

## Műanyag csövek új alkalmazási lehetőségei

A műanyag csövek előtt kedvező tulajdonságaiknak köszönhetően számos új alkalmazási lehetőség nyílik meg. Fontos szerepet játszhatnak a hidrogéngáz szállításában. Minden esetben vizsgálni kell a hidrogén rövid- és hosszútávú hatásait a műanyag csövek tulajdonságaira. A megújuló forrásból származó alapanyagokból gyártott csövek hozzájárulnak a CO<sub>2</sub> kibocsátás, ezzel a karbonlábnyom csökkentéséhez.

*Tárgyszavak: műanyag alkalmazás, műanyag csövek, tulajdonságok vizsgálata, hidrogéngáz szállítás, fenntarthatóság, biaxiálisan orientált csövek*

### Hidrogéngáz szállítás műanyag csővezetékben

A hidrogén egy tiszta, hatékony, biológiailag lebomló, nagy mennyiségben előforduló energiaforrás, amely lehetőséget kínál a fosszilis tüzelőanyagok kiváltására. Égetése során csak víz keletkezik melléktermékként. A jelenlegi klímatudatos környezetben a földgáz lehetséges helyettesítője lehet a háztartások fűtésében és az ipari felhasználásban metángázzal keverve vagy anélkül. Ugyanakkor illékony, nehezen tárolható, egyes anyagokra korrozív hatású lehet. A hidrogén használata sok európai ország számára változást jelentene, mert nincs tapasztalat a hidrogén alapú fűtőgázok műanyag csőhálózatokban történő szállításában.

A szénalapú fosszilis tüzelőanyagok, például a metán elégetése tovább emeli a CO<sub>2</sub> szintet. A poliolefin csövek hozzájárulhatnak az általános CO<sub>2</sub> kibocsátás csökkentéséhez is, mert szerepet játszhatnak a feltörekvő hidrogéngazdaságban. A hidrogénnek a meglévő gázcsöveken való átvezetése azonban előzetes kockázatértékelést igényel, ugyanis fel kell mérni a hidrogén kémiai hatását a csővezetékre, mert azon áthatolhat és kijuthat a környezetbe, a hosszú távú expozíciót, valamint hidrogén és a polietilén gázelosztó vezetékek közötti kompatibilitást. A **Borealis** vizsgálta, hogy a hidrogén befolyásolja-e a csövek lassú repedésterjedését, a szakító tulajdonságát és az anyagszerkezetét. A PE80 csöveket 1 méterrel a föld alá helyezve négy évig tiszta hidrogén hatásának tették ki. Minden évben tesztelték a mintákat és megállapították, hogy a folyamatos hidrogénterhelés nincs hatással a csövek tartósságára.

A **Radius Systems** az Egyesült Királyságban mérte fel a polietilén csövek és szerelvények alkalmasságát a hidrogéngáz szállítására. A fűtőgázok elosztására szolgáló polietilén csőhálózatok sok országban már több mint 50 éve jól működnek és a hidrogén szállítására rendkívül előnyösnek tartják. A Radius a megfelelően előkészített mintákat 20 és 80 °C-on tesztelte 6000 órán keresztül. Ez elegendő idő ahhoz, hogy a hidrogén teljesen behatoljon a polietilénbe és látható legyen a jellemzőkben megfigyelhető változás. A 20 °C-on végzett vizsgálatok alátámasztják azt az előzetes elvárást, hogy a hidrogén jelenléte nem károsítja a polietilén cső szilárdságát és 80 °C-on sem figyeltek meg rideg repedésszerű hibákat.

A **Kiwa Technology** többretegű, hőre lágyuló kompozit csőben (TCP) vizsgálta a hidrogén hatását. Ez a TCP cső műanyag bélést, alumíniumréteget és szintetikus szálerősítést is tartalmazott. Két eltérő módszert alkalmaztak a hidrogén áteresztés mérésére. Az egyik módszer az egyes

rétegek, míg a másik a teljes cső átteresztőképességét tesztelte. A vizsgálatot 42 bar nyomáson végezték. A hidrogén átteresztési sebessége nagyjából 30 liter/év volt 1 km hosszú csőszakaszon. Az átteresztés ebben a nagynyomású rendszerben 175-ször kisebb, mint egy normál polietilén csőrendszerben 2 bar nyomáson.

