

A FELÜLETI ÉRDESSÉG HATÁSA RAGASZTOTT KÖTÉSEK SZILÁRDSÁGÁRA

EFFECT OF SURFACE ROUGHNESS ON THE STRENGTH OF ADHESIVE BONDING

Palásti-Kovács Béla¹, Gelencsér Balázs², Czifra Árpád³

¹Óbudai Egyetem, Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar, H-1081 Budapest, Népszínház u. 8. Telefon/Fax: +36-1-666-5356, palasti@uni-obuda.hu

²Óbudai Egyetem, Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar, H-1081 Budapest, Népszínház u. 8. Telefon/Fax: +36-1-666-5356, gelencser991@gmail.com

³Óbudai Egyetem, Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar, H-1081 Budapest, Népszínház u. 8. Telefon/Fax: +36-1-666-5391, czifra.arpad@bgk.uni-obuda.hu

Abstract

Nowadays adhesive bonding becomes more and more popular in jointing of machine elements. It is important to know, how surface finishing and microgeometric preparation influence the jointing strength. In present study, shearing strength was examined using different type of adhesives of Loctite and Teroson (epoxy, acril, cianacrilat, MS polymer) and different surface roughness, but same layer thickness. After defining the optimal surface roughness the connection between layer thickness and jointing strength was investigated. Based on more than hundred tests, conclusions about the importance of surface roughness were drawn. It was proved that, surface roughness highly influence the adhesive bonding and the optimal layer thickness – connected to the bonding material – also has great influence to joint strength.

Keywords: surface roughness, adhesive bonding, joint strength.

Összefoglalás

Napjainkban a gépelemek szilárd összekapcsolásában, rögzítésében egyre nagyobb szerepet kap a ragasztás. Kérdés, hogy a ragasztott felületek mikrogeometriai előkészítése, felületi érdessége mennyire és milyen módon befolyásolja a ragasztás erősségét. Dolgozatunk keretében vizsgáltuk a nyírószilárdság függését különböző típusú Loctite, illetve Teroson márkájú ragasztónál (epoxi, akril, cianakrilát, MS polimer), eltérő felületi érdességeknél, azonos rétegvastagságnál. Vizsgáltuk továbbá az előzőekben már meghatározott optimális érdességek mellett a nyírószilárdság és ragasztási rétegvastagság kapcsolatát is. Az elvégzett több mint száz kísérleti kiértékelésből következtetéseket vontunk le az érdesítés szerepéről a ragasztott felületek előkészítésénél. Rámutatunk arra a tényre, hogy megfelelő érdesítés mellett sokkal jobb eredményt várhatunk el az adott ragasztástól. Kiemeljük azt is, hogy a megfelelő ragasztóhoz és ragasztandó anyaghoz a megfelelő (optimális) ragasztási rétegvastagság kiválasztásának nagy jelentősége van.

Kulcsszavak: felületi érdesség, ragasztott kötés, kötési szilárdság.

1. Bevezetés

A világon ma az ipari termékek kb. 15-20%-át ragasztóanyagok felhasználásával állítják elő, és ez az arány várhatóan növekedni fog. A ma készült ragasztók megbízhatósága és teherbírása vetekszik más kötési módok terhelhetőségével. A ragasztóanyagok jelentősége abban rejlik, hogy különböző alapanyagú elemeket is képesek szilárdan összekötni.

A fémragasztás technikája az 1940-es években forrott ki a repülőgép- és hadiipar számára. A ragasztástechnika fejlődéséhez a piaci igények és olyan tapasztalatokkal rendelkező nagyvállalatok kutatómunkája járult hozzá, mint a ragasztástechnikában élen járó Loctite cég.

A ragasztások készítésekor az összekötendő darabok felületkezelése is szükségesé válik. Itt jelenik meg a felület mikrogeometriája (érdessége) és annak szerepe a ragasztott kötés szilárdságára [1].

