

Alumínium fémhabok koptatási vizsgálata Pin on Disc módszerrel

Abrasion test of aluminium foams by Pin on Disc method

GÁBORA András¹, Dr. KALÁCSKA Gábor²,
Dr. KERESZTES Róbert Zsolt², Dr. MANKOVITS Tamás¹

¹ Debreceni Egyetem Műszaki Kar, Gépészmérnöki Tanszék,
4028 Debrecen, Ótemető utca, 2-4.; Telefon: +36-30-9696952, andrasgabora@eng.unideb.hu

² Szent István Egyetem Gépészmérnöki Kar, Gépipari Technológiai Intézet (GÉTI),
2100 Gödöllő, Páter Károly út 1.

Abstract

Open and closed-cell aluminum foams are special because of their mechanical and physical properties. The abrasion test was performed on closed-cell metal foam specimens manufactured under industrial conditions as well as those produced by our experiments. The captured specimens under different loading forces were abraded on rotated structural steel discs at different speeds. From the measured data, we calculated the coefficient of friction, the average of the coefficient of friction as a function of the surface load. In the different sections of the friction path, the minimum, maximum, and the average of the friction factor were determined. Abrasion results were summarized, compared, and analyzed.

Keywords: metal foam, closed cell, aluminium, tribology

Kivonat

A nyílt és zártcellás szerkezetű alumínium fémhabok különlegesek mechanikai és fizikai tulajdonságuk miatt. Ipari körülmények között gyártott, valamint saját kísérletek által előállított zárt cellás fémhab próbatesteken végeztünk koptatási vizsgálatot. A befogott próbatesteket különböző terhelő erők alatt, különböző sebességgel forgó szerkezeti acél tárcsán koptattuk. A mért adatokból kiszámoltuk a súrlódási tényezőt, a súrlódási tényező átlagot a felületi terhelés függvényében. A súrlódási út, különböző szakaszaiban meghatároztuk a súrlódási tényező minimumát, maximumát illetve átlagát. Összefoglaltuk, összehasonlítottuk és elemeztük a koptatási eredményeket.

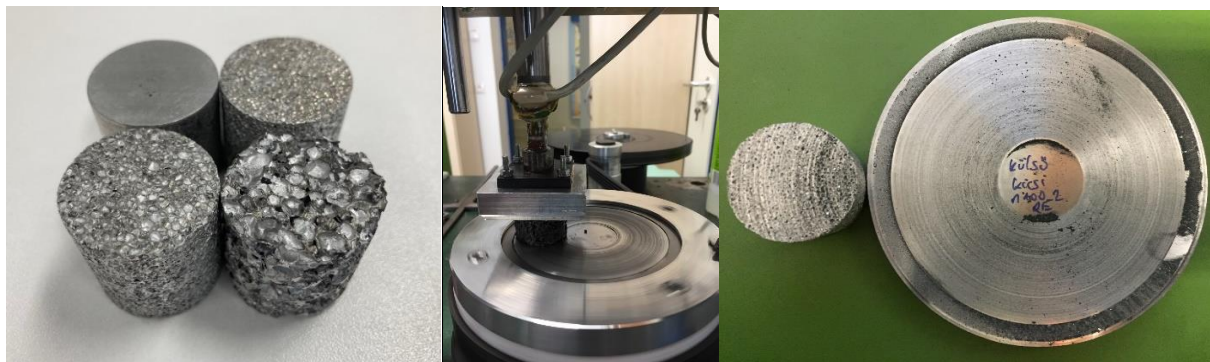
Kulcsszavak: fémhab, zárt cella, alumínium, tribológia

1. BEVEZETÉS

Az utóbbi években több vizsgálatot végeztünk fémhabokon. A Duralcan® alumínium ötvözet olvadáékához különböző adalékokat kevertünk még a TiH₂-al való habképződés előtt. A nyomóvizsgálatok után kiderült, hogy a 24 tömeg% ZrO₂ csökkenti illetve az 1.5 tömeg% WO₃ növeli a rugalmassági határt [1]. A homogénebb cellaszerkezet eléréséhez a gyártási paraméterek befolyásoló hatásait elemeztük. A zárt cellák méreteit csökkentették a 850°C-os hőmérsékleten, 2000 fordulat/perc keverési sebesség mellett az 1 tömeg% TiH₂ mennyiség [2]. A mezőgazdasági és bányászati iparban használatos anyagok kopási viselkedése is előtérbe került. Különböző acélokon végeztünk koptatási vizsgálatokat Pin on Disc módszerrel. Az anyagok érzékenységét elemeztük a kopást befolyásoló paraméterek figyelembevételével. A paraméterek közötti korrelációt több lineáris regressziós modellel állapítottuk meg [3]. Különböző alumíniumhabokon tomográfiai és metszeti szerkezetvizsgálatot végeztünk. A hasonló gyártási technológiával készült különböző cellaméretű habok esetén a méret és alak statisztikai elemzése alapján alkalmas arra, hogy mechanikai viselkedéssel összefüggésben vizsgáljuk [4]. Fémhabos koptatási vizsgálatainkat a Szent István Egyetem Tribológia Laboratóriumában végeztük. A vizsgálatokat saját gyártású (Alufoam) illetve ipari ALUHAB típusú alapanyagainak és különböző cellaméretű fémhabok szabványos próbatestein végeztük [5].

