

FAROSTTAL ERŐSÍTETT POLIMER KOMPOZITOK FEJLESZTÉSE

PHD ÉRTEKEZÉS
(ÍRTA: KOCSIS ZOLTÁN)

TÉZISEK

1. tézis:

Kidolgoztam egy komplex értékelési módszert, amellyel felületkezeletlen és felületkezelt farostot, továbbá a faroston kívül talkumot, csúsztatóadalékot, montmorillonitot, illetve bazaltszálat tartalmazó polipropilén kompozitokon elvégzett négyféle vizsgálat (szakító-, hajlító-, ütvehajlító és MFI) során mért 6-féle jellemző mennyiség (húzószilárdság, húzó rugalmassági modulusz, hajlítószilárdság, hajlító rugalmassági modulusz, fajlagos törésmunka, MFI) átlagértékeit hasonlítottam össze. A komplex értékelési módszer alapján megállapítottam, hogy egyenletes jellemzősúlyozás esetén az általam előállított 40 tömeg% farostot, 2 tömeg% felületkezelő adalékot, 15 tömeg% bazaltszálat tartalmazó polipropilén kompozitok rendelkeznek a legmagasabb jósági tényezővel, amely a vizsgált tulajdonságok szempontjából az optimális receptúra.

2. tézis:

A különböző szálhosszúságú és szálhossz eloszlású farosttal erősített PP kompozitok vizsgálata alapján megállapítottam, hogy

- a.) A különböző irányban mért zsugorodások függetlenek a farost szálhosszúságától.
- b.) Kimutattam, hogy a farosttal erősített PP esetén a zsugorodások időbeni lefutását a $t_1=0,083$ és $t_2=168$ óra közti időtartományban a következő összefüggés írja le:

$$S(t) = S_t + (-ax + m_0) \lg(t) [\%], \quad t_1 \leq t \leq t_2$$

ahol $S(t)$ a zsugorodás, S_t a fröccsöntés után egy órával mérhető – technológiai – zsugorodás, t az idő, a az adott anyagra jellemző érzékenységi mutatószám, x a farosttartalom, m_0 az erősítetlen alapanyag időfüggést megadó merevedési értéke.

Mérések alapján megállapítottam, hogy a farosttal erősített PP (TVK, H116F) alkalmazásakor az összefüggés paraméterei SH0 esetén $a=0,0003$, $m_0=0,232$, SHSZ esetén $a=0,0004$, $m_0=0,0275$, SKE esetén $a=0,0002$, $m_0=0,0248$, és SKH esetén $a=0,0004$, $m_0=0,0231$.

3. tézis

A felületkezeletlen és felületkezelt farostot, illetve a faroston kívül talkumot is tartalmazó polipropilén kompozitok húzóterheléssel párhuzamosan végzett akusztikus emissziós vizsgálata során megállapítottam, hogy a húzódeformáció hatására a kompozitok által kibocsátott akusztikus események időbeni lefutása alkalmas a kompozitok húzóterhelés hatására bekövetkező anyagszerkezeti változásainak nyomkövetésére. Kimutattam, hogy felületkezeletlen farosttartalmú polipropilén kompozitok a farost és mátrixanyag közötti gyenge adhézió miatt már kis deformációk esetén is számos akusztikus jelet bocsátanak ki. Rámutattam, hogy a rostok és a mátrix okozta súrlódás és rostok körül kialakult üreg deformációja már a tönkremenetel kezdeti szakaszában hirtelen ugrást eredményez az akusztikus események számában. Megállapítottam, hogy a felületkezelés hatására a farost és a mátrixanyag között kialakuló erősebb határfelületi adhézió miatt a deformáció teljes időtartama alatt csak kisszámú akusztikus jel képződik, hirtelen eseményszám-növekmény a végső tönkremenetel közelében történik, amelyet főként a rostok szakadása okoz. Kimutattam, hogy a talkumtöltés hatására a teljes deformáció időtartama alatt nagyszámú akusztikus jel képződik, amelyet a talkum és polipropilén közötti gyenge tapadás miatt a talkumszemcsék és a mátrixanyag teljes deformációs folyamatra kiterjedő, fokozatos elválása generál.

