

CSATORNACSŐ ANYAGOK HIDEGTŰRŐ KÉPESSÉGÉNEK VIZSGÁLATA

Ráthy Istvánné, főiskolai docens¹

Fórián Sándor, adjunktus²

Tompa Krisztián, vegyészmérnök³

Kéki Sándor, egyetemi tanár, tanszékvezető³

¹ Debreceni Egyetem Gépészmérnöki Tanszék

4028 Debrecen, Ótemető u. 2-4. tel: +36-52-415-155/77719

e-mail: rathyne@eng.unideb.hu; honlap: www.eng.unideb.hu

² Debreceni Egyetem Környezet-és Vegyészmérnöki Tanszék

4028 Debrecen, Ótemető u. 2-4. tel: +36-52-415-155/77781

e-mail: forian@eng.unideb.hu; honlap: www.eng.unideb.hu

³ Debreceni Egyetem Alkalmazott Kémiai Tanszék

4010 Debrecen, Egyetem tér 1. tel: +36-52-512-900/22480

e-mail: keki@tigris.unideb.hu; honlap: www.chem.science.unideb.hu

Összefoglalás

A csatornacsöveket Magyarországon ma már környezetbarát módon kemény PVC-ből állítják elő, de problémát jelent, hogy a téli hónapokban a hidegtűrő képessége alacsony, és gyakoriak a csőrepedések. Kompozitokat állítottunk elő oly módon, hogy kemény PVC anyagba ágyaztunk rövid szénszálakat gyűrőkamrában begyűrva. Próbatesteket állítottunk elő különböző szénszál tartalommal, melyeket különböző hőmérsékletre lehűtve mértük az ütési energia nagyságát. Azt tapasztaltuk, hogy már kis szénszál tartalom növelésével is jelentősen nő a műanyag ütési igénybevétellel szembeni ellenállása, valamint a ≈ 2 % szénszál bevitelével jól javítja a hideg-ütésállóságot.

Kulcsszavak: poli(vinil-klorid), szénszál, ütőmunka vizsgálat, hidegtűrő-képesség

Abstract

The spouts already are manufactured from hard PVC on environment- friendly in Hungary today. There is a problem, that the cold resistance is too lower, that is the reason the pipes break very often in the wintertime. Preparation and characterization of novel rigid poly(vinyl-chloride)[PVC] - short carbon fiber[CF] composites are reported. Specimens were produced by different carbon fiber content. They were cooled at different temperatures, and we measured the amount of impact energy. We found that low carbon fiber content also significantly increases the impact resistance of plastic. 2% carbon fiber intake improves the cold-shock resistance well.

Keywords: poly(vinyl-chloride), carbon fiber, composite, cold-shock resistance

1. Bevezetés

A kemény PVC alapanyagú csatornacsövek alacsony hidegtűrő-képessége megnehezíti a különböző szennyvíz elvezetési technológiák kiépítését és üzemeltetését 0 °C alatti hőmérsékleten.

Mivel a Debreceni Egyetem Alkalmazott Kémiai Tanszékén több éve folynak kutatások különféle műanyag alapú kompozit anyagok előállítása és mechanikai vizsgálata terén, adódott a lehetőség, hogy kísérleteket végezzünk, hogy hogyan lehet javítani a kemény PVC mechanikai tulajdonságait szénszálak beépítésével.

2. Kísérleti körülményeink

2.1. Felhasznált anyagok

Kemény PVC: Csögyártáshoz használt kemény PVC, jele: KE-138, melyet a BorsodChem Zrt. biztosított számunkra. Általános jellemzője, a kis sűrűség 1,4 g/cm³, könnyű megmunkálhatóság, nagy felületi simaság. A hőre lágyuló műanyagok molekulaszervezetüknél fogva rossz hővezetők, tehát jó a hőszigetelő képességük. Az elektromos áramot nem vezetik, de hajlamosak az elektrosztatikus feltöltődésre.

Az egyes jellemzők értékét a vizsgálati próbatestek előállítási módja és alakja is jelentősen befolyásolhatja. Ezért az egyes tulajdonságok vizsgálati módszereit és a próbatestek készítését szabványok rögzítik.[1, 2]

Szénszál: Gyanta nélküli kezeletlen szénszál, jele: CF 48 K, melyet a ZOLTEK Rt. Hungary biztosított, pásmában tekercselve, amiben 48000 szál van, a szálak átlagos átmérője 7,4 µm, rugalmassági modulusa 39 GPa, sűrűsége 1,78 g/cm³.

