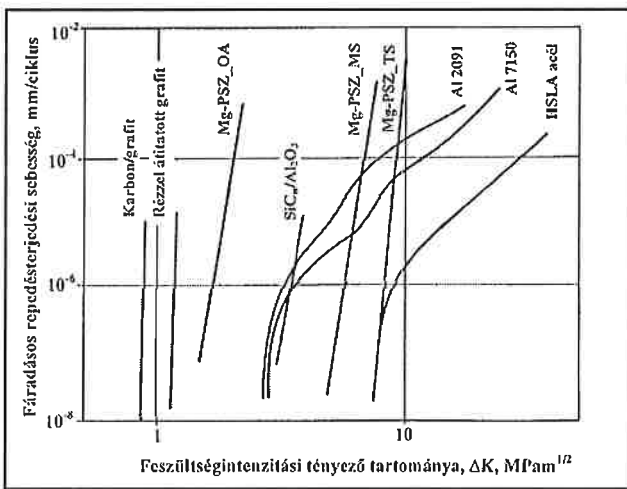


# Fáradásos repedésterjedés különböző típusú kompozitokban

Dr. Lukács János<sup>1</sup>– Csomós Zília<sup>1</sup>– Dr. Gácsi Zoltán<sup>2</sup>– Karcagi Rita<sup>1</sup>– Magyar Anita<sup>3</sup>– Tomolya Kinga<sup>2</sup>

## Bevezetés

A repedéseket, illetve repedésszerű hibákat tartalmazó szerkezeti elemek megbízhatóságát a szerkezeti elem és a hiba geometriája, a terhelési feltételek, valamint a felhasznált anyag repedésterjedéssel szembeni ellenállása határozza meg. Az 1. ábra különböző fémes és nemfémes anyagok fáradásos repedésterjedéssel szembeni viselkedését mutatja [1]. Amint az az ábrából látható, a különböző anyagcsoportokra – és azokon belül a különböző, karakterisztikusan eltérő anyagminőségekre – meghatározott kinetikai diagramok a feszültségintenzitási tényező tartományának ( $\Delta K$ ) más nagyságrendjében helyezkednek el és alakjuk is részben eltérő.



1. ábra. Különböző anyagok fáradásos repedésterjedéssel szembeni viselkedése (Mg-PSZ: Zr-mal részlegesen stabilizált Mg; MS/TS: közepes/nagy szívósság; OA: túlóregített) [1]

Fáradásos repedésterjedésre érvényes tervezési görbéket – fémekre, ötvözetekre és hegesztett kötéseikre – több dokumentum és szabvány [2 – 6] tartalmaz. Saját vizsgálatok eredményeit foglalják össze a [7 – 9] közlemények, utóbbiban a fémes anyagokra javasolt metodikát a nemfémes anyagokra is kiterjesztették. A [9] munkában ennek megfelelően kerámiákra és polimerekre meghatározott tervezési görbéket találhatunk, a hivatkozott publikációk többsége szól továbbá a repedésterjedés előrejelzéséről is. Ez utóbbi a szerkezetek élettartam gazdálkodása szempontjából fokozott figyelmet érdemel.

Mindezek alapján közleményünk célkitűzései a következők:

- bemutatni a fáradásos repedésterjedés néhány sajátosságát különböző típusú (erősítő fázis, mátrix) kompozitokban;
- összefoglalni a saját vizsgálatok legfontosabb eredményeit és tapasztalatait;
- kijelölni a további kutató munka irányait, különös tekintettel a fáradásos repedésterjedésre érvényes tervezési görbék származtatására és meghatározására.

## Vizsgált anyagminőségek, vizsgálati körülmények

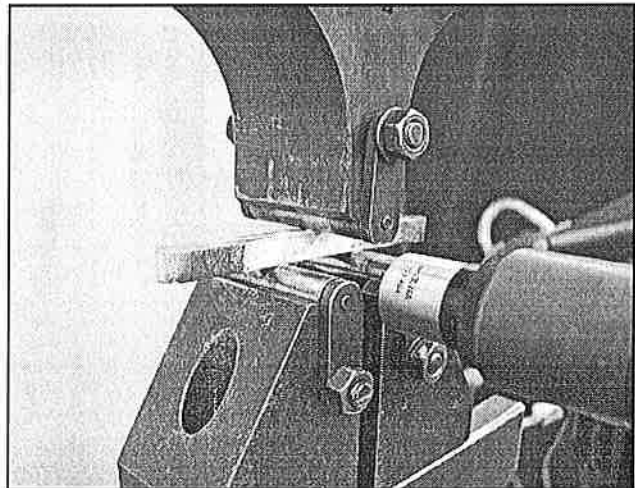
A fáradásos repedés terjedési sebességét az 1. táblázatban összefoglalt anyagminőségeken vizsgáltuk.

