

Aramidszállal és acéllal erősített hőre lágyuló műanyag csövek

Tárgyszavak: PE-csövek; aramid erősítőszálak; gázvezetékek; csőkötések; acéllal erősített műanyag csövek; csőfektetés; nagynyomású csövek.

Műanyag csövek a gázszállításban és a gázelosztásban

A polietiléncsöveket már évtizedek óta sikerrel használják a gázelosztásban. Megfelelő fejlesztés után az ilyen csőrendszereket a nagynyomású területen is bevezették. *Manapság a PE-csöveket 10 bar nyomásig használják.* Annak érdekében, hogy a műanyag csővezetékek előnyeit (rugalmasság, kis tömeg, korrózióállóság) nagyobb nyomáson is kihasználhassák, olyan hőre lágyuló műanyag csöveket fejlesztettek ki, amelyekben a belső nyomást nagy szilárdságú aramid erősítőszálak veszik fel. Az ilyen csövekre gyakran használják az *RTP* (reinforced thermoplastic pipe = erősített hőre lágyuló műanyag cső) rövidítést.

Aramiddal erősített műanyag csöveket eddig főleg a földfelszín felett üzembe helyezett olajvezetékekhez használtak. Annak érdekében, hogy föld alá fektethető, 10 bar feletti nyomáshatárig használható gázcsövekre is alkalmazni lehessen ezt a technológiát, széles körű kvalifikációs vizsgálat sorozatot terveztek. Csak ennek elvégzése után kerülhet sor akár a javításban, akár új csővezetékek fektetésekor az új technológia bevezetésére. A gazdaságossági számítások azt mutatják, hogy ez a megoldás (figyelembe véve a csőfektetés költségeit is) előnyös lehet a hagyományos módszerekhez képest. Ilyen feltételek mellett érdemes egy kísérleti csővezetékot lefektetni és annak tulajdonságait gyakorlati körülmények között megvizsgálni.

Felépítés és nyomásállóság

A holland **Pipelife Nederland B.V.** által előállított, *Soluforce* márkanévű, *aramiddal erősített csövek három rétegből állnak. Egy PE 100 csőbélésre tekercseléssel aramid szálerősítést visznek fel, majd egy külső védőréteget extrudálnak rá.* Mindegyik rétegnek megvan a maga funkciója. A belső cső szolgál tömítésre, és ez veszi fel a külső terheléseket (pl. a föld nyomását, a

forgalomból adódó terhelést) is. Ennek alapanyaga a nagynyomású csövek gyártásához használt PE 100 anyag. *Az aramidszálak szerepe a belső nyomás felvétele.* A PE-mátrixba beágyazva két ellentétes irányba tekercselt réteget hordanak fel. A felvett maximális nyomás a szálak felépítésétől és számától függ. *Az itt alkalmazott szálakkal 42 bar üzemi nyomást garantálnak 50 évre.* A külső (ugyancsak PE 100 alapanyagból készülő) réteg a szálerősítés védelmére szolgál. A csövek anyagát fehér színezéssel védik az UV-sugarak káros hatásával szemben (20 év stabilitás sivatagi körülmények között).

1. táblázat

Az aramidszállal erősített műanyag csövek néhány jellemzője

Jellemző/csőtípus	Egység	M480 Soluforce		M570 Soluforce	
Belső átmérő	mm	100		125	
Külső átmérő	mm	125		150	
Csőhossz	m	400		280	
Üzemi hőmérséklet	°C	20	65	20	65
Maximális üzemi nyomás, kőolaj, 20 éves időtartam	bar	89	65	71	52
maximális üzemi nyomás, földgáz, 50 éves időtartam	bar	42		42	

A megengedhető üzemi nyomás meghatározására 65 °C-on és 20 °C-on tartós terhelési vizsgálatokat végeztek. A regressziós görbék egyenesen futnak, lehajlás nélkül. A tartós terhelési görbéket az aramidszálak határozzák meg. A tartós terhelési görbét 50 évre extrapolálva 100 bar fölötti értéket kapnak. A tartós szilárdság azonban nem az egyetlen tényező, amely a csövek nyomással szembeni szilárdságát meghatározza. A belső csőfalán átdiffundáló gáz nyomást fejt ki az erősítőréttegben, és ha túl nagy a nyomás, a külső, fehér védőréteg „lerobban” az erősítésről. Földgáz esetében ez a tönkremeneteli mechanizmus bizonyult meghatározónak a maximális belső nyomás szempontjából (1. táblázat).