4. tézis:

Kidolgoztam egy statisztikus akusztikus eseményfolyamat modellt a farost-erősítésű polipropilén kompozitok húzóvizsgálata közben végzett akusztikus emissziós vizsgálatokkal regisztrálható akusztikus események időbeni alakulásának numerikus leírására. A tönkremenő elemeket tartalmazó szálkötegen alapuló modell segítségével a $\Lambda_i(t)$ várható eseményszámok, a $Q_i(t)$ elem-élettartam eloszlások és az utóbbi statisztikai paraméterei (várható érték, négyzetes középérték és szórás), a méréssel meghatározott $n_i(t)$ eseményszámosságokkal, valamint az egyes AE események (a_{ik}, τ_{ik}) adataival ($i=1, \dots, r; k=1, \dots, n_i(T)$) megbecsülhetők, ahol a_{ik} , illetve τ_{ik} az egyes elemtönkremenetelekkor képződő akusztikus események amplitúdója, illetve bekövetkezési időpillanata.

5. tézis

A farosttartalmú polipropilén kompozitok húzóterhelése alatt végzett akusztikus emissziós vizsgálatok során regisztrált akusztikus eseményszámok időbeni lefutásának matematikai leírására kidolgozott statisztikus akusztikus eseményfolyamat modellel kapcsolatban a következő megállapításokat tettem:

a.) A statisztikus akusztikus eseményfolyamat modell alapján a négyparaméteres Weibull-típusú elemélettartam eloszlást alkalmazva, és az eredményeket elemezve megállapítottam, hogy a kompozitok által kibocsátott akusztikus események időbeni lefutásának leírására a 40 tömeg% farostot tartalmazó felületkezeletlen, és 40 tömeg% felületkezelt farostot és faroston kívül 8 tömeg% talkumot is tartalmazó kompozitok esetén az eloszlásfüggvény következő alakja alkalmazható:

$$d < 0, a = 0: \quad \Lambda(t) = bQ(t) = \begin{cases} be^{-\frac{1}{(kt)^{|d|}}}, & t > 0, \\ 0, & \text{egyébként} \end{cases}$$

ahol a és b küszöbértékek, k skálatényező, d modulusztényező.

Megállapítottam, hogy az eloszlásfüggvény paraméterei 40 tömeg% felületkezeletlen farosttartalom mellett: $b_{\text{átlag}}=2088,23$; $b_{\text{szórás}}=364,84$; $d_{\text{átlag}}=-3,0325$; $d_{\text{szórás}}=0,2365$; $k_{\text{átlag}}=0,0504$; $k_{\text{szórás}}=0,0018$, továbbá a faroston kívül 8 tömeg% talkumtartalom esetén: $b_{\text{átlag}}=7065,15$; $b_{\text{szórás}}=1052,71$; $d_{\text{átlag}}=-2,0257$; $d_{\text{szórás}}=0,0414$; $k_{\text{átlag}}=0,0396$; $k_{\text{szórás}}=0,0005$.

A 40 tömeg% farostot tartalmazó felületkezelt kompozitok esetén az eloszlásfüggvény következő, módosított alakja alkalmazható:

$$d > 0, b = 0: \quad \Lambda(t) = aQ(t) = \begin{cases} a(1 - e^{-(kt)^d}), & t > 0 \\ 0, & \text{egyébként} \end{cases},$$

ahol a és b küszöbértékek, k skálatényező, d modulusztényező.

Megállapítottam, hogy az eloszlásfüggvény paraméterei ebben az esetben: $a_{\text{átlag}}=422,50$; $a_{\text{szórás}}=33,04$; $d_{\text{átlag}}=-7,7541$; $d_{\text{szórás}}=1,2006$; $k_{\text{átlag}}=0,0103$; $k_{\text{szórás}}=0,0004$.

b.) A Weibull-eloszlásfüggvény paraméterei és a statisztikus akusztikus eseményfolyamat modell alapján meghatároztam a különböző összetételű farosttartalmú kompozitok, mint szerkezeti elemek sokaságából álló összetett rendszerek húzóvizsgálata során várható, minősítő jellegű átlagos elemélettartamát, amely a felületkezeletlen, 40 tömeg% farosttartalmú polipropilén kompozitok esetén 26,74 s, a felületkezelt, 40 tömeg% farosttartalmú polipropilén kompozitok esetén 91,29 s, és a 40 tömeg% felületkezelt farosttartalmú és 8 tömeg% talkumot tartalmazó polipropilén kompozitok esetén 44,21 s.