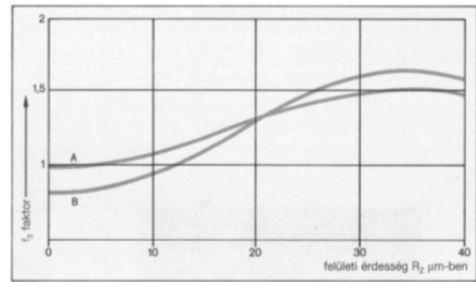
2. A felületi érdesség és a szakítószilárdság

A ragasztott kötések nyírószilárdsága és a felületi érdesség nagysága között különböző javaslatokat találunk. Szemcseszórt fémfelületek vizsgálatánál $R_{max} = 7\mu\text{m}$ -nél a legkisebb a nyírószilárdság, s ha ezt különböző beesési szögekkel durvítják, akkor ezzel a szilárdság is nő [1].

Már az 1950-60-as években megállapították, hogy a felületi érdességi értékeknek nincs nagy jelentősége: „Lényegesen finomabb és durvább felületek esetén sem mutatkoztak jelentős szilárdsági eltérések” [2]. Napjaink vizsgálatai [3] pontosítják ezeket az eredményeket. Megállapítják, hogy a felület amplitúdó paramétereivel csak gyenge korrelációt mutat a kötés erőssége, ugyanakkor a felület hibrid paramétereivel erősen befolyásolják a kötési szilárdságot.

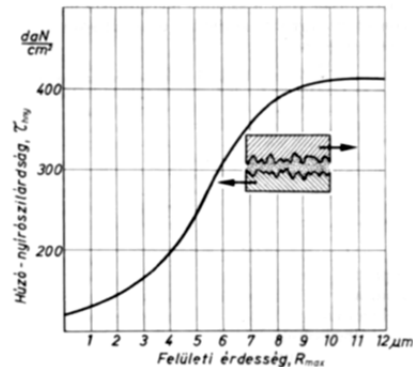
Ennek ellenére az ipari gyakorlat továbbra is elsősorban az érdesség magasságával jellemzi a ragasztott felületeket.

Az 1980-as évek Loctite ajánlásaiban ragasztott kötésekhez az **1. ábra** szerint $R_z = 25 \dots 40\mu\text{m}$ egyenetlenség-magasság adja a legkedvezőbb nyírószilárdságot (f_3 faktor). Ez azt jelentette akkor, hogy a szilárd illesztések finomságához ($R_z = 2,5 \dots 6,5\mu\text{m}$) képest jelentős költségmegtakarítást eredményezhetett a ragasztás [4], s így a mechanikus finommegmunkálás elhagyása.



1. ábra. Az f_3 faktor a szilárdság az érdesség függvényében különböző LOCTITE típusokhoz. [4]

Az újabb Loctite vizsgálatokban azt tapasztalták, hogy forgácsoló megmunkálással előkészített ragasztandó felületeknél általában az $R_{max} = 8-12\mu\text{m}$ maximális felületi érdesség (**2. ábra**) adta a legkedvezőbb kötésszilárdságot [5].



2. ábra. A ragasztás nyírószilárdsága és az érdesség kapcsolata [5]

3. Kísérleti vizsgálatok leírása

A felületi korrózió elkerülése miatt X8CrNi1810 korrózióálló acél próbateste- ket készítettünk elő szemcseszórással, kü- lönböző felületi finomságúra. Öt érdességi csoportot (25 - 25 db) különítettünk el, s az előkészítés után mértük és átlagoltuk a felületi érdesség Ra, Rz, Pa, Pz paramétere- it. A csoportok átlagértékeit az 1. táblázat foglalja össze.