Csőkötések, követelmények

A csőszakaszok összekötésére egy ugyancsak erősített, hegeszthető műanyag hüvelyt használnak. Ha egy erősített műanyag csövet acélcsővel akarnak összekötni, olyan átmenetet alkalmaznak, amelynek egyik oldala műanyaghoz, a másik acélhoz hegeszthető, de van olyan átmenet is, amely karbantartás végződésű. Először a belső műanyag csőszakaszokat hegesztik ösz-

sze, hogy létrejöjjön egy tömör varrat, majd végül a hüvely varratait hegesztik össze villamos úton. A belső nyomás által okozott terheléseket az erősített hüvely veszi fel. A hegesztéshez speciális berendezést használnak, amely mindkét műveletet képes elvégezni. *A 42 bar-os üzemi nyomáson garantált 50 éves élettartam a hegesztett csatlakozásokkal együtt is érvényes.*

Mivel a csővezeték nagy nyomáson működik, érthetően szigorú követelményeknek kell megfelelnie. A követelményrendszer kidolgozásában részt vettek a gázellátók, a csőgyártók és független vizsgáló intézmények. *A kidolgozott vizsgálati program a német DVGW VP 642 biztonsági előírásra épült. Ezek az előírások teszik lehetővé, hogy az adott üzemi nyomáson legalább 50 éves élettartam bizonyítható legyen.* A próbadarabok vizsgálata mellett saját és független ellenőrzés is szükséges. Az itt tárgyalt csőrendszer mintadarabjainak vizsgálata már befejeződött.

A nagynyomású csővezetésekre vonatkozó német rendelet (GasHL-VO) szerint a 16 bar fölött üzemelő gázvezetékek csak acélból készülhetnek, ezért az erősített műanyag vezetékek csak egyedi engedély alapján helyezhetők el, annak bizonyítása után, hogy az acélvezetékekkel azonos biztonságot nyújtanak.

A csőfektetési technológiák kiválasztása

A csőfektetési technológiák szempontjából van az erősített műanyag csőveknek néhány olyan jellemzője, amelyeket különösen figyelembe kell venni. Mivel kötőelemként csak egyenes szakaszok állnak rendelkezésre, az irányváltásokhoz vagy rugalmasan kell meghajlítani a csövet, vagy külön acél irányváltó elemeket kell felhasználni. A görbületi sugárnak legalább 4 méteresnek kell lennie. Bizonyos csőfektetési eljárásoknál ügyelni kell a fellépő maximális erőre. A fektetés során a vezeték még nincs nyomás alatt, ezért az aramidszálak nem viselnek terhelést. A megszabott maximális húzóerő 10 kN. *A csöveket dobokra csévélve szállítják, a csőszakasz hossza a cső méreteitől függően 280 vagy 400 m.*

A fektetési módszert részben gazdasági megfontolások, részben a hely adottságai alapján választják ki. Rendelkezésre áll a nyitott árokba történő elhelyezés, marógép használata vagy „csőszántás”. A csővezeték sérülésének elkerülésére legalább 1,5 m-es mélységet célszerű választani, és az elhelyezett csővezeték be kell földelni. Mindegyik csőfektetési módszernek vannak előnyei és hátrányai. A nyitott árokba történő elhelyezésnél először kiássák az árkot, összehegesztik a csőszakaszokat, majd elhelyezik az árokban, végül elföldelik. Ezt a módszert eleve ki kell zárni, mivel gazdaságtalan.

A második módszer esetében a csövet egy marófej segítségével helyezik el, amellyel a szükséges árokmélység egy műveleti lépésben is elérhető. Az árok ilyenkor szilárd felszínű utakon is elkészíthető. A csővezeték elhelyezését és az árok beföldelését a hagyományos módszerrel végzik el. A csőszántás

alkalmazásakor egy fej fúrja ki a cső helyét és húzza maga után a csövet. A cső fölötti föld magától összezárul, legfeljebb hengerrel utólag el kell egyengetni. Az előzetes gazdaságossági számításokban csak a két utóbbi módszert vették figyelembe. A csőszántás gazdaságosabbnak tűnt (kb. 79 EUR/m), mint a mart árok alkalmazása (kb. 98 EUR/m). A cső ára 49 EUR/m, amelyet az előbb említett fektetési költségek már tartalmaznak. *Ha a helyi adottságok lehetővé teszik, a csőszántást kell alkalmazni.*