Miskolci Egyetem Mechanikai Technológiai Tanszék<sup>1</sup>, Fémteni és Képlékenyalakítástani Tanszék<sup>2</sup>, Analitikai Kémiai Tanszék<sup>3</sup>

1. táblázat. A vizsgálatokhoz használt kompozit anyagok

Mátrix	Erősítő fázis	Előállítási módszer
Al99.5	SiC részecske	sajtolás és állandó hőmérsékletű szinterelés [10]
kohóaluminium, Al99.99 és GDAISI9Cu3	Panex 33, Incofiber 12K20 és Incofiber 12K50 [11] karbon szál	folyékony infiltráció
poliszter	E-üveg szál	pullwinding

A vizsgálatokat I igénybevételi módban, a [12] előírásra alapozva, MTS gyártmányú univerzális anyagvizsgáló berendezésen, állandó terhelésamplitúdóval ( $R = 0.1$ ), szinusz alakú terhelési függvénnyel, szobahőmérsékleten és levegőn végeztük. A terjedő repedést optikai és/vagy compliance módszerrel követtük, amelyből előbbit – a SiC karbid részecske erősítésű, Al99.5 mátrixú kompozitból készült próbatest példáján – a 2. ábra szemlélteti.



2. ábra. A terjedő repedés mérése optikai módszerrel (erősítő fázis: SiC részecske, mátrix: Al99.5)

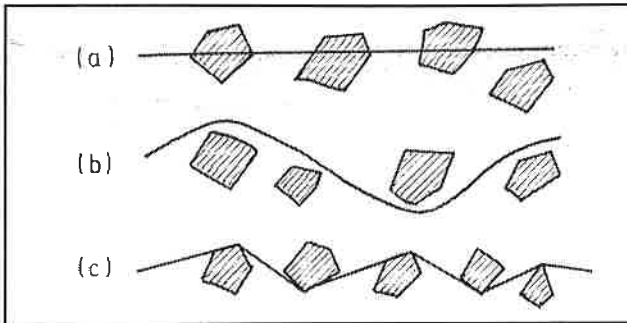
## Fáradásos repedésterjedés különböző típusú kompozitokban, vizsgálati eredmények

A kompozitok tulajdonságait, így azok fáradásos repedésterjedéssel szembeni ellenállását, a repedések terjedési mechanizmusát – kölcsönösen egymásra is hatva – az alábbi tényezők befolyásolják:

- a mátrix anyagminősége és tulajdonságai;
- az erősítő fázis típusa, anyagminősége, mennyisége és tulajdonságai;
- a kompozit előállítási technológiája, valamint a technológia paraméterei;
- a mátrix és az erősítő fázis közötti határfelület tulajdonságai.

### Részecske erősítésű, fém mátrixú kompozitok

A fáradásos repedésterjedés részecske erősítésű, fém mátrixú kompozitokban a 3. ábrán szemléltetett mechanizmusok szerint mehet végbe: (a) – a repedés, megkülönböztetés nélkül, keresztezi a mátrixot és az erősítő részecskéket; (b) – a repedés kanyarog a mátrixban, elkerülve az erősítő részecskéket; (c) – a repedés úgy halad, hogy kölcsönhatásba lép az erősítő részecskékkel [13].

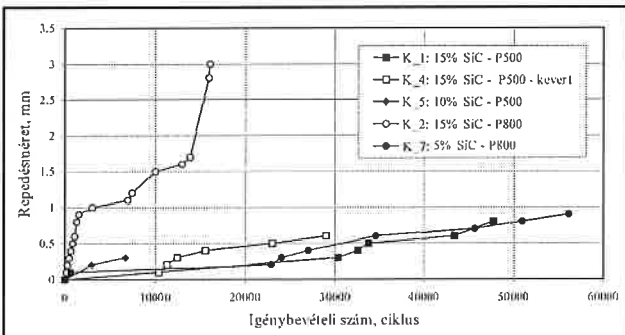


3. ábra. A fáradásos repedés terjedése fém mátrixú részecske erősítésű kompozitokban [13]

Saját vizsgálatainkhoz SiC részecske erősítésű, Al99.5 mátrixú kompozitokat használtunk, amelyek főbb jellegzetességeit – a próbatestek jelöléseivel együtt – a 2. táblázatban foglaltuk össze. A vizsgálatokat a piskóta alakú próbatestek négyyszög keresztmetszetű részein végeztük, három pontos hajlító elrendezésben (2. ábra).

