

# Vezna čvrstoća polimera i metala ostvarena »silicoater« postupkom

## The Bond Strength of Polymers and Metals Using »Silicoater« Technique

Denis Vojvodić  
Hanzi Predanić-Gašparac  
Hrvoje Brkić\*

Zavod za fiksnu protetiku  
Stomatološkog fakulteta  
Sveučilišta u Zagrebu  
\* Zavod za morfologiju zubi  
Stomatološkog fakulteta  
Sveučilišta u Zagrebu

### Sažetak

*Silicoater postupak ili postupak silanizacije je kemijski vezni sistem (odbacuje mehaničke retencije kao nepotrebne) koji onemogućava nastanak granične pukotine na spojištu polimernog materijala za fasetiranje i metala. Shodno tome rješava problem loma i odvajanja fasete ili pak promjenu njezine boje.*

*Svrha je istraživanja ustanoviti vrijednosti veznih čvrstoća dobivenih uporabom silicoater postupka na kod nas najčešće zastupljenim legurama i materijalima za fasetiranje.*

*Na 90 uzoraka podijeljenih u skupine, podvrgnutih utjecaju vode i toplinskim promjenama, ispitane su vrijednosti vezne čvrstoće u kombinacijama ovog postupka s dvije legure i tri materijala za fasetiranje.*

*Silicoater postupak dao je najbolje rezultate u kombinaciji Dentacolor XS materijala za fasetiranje i Auropal legure.*

*Ključne riječi: silicoater postupak, silanizacija, granična pukotina, vezna čvrstoća*

Acta Stomatol. Croat.  
1993; 27: 113-120

IZVORNI  
ZNANSTVENI RAD

Priljeno: 24. ožujka 1993.

### Uvod

Današnja očekivanja terapeuta i njihovih pacijenata kod oralne rehabilitacije uključuju i estetski izgled protetske konstrukcije koji se u svakodnevnoj praksi dobiva prekrivanjem metalne osnove polimernim ili keramičkim materijalom.

Osnovni je zadatak oblikom, položajem i bojom poistovjetiti protetsku konstrukciju s pravilima i zahtjevima estetike određenog dijela zubnog luka.

Iako u sjeni favorizirane keramike, polimerni materijali zadržani su u praksi zbog svoje ekonomičnosti, brze i lake laboratorijske obrade, mogućnosti popravka u ustima, dobre prilagod-

be boje spram prirodnih zuba, a imaju i isključiva indikacijska područja (konus krunice, mostovi na skidanje).

Jedan od najvećih prigovora polimernim materijalima je nastanak granične pukotine između fasete i metalne podloge zbog polimerizacijske kontrakcije (do 7%), različitih toplinskih koeficijenata rastezanja metala i polimera, te različitih koeficijenata povećanja volumena u vodi, osobito pri različitim temperaturama (1).

Ovako nastala pukotina širine je oko 10 mikrometara i dovodi do odvajanja polimernog materijala od metala ukoliko nema mehaničkih retencija (2).

Ako zbog tih retencija ne dođe do odvajanja fasete od metala, raspadni produkti iz detritusa

uvlače se u područje nastale pukotine, te mijenjaju boju protetskog rada i estetski ga diskreditiraju (3, 4, 5).

Radi ostvarenja bolje veze metala i polimera u praksu je osim pjeskarenja uvedeno jetkanje metala (6), kemijsko (7, 8) ili elektrolitičko (9). Elektrolitičko jetkanje može se kombinirati s makroretencijama (10, 11).

Godine 1984. prvi je put predstavljen Silicoater postupak autora Tilleri i Musila (12–15) kao »sistem molekularnog vezanja« faseta od polimernog materijala na površinu legure. Budući da se uporabom ovog sistema ostvaruje kemijska veza između polimera i površine legure, nisu potrebne mehaničke retencije, što ovaj sistem čini naročito pogodnim u slučajevima gdje zbog smanjenog obujma brušenja (zubi mladih pacijenata) ili dvostruke debljine metala (konus krunice) nema dovoljno mjesta za mehaničke retencije. Zbog kemijske veze metala i polimera ostvarene ovim postupkom spriječen je nastanak granične pukotine sa svim njezinim posljedicama pa je poboljšana odnos između ulaganja i dobivene koristi (16).

