

*DÖTE, Stomatológiai Klinika (igazgató: dr. Keszthelyi Gusztáv egyetemi tanár), Debrecen

**KLTE, Kémiai Intézet (igazgató: dr. Lévai Albert egyetemi docens), Debrecen,

***Ybl Miklós Műszaki Főiskola (igazgató: Ludvig István főiskolai docens), Debrecen

A felszínérdesítés hatása a szakítószilárdságra

DR. HEGEDŰS CSABA*, DR. BORBÉLY JÁNOS**, DR. ÖLVETI ÉVA* ÉS
DR. VARGA FERENC***

A rögzített fogművek elhorgonyzásának alternatív lehetőségét kínálják egyes esetekben az ún. „resin bonded” jellegű megoldások. E fogpótlásoknál a ragasztóanyagnak fémfelszínhez való kötődését különféle (pl. mechanikai, kémiai stb.) eljárásokkal igyekeznek fokozni [1, 3, 4, 6, 8].

A ragasztóanyagoknak fémfelszínhez való kötődésénél több tényező is szerepet játszik. Ezek egyike a mechanikai kötődés, amely a ragasztóhatást a felszíni retenciókba befolyó és ott megszilárduló adhezív anyag mechanikus rögzítő hatásával biztosítja.

A mechanikus kötődés sajátásaival a fogpótlásokkal kapcsolatban is többen foglalkoztak [5, 7, 9, 10, 11]. E rögzítőhatást több tényező is befolyásolja, mint pl. a fémfelszín érdessége, mikrogeometriája, a ragasztóanyag nedvesítőképesége, szakítószilárdsága, hogy csak a fontosabbakat említsük.

Vizsgálatunk célja, hogy meghatározzuk az átlagos érdesség (R_a) és a maximális érdesség (R_{max}) értékeinek változását különféle szemcsenagyságú korunddal történt felületérdesítés hatására, és az így kialakított felszínek hatását a szakítószilárdságra. Megmérjük a szakítószilárdsági vizsgálatok után az egyes próbatesteken maradt, ragasztóval fedett felületek nagyságát, és vizsgáljuk kapcsolatukat a mért felületérdességi paraméterekkel.

Anyag és módszer

Vizsgálatainkat Wiron 99 (BEGO) Ni-Cr alapú fogászati ötvözetből készült próbatesteken végeztük. A szakítószilárdság meghatározásához 9 mm átmérőjű és 4 mm magasságú henger alakú próbatesteket készítettünk. Az egyenletes ragasztóréteg kialakításához a ragasztandó felületeket síkköszörűvel megmunkáltuk, majd 5 (I—V.), egyenként 20 próbatestből álló csoportot alakítottunk ki.

Az első csoport ragasztandó felületei síkköszörültek maradtak, a másodikat 80—100, a harmadikat 200—250, a negyediket 400—500, az ötödik csoport felületeit pedig 730—800 μm -es korund ($\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$) segítségével (homokfúvó berendezéssel) érdesítettük. Egy adott

Érkezett: 1991. október 1.

Elfogadva: 1992. február 26.

Al_2O_3 szemcse és ötvözet esetén a mikroleválasztást a becsapódó szemcsék energiája határozza meg, melyet a nyomás és a fúvókától való távolság változtatásával befolyásolhatunk. Vizsgálatainkban a nyomás 4.5 bar a fúvókától mért távolság 5 cm volt. Az idő rögzítését ($t = 30$ sec) a másod, illetve a harmadlagos hibák (DIN 4760) miatt tartottuk fontosnak. Az így előkészített felületeken megmértük az R_a és $R_{\max}$ értékeket SurfTest 402 (Mitutoyo, Japan) készülékkel. A fémfelszínekről pásztázó elektronmikroszkóppal (Amray 1830i) készítettünk felvételeket.

Ragasztás előtt a próbatesteket ultrahangos berendezésben tisztítottuk először 10 percig desztillált vízzel, majd kétszer tíz percig acetonnal kezelve.

A ragasztást Comspan™ Opaque (Caulk Dentsplay) kompozíciós cementtel végeztük, majd egy sorozat próbatestet (10 pár) erre a célra kialakított berendezés segítségével (egyenként) 0,5 MPa-al 10 percig nyomás alatt tartottuk.

Az összeragasztott mintákon a szakítási vizsgálatot 24 ± 1 óra múlva végeztük el Instron 4302 típusú készüléken, 1 mm min^{-1} keresztfej sebesség mellett.