A *PolHYtube* projekt során számos műszaki műanyag hidrogénnel való kompatibilitását vizsgálták. Ezek közé tartoztak a csövek üzemi jellemzői (nyomás, gázáramlás, hőmérséklet stb.), a műanyag falon keresztüli hidrogén áthatolás biztonsági szintje és a polimer tartóssága. Tiszta hidrogéngázt és keverékeket (20% CH<sub>4</sub> – 80% H<sub>2</sub>) vizsgáltak polietilén (PE100) és poliamid 11 (PA11) csővezetékekben. A PE100 referenciaanyagnak számít a földgázelosztó vezetékeknél, a PA11 pedig magasabb üzemi nyomást tesz lehetővé jobb gázzárás mellett. Az anyagok mechanikai, gázzáró tulajdonságait és mikroszerkezetét tanulmányozták hidrogén jelenlétében, különböző körülmények között végzett öregítés után, hogy a hosszútávú működésükről képet alkothassanak. A hidrogén átteresztési együtthatóját a cső élettartamát befolyásoló jellemzők (nyomás, hőmérséklet, hidrogéntartalom, a minta geometriája) mellett határozták meg. A PA11-nél kisebb volt a hidrogén átteresztés, mint a PE100-nál, és nem volt a nyomásnak, a gázösszetételnek és a polimer feldolgozási módjának különösebb hatása a mintákra. Hidrogén környezetben vizsgálva nem volt megfigyelhető a PE100 és a PA11 rendszerek gázzáró és mechanikai tulajdonságainak (feszültség, kúszás, képlékeny törés) változása több mint egy éves, eltérő körülmények között végzett öregítés után.

A **Hong Kong & China Gas** társaság úgynevezett városi gázt szállít polietilén csőrendszereken. A gáz a fő alkotóeleme, a hidrogén a betáplált gáz térfogatának 45–50%-át teszi ki. Nyugat-Európában szintén hidrogénnel keverik a földgázt a CO<sub>2</sub> kibocsátás csökkentése érdekében. Ez általában alacsony koncentrációjú (pl. 30%) hidrogén tartalmat jelent. Hollandiában PVC földgáz csövekben vizsgálták a 20% hidrogén tartalom hatását és négy éven keresztül nem találtak látható vagy mérhető károsodást a csöveken. Az Egyesült Királyságban a *HyDeploy* projekt keretében korábban lefektetett polietilén csöveken tesztelték a hidrogén-metán keverékek hatását és a hegesztési technikákat, amelynek eredményeként kidolgoztak egy biztonsági előírást a műanyag csőhálózat átalakítására. Dániában 20 éves és új polietilén csöveket vizsgáltak együtt 10 évig tiszta hidrogéngázzal. A tesztek egyértelműen bizonyították, hogy még megnövekedett hidrogénkoncentráció mellett sem jönnek létre új típusú meghibásodások és nem tapasztalható az elhasználódás felgyorsulása sem. Egy másik holland kutatás pedig arra a következtetésre jutott, hogy a meglévő elosztóhálózat (125 000 km hosszú PVC-U, PVC-Hi és PE csövekkel együtt) alkalmas tiszta hidrogéngáz szállítására, amennyiben a gáz száraz. Több ország fontolgatja azt a hosszabb távú célt, hogy a meglévő gázelosztó hálózataikat hidrogén-metán keverékre vagy tiszta hidrogénre alakítsák át. Ez azt jelenti, hogy a hidrogénellátás két különböző forrásból fog származni, vagy a földgáz gőzreformálása során keletkező „kék” hidrogénből, vagy a megújuló forrásokból előállított „zöld” hidrogénből. A hidrogén mindkét esetben ugyanaz, potenciálisan 100%-ban tiszta gáz, vizsgálni kell azonban, hogy a korábban használt polietilén és PVC csőanyagok alkalmasak-e ezen gázok szállítására.

A **TEPPFA** (Műanyag Csövek és Szerelvények Európai Szövetsége) megalapozott álláspontja, hogy a PE és PVC csőrendszerek felhasználása hidrogén-metán alapú keverékek és tiszta hidrogéngázok szállítására megfontolandó. Valójában a korszerű anyagok esetében az ipari szabványok, mint például az ISO 4437, az EN 1555 és az ISO 6993 már előrevetítik ezt a polimer csőrendszerekre vonatkozó előírásaikban. Ezen túlmenően olyan régebbi anyagok is számításba

vehetők, amelyek a szabványos vizsgálatokon megfeleltek. Az alkalmasságról szóló döntés végső soron azokra hárul, akik ismerik csővezetékeik építési és üzemeltetési feltételeit.