Prema navodima dentalnih proizvođača i nekim istraživanjima svi polimerni materijali za fasetiranje kompatibilni su s ovim postupkom (17, 18).

Cilj je ovoga rada odrediti čvrstoću veze silicoater postupkom tretiranih, tj. silaniziranih uzoraka nakon provedenih postupaka umjetnog ostarivanja (izlaganje uzoraka vodenom miljeu i termocikliranje) i na taj način odrediti najpovoljniju kombinaciju polimernih materijala za fasetiranje i dentalnih legura dostupnih našem tržištu.

## Materijal i postupci

Tehnička izvedba ovog istraživanja načinjena je u Zavodu za materijale Fakulteta strojarstva i brodogradnje Sveučilišta u Zagrebu te u Laboratoriju za fiksnu protetiku Stomatološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu.

Kao metalna podloga upotrijebljene su dvije srebrno-paladijeve legure i tri polimerna materijala za fasetiranje, navedena u tablici br. 1.

Polimetilmetakrilatni modeli uloženi su u uložni materijal Neoduroterm (Bayer, Leverkusen, Njemačka) zamiješan u vakuumskoj mješalici (Degussa, Frankfurt am Main, Njemačka) prema uputi proizvođača. Nakon stvrdnjavanja

Tablica 1. Materijali korišteni u istraživanju

Table 1. Materials used in this investigation

METAL	POLIMERNI MATERIJAL
PALADOR Rafinerija plemenitih kovina Zagreb, Hrvatska	IVOCRON PE Ivoclar – Lek, Ljubljana, Slovenija
	ISOSIT N Ivoclar – Lek, Ljubljana Slovenija
AUROPAL Zlatarna Celje, Slovenija	DENTACOLOR XS Kulzer, Wehrheim, Njemačka

uložnog materijala, uobičajenog postupka predgrijavanja i žarenja kivete, izvršeno je lijevanje u centrifugalnom ljevaču s indukcijskim grijačem (Zlatarna Celje, Slovenija) prema uputi proizvođača legure.

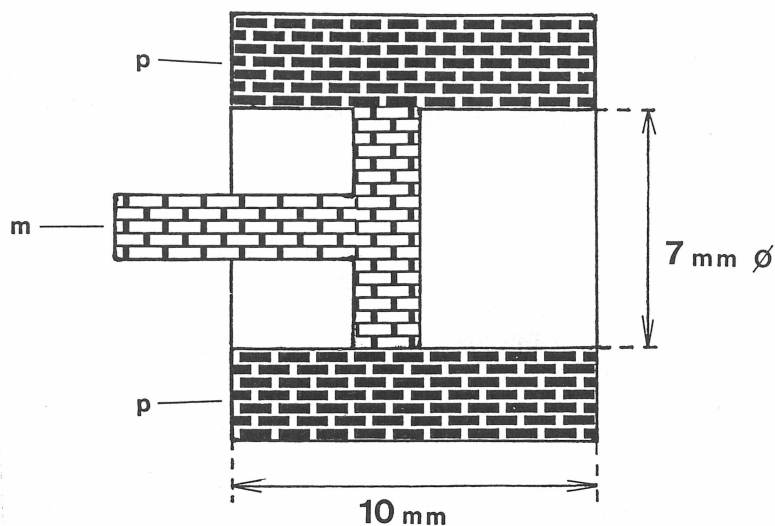
Ostaci uložne mase odstranjeni su pjeskarenjem korundom veličine zrna 250 mikrometara u cirkulirajućoj pjeskari Peskalnik (Zlatarna Celje, Slovenija).

Na taj način dobiveni su uzorci oblika zakovice dimenzija: promjera oboda 7 mm, debljine oboda 2 mm, promjera stapke 2,5 mm, duljine stapke 12 mm. Ovi uzorci imali su glatku površinu namijenjenu fasetiranju, kako to i predviđa silicoater postupak (Kulzer, Wehrheim, Njemačka).