2. táblázat. A vizsgált SiC részecske erősítésű, Al99.5 mátrixú kompozitok főbb jellegzetességei

A próbatest jele		SiC mennyiség, tömeg%	Szemcseméret	
nem kevert	kevert		jel	nagyság, $\mu\text{m}$
K_1	K_4	15	P500	kb. 14
K_5	K_10	10		
K_8	K_12	5		
K_2	K_3	15	P800	kb. 7
K_6	K_9	10		
K_7	K_11	5		



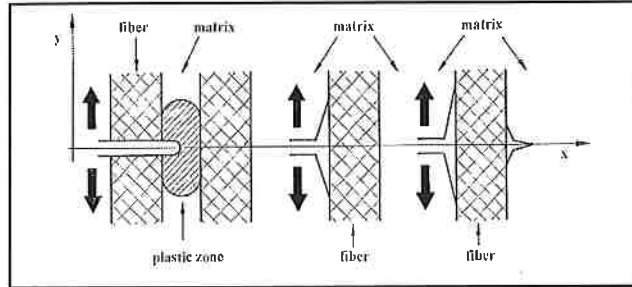
4. ábra. A vizsgált SiC részecske erősítésű, Al99.5 mátrixú kompozitok karakterisztikus repedésméret-igénybevételi szám görbéi

A 4. ábrán karakterisztikus repedésméret-igénybevételi szám ( $a-N$ ) görbéket mutatunk be. Az ábra alapján is látható, hogy az előkészítés során alkalmazott keverés befolyásoló hatása nem volt szignifikáns, a szemcsék mennyisége és mérete azonban hatott a repedésterjedés mechanizmusára. A nagyobb mennyiségben és kisebb méretű szemcséket tartalmazó próbatestben ( $K_2$ ) a repedés a 3. ábrán látható (c) mechanizmus szerint haladt, szemben a többi eseténél tapasztalt (b) mechanizmussal.

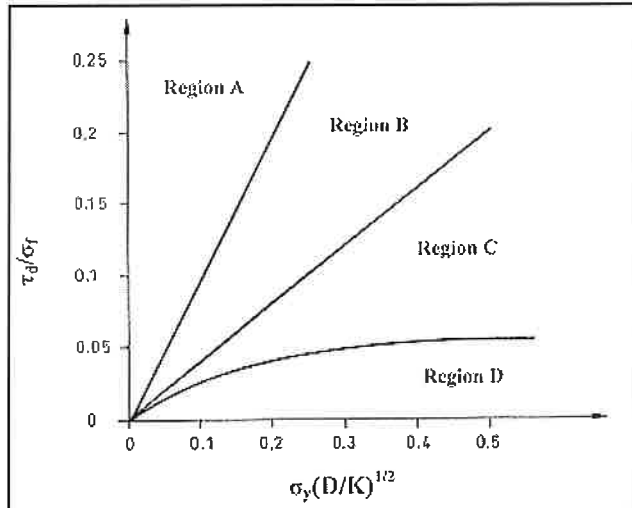
**Szál erősítésű, fém mátrixú kompozitok**

A szál erősítésű, fém mátrixú kompozitok károsodásának mikromechanikai modelljeit az 5. ábra foglalja össze. Az ábra bal oldali részén a mátrix lokális alakváltozása, középső részén a határfelületi kötés megszakadása, jobb oldali részén pedig a(z egyedi) szál áthidalás látható [14], [15].

A mikromechanikai modellekre alapozva – a határfelületi kötés megszakadásához tartozó nyírófeszültség ( $\tau_d$ ), a szál törési feszültsége ( $\sigma_f$ ), a mátrix szakítószilárdsága ( $\sigma_m$ ), a szál



5. ábra. Szál erősítésű, fém mátrixú kompozitok károsodásának mikromechanikai modelljei [14], [15]

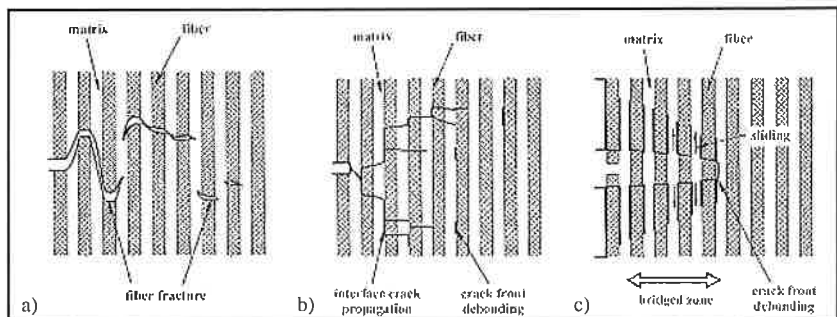


6. ábra. Szál erősítésű, fém mátrixú kompozitok törési mechanizmusai [14], [15]

átmérője ( $D$ ) és a I igénybevételi módú feszültségintenzitási tényező ( $K$ ) függvényében – kijelölhetők a fém mátrixú szál erősítésű kompozitok törési mechanizmusai. Ezt a kapcsolatot szemlélteti a 6. ábra, ahol az egyes tartományok jelentése a következő: A – mátrix képlékeny alakváltozás és száltörés; B – korlátozott méretű határfelületi repedés és száltörés; C – jelentős méretű határfelületi repedés és száltörés; D – szál áthidalás [14], [15].