2. PIN ON DISC VIZSGÁLAT

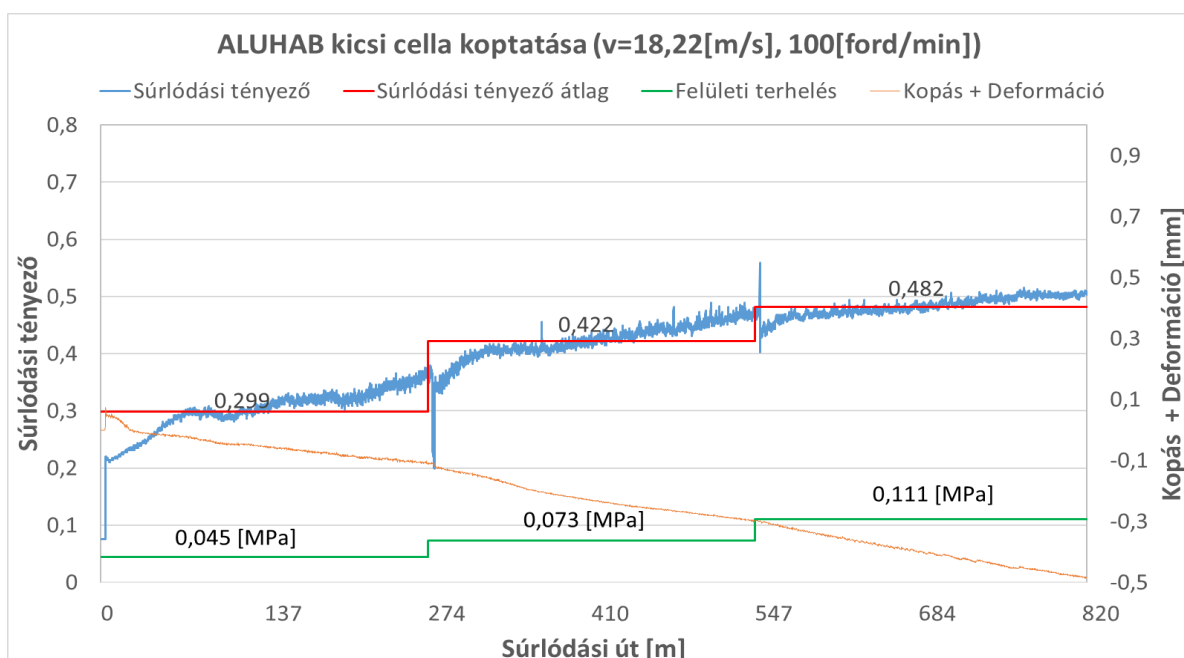
A Pin on Disc vizsgálathoz szükség van egy forgó tárcsára, amelyen változtatható a fordulatszám. A forgó tárcsára kell rögzíteni a koptató ellenanyagot, ami esetünkben egy 100 mm átmérőjű és 10 mm vastagságú köszörült szerkezeti acél (S235JE) tárcsa volt. A forgó tárcsa felett levő befogó szerkezetben helyezkedik el a koptatandó próbatest. A befogó szerkezetnek van egy adott ősúlya (12 N). A méréseink alatt három terhelést alkalmaztunk (32.5 N, 52 N, 79 N). A mért adatok gyűjtésére egy HBM Spider8 típusú adatgyűjtő rendszert használtunk. Fordulatszámoként (50 fordulat/perc, 100 fordulat/perc), 8 különböző típusú próbatesten végeztük el első körben a koptatási vizsgálatokat. Az adatgyűjtő rendszer mérte a fordulatszámot, az erőt két irányban, a kopás és deformációt az idő függvényében. Egy mérés 45 percig tartott a 3 különböző terhelés alatt. A koptatás leállítása után a kopott acélfelületen érdességet mértünk illetve makró (1. ábra) és mikroszkópi felvételek is készültek a koptatott anyagról és a tárcsáról. A vizsgálatokat az végeztük az ASTM G132 szabvány szerint [6]. Jelen tanulmány az ALUHAB típusú alapanyag és alumíniumhabok 100 fordulat/perc-es vizsgálat eredményeit ismerteti.