Uzorci su pjeskareni u pjeskari s jednokratnom uporabom pijeska i pokretnom sapnicom u obliku olovke (Basic Duo-Renfert, Hilzingen, Njemačka). Udaljenost sapnice od uzorka iznosi je 5 mm, uz tlak 4 bara, korundna zrnca veličine 250 mikrometara i vrijeme pjeskarenja od 15 sekundi po površini. Nakon pjeskarenja uzorci su očišćeni Silicleanom (etilni ester octene kiseline) (Kulzer, Wehrheim, Njemačka) i izvršen je postupak silanizacije (12).

Na silanizirane uzorke nanosen je opaker prema uputi proizvođača, a na ovako pripravljene uzorke stavljeni su plastični cjevasti profili koji se kemijski ne vežu s polimernim materijalima za fasetiranje (slika 1).

U ovako dobivene kalupe uneseni su odgovarajući materijali za fasetiranje i polimerizirani prema uputi proizvođača (Ivocron PE i Isosit N tlačno-toplinski, Dentacolor XS svjetlosno), te je dobivena kombinacija uzoraka za ovo ispiti-



Slika 1. Odnos plastičnog profila (p) i metalnog dijela uzorka (m)

Figure 1. Relation between plastic profile (p) and metal part of the specimen (m)

vanje: po pet uzoraka od svakog materijala za fasetiranje na obje metalne podloge. Ovako raspoređeni uzorci sačinjavaju jednu skupinu od 30 uzoraka. Testirane su tri skupine uzoraka u različitim uvjetima:

1. skupina uzoraka testirana je 24 sata nakon polimerizacije;

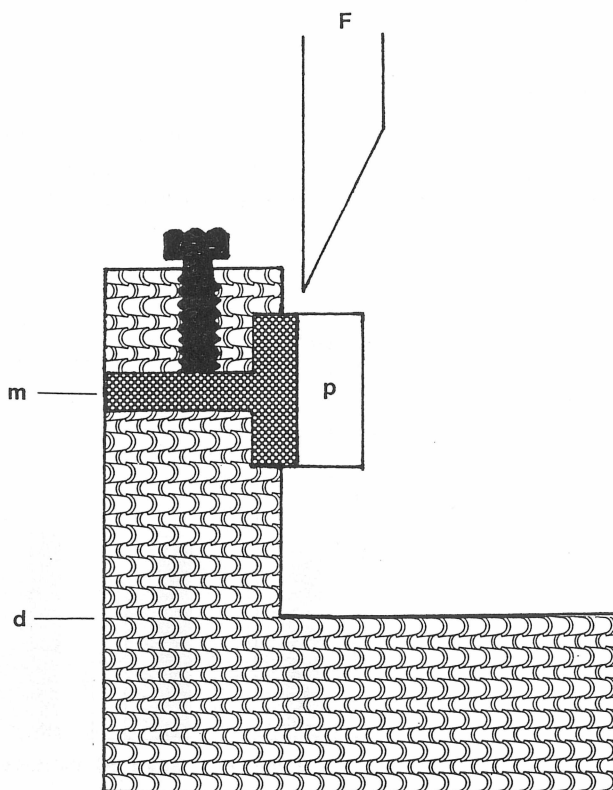
2. skupina uzoraka testirana je nakon 21 dan imerzije u destiliranoj vodi pri konstantnoj temperaturi od 37°C (termostat BTUJ, Poznan, Poljska);

3. skupina uzoraka testirana je nakon cikličkih promjena temperature tj. provedenog postupka termocikliranja opisanog od Hanssona (19).