A fáradásos repedésterjedés szálerősítéses fém mátrixú kompozitokban a 7. ábrán látható mechanizmusok szerint lehet végbé. Az a) ábrarészlet azt az esetet mutatja, ahol a száltörés a meghatározó, amely „erős” határfelület és „gyenge” erősítő szál esetén fordul elő; a b) részleten ábrázolt esetben a határfelületi dekohézió a domináns, ami „gyenge” határfelület és „gyenge” erősítő szálak esetében jellemző; míg a c) ábrarészleten szemléltetett mechanizmus a szál áthidalás, amely „gyenge” határfelület és „erős” erősítő szálak esetén fordul elő [15].

A vizsgálatokhoz karbonaszál erősítésű, alumínium mátrixú kompozitokat használtunk, amelyek főbb jellegzetességeit a 3. táblázatban foglaltuk össze. A karbonaszál Zoltek gyártmányú, Panex 33 típusú (rövid jellel: P33), illetve Inco Ltd. gyártmányú Incofiber 12K20 és Incofiber



7. ábra. A fáradásos repedésterjedés mechanizmusai szál erősítésű, fém mátrixú kompozitokban: a) száltörés; b) felületi dekohézió és repedésterjedés; c) szál áthidalás [15]



8. ábra. Kompozit mikroszerkezetek: a) felületi kezelés nélküli szál Al99.99 mátrixban; K50 nikkelt bevonatú szál b) Al99.99 mátrixban, illetve c) GDAISI9Cu3 mátrixban

12K50 típusú (rövid jelek: I12K20 és I12K50) volt. A Panex 33 szálakat kezelés nélkül, valamint  $K_2TiF_6$  illetve  $K_2ZrF_6$  oldatban kezelve helyeztük a mátrixba, azok sűrűsége  $1.81 \text{ g/cm}^3$  volt. Az Incofiber 12K20 és Incofiber 12K50 szálakra a gyártó CVD eljárással vitte fel a nikkelt bevonatot, a szálak sűrűsége  $2.2 \text{ g/cm}^3$  és  $2.7 \text{ g/cm}^3$  volt. A 8. ábra három kompozit mikroszerkezetét mutatja, a felületi réteg szerepe hangsúlyozásának céljával.

3. táblázat. A vizsgált karbonszál erősítésű, alumínium mátrixú kompozitok főbb jellegzetességei

Mátrix	A karbon szál jellemzői		
	típus	mennyiség, térfogat %	felületkezelés
kohóaluminium	Panex 33	20	17.9 tömeg% Ni bevonat
	Panex 33	20	48.9 tömeg% Ni bevonat
	Panex 33	20	kezelés $K_2TiF_6$ oldatban
	Panex 33	20	kezelés in $K_2ZrF_6$ oldatban
Al99.99	Panex 33	20, 40	felületi kezelés nélkül
	Incofiber 12K20	40	20-26 tömeg% Ni bevonat
	Incofiber 12K50	20, 40	42-48 tömeg% Ni bevonat
GDAISI9Cu3	Incofiber 12K20	8	20-26 tömeg% Ni bevonat
	Incofiber 12K50	8	42-48 tömeg% Ni bevonat
	Panex 33	8	kezelés $K_2ZrF_6$ oldatban

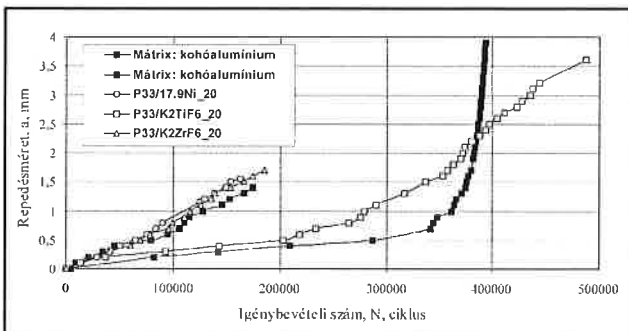
A fáradásos repedésterjedési sebességet három ponton terhelt hajlító próbatesteken vizsgáltuk. A 9. ábrán a vizsgált kohóaluminium mátrixú kompozitok repedésméret-igénybevételi szám ( $a-M$ ) görbéit láthatjuk, a 10. ábra pedig a próbatesteket mutatja a vizsgálatok után.

A 11. ábrán bemutatjuk a feszültségintenzitási tényező tartományának értékeit a vizsgálatok végén ( $\Delta K_{befejező}$ ), a 12. ábrán pedig összefoglaljuk a fáradásos repedésterjedés meghatározott kinetikai diagramjait ( $da/dN-\Delta K$ ).

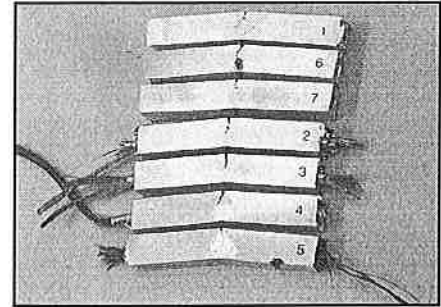
A feszültségintenzitási tényező tartományának befejező értékei és a kinetikai diagramok egyaránt azt igazolják, hogy a vizsgált kompozitok esetében a határfelület tulajdonságai befolyásolták dominánsan a fáradásos repedés terjedését (6. ábra C tartomány, illetve C és D tartományok határa).