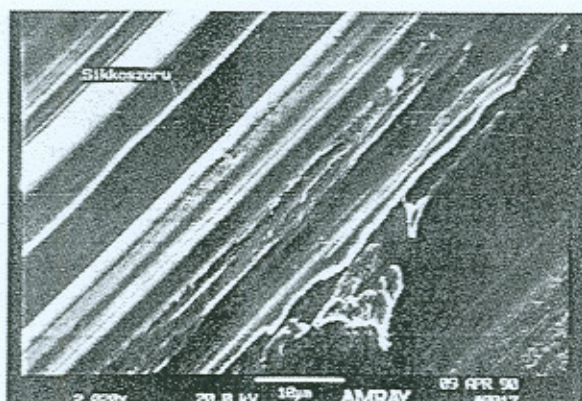
A próbatestek felszínéről felvételeket készítettünk, majd planimetriás módszerrel megmértük az egyes próbatesteken lévő kompozíciós cementtel fedett, ill. nem fedett felszínek (adhezív fraktúra) nagyságát.

Eredmények

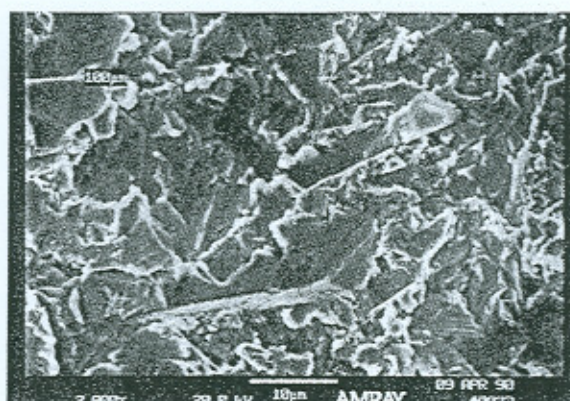
Az 1—5. ábrákon különböző módon kialakított fémfelszínekről készített pásztázó elektronmikroszkópos felvételeket mutatjuk be. A képeken jól láthatóak a síkköszörült, majd a különféle korundszemcsékkel kialakított felszínekre jellemző változó geometriájú mikroretentív területek. A síkköszörült felület jellege a korundszemcsés kezelés hatására alapvetően megváltozik. Ezért az I. csoportba tartozó próbatestekkel végzett mérések eredményei az irányorientált megmunkálás miatt nem mutathatnak szoros összefüggést a II—V. csoportoknál mért értékekkel.

Az I. táblázatban az öt csoport szakítószilárdsági értékei láthatók. A legnagyobb σ -értéket ($18,78 \pm 1,82 \text{ MPa}$) a III. csoportba ($200\text{—}250 \mu\text{m}$ ($\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$)) tartozó felszínek esetében mértük.

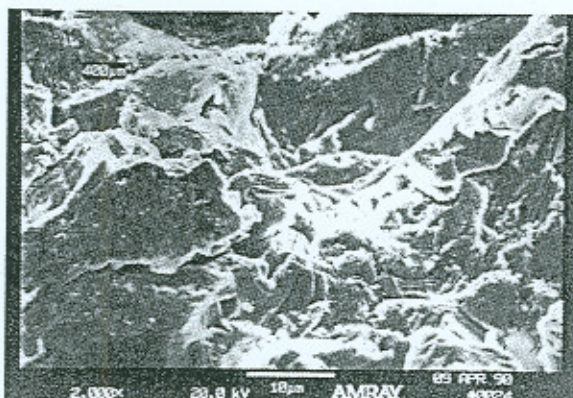
A II. táblázatban a kompozíciós cementtel fedett fémfelület relatív arányát mutatjuk be. Az egyes csoportokon belül (I—V) A_1 -gyel jelöltük azokat a próbatesteket, amelyeken nagyobb, A_2 -vel pedig azokat, amelyeken kisebb a ragasztóval fedett fémfelület a szakítópróba elvégzése után. Jól