Tablica 2. Raspored uzoraka u istraživanju

Table 2. Sheme of the specimens used in this investigation

METAL SINTETIČNI MATERIJALI	PALADOR			AUROPAL			UKUP.
	IVO- CRON	ISO- SIT	DENTA COLOR	IVO- CRON	ISO- SIT	DENTA COLOR	
TESTIRANI NAKON: 24 sata	5	5	5	5	5	5	30
21 dan u vodi 37°C	5	5	5	5	5	5	30
termocikliranja	5	5	5	5	5	5	30
UKUPNO	15	15	15	15	15	15	90



Slika 2. Odnos uzorka (metalni dio – m, polimerni dio – p) u držaču (d) i oštrici kidalice (F)

Figure 2. Relation between specimen (metal part – m, polymer part – p) in the holder (d) and the blade of the testing machine (F)

Ovi uzorci potapani su u kipuću vodu u trajanju od 25 minuta, a zatim u vodu temperature 10°C kroz 5 minuta. Ovaj je postupak ponovljen 10 puta. Nakon toga, uzorci su ostavljeni na zraku temperature -22°C kroz 1 sat i ponovo potopljeni u kipuću vodu kroz 5 minuta.

Ovako raspoređeni i tretirani uzorci pričvršćeni su u specijalno izrađen držač i zajedno s njim postavljeni u univerzalnu kidalicu za polimere WPM (Tueringen, Njemačka). Oštrica kidalice postavljena je na polimerni materijal 1 mm udaljena od njegova spoja s metalom (slika 2).

Oštrica ovog stroja kretala se brzinom od 7 mm/min i bilježena je sila koja dovodi do odvajanja polimera od metalne površine, tj. upotrijebljen je test čvrstoće na smik po Schmitz-Schulmeyeru (2).

Dobiveni rezultati obrađeni su kompatibilnim računalom IBM PC 386 programom Quattro Pro 3.0. te je izvršena deskriptivna analiza istraživanih varijabli i korišten Studentov t-test.

## Rezultati

Sve vrijednosti čvrstoće veze između metala i polimernog materijala za fasetiranje preračunate su u odnosu na površinu uzorka i izražene u N/mm<sup>2</sup>.

Tablica 3. Prikaz razlika čvrstoće veze nakon testiranja na smik istih, ali različito tretiranih uzoraka s paladorskom podlogom

Table 3. Review of the bond strength differences after shear testing of the same but differently treated specimens with Palador as a metal

PALADOR							
M	u	N	x	SD	Razlika	t	p
IVOCRON	1	5	5,818	2,284	X1 - X2 = 0,650	0,595	>0,05
	2	5	5,168	0,871	X2 - X3 = 3,394	7,195	<0,01
	3	5	1,774	0,595	X1 - X3 = 4,044	3,831	<0,01
ISOSIT	1	5	6,281	0,917	X1 - X2 = 1,355	2,946	<0,05
	2	5	4,926	0,466	X2 - X3 = 2,436	7,230	<0,01
	3	5	2,490	0,592	X1 - X3 = 3,791	7,776	<0,01
DENTA COLOR	1	5	6,694	0,799	X1 - X2 = 1,261	3,053	<0,05
	2	5	5,433	0,463	X2 - X3 = 1,576	4,970	<0,01
	3	5	3,857	0,537	X1 - X3 = 2,836	6,590	<0,01

M - materijali za fasetiranje

u - načini tretiranja uzoraka

1 - uzorci testirani 24 sata nakon polimerizacije (X1)

2 - uzorci testirani nakon 21 dan skladištenja pod vodom temperature 37°C (X2)

3 - uzorci testirani nakon provedenog postupka termocikliranja (X3)