**Szál erősítésű, polimer mátrixú kompozit**

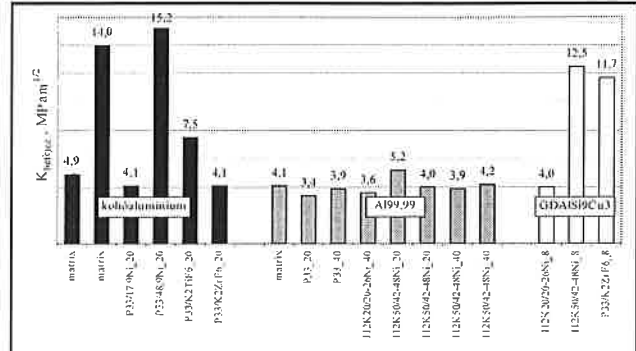
A szál erősítésű, polimer mátrixú kompozitok törési mechanizmusait a 13. ábrán foglaljuk össze: a – száltörés; b – mátrixtörés; c – száلكi-



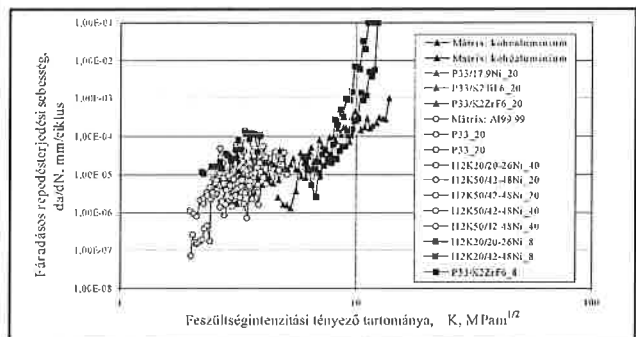
9. ábra. A vizsgált karbonszál erősítésű, kohóaluminium mátrixú kompozitok repedésméret-igénybevételi szám görbéi



10. ábra. Kohóaluminium mátrixú, karbonszál erősítésű, kompozit próbatestek a fáradásos repedésterjedési sebesség vizsgálata után



11. ábra. A feszültségintenzitási tényező tartományának értékeit a vizsgálatok végén a karbonszál erősítésű, alumínium mátrixú kompozitok vizsgálatainak végén

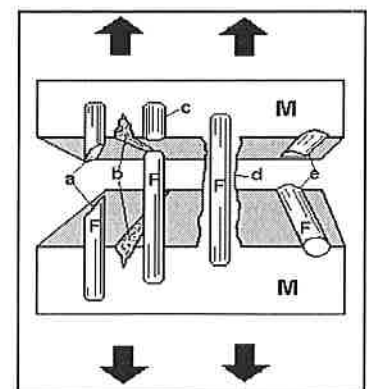


12. ábra. A vizsgált karbonszál erősítésű, alumínium mátrixú kompozitok kinetikai diagramjai

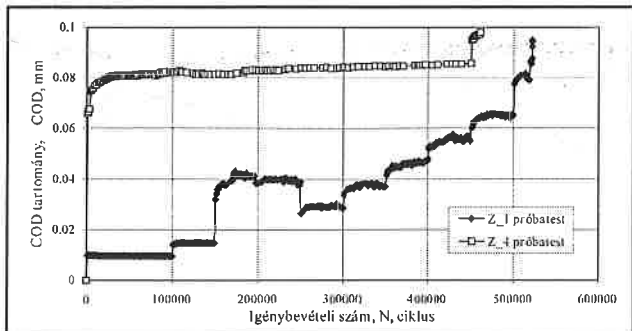
húzódás; d – mátrix-alakváltozás; e – határfelületi kötés megszakadás [16].

A vizsgálatokhoz E-üveg-szál erősítésű, poliészter mátrixú kompozitot használtunk, amelyben a száltartalom 52 térfogat% volt. Tekintettel az előállítási módszerként alkalmazott pullwinding eljárásra – pontosabban a felületi keresztzálakra – teljes termék keresztmetszetű, hengeres, három ponton terhelt hajlító próbatesteket alkalmaztunk. A vizsgálatok során regisztráltuk a repedés szétnyílását, majd repedés-szétnyílás tartomány-igénybevételi szám ( $\Delta COD-N$ ) diagramokat szerkesztettünk. Ezeket a görbéket mutatja a 14. ábra és a 15. ábra, ahol a Z\_1 jelű próbatest esetében azt is láthatjuk, hogy a mérés során az erő tartományát szakaszosan növeltük.

