

Farkas Zoltán*

Hegesztési felület előkészítésének hatása a műanyag csővezetékek kötési minőségére elektrofúziós hegesztéskor

A hegeszthető műanyag csőrendszerek elektrofúziós technológiával történő összehegesztése széles körben elterjedt és jól bevált technológia a víz- és gáz közművek, valamint az ipar számos területén. A piacon immár több mint 4 évtizede egyre szélesebb körben felhasznált elektrofúziós idomrendszerek számos területen és körülmény esetén bizonyították létjogosultságukat.

Az elektrofúziós csőkapcsolat műanyagok folyamatos fejlődésével és alkalmazásuk térhódításával ma már nemcsak a részben kristályos polietilén (PE80/PE100) csövek esetében megoldott, hanem további anyagok esetében is lehetővé vált. Ma már polipropilén (PP), térhálós polietilén (PE-Xa) és Poliamid (PA12) anyagok elektrofúziós hegesztésére is léteznek megoldások a különböző gyártók kínálatában d20-d315mm átmérőtartományban – illetve a PE anyag tekintetében d1000 mm átmérő feletti méreteket is.

A csőrendszerek tényleges rendszerparamétereire, élettartamára nagymértékben befolyást gyakorol a kialakított hegesztett kapcsolat minősége, mely alapvetően függ a hegesztő személyétől, képzettségétől és az általa a hegesztés előkészítése és létrehozása során használt szakszerszámoktól. A cső külső felületén levő oxid rétegnek előírt mértékű eltávolítása valamennyi anyag hegesztése esetében előírás. Ez nem

hagyható figyelmen kívül az előkészítés során, és alapvetően meghatározza a kötés homogenitását, szilárdságát és így a teljes csőrendszer minőségét, élettartamát.

A kiváló kötéshez a műanyag hegesztés technológia alapanyagfüggő ismerete, a gyártói előírások pontos betartása, a hegesztő berendezések és szerszámok megléte, helyes alkalmazása, kifogástalan állapota szükséges. Hegesztést csak felelős minősített hegesztő végezhet, mivel a minőség számos műszaki, anyagtechnológiai, környezeti és személyi feltétel függvénye. Az összefüggést az 1. ábra mutatja.

Az elektrofúziós hegesztés nagy előnye, hogy a gyártók idomválasztékán keresztül számos csőköti lehetőség adódik. A hegesztés automatizált, vagyis az idomfüggő hegesztési paramétereket (feszültség, hevítési és hűlési idő) a hegesztőgéphez egy adathordozóról lehet beolvasni, melyet ezután a hegesztőgép az aktuális környezeti hőmérsékletnek megfelelően a szükséges mértékben korrigál, egyúttal ellenőrzi az idom típusát, megfelelőségét, figyelemmel kíséri a hegesztési folyamat valamennyi releváns paraméterét. Ezekre a paraméterekre a hegesztőnek nincs ráhatása. A minőséget az elektrofúziós hegesztés elkészítése során végzett technológiai lépések helyes sorozatával lehet létrehozni. A folyamat a cső darabolásával kezdődik, és befejeződik a hűlési idővel.

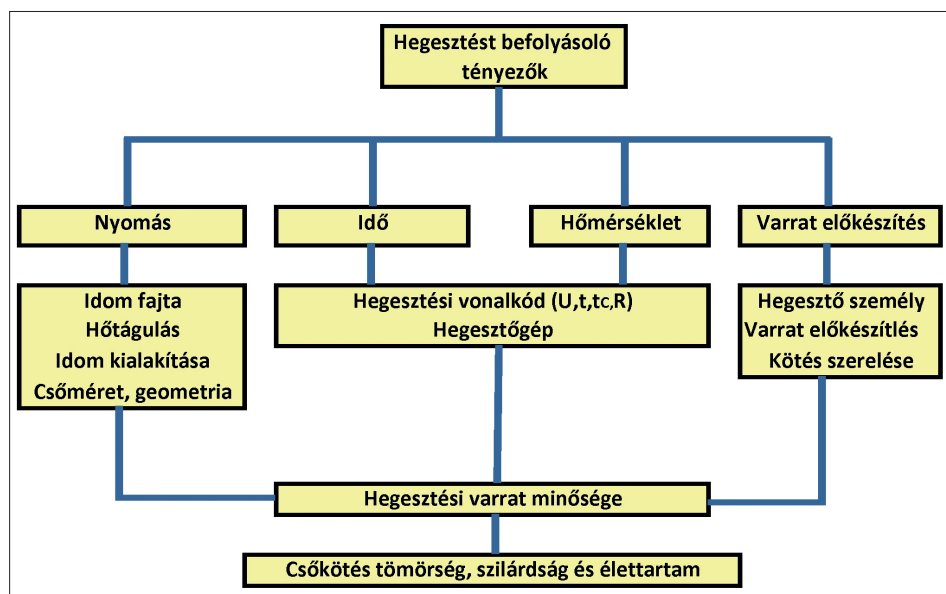
Elektrofúziós csőhegesztéskor az idomba egyedileg integrált fűtőszál spirálnak a gyártó által előírt mértékű és idejű hevítése hozza létre az adott műanyag optimális hegesztéséhez szükséges Hőmérséklet (T), Idő (t), Nyomás (P) hármas állapotot a cső/idompaláston a kötési felület környezetében. Az elkészített kötés szempontjából két paraméter együttes megléte meghatározó: a *kötés tömörsége* (megfelelő homogén, szivárgásmentes hézagzárás) és a *kötés szilárdsága* (a kialakult molekuláris kapcsolat „erőssége”).