2.2. Alkalmazott berendezések

A vizsgálathoz szükséges próbatestek elkészítéséhez BRABENDER gyúrókamrát, MU-32 FONTYNE melegprést, laboratóriumi LHP-160 hidegprést alkalmaztunk, fűrészszel daraboltuk.

A próbatestek lehűtésére az INSTRON 4311 típusú anyagvizsgáló gép termosztátját használtuk. Az ütővizsgálatot Izod-féle ütőművel végeztük. Az ütés során 2 kJ-os ütőfejet használtunk.

2.3. A kísérletek technikai kivitelezése és a vizsgálat menete

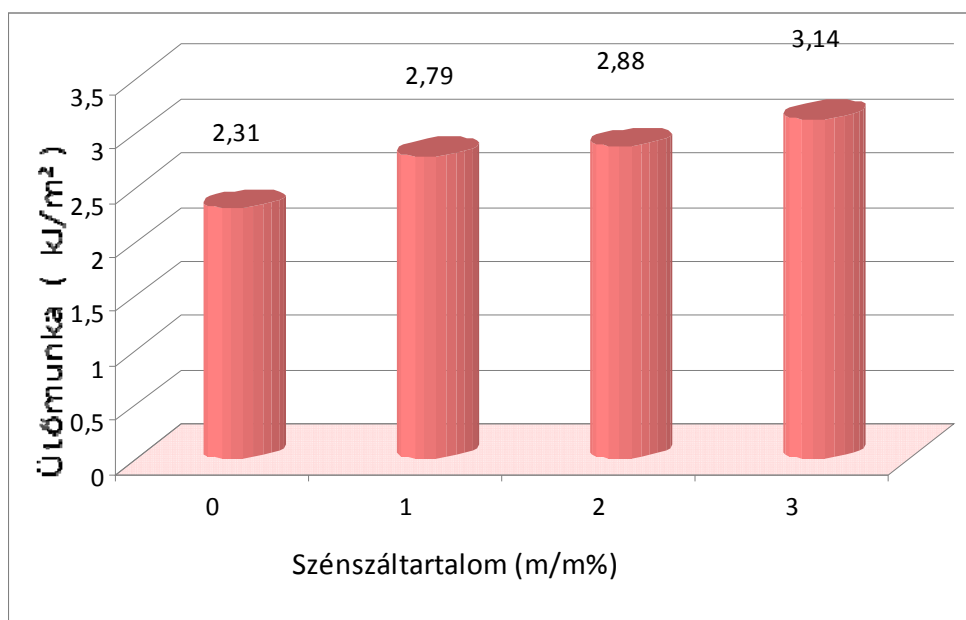
A kemény PVC granulátumot gyúrókamrában gyúrtuk 3 percig 210 °C-on, majd hozzáadtuk a vágott szénszálakat különböző mennyiségben 0 – 3 m/m % - ig, és együtt gyúrtuk még 3 percig.

A préselések során 50 kPa nyomást alkalmaztunk [3]. Majd a szabványos méretűre kivágott és bemetszett próbatesteket különböző hőmérsékletre hűtöttük, 0 °C-ra, -10 °C-ra, -20 °C-ra, és rövid időn belül (3-4 mp) elütöttük az Izod-féle ütőhajlító géppel. Szobahőmérsékletű, valamint +40 °C-ra melegített próbatestekkel is elvégeztük az ütőmunka vizsgálatot.

3. A vizsgálati eredmények és értékelésük

3.1. A különböző szénzálmennyiséggel erősített kemény PVC alapú kompozitok ütővizsgálati eredményei szobahőmérsékleten

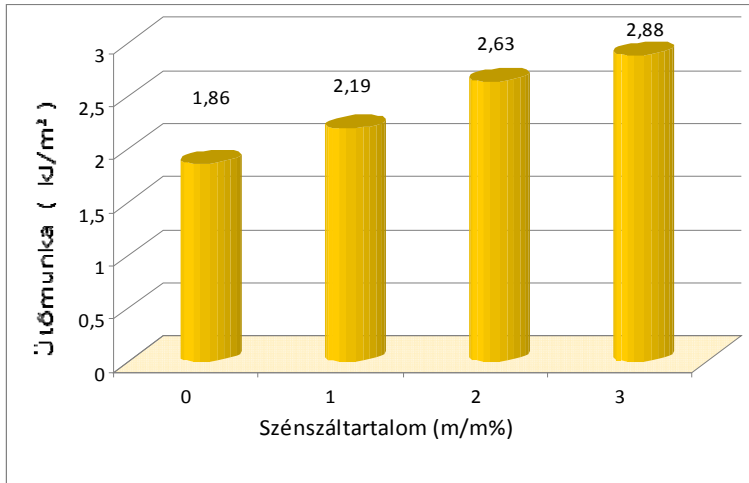
Az első vizsgálatsorozatban 5-5 próbatestet készítettünk 0%-os, 1%-os 2%-os és 3%-os szénzálmennyiséggel, és szoba hőmérsékleten ütöttük el azokat. Az ütőmunka értékeket az 1. ábra mutatja.



