

TERMÉSZETESSZÁL - ERŐSÍTÉSŰ POLIMER KOMPOZITOK FEJLESZTÉSE

PhD értekezés tézisei
Mezey Zoltán

1. tézis

A kenderszál feldolgozási folyamatának minden fázisából származó kenderszálakat vizsgálva kimutattam, hogy a magyar kenderszál két típusa kiválóan alkalmas kompozitok erősítőanyagaként való felhasználásra. Nagy teherbírású, elsődleges szerkezeti elemekhez az áztatott, nyújtott szalag a legmegfelelőbb hőre keményedő mátrixszal társítva, míg kis vagy közepes igénybevételnek kitett alkatrészeknél az áztatott, többszörösen kártolt kóc, hőre lágyuló mátrixszal társítva.

2. tézis

Nem kör keresztmetszetű természetes szálakra kidolgoztam egy olyan, optikai mikroszkópos mérési eljárást, amelynek eredményeit alkalmazva a mért szálkontúr-szélességek felhasználásával a szálkérsztmetszet területe és kerülete – ezáltal a szál szilárdsága és rugalmassági modulusza is – pontosabban számítható, mint kör keresztmetszetet feltételezve.

a. A szálkérsztmetszet területe az $\overline{A_{szám}} = \frac{(s \times c \times \overline{ProjX,Y})^2 \pi}{4}$ összefüggéssel számítható,

ahol s alak tényező értéke $s = \overline{ECD} / \overline{ProjX,Y}$, c korrekciós tényező pedig

$c = \sqrt{\frac{\overline{A_{sz}}}{\frac{(s \times \overline{ProjX,Y})^2 \pi}{4}}}$ összefüggés alapján számítható, ahol $A_{szám}$ a számított korrigált

keresztmetszet, \overline{ECD} az egyenértékű körök átlaga, $\overline{ProjX,Y}$ a szálkérsztmetszet X és Y irányú vetületeinek átlaga, $\overline{A_{sz}}$ pedig a vizsgált szálkérsztmetszetek mérés alapján meghatározott átlagos területe.

- b. A száلكeresztmetszetek átlagos kerülete a $\overline{K_{szám}} = \frac{\sum_{i=1}^n z \cdot ProjX, Y \pi}{n}$ összefüggés alapján becsülhető, ahol z alak tényezőt úgy kapjuk, hogy az átlagos kerületeket ($\overline{K_{sz}}$) elosztjuk a $ProjX, Y$ alapján kör keresztmetszetet feltételezve számított átlagos kerületekkel.

3. tézis

Kimutattam, hogy azonos irányba rendezett kenderszálakkal erősített poliésztergyanta mátrixú kompozitok szálirányú szakítószilárdsága és rugalmassági modulusza számítható a keverékszabály és a mátrix vezérelt tönkremenetel összefüggései alapján, ha a szálak keresztmetszeti területének számításánál figyelembe vesszük, hogy a szál nem kör keresztmetszetű, és:

- a. a szál szilárdságaként a Vas-Halász-féle módosított leggyengébb láncszem elmélet összefüggés alapján a különböző befogási hosszaknál mért szálszakító szilárdságokra illesztett görbe kritikus szálhossznál vett értékét használjuk. A kritikus szálhossz csepplehúzással határozható meg, ahol a szál kerületének meghatározásakor figyelembe kell venni, hogy a szál nem kör keresztmetszetű.
- b. a szál rugalmassági moduluszának számításánál kiküszöböljük a rugalmas száلكihúzódadást. A különböző befogásoknál elvégzett szálszakító-vizsgálok eredményeinek felhasználásával a szál rugalmassági moduluszának számításakor azt korrigálhatjuk a rugalmas száلكihúzóadásra egy e korrekciós tényezővel, amely az $e = \Delta l_{át} / \Delta l_{korr}$ összefüggés alapján határozható meg, ahol $\Delta l_{át}$ a mért elmozdulások átlaga, Δl_{korr} pedig az állandó száلكihúzóadás értékével csökkentett átlagos elmozdulás. Az állandó száلكihúzóadás értéke a különböző befogási hosszaknál mért átlagos elmozdulásokra illesztett egyenes y értéke az $x=0$ pontban.

4. tézis

Kimutattam, hogy a hibrid szálbundából préselt kender/PP kompozitok rugalmassági modulusza jól számítható a Hirsch modell alapján, amennyiben a szál rugalmassági moduluszát korrigáljuk a rugalmas száلكihúzóadásra, valamint a számításakor figyelembe vesszük, hogy a szál nem kör keresztmetszetű. A különböző befogásoknál elvégzett szálszakító-vizsgálok eredményeinek felhasználásával a rugalmas száلكihúzóadás korrigálható egy e korrekciós tényezővel, amely az összefüggés alapján határozható meg, ahol $\Delta l_{át}$ a mért elmozdulások átlaga, Δl_{korr} pedig az állandó száلكihúzóadás értékével csökkentett átlagos

elmozdulás. Az állandó száلكihúzóadás értéke a különböző befogási hosszaknál mért átlagos elmozdulásokra illesztett egyenes y értéke az $x=0$ pontban. Az x feszültségátadási tényező értéke ekkor 0,68 ill. 0,46 a kártolás irányában illetve arra merőlegesen kivágott próbatesteknél.