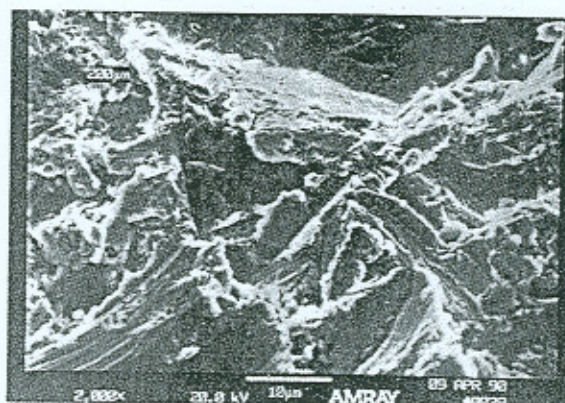
1. ábra



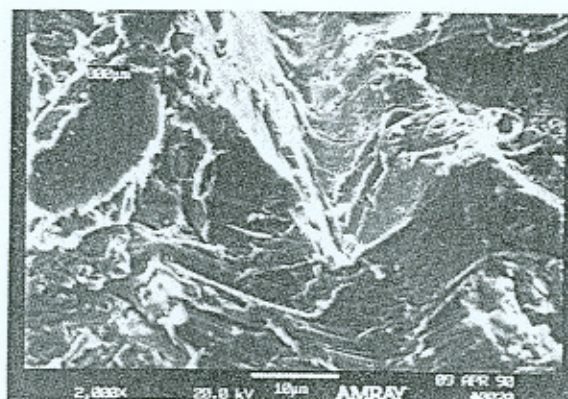
2. ábra



3. ábra



4. ábra



5. ábra

látható, hogy minden esetben a próbatestpárok egyikén (A_1) szignifikánsan több ($p < 0,01$) ragasztó található.

A III. táblázatban az R_a és az R_{max} értékek láthatók különböző felszíneken. Az egyes csoportokon belül külön láthatóak az A_1 és az A_2 próbatestek ragasztás előtt megmért felületérdességi paraméterei.

Az R_a és R_{max} értékek a II—V. csoportig növekednek, a különbség minden esetben szignifikáns ($p < 0,01$).

I. táblázat

A fémfelszín különböző szemcsenagyságú Al_2O_3 -al történt érdesítésének hatása a ragasztás szakítási szilárdságára ($n = 10$)

	I. $\bar{X} \pm SD$	II. $\bar{X} \pm SD$	III. $\bar{X} \pm SD$	IV. $\bar{X} \pm SD$	V. $\bar{X} \pm SD$
σ (MPa)	$8,197 \pm 1,873$	$16,16 \pm 1,307$	$18,78 \pm 1,823$	$17,86 \pm 1,709$	$15,49 \pm 2,193$

- I.: síkköszörűvel megmunkált felszín
- II.: 80–100 μm Al_2O_3 -al homokfújt felszín
- III.: 200–250 μm Al_2O_3 -al homokfújt felszín
- IV.: 400–500 μm Al_2O_3 -al homokfújt felszín
- V.: 730–800 μm Al_2O_3 -al homokfújt felszín

II. táblázat

A nagyobb és kisebb kompozíciós cementtel fedett felületek aránya ($n=10$)

	I. $\bar{X} \pm SD$	II. $\bar{X} \pm SD$	III. $\bar{X} \pm SD$	IV. $\bar{X} \pm SD$	V. $\bar{X} \pm SD$
A ₁ (%)	79,28 ± 13,54	79,91 ± 17,72	87,28 ± 10,83	73,03 ± 15,85	75,69 ± 12,26
A ₂ (%)	20,99 ± 14,76	18,75 ± 16,99	11,61 ± 9,377	27,35 ± 16,47	21,05 ± 13,67

A₁: a nagyobb kompozíciós cementtel fedett felületA₂: a kisebb kompozíciós cementtel fedett felület

I.: síkköszörűvel megmunkált felszín

II.: 80–100 µm Al₂O₃-al homokfújt felszínIII.: 200–250 µm Al₂O₃-al homokfújt felszínIV.: 400–500 µm Al₂O₃-al homokfújt felszínV.: 730–800 µm Al₂O₃-al homokfújt felszín

III. táblázat

Az R_a és R_{max} értékek változása a különféle felületeken ($n=10$)