1. ábra: Ütőmunka értékek szobahőmérsékleten

A szálmentartalom növelése mindegyik esetben jelentősen növelte a műanyag ütés igénybevételével szembeni ellenállását. Az 1 % széntartalom esetén a növekedés 20, 7 %, a 3 %-os széntartalom pedig eléri a 35, 9 %-os növekedést a szénzál nélküli műanyag ütőmunka értékéhez viszonyítva.

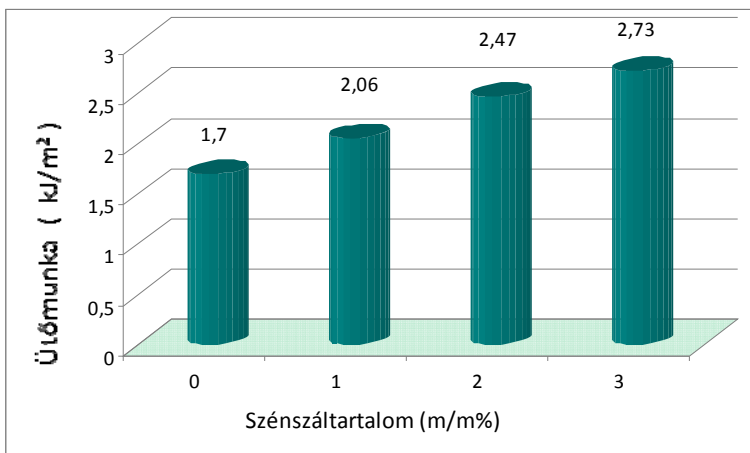
3.2. A különböző szénzálmennyiséggel erősített kemény PVC alapú kompozitok ütővizsgálati eredményei 0 °C-on



2. ábra: Ütőmunka értékek 0 °C-on

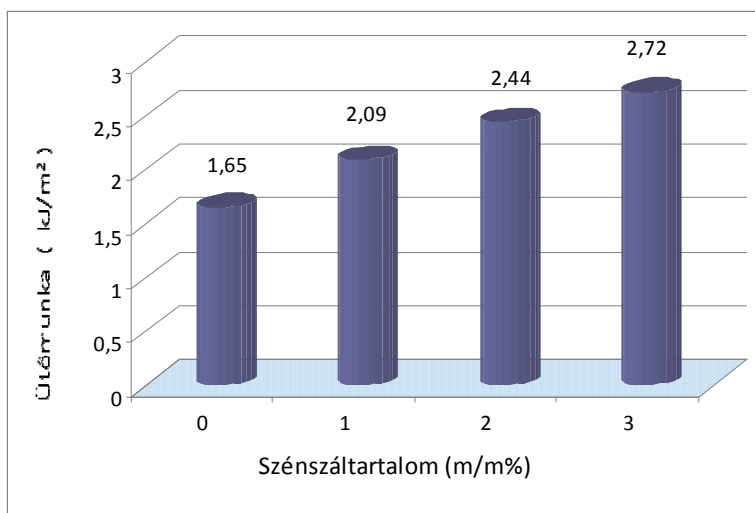
A diagramon jól látható, hogy a 0 °C-on mért ütőmunka értékek a szénzál mennyiségek növelésével emelkedtek. Az is megfigyelhető, hogy a szobahőmérsékleten mért értékekhez képest alacsonyabbak az ütőmunkák értékei.

3.3. A különböző szénzálmennyiséggel erősített kemény PVC alapú kompozitok ütővizsgálati eredményei –10 °C-on és –20 °C-on



3. ábra: Ütőmunka értékek –10 °C-on

Összehasonlítva a szobahőmérsékletű és a $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ -os próbatestek ütőmunka értékeit (1. ábra és 3. ábra), azt tapasztaltuk, hogy a közel 2 % szénszál tartalmú $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ -os próbatest ütőmunka értéke hasonlóan akkora, mint a szobahőmérsékletű natúr műanyag ütőmunka értéke. Tehát a közel 2 tömeg százalékos szénszál bevitel az a mennyiség, ami eltolja balra az elridegedési hőmérsékletet, $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ról $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ra.



