látszanak a deformáció jelei. A meredek görbeszakaszon a kristályos tartományból kiinduló rideg törés a jellemző. A törésfelület sima. A térhálós polietilén csövek szilárdsága csak kismértékben csökken a tartós nyomás hatására, és rideg törést soha nem észleltek (1. ábra.)



1. ábra Tartós belsőnyomás-állósági vizsgálatok során mért élettartamok a cső falában fellépő feszültség és a hőmérséklet függvényében PE 80-ból, ill. PE-X-ből készített csöveken

Különböző módon térhálósított polietilének

A polietilén térhálósítható kémiai reakció révén, peroxid vagy szilán közreműködésével és elektron- vagy gammasugárással. A térhálós polietilén rövid jele PE-X, ezen belül a peroxiddal térhálósított változatot PE-Xa, a szilánnal térhálósítottat PE-Xb, a sugárással kezeltet PE-Xc jellel különböztetik meg.

A PE-Xa csövek előállításakor a PE-HD és a peroxid keverékét dugattyús extruderen, nagy nyomás alatt hajtják át az alakadó szerszámon. Hűtéskor a C–C keresztkötések közelében korlátozottan mozgó molekulaszakaszok amorf tartományokat hoznak létre. A kötéspontoktól távolabbi molekulaszakaszok mozgékonyabbak, és ezek részleges kristályos szerkezetbe rendeződnek. A térhálósodás nyomán csökken a kristályossági fok és a polimer sűrűsége, viszont nő a rugalmassága. Peroxidos térhálósítással 400 mm-es átmérőig gyártanak csöveket.

A polietilén térhálósítási eljárásai közül a szilános a legfiatalabb. Nevezik kétlépcsős vagy Sioplast eljárásnak is. A PE-Xb csövek extrudálását megelőzi a szilán ráójtása a PE-HD molekulaláncokra, amelyet keverőextruderben végeznek el. A második lépcsőben, csőextrudálás előtt a szilánnal ojtott kopolimerhez mesterkeverék formájában a térhálósodást segítő katalizátort adnak. A csőextrudálást követő térhálósítás ugyancsak külön munkaművelet, amelyhez nedvesség és magasabb hőmérséklet szükséges. A keresztkötéseket Si-O-Si csoportok alkotják. A térhálósítás itt növeli a kristályosságot és a sűrűséget. Ezáltal nő a polimer húzófeszültsége, kismértékben a hőállósága is, csökken viszont a szakadási nyúlása. A csövek merevebbé válnak. A térhálósodási sebesség a cső falvastagságával mérséklődik, ezért ezzel a módszerrel kisebb (<110 mm) átmérőjű és kisebb falvastagságú csöveket állítanak elő.

A Constab Additiv Polymers cég (Rüthen, Németország) szabadalmaztatott egy egylépcsős eljárást is polietilén szilános térhálósítására, amelyet Sphresil eljárásnak nevez. Ezt több éve alkalmazzák a kábelgyártásban, de 1999 óta csöveket is készítenek ezzel a módszerrel.

PE-Xc csövek esetében a tiszta PE-HD-ből extrudált csöveket külön munkaművelet során elektron- vagy gamma-(ion-)sugárzásnak teszik ki. A besugárzással térhálósított csövek merevsége és tulajdonságai hasonlóak a szilánnal térhálósítottakéhoz. A sugárzás behatolási mélysége csekély, ezért legfeljebb 40 mm-es falvastagságig alkalmazzák ezt a módszert, amellyel átmérőtől függően percenként kb. 200 m csövet lehet térhálóssá tenni. Az eljárás nagy beruházást és szigorú biztonságtechnikai szabályozást kíván.