Az első kísérletek eredményei

Az első alkalmazásban két meglévő gázvezetékot kötötték össze egy kb. 4,5 km hosszú szakasszal. A terepviszonyok olyanok, hogy acéltoldatok nélkül, csupán műanyag csővel is megoldhatók az irányváltozások. A kérdéses szakaszon egy gyorsvasúti pálya és egy közút alatt is át kellett vinni a vezetékot. Az vasúti pálya alatti szakaszon acélcsővet, az úttest alatt védőcsőbe helyezett erősített műanyag csövet használtak. Igen gondosan ellenőrizték a csőfektetés folyamatát, a hegesztéseket. A hegesztések számát a szükséges minimumra csökkentették. A nyomáspróbák kiterjedtek a hegesztett varratokat tartalmazó csőszakaszokra is.

A 10 bar-os vezetékot nyomáspróbáját általában levegővel végzik, itt a nagy nyomás miatt vizet használtak. Mivel az erősített műanyag csővek másképp viselkednek, mint az acélcsővek, a nyomáspróba-hoz a DIN 4279-7 (kontrakciós) módszert használják. Azt vizsgálják, hogy miként alakul a nyomás 1,5 óra alatt, majd 24 óra múlva. Mivel ilyen típusú csőveknél nincs összehasonlítható adat a megengedhető nyomáscsökkenésre, a csőgyártónál végeztek összehasonlítható méréseket.

A nyomáspróba-hoz a vezetékot feltöltötték, majd 18 órás kiegyenlítődési időszak következett. Ezután max. 1–2 bar/min sebességgel a nyomást 105 bar-ig növelték, ezután 30 percig szivattyúzással fenntartották ezt a nyomást, majd 30 percet vártak. Ezután a nyomást 84 bar-ra csökkentették, és 24 óra hosszat vártak, végül a nyomást 37,5 bar-ra csökkentették, és ismét 24 órát vártak. A nyomás időfüggését mindvégig 0,2 bar felbontással mérték és regisztrálták. Az első várakozási szakaszban mértek ugyan némi nyomáscsökkenést, de az kisebbnek bizonyult, mint a referenciamérésekben megállapított határérték. Semmilyen megengedett szivárgást nem észleltek.

Összefoglalásként megállapítható, hogy aramidszállal erősített, háromrétegű hőre lágyuló csőveket sikerrel lehet olyan nyomástartományban használni, ahol a hagyományos PE csővek már nem használhatók.

Acéllal erősített bordázott csővek

A **Krauss-Maffei** cég egyik ausztráliai leányvállalatától vásárolni lehet olyan berendezést, amely *acéllal bordázott műanyag csővek gyártására al-*

kalmas. A csövek alapanyaga PE-HD, átmérőjük max 2250 mm. A szükséges technológiát egy ugyancsak ausztráliai cég fejlesztette ki. A csöveket folyamatos acélerősítésű műanyag profilból készítik, amely egy bordát és egy peremet tartalmaz, amelyet átlapoló módon, spirál alakban tekercesznek és hegesztenek össze. Az így előállítható csőátmérő-tartomány 200–2250 mm között van. Az átmérőt a tekerceselő túske cseréjével lehet változtatni. Az átmérőtartomány alsó szakaszán (200–1000 mm) egyetlen extrúziós szerszám használata elegendő, nagyobb átmérők esetén más szerszámot kell használni, mert nagyobb profilra van szükség. A technológia a düsseldorfi K-kiállításon mutatkozott be.

Dr. Bánhegyi György

Grass, K.: Aramidbewehrte Kunststoffrohre im Hochdruckbereich. = Gas Erdgas, 146. k. 3. sz. 2005. p. 146–150.

Make corrugated pipe with steel ribs. = Plastics Technology, 50. k. 10. sz. 2004. p. 16.

EGYÉB IRODALOM

Starke Schläuche. Thermoplastisches Elastomer. (Erős bordás tömlők hőre lágyuló elastomerből.) = Plastverarbeiter, 55. k. 3. sz. 2004. p. 52.

Kunststoffreste zu glasklaren Rohstoffen aufbereiten. (Műanyag hulladékból átlátszó alapanyag.) = Plastverarbeiter, 54. k. 12. sz. 2003. p. 12.