N - broj uzoraka

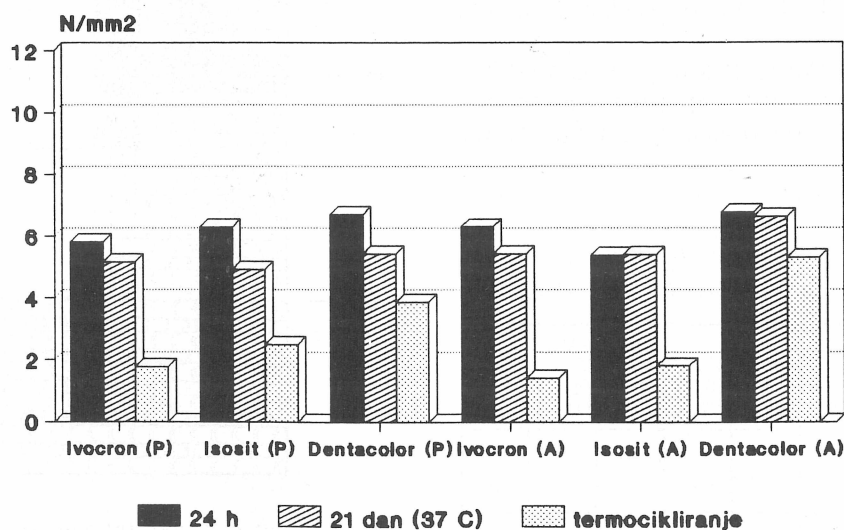
x - aritmetička sredina

Sve vrijednosti izražene u N/mm<sup>2</sup>

SD - standardna devijacija

t - granična vrijednost t-testa

p - statistička značajnost



Slika 3. Aritmetičke sredine veznih čvrstoća testiranih uzoraka

Figure 3. Means of the bond strengths of tested specimens

Pregled aritmetičkih sredina dobivenih rezultata prikazan je na slici 3.

Na osnovi rezultata dobivenih kvantitativnom analizom vrijednosti čvrstoće između Paladora i tri materijala za fasetiranje izrađena je tablica 3.

Iz podataka u tablici 3 vidljive su vezne vrijednosti materijala za fasetiranje nakon svakog provedenog postupka umjetnog ostarivanja, te njihove međusobne razlike.

Zamjetljiv je podjednak pad vrijednosti vezne čvrstoće kod sva tri materijala za fasetiranje nakon provedenih postupaka umjetnog ostarivanja.

U tablici 4 prikazane su vezne vrijednosti dobivene između Auropala i tri materijala za fasetiranje.

Ovdje je distribucija pada veznih vrijednosti slična onoj kod Paladora, no Dentacolor XS pokazuje bolja vezna svojstva u odnosu na druga dva materijala za fasetiranje.

U tablici 5 prikazane su razlike vezne čvrstoće za po dva materijala za fasetiranje na istoj metalnoj podlozi koji su jednako tretirani, te razlika u veznim čvrstoćama istih materijala za fasetiranje no na različitim metalnim podlogama.

Tablica 4. Prikaz razlika čvrstoće veze nakon testiranja na smik istih, ali različito tretiranih uzoraka s auropalskom podlogom

Table 4. Review of the bond strength differences after shear testing of the same but differently treated specimens with Auropal as a metal

A U R O P A L

M	u	N	x	SD	Razlika	t	p
IVOCRON	1	5	6,303	1,089	X1 - X2 = 0,870	1,644	> 0,05
	2	5	5,433	0,463	X2 - X3 = 4,023	16,209	< 0,01
	3	5	1,410	0,306	X1 - X3 = 4,893	9,672	< 0,01
ISOSIT	1	5	5,377	0,948	X1 - X2 = -0,033	0,060	> 0,05
	2	5	5,410	0,780	X2 - X3 = 3,603	10,050	< 0,01
	3	5	1,807	0,185	X1 - X3 = 3,570	8,265	< 0,01
DENTA COLOR	1	5	6,777	1,562	X1 - X2 = 0,154	0,207	> 0,05
	2	5	6,623	0,576	X2 - X3 = 1,323	4,062	< 0,01
	3	5	5,300	0,446	X1 - X3 = 1,477	2,033	> 0,05

M - materijali za fasetiranje

u - načini tretiranja uzoraka

1 - uzorci testirani 24 sata nakon polimerizacije (X1)

2 - uzorci testirani nakon 21 dan skladištenja pod vodom temperature 37°C (X2)

3 - uzorci testirani nakon provedenog postupka termocikliranja (X3)

N - broj uzoraka

x - aritmetička sredina

Sve vrijednosti izražene u N/mm<sup>2</sup>

SD - standardna devijacija

t - granična vrijednost t-testa

p - statistička značajnost

Tablica 5. Prikaz razlika čvrstoće veze nakon testiranja na smik identično tretiranih uzoraka na različitoj podlozi

Table 5. Review of the bond strength differences after shear testing of identically treated specimens