1. ábra. A próbatestek és a Pin on Disc vizsgálat

3. EREDMÉNYEK

A mért paramétereiből kiszámoltuk és ábrázoltuk a súrlódási tényezőt és annak átlagát a felületi terhelések különböző szakaszaiban a súrlódási út függvényében. Végig követhető a kopás és a deformáció. A kis cellás hab koptatási diagramja az 2. ábrán látható. Az ALUHAB anyagokra a súrlódási tényező átlagok az 1. táblázatban, a felületi érdességek a 2. táblázatban illetve az összesített koptatási diagram a 3. ábrán látható.



2. ábra. A kis cellás ALUHAB koptatási diagramja

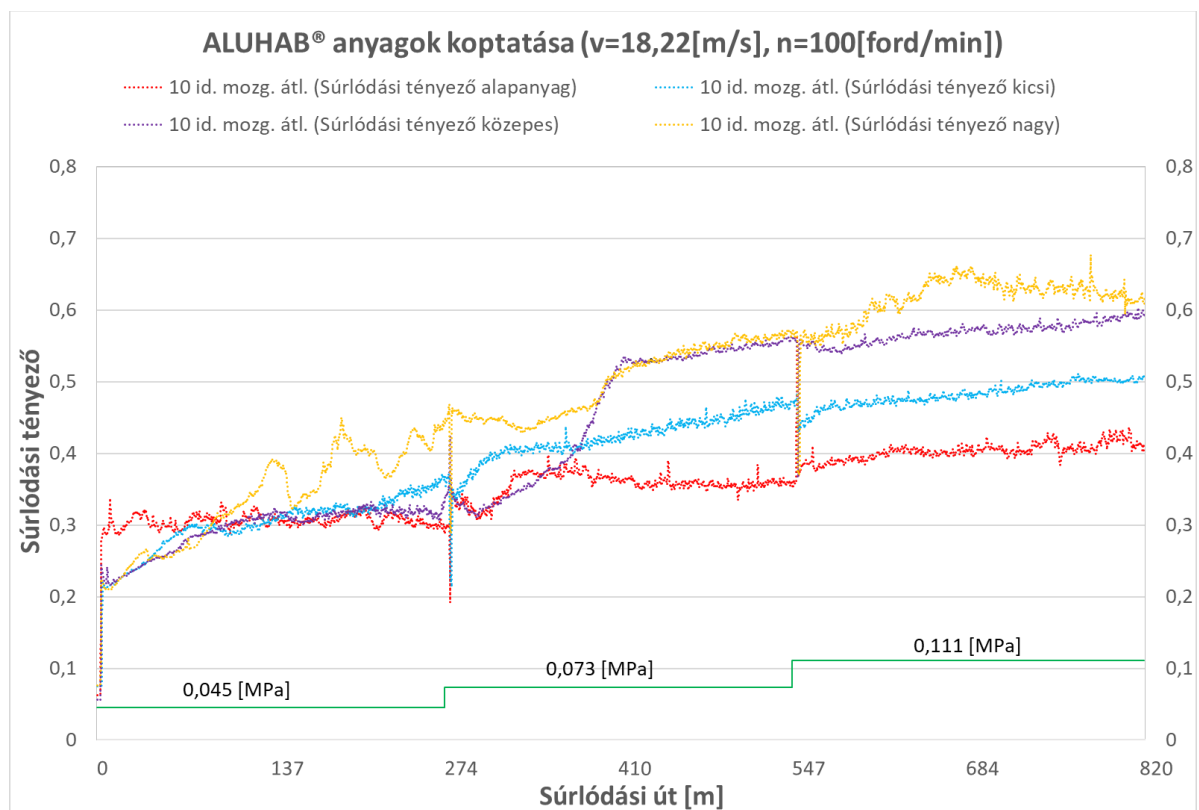
1. táblázat. Az alapanyag és a habok súrlódási tényező átlagai