## **Biaxiálisan orientált csövek**

A **SABIC BiAx** biaxiálisan orientált poliolefin csőve az orientált PVC (PVC-O) csőhöz hasonló módon készül. A gyártási folyamat során egy viszonylag kisméretű, vastag falú PE vagy PP csövet extrudálnak, majd ezt egy fűtött tüskére húzva nagyobb átmérőjű, vékonyabb falú csővé alakítják át. A biaxiális nyújtás javítja a repedési szilárdságot és 30%-kal csökkenti az anyagfelhasználást. A biaxiálisan orientált csövek egyedülálló morfológiájuknak köszönhetően rendkívül jól ellenállnak a klóros víznek és kiváló belső nyomásállóságot nyújtanak. A BiAx cső a teljesítménykritériumok teljes skáláján javulást kínál a hagyományos poliolefin csövekhez képest, nagyobb az ellenállása a belső nyomással és a lassú repedésnövekedéssel szemben, lehetővé teszi az árok nélküli csőszerelést, sima belső fala csökkenti a szivattyúzáshoz szükséges energiát, jobb a kopásállósága és a fertőtlenítőszerekkel szembeni ellenállása, kisebb a lineáris hőtágulási együtthatója, alacsony hőmérsékleten jobb az ütésállósága és kétszer akkora a klórdioxiddal szembeni ellenállása. A biaxiális orientációt korábban nem alkalmazták szemikristályos polimereknél, például a poliolefineknél, mert nem voltak hozzá megfelelő típusok. A gyártó extrudersor egy folyamatos működésű BiAx csőextruderből és a nyújtáshoz egy külön erre a célra szolgáló berendezésből áll. Ez a megfelelő hőmérsékletre felfűtött tüske nyújtja meg a csövet két irányban. A BiAx csövek hagyományos berendezésekkel, kisebb módosításokkal, hegeszthetők.

## **Fenntarthatóság a csőgyártásban**

Az **Uponor Infra Borealis** polipropilénből készült gravitációs műanyag csőve akár 70%-kal is csökkenti a CO<sub>2</sub> kibocsátást, ezzel a karbon-lábnyomot, mert az *Ultra Rib 2 Blue* csatornacső gyártásához használt alapanyag több mint fele megújuló forrásból származik. A *Borealis Borneables* fenntartható poliolefin típusok ugyanolyan teljesítményt nyújtanak, mint a nem megújuló forrásból előállított poliolefinok. A cső specifikációi a tulajdonság és teljesítmény tekintetében megegyeznek a standard *Ultra Rib 2* jellemzőivel. Az *Ultra Rib 2 Blue*-ban lévő megújuló nyersanyag mennyiségéről fenntarthatósági nyilatkozatot állít ki a gyártó. A *Borneables* portfólió kulcsfontosságú lépést jelent a fosszilis alapú alapanyagoktól mentes termékek kínálatában, segít a fenntarthatósági célok elérésében, miközben megfelel a cső minőségi szabványok szigorú követelményeinek is.

## **Erőművi alkalmazások**

A polietilén csövet egyre inkább használják atom- és széntüzelésű erőművekben. A **Daipia** cég olyan projektben vett részt, amely a keringtető vízrendszerekben a rozsdásodó és biológiailag elszennyeződött acélcsőveket nagy átmérőjű polietilén csövekre cserélte. A szívóvezeték teljes hossza 131 m, az üzemi nyomás 0,1 MPa körüli érték, a nyomóvezeték hossza 65 m volt. A kutatás megállapította, hogy 24 hónap alatt a polietilén cső biológiai szennyeződése 20–60%-kal volt kisebb, mint az acélcsővéké. Ez elsősorban a polietilén sima felületének volt köszönhető, amely megnehezítette a baktériumok hozzátapadását.

Kínában nagy átmérőjű, vastag falú polietilén csöveket tesztelnek, hogy felmérjék az atomerőművekben való lehetséges felhasználásukat. Más országokban a szigorú biztonsági

követelmények miatt csak 10 éve használnak polietilén nyomócsövet az atomerőművekben. A nagy átmérőjű HDPE csövek megfelelnek az ASME és az ASTM szabvány követelményeinek.

A poliolefin cső fontos szerepet tölt be a távfűtési rendszerekben is. Az új generációs PE-RT csövek az alacsony hőmérsékletű távfűtésben gazdaságosabbak és hatékonyabbak a hagyományos magas hőmérsékletű rendszereknél. A távfűtési hálózatban jellemzően PEX csöveket alkalmaznak, mivel ezek maximális folyamatos használati hőmérséklete 80 °C, élettartamuk pedig 30 év. Ugyanakkor, ha a rendszer 50–60 °C-on működik, akkor a PE-RT bizonyos előnyöket kínál a PEX-hez képest. Ezek az akár 50 év élettartam, a könnyebb hegeszthetőség (tompahesztéssel és fúziós hegesztéssel) és nincs szükség a cső utókezelésére sem. A PE-RT jobb lehetőségeket nyit meg az újrahasznosításban is.

Összeállította: Dr. Lehoczki László

Taking polyolefins to the next level – Pipe & Profil Extrusion, 2022. 3–4. sz. p. 23–29.

Klopffer, M. H.; Berne, P.; Castagnet, S.; Weber, M.; Hochstetter, G.; Espuche, E.: Polymer Pipes for Distributing Mixtures of Hydrogen and Natural Gas: Evolution of their Transport and Mechanical Properties after an Ageing under an Hydrogen Environment – 18<sup>th</sup> World Hydrogen Energy Conference 2010 – WHEC 2010

Hydrogen – a potential future fuel gas – TEPPFA Position Paper, 2021. szeptember 3.