5. tézis

Módosítottam a Nairn-féle β_C paraméter általános összefüggését a Cox modellhez, amely alkalmas kis és közepes száltartalmú, rövid természetesszál-erősítésű kompozitok rugalmassági moduluszának becslésére. A modellben szereplő β_C tényező értéke felírható a

$$\beta_C = \left[\frac{2}{s^2 c^2 (D_{sz} / 2)^2 E_{sz} E_m} \left[\frac{E_{sz} v_{sz} + E_m v_m}{\frac{v_m}{4G_{sz}} + \frac{1}{2G_m} \left[\frac{1}{v_m} \ln \left(\frac{1}{v_{sz} + \chi} \right) - 1 - \frac{v_m}{2} \right] + \frac{1}{sc(D_{sz} / 2) D_s}} \right] \right]^{0,5}$$

formában, amely már tartalmazza a szálak nem kör keresztmetszetből adódó keresztmetszet-korrekciónak. Az összefüggésben s a keresztmetszet-vizsgálatok alapján meghatározott alak tényező, c a korrekciós tényező, D_{sz} a szálatmérő, E_{sz} , G_{sz} és E_m , G_m a szál és a mátrix húzó és nyíró modulusza, χ paraméterre azért van szükség, hogy $v_{sz}=0$ esetén $\ln(1/v_{sz})$ értéke ne legyen végtelen, D_s a nem tökéletes határfelület minőségére vonatkozó paraméter.

6. tézis

- Kimutattam, hogy a fröccsöntés során finomodó és aprózódó kenderszálok átlagos kontúrszélességének csökkenése – azaz finomodása a szálok hosszirányú hasadása révén – a mért átlagos kontúrszélességekre illesztett $\overline{D}_{sz} = D_0 \left(1 - \frac{v_{sz}}{v_{szl}} \right)$ lineáris összefüggéssel írható le a $0 < v_{sz} < 39,82$ tf% száltartalom tartományban, ahol \overline{D}_{sz} az átlagos száلكontúrszélesség, D_0 a kiindulási száلكontúrszélesség, v_{sz} a száltérfogatarány, v_{szl} pedig az illesztett egyenes által meghatározott elméleti maximális száltartalom (az egyenes x értéke az $y=0$ pontban).
- Kidolgoztam egy statisztikus szálaprózódási modellt, amely alapján a $0 < v_{sz} < 39,82$ tf% száltartalom tartományban becsülhető a feldolgozás utáni átlagos töredezett szálhossz az

$$\bar{L}_r = \frac{l}{L} + B \left(\frac{v_{sz}^f}{1 - \frac{v_{sz}}{v_{szl}}} \right) \text{ formulával, ahol } \bar{L}_r \text{ az átlagos töredezett szálhossz, } \bar{L} \text{ a kezdeti}$$

átlagos szálhossz, v_{sz} a szálak térfogataránya, v_{szl} pedig az átlagos szálkontúrszélességekre illesztett egyenes által meghatározott elméleti maximális száltartalom. Az f hatványkitevő értéke áztatott, többszörösen kártolt kenderkóccal erősített polipropilén (TVK, H116F) esetén $f=1,067$ -re adódott, ami $R^2=0,998$ korrelációs tényezőjű illeszkedést biztosított. A B parameter a $B = \frac{8\Omega}{\pi D_0}$ alakban adható meg, ahol Ω a szálak kereszteződési tényezője, D_0 pedig az átlagos kiindulási szálkontúrszélesség. A szálak kereszteződési tényezőjének a vizsgált esetben a regressziós illesztés révén a 0-39,82 tf% száltartalmú tartományban átlagolódott értéke 0,1856.

7. tézis

Bebizonyítottam, hogy áztatott, többszörösen kártolt kenderkóccal erősített polipropilén (TVK, H116F) esetén a technológiai-, valamint az utózsugorodás csökkenését két hatás okozza: elsősorban a szálak jelenléte, másodsorban (elhanyagolhatóan kis mértékben) a száltöltésből eredő technológia módosulása (szükségszerű fröccsöntési nyomás növelés). Rámutattam, hogy technológia módosulása okozta zsugorodás-csökkenést elhanyagolva a zsugorodás időbeni lefutását a $t_1=0,083$ és $t_2=216$ óra közötti időtartományban az $S(t)=m \ln(t)+S_t$ összefüggés írja le. Mérések alapján megállapítottam, hogy alkalmazásakor az összefüggés paraméterei: $m=0,0287$, $S_t = 1,3128$.