4. ábra: Ütőmunka értékek $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on

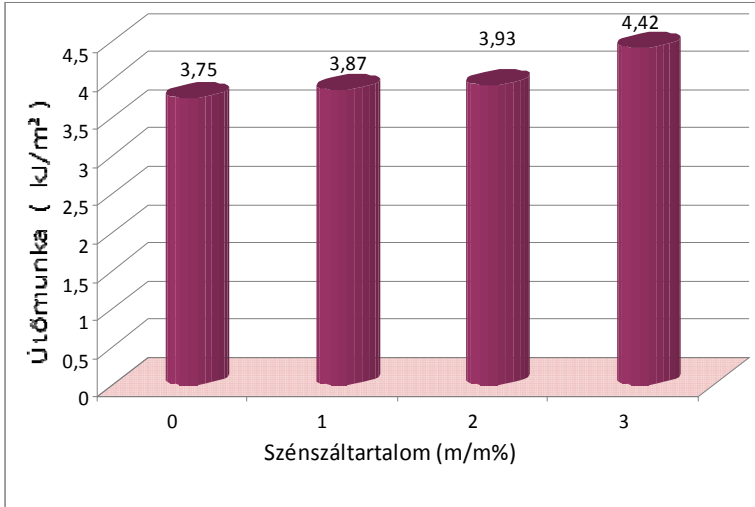
A $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on és $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on történt mérések (4.ábra) nagy különbözőségeket nem mutatnak ami várható volt az elméleti átmeneti hőmérsékleti diagram ismeretében.

3.4. A különböző szénszálmennyiséggel erősített kemény PVC alapú kompozitok ütővizsgálati eredményei $+40\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on

Megvizsgáltuk a kompozitok viselkedését $+40\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on is gondolván nyári meleg időszakra is.

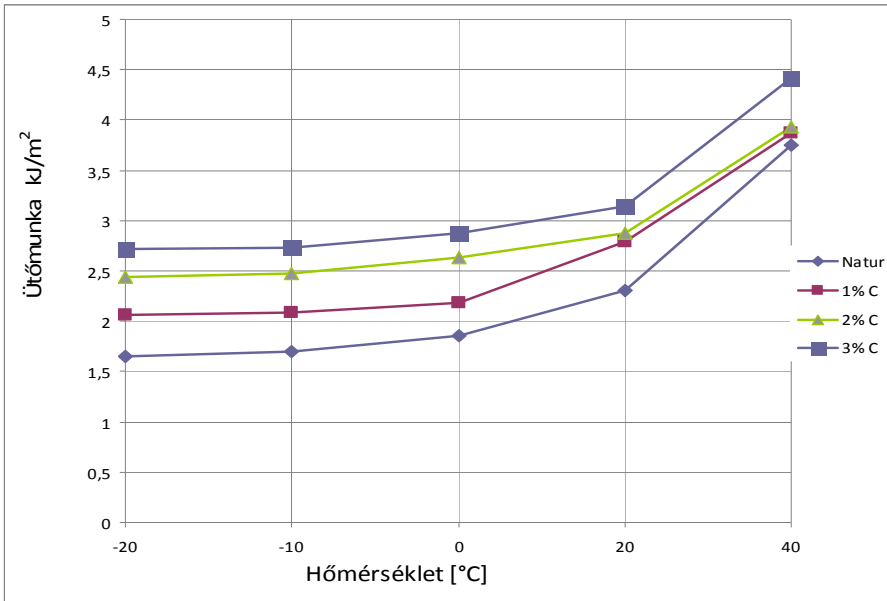
Az eredmények alapján a szívósság igazolódni látszik, tehát a felhasználást tekintve a kánikulai melegben, illetve a $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ -nál magasabb hőmérsékleten szállított szennyvíz esetében is alkalmazható a kemény PVC csatornacső anyag.

A mért eredmények az 5. ábrán láthatók.



5. ábra: Ütőmunka értékek +40°C-on

Összehasonlítva a vizsgálati eredményeket, és egy közös diagramban ábrázolva (6. ábra) látható, hogy a széntartalom növekedése minden vizsgálati hőmérsékleten emelte a kompozitok ütéssel szembeni ellenállását. Az is leolvasható, hogy a közel 2 tömeg %-os szénzsál mennyiségű kompozit ütőmunka értéke érte el a szobahőmérsékletű natúr PVC ütőmunka értékét.