Elektrofúziós hegesztés során a laza tűréssel előszerelt cső-idom kapcsolat hézagzárása (2. ábra) jellemzően végbemegy, amennyiben az idomot a méretazonos csőre helyesen felhelyezik és a hegesztési ciklus teljesen lefut, még akkor is, ha az oxidréteg eltávolítására csak részlegesen vagy egyáltalán nem került sor. Az így kialakított, nem megfelelő mértékben hántholt cső idom kapcsolat nyomáspróbája megtévesztő lehet, hiszen adott esetben szivárgás nem tapasztalható.

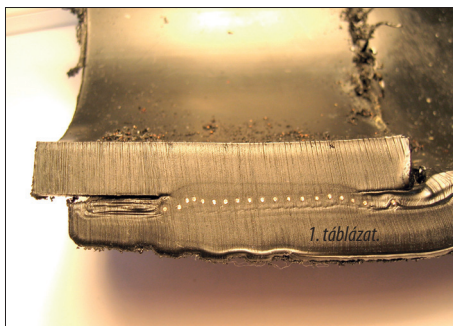
A csőkötiések nyomáspróbája elsősorban a kötések pillanatnyi tömörségének ellenőrzésére szolgál; a kötés szilárdságának vizsgálatára csak részlegesen alkalmas, a várható élettartamra semmilyen információt nem szolgáltat. Mindemelllett a leggyakrabban használt csőrendszer vizsgálati mód. A kötési szilárdság vizsgálata alapvetően roncsolásos módon lehetséges.

Egy nem kellőképpen előkészített kötés szilárdsága a csőpaláston levő oxidréteg jelenléte miatt nem lesz megfelelő. A tervezett élettartam során a kötés a környezeti és üzemi paraméterek hatására bármikor meghibásodhat (szivárgás vagy a kötés elválása). A hibás kötés jellemzően nem javítható, ki kell vágni a csőhálózatból. Ilyenkor a hegesztett kötés a kötési zónában, az oxidréteg mentén sima felületen elválk, anyagszakadás nem látható. (3. ábra)

A csőrendszerek anyagaként használt műanyagok nem UV állók önmagukban, az UV állóságot adalékanyagokkal javítják, pl. finom korommal, mely hatására az oxidréteg a felület csupán kb.0,1-0,15mm vastagságban alakul ki, a további rétegvastagságban az alapanyag szűz marad. Az UV stabilitás a nem fekete csövek esetében kisebb, más módon, vagy egy-



1. ábra. Hegesztés minőségét befolyásoló tényezők



2. ábra. Elektrofúziós csőkötés metszete: tökéletes hézagzás



3. ábra. Hántolás nélkül hegesztett kötés nyomáspróba után



6. ábra. Rotációs hántoló szerszám

(DVS 2207-1 alapján)

Mérettartomány mm	Minimális hántolási vastagság mm	Megengedhető minimális csőméret mm	Maximális hántolási vastagság mm
D20-25	0,2	d névl. - 0,4	0,2
D32-63	0,2	d névl. - 0,5	0,25
D75-225	0,2	d névl. - 0,6	0,3
d>D225	0,2	d névl. - 0,7	0,35

4. ábra. A DVS 2207-1 alapján adódó maximális hántolási vastagságok

Csőanyag	PE 80	PE 100	PE-Xa	PP-R	PP-H	PA 12
MRS (MPa)	8	10	9,5	8	10	18
Nyomásfokozat bar SDR11 (T=20 °C, 50 év, c=1,25)	12,5	16	12,5	x	x	x
Nyomásfokozat bar SDR11 (T=20 °C, 50 év, c=2)	5	10	8		10	18
Elektrofúziós idom alapanyaga Idomméret tartomány (mm)	PE 100 d20 - d>1000	PE 100 d20 - d>1000	PE 100 d20-315	PP-R/PP-H d20-315	PP-R/PP-H d20-315	PA 12 d<160
Rotációs hántolás*	javasolt	erősen javasolt/ előírt**	előírt	előírt	előírt	előírt

* idomgyártók által; tekintettel az anyag keménységre, kötés jóságra, nyomásfokozatra

** különböző gyártók előírásai

5. ábra. Elektrofúziósan hegeszthető műanyagcsövek rendszerparaméterei, és a csőhántolásra vonatkozó előírás

általán nem jut érvényre, itt az oxidréteg vastagság nagyobb is lehet.