		IVOCRON (X1): ISOSIT (X2)			IVOCRON (X1): DENTACOLOR (X3)			ISOSIT (X2): DENTACOLOR (X3)		
M	u	X1-X2	t	p	X1-X3	t	p	X2-X3	t	p
PALADOR (P)	1	-0,463	0,421	>0,05	-0,876	0,810	>0,05	-0,413	0,759	>0,05
	2	0,242	0,548	>0,05	-0,265	0,601	>0,05	-0,507	1,726	>0,05
	3	-0,716	1,907	>0,05	-2,083	5,811	<0,05	-1,367	3,824	<0,01
AUROPAL (A)	1	0,926	1,434	>0,05	-0,474	0,557	>0,05	-1,400	1,713	>0,05
	2	0,023	0,057	>0,05	-1,190	3,601	<0,01	-1,213	2,729	<0,05
	3	-0,397	2,483	<0,05	-3,890	16,08	<0,01	-3,493	16,17	<0,01
AUROPAL: PALADOR		IVOCRON (X1)			ISOSIT (X2):			DENTACOLOR (X3):		
		AX1-PX2	t	p	AX2-PX2	t	p	AX3-PX3	t	p
	1	0,485	0,429	>0,05	-0,904	1,533	>0,05	0,083	0,106	>0,05
	2	0,265	0,601	>0,05	0,484	1,191	>0,05	1,190	3,601	<0,01
	3	-0,364	1,216	>0,05	-0,683	2,462	<0,05	1,443	4,622	<0,01

M - metal

u - načini tretiranja uzoraka

1 - uzorci testirani 24 sata nakon polimerizacije

2 - uzorci testirani nakon 21 dan skladištenja pod vodom temperature 37°C

3 - uzorci testirani nakon provedenog postupka termocikliranja

X1 - X2 - razlika aritmetičkih sredina (N/mm<sup>2</sup>)

t - granična vrijednost t-testa

p - statistička značajnost

## Rasprava

U ovom istraživanju upotrijebljeno je ispitivanje vezne čvrstoće na smična opterećenja budući da su fiksoprotetske konstrukcije u usnoj šupljini pretežno izložene djelovanju sila smika (18), a ujedno ovaj test ima manji rasap rezultata u odnosu na testove vlakna (20).

Nakon provedenog postupka termocikliranja Ivocron PE i Isosit N pokazali su pad veznih vrijednosti od 68–78%, što ih diskreditira kao materijale prikladne za postupak silanizacije usprkos navodu proizvođača o njihovoj kompatibilnosti za ovaj postupak (17). Vezne vrijednosti Dentacolora XS bile su 22–43% niže nakon termocikliranja, što se podudara s vrijednostima koje je dobio Kappert (20).

Nakon pohranjivanja pod vodom vezne vrijednosti Dentacolora XS smanjile su se za 2–19%

dok Hero (21) navodi smanjenje vezne vrijednosti silaniziranih uzoraka za 30–40% nakon 90 dana skladištenja pod vodom, a slične rezultate dobili su i drugi autori (2, 22). Razlog slabijih veznih vrijednosti dobivenih Ivocronom PE i Isositom N leži u njihovoj kemijskoj strukturi. Organske skupine adhezivnog primera (Silicoup) dobro se vežu polikondenzacijom s CH<sub>2</sub>-grupama BIS-GMA materijala za fasetiranje kakav je Dentacolor XS za razliku od COOH-grupa kod PMMA materijala kakav je Ivocron PE. Do ovakvih spoznaja došli su i Jakob i Marx (23, 24).

Iz dobivenih rezultata proizlazi da je imerzija pod vodom, potpomognuta ekscesivnim promjenama temperature (razlika od 122°C - termocikliranje), utjecala na organsko-silanski sloj na graničnoj površini metal - polimer i dovela do smanjenja čvrstoće veze. Kako u usnoj

šupljini nisu moguće ovolike temperaturne razlike (upotrijebljene su kao postupak umjetnog ostarivanja), a pohranjivanje pod vodom temperature 37°C dalo je statistički neznačajno smanjenje vezne čvrstoće za 2% u kombinaciji Dentacolor XS-Auropal, proizlazi da silicoater postupak daje stanovite poboljšane rezultate pri pravilnom odabiru legure uz Dentacolor XS kao materijal za fasetiranje.

