

## Új tudományos eredmények

Kísérleti és modellezési eredményeim alapján az alábbi téziseket fogalmaztam meg [1-13]:

1. A Junkers technológiával előállított bazaltszálak halmazában előforduló szálfejek egyedi geometriai és szilárdsági vizsgálatai során az alábbi következtetésekre jutottam:

a. Fénymikroszkópos felvételek alapján bebizonyítottam, hogy a bazaltszálfejek két jellemző alakot öltenek, amelyek egyszerű geometriai formákkal közelíthetők: ellipszoid, valamint csonka kúp + fél ellipszoid.

Kimutattam, hogy ezek aránya a szálhalmazban átlagosan 2:3. Bizonyítottam, hogy térfogat-eloszlásuk exponenciális jellegű, amely az alábbi általános összefüggéssel jellemezhető:

$$y = A_1 e^{-\frac{V_{szf}}{t_1}}$$

$\chi^2=33,03$  mellett, amely 95%-os megbízhatósági szint esetén megfelelő, ahol  $V_{szf}$  a szálfejtérfogat, a változók értékei:  $A_1=166,25$ ,  $t_1=15,63$ .

b. Bevezettem a szálfejek „leszakító-szilárdságának” fogalmát, amely a szál és a szálfej közötti szakítóerő és a szálkeresztmetszet hányadosa. Megállapítottam, hogy a jellemző szálfej és szálátmérő hányados függvényében a „leszakító-szilárdság” harmadfokú függvénnyel közelíthető:

$$\sigma_{szf} = a_x(D_1/d)^3 + b_x(D_1/d)^2 + c_x(D_1/d) + d_x,$$

$R = 0,968$  korrelációs együttható mellett, ahol:  $D_1$  a jellemző szálfejátmérő,  $d$  a szálátmérő,  $\sigma_{szf}$  a szálfej „leszakító-szilárdsága”, a változók értékei:  $a_x=0,04$ ,  $b_x=-2,83$ ,  $c_x=68,70$ ,  $d_x=-7,94$ .

c. Kimutattam, hogy a csonka kúp + fél ellipszoid alak esetében bevezetett – fél kúpszög ( $\beta$ ) és a jellemző szálfejátmérő ( $D_1$ ) között az alábbi általános összefüggés áll fenn:

$$\beta = \beta_0 + A_1 e^{-\frac{D_1}{t_1}}$$

$R=0,972$  korrelációs együttható mellett, a változók értékei:  $\beta_0=32,35$ ,  $A_1=-45,21$ ,  $t_1=129,67$ .

2. Kibővítettem a statisztikus szálpaplan modellt, amely a Junkers szálgyártás során keletkező szálfejek szilárdságcsökkentő hatását írja le. A szálfejeket egyenértékű gömbbel helyettesítettem, ezek köré középpontosan nagyobb sugarú szálfejgömböket vettem, amelyeket 100%-os hibahelyként kezeltem. Bebizonyítottam, hogy a szakadási

keresztmetszet köré vett, szálfejcömb sugarú környezet próbatestet metsző részének és az azt metsző szálfejcömbök ösztérfogatának az aránya ( $\phi_{BV}$ ):

$$\phi_{BV} = 1 - \frac{4\pi K}{3} E(\rho^3),$$

ahol:  $K$  a szálfejek középpontsűrűsége,  $\rho$  a szálfejek sugara.

Az összefüggés alapján a szilárdságsökkentő hatás becsülhető.

A szálfejek környezetében a mátrixban fellépő többletfeszültségek hatását magában foglaló szálfejcömbök méretét, ill. azok szakítószilárdságra gyakorolt hatását mátrixba ágyazott egyedi szálfejek szakítóvizsgálatával igazoltam, amely során az alábbi összefüggéseket találtam:

- a. A szálfejek szilárdságra gyakorolt hatását, azok elméleti szakadási keresztmetszettől való távolságának függvényében egy exponenciális összefüggés jellemzi, amely általános egyenlete:

$$\sigma_c = \sigma_{c0} + A_1(1 - e^{-\frac{t}{t_1}})$$

$R=0,990$  korreláció mellett, ahol:  $\sigma_c$  a szálfejes PP szakítószilárdsága,  $t$  a szálfejek távolsága az elméleti szakadási keresztmetszettől, a változók értékei:  $\sigma_{c0}=26,60$ ,  $A_1=0,934$ ,  $t_1=0,280$ .

- b. Bebizonyítottam, hogy a szálfejtérfogat és a szakítószilárdság közötti kapcsolat a következő általános összefüggéssel jellemezhető:

$$\sigma_c = a_x V_{szf} + b_x$$

$R=0,986$  korreláció mellett, ahol  $V_{szf}$  a szálfejtérfogat, a változók értékei:  $a_x=-0,116$  és  $b_x=27,535$ .

3. Olvadékos keveréssel és melegpréssel előállított bazaltszál erősítésű polimer kompozitok vizsgálatai során a következőket állapítottam meg:

- a. Az erősítő szálakon egyedi szálhossz a kompozitokon pedig száltartalom vizsgálatokat végeztem. Megállapítottam, hogy a szálhossz átlagértéke és a száltartalom között másodrendű exponenciális jellegű kapcsolat van, amely a következő általános összefüggéssel jellemezhető:

$$\bar{l}_{szál} = \bar{l}_{szál0} + A_1 \frac{-Bt}{t_1} + A_2 \frac{-Bt}{t_2}$$

$R=0,987$  korrelációs együttható mellett, ahol:  $\bar{l}_{szál}$  az átlagos bazaltszálhossz,  $Bt$  a bazaltszáltartalom, a változók értékei:  $\bar{l}_{szál0}=0,188$ ,  $A_1=0,532$ ,  $t_1=0,018$ ,  $A_2=0,427$ ,  $t_2=8,043$ .

- b. Ugyanezen anyagok szakítóvizsgálata esetén az eredmények elemzése során Vas szálkötegcella modelljét alkalmaztam, amely segítségével a szálhosszeloszlás, az orientáció és a „kompozit tönkremeneteli egyenes” kezdőpontjának ismeretében meghatároztam a kompozit erősítő anyagok kritikus szálhosszának alsó és felső korlátját. A modellt kiterjesztettem eltérő szálhosszúságú kompozitokra is, amely alapján egy „hatásos kompozit tönkremeneteli” egyenest határoztam meg.
4. Módosítottam a Kelly-Tyson összefüggést a bazaltszálfejek kritikus szálhossz-csökkentő hatásának megfelelően. A szálfejek méreteloszlásának, alakjának és térfogathányadának ismeretében határoztam meg  $\phi$ -t, amely a szálfejjel rendelkező szálak aránya az összes szálhoz viszonyítva. Ezt felhasználva bizonyítottam, hogy a Kelly-Tyson összefüggés az egész szálhalmazra vonatkoztatva az alábbiak szerint módosul:

$$\frac{l_c}{d} = \left( 1 - \phi \frac{\sigma_{szálfej}}{2\sigma_f} \right) \frac{\sigma_f}{2\tau}$$

ahol:  $\sigma_f$  a szál szakítószilárdsága,  $\sigma_{szálfej}$  a szál és a szálfej közötti szakítóerő és a szálátmérő hányadosa,  $l_c$  a kritikus szálhossz,  $d$  a szálátmérő,  $\tau$  a határfelületi nyírószilárdság.