Külső környezeti hatásoknak kitéve a műanyagok tulajdonságai megváltozhatnak. Az alapvető hatást a foto-oxidáció okozza, amelyet az ultra viola sugárzás tartományán belül sugárzó változó hullámhosszú sugarak okoznak, de egyéb tényezők is szerepet játszanak. Az oxidáció egy, a felületen végbemenő változás, mely a teljes alapanyagot nem feltétlenül változtatja meg. Az oxidréteg szabad szemmel nem látható a csövön, bár egyes anyagokon a szín halványulása megfigyelhető. Mivel hegesztéskor nem ismert a cső előlétele, UV besugárzás mértéke, a hegesztőnek a cső külső palástján levő anyagréteget hántolással mindenképpen el kell távolítania. A tapasztalatok azt mutatják, hogy pl. közműrendszerek esetén minimális 0,2 mm hántolási vastagság elegendő. A hántolás maximális mértéke a DVS2207-1 előírása alapján adódik. (4. ábra). A hántolás előírt mód-

ját a fellelt adatok alapján az 5. ábrán foglaljuk össze.

A táblázatból jól látható, hogy a rotációs hántolás egyre több anyag esetében gyártói előírás. Ennek oka anyagonként más, de összefüggésbe hozható az anyag keménységével, (PE100, PP, PA) a hegeszthetőséggel, az UV állóság mértékével, (PP) a megnövekedett nyomásfokozattal (PE100, PA), a szükséges „jó minőségű hegesztett kötés”, mint kitűzött céllal.

A hegesztő személy egyik, talán legfontosabb feladata a hegesztés előkészületi műveletei során, tiszta, oxidmentes sima felület kialakítása a leendő hegesztés felületén. Az oxidréteg, gyors, gazdaságos, és személy független, reprodukálható eltávolítására leginkább rotációs hántoló szerszámok alkalmasak. (6. ábra.) A hántolástól eltérő módon, pl. csiszolás, reszelés – az oxidréteg eltávolítása nem lehetséges. A hántolást közvetlenül a hegesztés előtt kell elvégezni. Az elektrofúziós idomokat nem lehet hántolni, ezért ezeket csak

közvetlen felhasználás előtt szabad a csomagolásból eltávolítani.

Poliétlen csöveken végzett átfogó vizsgálatok (1) igazolták, hogy a már működő gáz hálózatból kivágott csődarabon hántolás nélkül hegesztett, vagy elégtelen mértékben 0,05-0,1mm vastagságba hántolt csöveken a kötésből kivágott próbadarabok (Strip Bend Test) törése a hegesztési zónában sorra rideg törés volt. Azonos csövön rotációs szerszám használatával első osztályú hegesztések adódtak valamennyi próbadarab esetében, a törési képek azonos vizsgálati feltételek mellett az anyag szakadását mutatták a fűtőszálas zónában. A különböző kötési szilárdság az eltérő mértékű oxidréteg eltávolításával magyarázható.

Elektrofúziós csőhegesztés során, egy olyan technológiai művelet is, mint az oxidréteg eltávolítása a teljes élettartamra vetítve alapvetően meghatározó fontosságú.

Felhasznált irodalom

- [1] Klaus Reiche és más szerzők: Factors affecting weld quality in resistance welded polyethylene. 3R International, (39) 8/2000, s484-490.
- [2] Friedhelm Keller: Fusion of polyethylene: Quality aspects regarding fusion joint preparation. 3R International, 4/2001, s204-208,
- [3] DVS 2207-1
- [4] Utility Technical Handbook - GEORG FSICHER RLS A.G.
- [5] Andreas Dowe, Dr. Christian Baron, Reinhard Buessing: New VESTAMID® (Polyamide 12) grades to manufacture products with large geometrical dimensions for oil and gas applications
- [6] Klaus Reiche: Schweißen von PE-X – Rohren mit PE 100 Elektroschweiß-Komponenten. Köln – Rohrleitungstage 28.-29.10.2003

*Farkas Zoltán
FGF Kereskedelmi és Képviseleti Bt.
Közműrendszerek üzletág