Izneseni rezultati potvrđuju mišljenje da i među istovrsnim legurama postoji razlika u količini i vrsti metalnih oksida slobodnih za vezu sa SiOx-C molekulama posredničkog sloja. Kod legura različite tvrdoće također postoji različita dubina kratera na površini, izazvanih pjeskarenjem, u koje se ukotvljuju čestice Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (korund za pjeskarenje) čiji se pak oksidi također vežu sa SiOx-C molekulama. Ta dva faktora bitno utječu na čvrstoću veze metal – polimerni materijal za fasetiranje (18, 20, 21).

Studije većine autora pokazuju da silanizirane Co-Cr i Ni-Cr legure daju najbolje vezne rezultate (2, 19, 25–27), dok su vezne vrijednosti

postignute Ag-Pd legurama najslabije (2, 25–27). No, dvije Ag-Pd legure dostupne na našem tržištu ispitivane su poglavito iz razloga što se od njih izrađuje najveći broj fiksno protetskih radova u našim laboratorijima.

Temeljem izvršenog ispitivanja i dobivenih, statistički obrađenih podataka moguće je zaključiti:

– Dentacolor XS pokazao je najbolje rezultate glede vezne čvrstoće, i to poglavito s auro-palskom podlogom;

– Isosit N pokazao je nešto bolje rezultate vezne čvrstoće u odnosu spram Ivocrona PE;

– s obzirom na rezultate dobivene nakon termocikliranja, Ivocron PE i Isosit N nisu se pokazali prihvatljivim za silicoater postupak.

*Ovom prigodom želimo zahvaliti prof. dr. sc. Janezu Indofu i Zavodu za materijale Fakulteta strojarstva i brodogradnje Sveučilišta u Zagrebu, na pomoći koju su pružili tijekom tehničke izvedbe ovog istraživanja.*

## THE BOND STRENGTH OF POLYMERS AND METALS USING »SILICOATER« TECHNIQUE

### Summary

*Silicoater technique or silicoating is chemical bond system (makes mechanical retentions unnecessary) which prevents rising of gap in the margin area between resin and metal. According to this, it solves the problem of fracture and detachment of a veneer or its discolorisation.*

*The purpose of this investigation was to found the values of the bond strengths achieved using Silicoater technique on the most commonly used alloys and resins.*

*On 90 specimens devided in groups, subjected to water storage and thermocycling, values of the bond strengths were investigated in combination of this technique with two alloys and three veneer materials.*

*Silicoater technique gave the best results in combination with Dentacolor XS veneer material and Auropal dental alloy.*

*Key words: silicoater technique, silicoating, marginal gap, bond strength*

Adresa za korespondenciju:  
Address for correspondence:

Denis Vojvodić  
Zavod za fiksnu protetiku  
Stomatološki fakultet  
Sveučilišta u Zagrebu  
Gundulićeva 5  
41000 Zagreb, Hrvatska