1. táblázat. Az érdességi csoportok paraméter- értékei

Cs.	Ra [μm]	Rz [μm]	Pa [μm]	Pz [μm]
1.	1,45	9,74	1,55	11,56
2.	2,16	18,27	5,83	36,98
3.	3,15	25,00	11,46	57,18
4.	5,40	37,56	11,00	68,06
5.	6,67	46,09	12,45	77,38

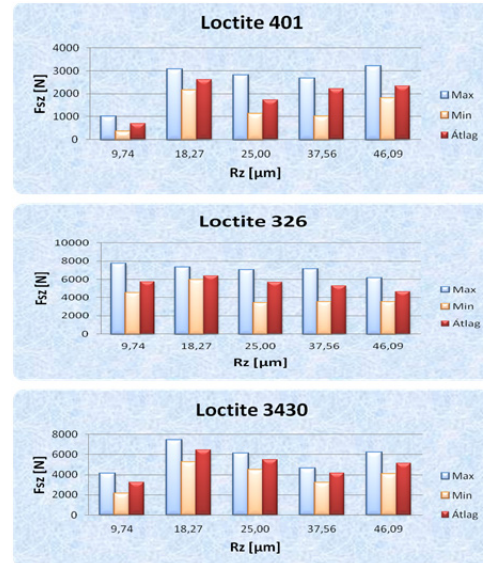
A mérési eredményekből látható, hogy a csoportok jól elköníthető érdességgel rendelkeznek, de azt is ki kell emelni, hogy a szűrt Rz értékek és a szűretlen (valóságban működő P-profil) Pz értékek jelentősen eltérnek egymástól [6].

A Loctite 401 és 326-os ragasztók ese- tében null-hézaggal, míg a Loctite 3430 és a Toroson MS 9399 esetében 0.5 mm-es hézaggal végeztük el a ragasztást (Loctite ajánlás). A megfelelő kötési idő eltelte után került sor a szakításokra TTM 100-as uni- verzális szakítógéppel. A szakítódiagramo- kat és a nyírószilárdság értékeit rögzítettük.

4. Kísérleti eredmények kiértéke- lése: érdesség – nyírószilárdság kapcsolata

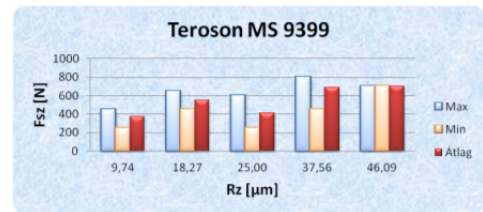
A mérések eredményeit oszlopdiagra- mokban vehetjük össze. Ezekből egyértel- műen meghatározható az adott körülmé- nyekhez viszonyított optimális felületi érdesség. Három ragasztónál a ragasztási szilárdság Rz=18,27 μm egyenletlenség

magasságig nőtt, itt adta a maximális szilárdságot, majd csökkent. A csökkenés után némi növekedés is megfigyelhető volt a 3430 és az MS 9399 ragasztónál (3. ábra).



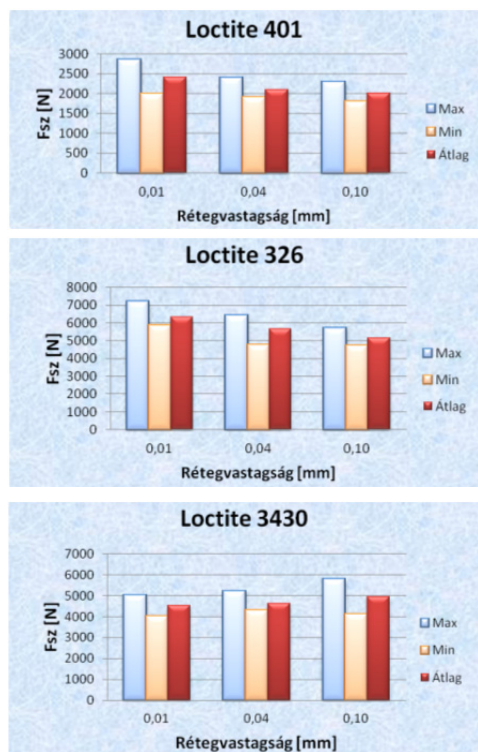
3. ábra. A ragasztás nyírószilárdsága és az érdesség kapcsolata kísérleteinkben

Az MS 9399 ragasztónál az Rz érték növekedésével növekedett a ragasztási szilárdság is (4. ábra). A méréseknél megfigyelhető viszonylag nagy szórás annak tudható be, hogy szemcseszórással nem lehet teljesen homogén felületet előállítani, mivel kicsit változik a pisztoly és a munkadarab távolsága, egymáshoz viszonyított helyzete.