	I. $\bar{X} \pm SD$		II. $\bar{X} \pm SD$	
	A ₁	A ₂	A ₁	A ₂
R _a (µm)	1,819 ± 0,669	1,976 ± 0,846	1,497 ± 0,496	1,528 ± 0,548
R _{max} (µm)	13,77 ± 3,979	15,01 ± 5,164	11,72 ± 4,012	11,35 ± 2,794
	III. $\bar{X} \pm SD$		IV. $\bar{X} \pm SD$	
	A ₁	A ₂	A ₁	A ₂
R _a (µm)	2,25 ± 0,569	2,194 ± 0,577	3,237 ± 0,492	3,304 ± 0,714
R _{max} (µm)	17,06 ± 3,813	15,7 ± 3,213	24,94 ± 3,498	24,62 ± 3,898
	V. $\bar{X} \pm SD$			
	A ₁	A ₂		
R _a (µm)	4,22 ± 1,028	4,485 ± 1,059		
R _{max} (µm)	31,11 ± 6,092	33,17 ± 8,492		

R_a: átlagos érdességR_{max}: maximális érdességA₁: a nagyobb kompozíciós cementtel fedett felületA₂: a kisebb kompozíciós cementtel fedett felület

I.: síkköszörűvel megmunkált felszín

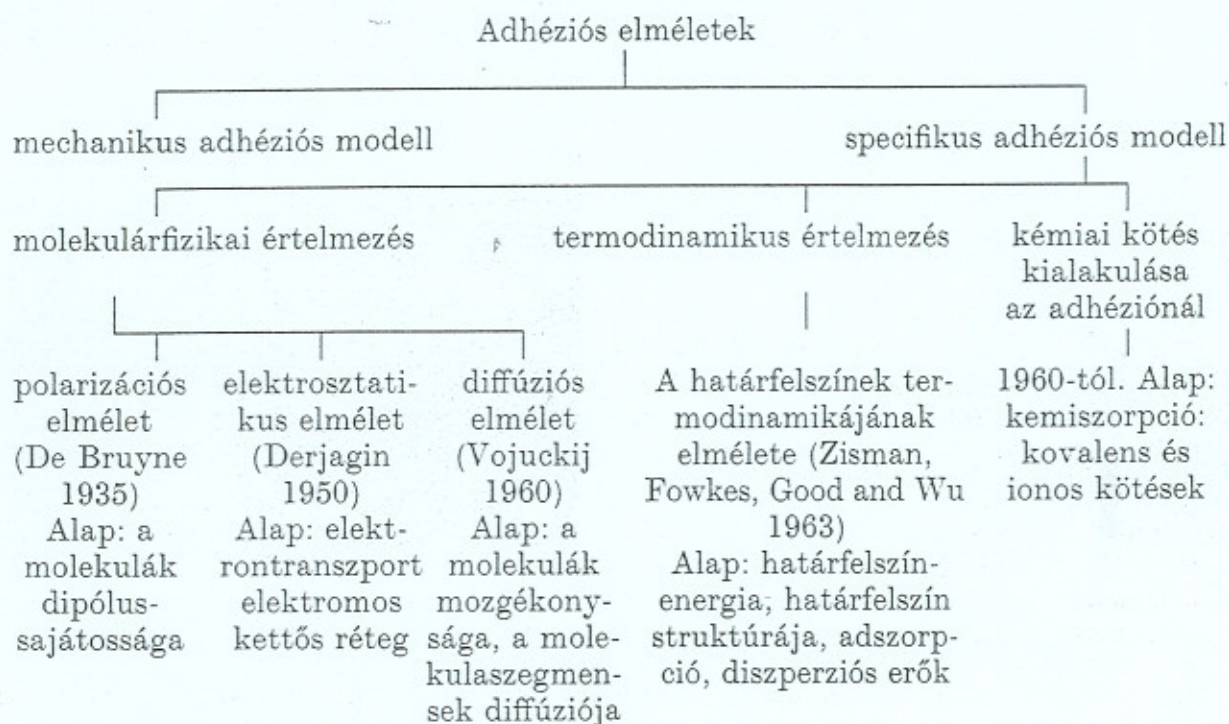
II.: 80–100 µm Al₂O₃-al homokfújt felszínIII.: 200–250 µm Al₂O₃-al homokfújt felszínIV.: 400–500 µm Al₂O₃-al homokfújt felszínV.: 730–800 µm Al₂O₃-al homokfújt felszín

Megbeszélés

A ragasztás erősségét az adhéziós és kohéziós kötések mértéke határozza meg. Az adhézióról több elképzelés is ismert, melyeket röviden összefoglalva a IV. táblázat mutat be [2].