## Literatura

1. SKOWRON J, MOSER J B, GREENER E H, JAMESON L. Bond Strength of Ceramics and Resin using Silane Coupling on Dental Alloys. *Northwestern Dental Research* 1989; Fall:22-3.
2. KAPPERT H F. Der Einfluss zweier Haftvermittler-Systeme auf den Kunststoff-Metall-Verbund. *Zahnärztl Welt Reform* 1989; 98:129-30.
3. HOFMANN M. Untersuchungen über den ästhetischen Effekt von Frontzahnbrücken. *Dtsch Zahnärztl Z* 1969; 24:758-64.
4. HOFMANN M. Metall Verblendungen durch Kunststoffe. *Dtsch Zahnärztl Z* 1974; 29:455-8.
5. HOFMANN M. Ästhetische Langzeitwirkung von kunststoffverblendetem Zahnersatz. *Dtsch Zahnärztl Z* 1980; 35:849-53.
6. HAAS M, WEGSCHEIDER W, PERMANN R, KUDERNA F. Primjena silicoater postupka u stomatologiji. *Acta Stomatol Croat* 1987; 21:227-38.
7. PFEIFFER P, SCHWICKERATH H. Verbundfestigkeit nach unterschiedlicher Metalloberflächenbehandlung bei Klebebrücken. *Zahnärztl Welt/Reform* 1985; 94:315-28.
8. LIVADITIS G J. A chemical etching system for creating micromechanical retention in resin-bonded retainers. *J Prosthet Dent* 1986; 56:181-8.
9. LIVADITIS G J, THOMPSON V P. Etched casting: an improved retentive mechanism for resin-bonded retainers. *J Prosthet Dent* 1982; 47:52-8.
10. NYKAMP T L, LOREY R E, MYERS G E. A comparison of various mechanisms of etched - metal resin - bonded bridges. *J Dent Res* 1984; 63:331 (Abs 1439).
11. DEL CASTILLO E, THOMPSON V P. Electrolytically etched NP alloys; resin bond and laboratory variables. *J Dent Res* 1982; 61:186 (Abs 64).
12. MUSIL R, TILLER H. Die Haftung von Dentalkunststoffen auf Metalloberflächen - Das Kulzer Silicoater Verfahren. Wehrheim: Kulzer und Co, 1984.
13. TILLER H J, MUSIL R, GARSCHKE A, MAGNUS B, GOEBEL R, SACHSE R. Eine neue Technologie zur Herstellung des Verbundes Kunststoff-Metal in der Zahntechnik (I). *Zahnärztl Welt/Reform* 1984; 93:768-73.
14. TILLER H, MUSIL R, GARSCHKE A, MAGNUS B, GOEBEL R, SACHSE R. Eine neue Technologie zur Herstellung des Verbundes Kunststoff-Metal in der Zahntechnik (II). *Zahnärztl Welt/Reform* 1984; 93:918-22.
15. MUSIL R, TILLER H. Die molekulare Kopplung der Kunststoff-Verblendung an die Legierungsoberfläche. *Dent Lab* 1984; 32:1155-61.
16. MUSIL R, TILLER H. Das Silicoater-Verfahren nach fünfjähriger klinischer Bewährung. *Zahnärztliche Praxis* 1989; 4:124-8.
17. Ivoclar. Product-Information: SR-Isosit-N mit verschiedenen Haftsystemen - Verarbeitungsanleitung. C und B 1988; 16:1-4.
18. LAUFER B Z, NICHOLLS J I, TOWNSEND J D. SiO<sub>x</sub>-C Coating: A composite-to-metal bonding mechanism. *J Prosthet Dent* 1988; 60:27-32.
19. HANSSON O. Strength of bond with Comspan Opaque to three silicoated alloys and titanium. *Scand J Dent Res* 1990; 98:248-56.
20. MATHEY Y, DUBIED P, GEERING A H. Vergleich der haftfestigkeiten von ungealterten und gealterten Metal-Kunststoff-Verbundsystemen. *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 1990; 100:401-7.
21. HERO H, RUYTER I E, WAARLI L M, HULTQUIST G. Adhesion of Resins to Ag-Pd Alloys by Means of the Silicoating Technique. *J Dent Res* 1987; 66:1380-5.
22. MUSIL R, RITSCHEL S, RITSCHEL B. Zur Eignung des Silicoater-Verfahrens bei der Konditionierung von Adhäsivbrücken. *Dtsch Zahnärztl Z* 1988; 43:1087-9.
23. JAKOB E, MARX R. Silanisierung der Klebebrückenflügel. *Zahnärztliche Praxis* 1988; 39:124-9.
24. JAKOB E, MARX R. Silicoaterverfahren für die Klebebrücke. *Dtsch Zahnärztl Z* 1988; 43:461-4.
25. WIRZ J, BERND H. Kann die Flamensilanisierung ein Legierungsgefüge verändern. *Quintessenz* 1989; 11:2093-100.
26. FRIEDER A, SAUER G. Experimentelle und klinische Untersuchungen zum Silicoater-Verfahren. *Dtschl Zahnärztl Z* 1988; 43:1045-7.
27. WIRZ J, SCHMIDLI F, JÄGER K. Silanhaftung von Verblendkunststoffen auf verschiedenen Metalloberflächen. *Quintessenz* 1989; 40:1901-8.