4. ábra. A ragasztás nyírószilárdsága és az érdesség MS 9399 ragasztónál

Vizsgáltuk a ragasztási szilárdságot különböző ragasztási hézagoknál is, az előzőekben megismert optimális $Rz=18,27 \mu\text{m}$ átlag-érdesség mellett a Loctite 401, Loctite 326, és Loctite 3430 ragasztónál. A választott ragasztási hézagok: 0,01 mm; 0,04 mm; 0,1 mm voltak, melyeket megfelelő hézagoló lemezzel biztosítottunk. Az eredményeket az **5. ábra** mutatja be.



5. ábra. A ragasztás nyírószilárdsága és a ragasztási hézag kapcsolata

Kiértékelve az eredményeket egyértelműen látszik, hogy a Loctite 401 és a Loctite 326 esetében a kisebb, míg a Loctite 3430 esetében a nagyobb ragasztási hézag a kedvezőbb.

4. Összegés, következtetések

A ragasztásnál a helyes felületi érdesség megválasztásával a gyártási költségek és a selejtek száma nagyban csökkenthető,

illetve jelentős szilárdsági, s így tartóssági növekedést érhetünk el.

A mérések alapján kiderült, hogy felületi érdességnek jelentős befolyásoló szerepe van a ragasztás kötési szilárdságára.

A kísérletek alapján kijelenthető, hogy az X8CrNi1810 korrózióálló acélból készült próbatesteknél, a vizsgált ragasztóknál, egy kivétellel az $Rz=15-20 \mu\text{m}$ -es érdességi tartományban legjobb a ragasztás szilárdsága. Kivétel az MS 9399 volt, itt az érdesség növekedésével nőtt a kötési szilárdság is.

A rétegvastagság kötési szilárdságra gyakorolt hatása a ragasztóanyagtól függ. Egyes esetekben a kisebb, míg más esetekben a nagyobb rétegvastagság kedvező.

A Henkel JointCalc2.0 programmal szimulálja a ragasztott kötések. A fentiek alapján javasoljuk, hogy a ragasztandó felületek érdessége is változóként szerepeljen a szimulációs programban.

Az R érdességi paraméterek és a P szűretlen profil paraméterei között jelentős különbség van, ami felveti azt a kérdést is, hogy melyik típusú paramétert célszerű alkalmazni az előírások során.

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] Gelencsér Balázs: ÓE-BGK Szakdolgozat: "A felületi érdesség és a ragasztás kapcsolata Ko33 lemez próbatesteknél" 2014. 06.
- [2] Ragasztástechnikai Zsebkönyv, Balázs Gyula, Műszaki Könyvkiadó Budapest 1976
- [3] W. Zielecki, P. Pawlus, R. Perłowski, A. Dzierwa: Surface topography effect on strength of lap adhesive joints after mechanical pre-treatment, Archives of Civil and Mechanical Engineering 13 (2013) 175–185
- [4] Der LOCTITE ©1988, LOCTIE Deutschland GmbH. 2. átdolgozott kiadás
- [5] Loctite: Worldwide design handbook, 2. javított kiadás ©1998 Loctite European Group Munich, Germany (ISBN 0-96 5590-0-5)
- [6] Dr. Palásti-Kovács, - B. Pintér, L. - Dr. Czifra, Á.: Relationship between tolerance and surface roughness II. XIX. FMTÜ-2014.03.19-20. 321-324.