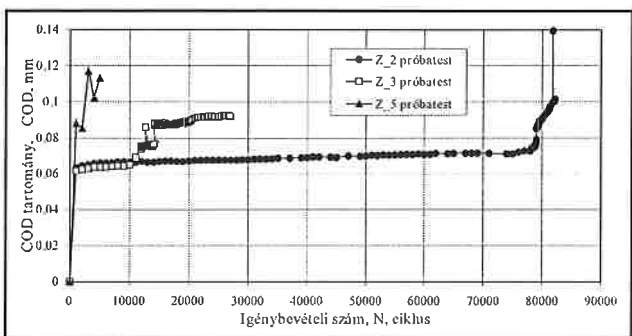
Az előző két ábrán látható diagramokat három szakaszra oszthatjuk: a COD tartomány gyors növekedése, a COD tartomány hosszabb, lassú



13. ábra. A szál erősítésű, polimer mátrixú kompozitok törési mechanizmusai [16]



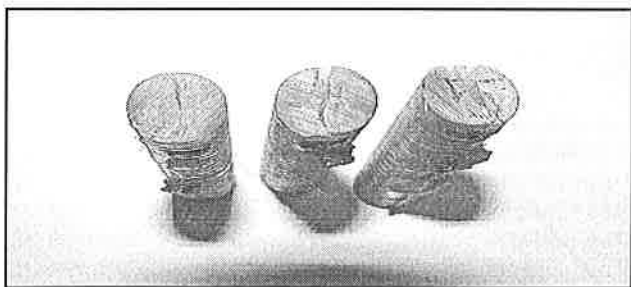
14. ábra. E-üvegszál erősítésű, poliészter mátrixú kompozitok repedés-szétnyílás-igénybevételi szám görbéi (Z\_1 és Z\_4 próbatetek)



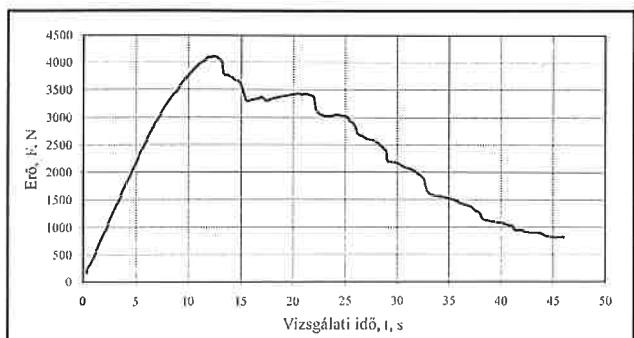
15. ábra. E-üvegszál erősítésű, poliészter mátrixú kompozitok repedés-szétnyílás-igénybevételi szám görbéi (Z\_2, Z\_3 és Z\_5 próbatetek)

növekedése és végül, a COD tartomány ismételt, gyors növekedése. (Megismételjük, hogy a Z\_1 jelű próbatest vizsgálata során az erő tartományát szakaszosan növeltük.) Valószínűsítjük, hogy a COD tartományának befejező, gyors növekedése a hosszirányú szál/mátrix kapcsolat megszakadásra utal, vagyis a próbatest tönkremenetelének harmadik szakaszában hosszirányú, határfelületi repedések növekedtek és vezettek töréshez. A 16. ábra három próbatestet mutat a vizsgálatok után.

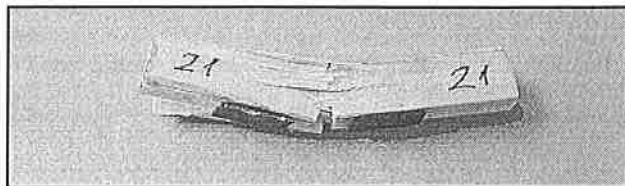
Megjegyezzük, hogy a felületi keresztzsalak – céljukból adódóan és értelemszerűen – lényeges hatással voltak a tönkremenetel lefolyására.



16. ábra. Három próbatest a fáradásos repedésterjedési sebesség vizsgálatok befejezése után (jobbról balra: Z\_3, Z\_4 és Z\_5)



17. ábra. E-üvegszál erősítésű, poliészter mátrixú, bemetszett próbatest kvázistatikus hajlítóvizsgálatának erő-idő diagramja



18. ábra. E-üvegszál erősítésű, poliészter mátrixú, bemetszett próbatest a kvázistatikus hajlítóvizsgálat után

Jól példázza ezt az a kvázistatikus igénybevétellel elvégzett vizsgálat, amelyet a termékből kimunkált, felületi keresztzsalak nélküli, négyeszőg keresztmetszetű, ugyancsak három ponton terhelt hajlító próbatesten végeztünk. A 17. ábra a vizsgálat során regisztrált erő-idő ( $F-t$ ) diagramot, a 18. ábra pedig a tönkrement próbatestet mutatja.

A 17. ábrán látható diagram és a 18. ábrán bemutatott próbatest jó összhangban van a [17] közleményben leírtakkal, azzal az értelemszerű különbséggel, hogy az általunk használt próbatest bemetszett volt.