	ALUHAB (alapanyag)	ALUHAB (kis cella)	ALUHAB (közepes cella)	ALUHAB (nagy cella)
1. útszakasz	0,304	0,299	0,292	0,334
2. útszakasz	0,356	0,422	0,460	0,500
3. útszakasz	0,402	0,482	0,569	0,625

A felületi érdesség a munkadarab felületén lévő egyenetlenség. Méréseinket egy Mitutoyo SJ-201P érdességmérővel végeztük a kopott tárcsák felületén. Átlagos felületi érdesség (R_a) az észlelt profil pontjainak a középvonaltól mért átlagos távolsága az alaphossz tartományban. Az egyenetlenség magasság (R_z) az alaphosszon belül észlelt öt legmagasabb és öt legalacsonyabb pontjának a középvonaltól mért távolsága. A simasági mérőszám (R_q) közelítő értéke nem más, mint a megfigyelt profil és a középvonal által meghatározott ordináták négyzeteiből alkotott számtani középérték négyzetgyöke.

2. táblázat. Az alapanyag és a habok felületi érdességei

	ALUHAB (alapanyag)	ALUHAB (kis cella)	ALUHAB (közepes cella)	ALUHAB (nagy cella)
R_a	1,29	1,74	1,50	1,47
R_z	14,84	16,56	12,99	12,85
R_q	1,71	2,27	1,91	1,83



3. ábra. Az ALUHAB anyagok koptatási diagramjai

4. ÖSSZEFOGLALÁS

Az utóbbi időben a fémhabok előtérbe kerültek az ipari valamint kutatási területen. Ipari körülmények között gyártott, valamint saját kísérletek által előállított zárt cellás fémhab próbatesteken végeztünk koptatási vizsgálatot. A Pin on Disc vizsgálat az ASTM G132 szabvány szerint készült. A befogott próbatesteket különböző terhelőerők alatt, különböző sebességgel forgó szerkezeti acél tárcsán koptattuk. A mérőrendszer mérte az erőt X és Y irányban, továbbá a kopást és deformációt. A mért adatokból kiszámoltuk a súrlódási tényezőt, a súrlódási tényező átlagot a felületi terhelés függvényében. A súrlódási út függvényében meghatároztuk a súrlódási tényező kezdeti szakaszát. Összefoglaltuk, összehasonlítottuk és elemeztük a koptatási eredményeket.

Az eredmények alapján kijelenthetjük, hogy az ALUHAB típusú haboknál a 100 fordulat/perc-es koptatási vizsgálat alapján:

- a súrlódási tényező növekedett a cellák növekedésével;
- a kopás és deformáció növekedett a cellák növekedésével;
- a felületi érdesség csökkent a cellák növekedésével.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A kutatást a Magyarországi Innovációs és Technológiai Minisztérium Tématerületi Kiválósági Programja (TKP2020-NKA-04) támogatta, a Debreceni Egyetem (Járműipari) tématerületi programja keretében.

IRODALMI HIVATKOZÁSOK

- [1] Gyöngyösi Sz., Gábora A., Balogh G., Kalácska G., Bubonyi T., Mankovits T. *Effects of Additives on the Mechanical Properties of Aluminum Foams*, Mechanism and Machine Science. Springer, 2022, 109, 307-313.
- [2] Ali H., Gábora a., Naem M. A., Kalácska G., Mankovits G. *Effect of the manufacturing parameters on the pore size and porosity of closed-cell hybrid aluminum foams*. International Review of Applied Sciences and Engineering. Akadémiai Kiadó, 2021, 12/3, 230-237.
- [3] Kalácska Á., Székely L., Keresztes R. Z., Gábora A., Mankovits T., De Baets P. *Abrasive Sensitivity of Martensitic and a Multi-Phase Steels under Different Abrasive Conditions*. Materials, 2021, 14, 1343.
- [4] Gábora A., Bubonyi T., Gyöngyösi Sz. *Zárt cellás alumíniumhabok pórusszerkezetének számítógépi képelemzéses vizsgálata*. Anyagmérnöki Tudományok. Miskolci Egyetem, 2020, 40/1, 40-48.
- [5] Gábora A., Kalácska G., Keresztes R. Z., Beke s., Géresi Z. G. *Pin on Disc vizsgálatok zártcellás alumíniumhabokon*. International Journal of Engineering and Management Sciences. Debreceni Egyetem, 2020, 5/2, 353-357.
- [6] ASTM G132-96 (2013). *Standard Test Method for Pin Abrasion Testing*. ASTM International West Conshohocken, PA, USA, 2013.