IV. táblázat

Az adhéziós elméletek vázlatos összefoglalása



E munkánkban a mechanikus kötődés egyes sajátosságait vizsgáltuk. Nem irányorientált felület-előkészítési módszer segítségével különféle nagyságú, de hasonló mikrogeometriájú felületeket alakítottunk ki, melyek így alkalmasak egyes felszínérdeességi paraméterek és a szakítószilárdság összehasonlító vizsgálatára. Pfeiffer 250 μm -es Al_2O_3 és a fenti anyagokkal végzett szakítási méréseket ahol $\sigma \sim 8 \text{ MPa}$ volt [4]. Méréseinkben hasonló anyagok felhasználásával lényegesen jobb $\sigma 118,78 \pm 1,82 \text{ MPa}$ értéket mérünk.

Méréseink alapján a Wiron 99 és a Compspan Opaque vonatkozásában az alábbi következtetéseket vonhatjuk le:

1. A szakítószilárdsági értékek maximumát a 200–250 μm -es korundszemcsékkel előkészített felületek esetén érték el.

2. Az R_a és $R_{\max}$ értékek a korundszemcsék méretével arányosan növekedtek, ez azonban nem eredményezte a szakítószilárdság hasonló változását.

3. A szakítás után a próbatestek egyikén szignifikánsan nagyobb felületen marad ragasztóanyag, ez azonban nem magyarázható az R_a és $R_{\max}$ értékek próbatestpárokon belüli különbségével.

Az adhéziót, ragasztást több tényező befolyásolja. Méréseinkkel néhány paraméter szerepét tanulmányoztuk, adataink és tapasztalataink tisztázása további vizsgálatokat igényel.

A szerzők köszönetüket fejezik ki *Cserhádi Csabának* (KLTE, Szilárdtestfizikai Tanszék) az elektronmikroszkópos felvételekért.

IRODALOM: 1. *Del Castillo, E., Thomson, V. P.*: Electrolytically etched nonprecious alloys: Resin bond and laboratory variables. *J. Dent. Res.* 61 (Special issue: Abstr. No. 64), 1982. — 2. *Bischof, C., Possart, W.*: Adhäsion, Akademie-Verlag, Berlin, 1983. — 3. *Livaditis, G., Thomson, V.*: Etched casting: An improved retentive mechanism for resin-bonded retainers. *J. Prosthet. Dent.* 47, 52, 1982. — 4. *Pfeiffer, P.*: Bonding bei der Kleberückentechnik. *Dtsch. zahnärztl.* 41, 155, 1986. — 5. *Pfeiffer, P.*: Verklebung abgestrahlter NEM-oberflächen. *Dtsch. zahnärztl. Z.* 45, 696, 1990. — 6. *Rochette, A. L.*: Attachment of a splint to enamel of lower anterior teeth. *J. Prosthet. Dent.* 30, 418, 1973. — 7. *Tanaka, T., Atsuta, M., Utchima, Y., Kawshima, I.*: Pitting corrosion for retaining acrylic resin facing. *J. Prosthet. Dent.* 42, 282, 1979. — 8. *Tóth P., Fejérdy P., Fábán T., Kóbor A.*: Zománchoz ragasztott hidak és sínek. *Fogorv. Szle.* 72, 218, 1986. — 9. *Tóth P., Varsányi M., Kovács J.*: Fémfelszín elektrokémiai vagy mechanikus előkészítése zománchoz ragasztott hidak vagy sínek számára. *Fogorv. Szle.* 83, 90, 1990. — 10. *Wirz, J., Besimo, Ch., Schmidli, F.*: Haftmechanismen. *Schweiz. Monatsschr. Zahnmed.* 98, 265, 1988. — 11. *Wirz, J., Besimo, Ch., Schmidli, F.*: Verbundfestigkeit von Metallgerüst und Haftvermittler in der Adhäsivbrückentechnik. *Schweiz. Monatsschr. Zahnmed.* 99, 24, 1989.

Dr. Hegedűs, Cs., dr. Borbély, J., dr. Ölveti, É., dr. Varga, F.: *The effects of surface roughing onto tensile strength*

The aim of this study was to investigate the effect of different particle size of corundum used by sandblasting on the surface roughness and on the tensile strength. The conclusions of the authors were as follows: 1. The maximum values of tensile strength were measured when 200–250 μm corundum was used. 2. The values of the R_a and R_{max} were grown proportionally with the grain of corundum, but it was not resulted in the same increase of the tensile strength. 3. After the tensile test the residue of the bonding agent on one surface of the test-piece pairs, always remained significantly higher, than on the other, but this phenomenon cannot be explained by the differences between R_a and R_{max} within the test-piece pairs.