## Összegzés, következtetések

A tárgykorben végzett kutató munka, valamint a cikk célkitűzése alapján a következőket fogalmazzuk meg.

A fáradásos repedés terjedése fém mátrixú, részecske erősítésű kompozitokban elsődlegesen három típus szerint lehet végbe: a repedés keresztjezi a mátrixot és a részecskét; a repedés kanyarog a mátrixban, elkerülve a részecskéket; a repedés kölcsönhatásba lép a részecskékkel.

A vizsgált SiC részecske erősítésű, Al99.5 mátrixú kompozit anyagok esetében a fáradásos repedés különböző mechanizmusok szerint terjedt. A gyorsabb repedésterjedést a nagyobb tömegszázalékban kisebb méretű szemcséket tartalmazó kompozitban tapasztaltuk.

A fáradásos repedés terjedése szál erősítésű, fém mátrixú kompozitokban alapvetően szintén három mechanizmus (száltörés, felületi dekohézió és repedésnövekedés, illetve szál áthidalás) szerint lehet végbe, amely elsődlegesen a mátrix és az erősítő fázis relatív szilárdságától, valamint a határfelületi nyírószilárdságtól függ.

A vizsgált karbonszál erősítésű, alumínium mátrixú kompozit anyagok esetében a határfelület tulajdonságai befolyásolták legerősebben a fáradásos repedés terjedését.

A szál erősítésű, polimer mátrixú kompozitokban a tönkremenetel különböző formákban következhet be: száltörés, mátrix törés, szálkihúzóds, mátrix alakváltozás és határfelületi kötés megszakadás.

A fáradásos repedésterjedés folyamata a vizsgált E-üvegszál erősítésű, poliészter mátrixú kompozitban három szakaszra osztható, ahol a harmadik szakasz a kapcsolatok hosszirányú megszakadása (hasadás) a szál/mátrix határfelületen.

A kutató munka további irányai – különös tekintettel a tervezési görbék meghatározásának igényére és tekintettel a nagyon különböző kompozitok között fellelhető közös vonásokra is – a következők szerint fogalmazhatók meg.

- A [7], illetve [9] publikációkban bemutatott metodika kompozit anyagok esetén is alkalmazható, ugyanakor kiemelt figyelmet kívánatos fordítani a statisztikai minták elemszámára.

- A kompozit anyagszerkezetek többparaméteres voltából kiindulva, egy-egy anyag típus esetén több tervezési görbe származtatása valószínűsíthető, illetve indokolt. Megfontolás tárgyát kell hogy képezze a tervezési görbék repedésterjedési mechanizmusok szerinti elválasztása, illetve azok összevont kezelése.

- A fáradásos repedésterjedés más törésmechanikai paraméterekkel (például K, G vagy J) való jellemzésére és azokra alapozott tervezési görbék megalkotására további vizsgálatok szükségesek.

## Köszönetnyilvánítás

Szerzők köszönetüket fejezik ki az Országos Tudományos Kutatási Alapprogramok-nak (OTKA T034503 és T037437) és a Magyar Tudományos Akadémiának (Bolyai János Kutatási Ösztöndíj) a kutató munka támogatásáért.

Irodalomjegyzék

[1] Dauskardt, R. H.; Ritchie, R. O.; Cox, B. N.: Fatigue of Advanced Materials: Part II. Advanced Materials & Processes, 1993/8. p. 30-35.  
 [2] Allen, R. J.; Booth, G. S.; Jutta, T.: A Review of Fatigue Crack Growth Characterisation by Linear Elastic Fracture Mechanics (LEFM). Part I – Principles and Methods of Data Generation. Fatigue and Fracture of Engineering Materials and Structures, Vol. 11, No. 1, 1988. p. 45-69.  
 [3] Allen, R. J.; Booth, G. S.; Jutta, T.: A Review of Fatigue Crack Growth Characterisation by Linear Elastic Fracture Mechanics (LEFM). Part II – Advisory Documents and Applications within National Standards. Fatigue and Fracture of Engineering Materials and Structures, Vol. 11, No. 2, 1988. p. 71-108.  
 [4] Ohta, A. et al.: Fatigue Crack Propagation Curve for Design of Welded Structures. Transactions of the Japan Welding Society, Vol. 20, No. 1, April 1989. p. 17-23.  
 [5] Merkblatt DVS 2401 Teil 1-Oktober 1982: Bruchmechanische Bewertung von Fehlern in Schweißverbindungen. Grundlagen und Vorgehensweise.  
 [6] Det norske Veritas, Classification Notes, Note No. 30.2-August 1984: Fatigue Strength Analysis for Mobile Offshore Units.  
 [7] Lukács, J.: Repedést tartalmazó hegesztett kötések megbízhatósága ismétlődő igénybevétel esetén. Miskolc-Budapest, 1992. p. 1-121.  
 [8] Lukács, J.: Determination of fatigue crack propagation limit curves and their application for pipelines having crack like defects. Third International