6. ábra: Ütőmunka értékek egyesített diagramja

3.5. Optimális szénszál tartalom meghatározása számítással

A megfelelő szénszál mennyiség értékét interpolálással is kiszámítottuk. A natúr kemény PVC szobahőmérsékleten mért ütőmunka nagyságához viszonyítva az ideális százalékos arányt a $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on végzett mérések eredményei alapján határoztuk meg.

$$b_{1\%} = 1\%$$

$$b_{2\%} = 2\%$$

$$\alpha_{\text{úinatár}} = 2,31\text{kJ} / \text{m}^2$$

$$\alpha_{\text{úil1\%}} = 2,09\text{kJ} / \text{m}^2$$

$$\alpha_{\text{úil2\%}} = 2,44\text{kJ} / \text{m}^2$$

$$b_{i-20} = b_{1\%} + \left(\frac{b_{2\%} - b_{1\%}}{\alpha_{\text{úil2\%}} - \alpha_{\text{úil1\%}}} \right) \cdot (\alpha_{\text{úinatár}} - \alpha_{\text{úil1\%}})$$

$$b_{i-20} = 1\% + \left(\frac{2\% - 1\%}{2,44\text{kJ} / \text{m}^2 - 2,09\text{kJ} / \text{m}^2} \right) \cdot (2,31\text{kJ} / \text{m}^2 - 2,09\text{kJ} / \text{m}^2)$$

$$b_{i-20} = 1,63\%$$

Ahol $b_{1\%}$, $b_{2\%}$ a szénszáltartalom, az $\alpha_{\text{úil1\%}}$, $\alpha_{\text{úil2\%}}$ az ütőmunka értéke.

A számítások alapján megállapítható, hogy 1,63%-os szénszál tartalommal $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on elérjük a natúr műanyag szobahőmérsékleten mért ütőmunka értékét. Azaz az 1,63 tömeg százalékos szénszál bevitel az a mennyiség, ami eltolja balra az elridegési hőmérsékleti görbét $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ról $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ra.

4. Gazdaságossági és környezetvédelmi összegzés

A szénszál mennyiségének optimalizálására a termék viszonylag magas ára (min.16 EUR/kg) miatt van szükség. A csatornacsövek magyarországi piacán a kPVC alapanyagok ára 280 – 300 HUF/ kg között mozog. Ebből a legyártott cső, a legkisebb mérettől a legnagyobbig átlagosan 1800 Ft-tól egészen 170.000 Ft-ig terjed. Ezek figyelembe vételével a beépített szénszál különböző mértékben drágítja a PVC csöveket. Ha tovább elemezzük a csőtípusokat, arra is következtethetünk, hogy nem szükséges minden fajtába szálát beépíteni, hanem találni kell olyan mérettartományt, ahol a gyártási költségek gazdaságosak.

A költségelemzéseink alapján az optimális széntartalmat figyelembe véve ~1100 Ft árnövekedést okoz méterenként pl. a 110 mm-es névleges átmérőjű csövek esetén.[4]

A gazdaságossági szempontokon kívül nem elhanyagolhatóak a környezetvédelmi szempontok sem. Hiszen a nagy azbeszt tartalmú, környezeti elemekre és az emberekre is káros eternit csöveket cserélték és cserélik folyamatosan országshzerte.



7.ábra: Csatornacső fektetése

Az sem mellékes, hogy a dilatációs mozgásokat sokkal jobban viselik a műanyag csövek a talajban, így kisebb a csövek elrepedéséből, töréséből származó elszivárgás, talajszennyezés.

A hagyományos csatornahálózat sok helyen tartalmaz még egyesített rendszerű csapadék- és szennyvízelvezetést. A mai gondolkodás szerint a csapadékvizet külön kell kezelni a szennyvíztől, mert nem szükséges, hogy a költséges szennyvíztisztítási technológián átvezessék. Ezért az ún. egyesített rendszerek szétválasztása zajlik napjainkban is (7. ábra). A földmunkák során az egyéb felszín alatti közművek helyzetének pontosítása, és esetleges hibáinak feltárása is megtörténhet. Nem utolsó sorban az eseti illegális csatorna rácsatlakozásokat is fel lehet térképezni.

Irodalomjegyzék

- [1] EN ISO 3167: 2002 *Műanyagok* – Többcélú vizsgálati minták
- [2] EN ISO 2818: 1994 *Műanyagok* - Próbatetek készítése
- [3] EN ISO 291: 2005 *Műanyagok* - Standard hőmérsékletek kondicionáláshoz
- [4] Tompa, K., *Kemény PVC csatornacsövek hideg-ütésállóságának javítása szénszállal*. Szakdolgozat Debreceni Egyetem 2009