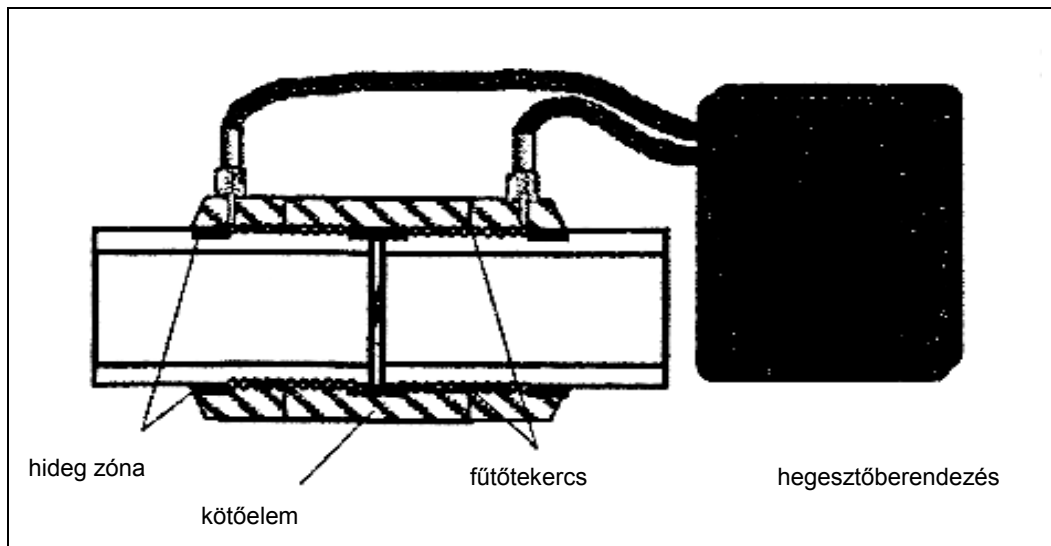
Míg a PE-Xa csöveket elsősorban földbe fektetett vezetékhez, épületek bekötéséhez alkalmazzák, a PE-Xb és PE-Xc csövekből az épületeken belüli vezetékrendszert alakítják ki. A PE-Xc csövek különösen alkalmasak erre a célra, mert előállításuk nagyobb beruházás nélkül megvalósítható bármelyik feldolgozó üzemben, ahol polietilén csöveket gyártanak.

A térhálós polietilén csövek hegesztése

A csövek összeépítéséhez gyakran alkalmazott mechanikus kötések polietilén csövekhez nem használhatók. A magasabb nyomáson üzemeltetett és hosszú élettartamra szánt víz- és gázvezetékek csőkötései

biztonságosnak és a csőével azonos élettartamúnak kell lenniük. A PE-Xa csövek hegesztéséhez fűtőtekerceses PE-HD kötőelemeket fejlesztettek ki. Ezek PE-Xb csövekhez alkalmas változata kifejlesztés alatt áll. Fűtőtekerceses kötőelemeket hosszú idő óta sikerrel használnak PE-HD, PP és PVDF vezetékhez.

A PE-Xa hegesztését ezzel a módszerrel a DVS 2207-1 Irányelvek 1. lapja írja le. A fűtőtekerceses kötőelem működésének vázlatja a 2. ábrán látható. A csőillesztésre húzott karmantyúba épített fémtekerecs áram hatására felmelegszik és megolvasztja a cső külső és a karmantyú belső felületét. Az ömledék behatol a hideg zónába, és ott megdermed. Mivel a viszonylag vastag falú karmantyú nem melegszik át és nem tágul ki, a hegesztési zónában kialakuló nyomás elég nagy ahhoz, hogy megfelelő szilárdságú hegesztési varrat képződjék. A térhálós polietilén kötéspontjai közötti mozgékony és a láncvégi szabad molekulaszakaszok ugyanis itt összefonódnak a PE-HD láncmolekuláival, és közös kristályszerkezetbe épülnek be.



2. ábra A fűtőtekerceses kötőelemmel végzett hegesztés vázlatja

A térhálósítatlan polietiléncsövek kötéséhez alkalmazott tompahegesztés szokott formájában térhálós csöveknél nem ad kielégítő hegesztési szilárdságot. Próbálkoznak azzal, hogy a sima felületű fűtőelemet struktúrálják, és felületét bordázással növeljék, továbbá hőmérsékletét 200 °C-ról 400 °C-ra emeljék, az eddigi eredmények azonban az eljárást még nem teszik alkalmassá víz- és gázvezeték hegesztésére.

(Pál Károlyné)

Langlouis, W.: Vernetztes Polyethylen – Geschichte, Aufbau und Vernetzungsarten, Verbindungstechnologien. = 3R International, 40. k. 9. sz. 2001. p. 570–574.

Scholz, D.: Drei Wege ein Ziel. Rohre aus silanvernetzbaaren Polyethylene Compounds. = Plastverarbeiter, 52. k. 10. sz. 2001. p. 194–195.