Conference on Pipeline Technology, Brugge, May 21-24, 2000. Ed.: Denys, R. Elsevier, 2000, Vol. II, p. 127-140.  
 [9] Lukács, J.: Fáradásos repedésterjedésre érvényes tervezési görbék nem-fémes anyagokra. VII. Országos Törésmechanikai Szeminárium, Miskolc, 2000. október 18-20. CD-ROM, BAY-LOGI, Miskolc, 2000. p. 1-7.  
 [10] Tomolya, K.; Gácsi, Z.; Pieczonka, T.: Porosity shrinkage in the Al/SiC composite. Materials Science Forum, Vols. 414-415. Trans Tech Publications, 2003. p. 153-158.  
 [11] <http://www.incoosp.com>  
 [12] ASTM E 647: Standard test method for measurement of fatigue crack growth rates.  
 [13] Bailon, J.-P.; Tong, Z.-X.: Mechanisms of fatigue crack propagation in an aluminium matrix composite. The Seventh International Fatigue Congress (FATIGUE '99), Beijing, 8-12 June, 1999. Eds.: Wu, X.-R.; Wang, Z.-G. HEP, Beijing; EMAS, West Midlands, 1999. Vol. 3, p. 1457-1464.  
 [14] Chan, K. S.: Metallurgical and Materials Transactions A, Vol. 24A, 1993. p. 1531.  
 [15] Ritchie, R. O.: Crack propagation in metal-matrix composites. II. Mechanisms of fatigue-crack growth. Mechanical Behaviour of Materials at High Temperature, Eds.: Moura Branco, C. et al.; Kluwer Academic Publishers, 1996, p. 461-494.  
 [16] Kander, R. G.; Siegmann A.: Polymer Composites Vol. 13, 1992. p. 154.  
 [17] Rácz, Zs.; Simon, Z. L.; Vas, L. M.: Komplex mérőrendszer és alkalmazási lehetősége szálerősített kompozitok vizsgálatára. Anyagvizsgálók Lapja, Vol. 14, No. 2, 2004. p. 57-58.

SZEMLE

Műanyag mágnes szobahőmérsékleten

Az Univesity of Durham (UK) fizikusai: Naveed Zaidi és kollégái megalkották az első műanyag mágnest, amely szobahőmérsékleten működik. A mágnes anyaga egy új polimer: a PANiCNQ, amelyet a fémszerűen vezető, smaragdzöld polianilin (PANI) és (a szabad gyökök forrásul szolgáló) tetraciano-quinodimetán (TCNQ) egyesítésével állítottak elő. Méréseik szerint ez az anyag ferromágneses, Curie-hőmérséklete 350 K feletti. Az anyag mágneses természetét a mágneseserő-mikroszkópos vizsgálatok is igazolták, miszerint az egymást követő képeken megfigyelhető volt a mágneses doménfalak mozgása. Továbbá, a röntgen-diffrakciós vizsgálatok szerint a mágnesesen rendezett állapot anyagszerkezet-változással – valószínű a polimerláncok fokozatos csoportosulásával – létrejön. A PANiCNQ mechanikai szilárdsága jelenleg kb. 1/00-a a fém-mágnesekének, de a szilárdsága növelhető lesz – remélik a kutatók. (CERN Courier October 2004, p. 17.)

Szupravezetővé tett szénshálalak

Új, szupravezető huzalok készíthetők a szénshálból, ha felületét – eddig még nem alkalmazott – Mg-C-Ni vegyülettel vonják be. Az eljárás lényege: a nikkel-bevonatú szénshálakat magnéziumgőzben hevítve annak felületén szupravezető MgCNi<sub>3</sub> vegyület képződik. Ily módon egy könnyű, nagy szilárdságú és nagy áramvezető huzalt állítottak elő a Louisiana State University munkatársai: Phil Adams és David Young. Becslésük szerint az ilyen huzal az abszolút nulla fokon 40 MA/cm<sup>2</sup> áramsűrűséget képes vezetni, amely 15 T mágneses térnek felel meg, és a szupravezetés kritikus hőmérséklete: T<sub>c</sub> ~ 8 K, de szupravezetés mechanizmusa még nem tisztázott. (CERN Courier October 2004, p. 17.)

Konferencia felhívás



2005. szeptember 13–16-án hazánkban kerül megrendezésre a 8. Polymers for Advanced Technologies nemzetközi szimpózium. A konferencia célja bemutatni a legfrissebb kutatási eredményeket az új anyagok és technológiák fejlesztése területén. Így külön szekció foglalkozik többek között a biodegradábilis polimerekkel a nanokompozitokkal, az intelligens anyagokkal, a nagy teljesítményű kompozitokkal, a legújabb módszertani fejlesztésekkel és vizsgálati technikákkal.

Bővebb információ és előregisztráció a [www.bme.hu/pat2005](http://www.bme.hu/pat2005) honlapon.