

UDK 621.9.048.6:669.018.25

Fizikalno kemične spremembe na površini stelita po elektroerozijski obdelavi

VITO GARBAJS — FRANC ROETHEL — LADISLAV KOSEC

1. Uvod

V praksi uporabljamo lito karbidno trdino stelit tam, kjer mora orodje poleg dobrih mehanskih lastnosti vzdržati tudi kemične vplive agresivnih medijev, toplotne in temperaturne obremenitve ter obrabo. Oblikovno in mersko zahtevna orodja iz stelita ugodno obdelujemo z elektroerozijskim postopkom. Rezultati elektroerozijske obdelave so pri materialu te vrste podobni kakor pri orodnem jeklu. Fizikalno-kemične spremembe, ki jih elektroerozijska obdelava vedno pušča na površini, niso tako sporne kakor pri sintranih karbidnih trdinah.

Raziskave fizikalno-kemičnih sprememb na in v površini stelita (50 % Co, 32,5 % Cr, 13,5 % Mo, 2 % Fe, 1,5 % C, preostalo Si in Ni) ter elektrode iz WCu (75 % W, 25 % Cu) ali Cu smo opravljali pri podobnih razmerah kakor za sintrane karbidne trdine [1]. Visok razelektritveni tok i_e smo izbrali zato, da bi bili izbrani učinki čim bolj jasni. Z metalografsko analizo in mikroanalizo smo preiskovali pripadajoča mesta na elektrodi in na obdelovancu. Poleg tega smo s prirejeno sestavljeno elektrodo »sendvič« analizirali pojav kondenzacije par kovin, ki sestavljajo elektrodi.

2. Analiza raziskav

2.1. Kombinacija WCu — stelit

Slika 1 prikazuje analizo prereza elektrode in obdelovanca v fiksiranem stanju. Površino stelita sestavlja neenakomerno pretaljena plast, imenovana tudi bela plast, ki je enofazna, in kemično nehomogena trdna raztopina elementov osnovne kovine (obdelovanca) in elektrode. Mikroporoznost pretaljene plasti je zelo pogosta napaka površine pri stelit. Površino aktivnega dela elektrode sestavlja pretaljena plast prav tako neenakomerne debeline, ki je predvsem v območju čelne reže pretrgana z zajedami, nastalimi zaradi povečane lokalne erozije elektrode.

V pretaljeni plasti stelita smo izmerili koncentracijo bakra, ki je bila vedno manjša od enega odstotka (sl. 1, mesta B, D, a, b, c, d). O prehodu volframa iz elektrode na obdelovanec iz rezultatov naših poizkusov ne moremo sklepati, saj smo ga v pretaljeni plasti namerili celo manj kakor v osnovnem materialu obdelovanca (sl. 1, mesti B, D).

Zanimive kemične spremembe smo ugotovili v pretaljeni površini elektrode WCu (sl. 1, mesti A in C, tabela 1). Iz rezultatov mikroanalize je raz-

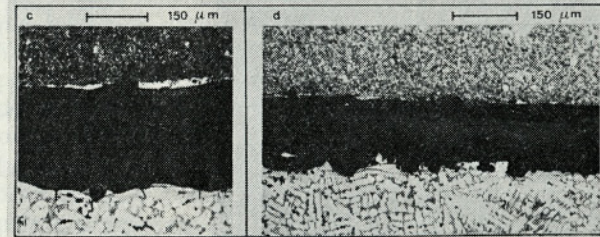
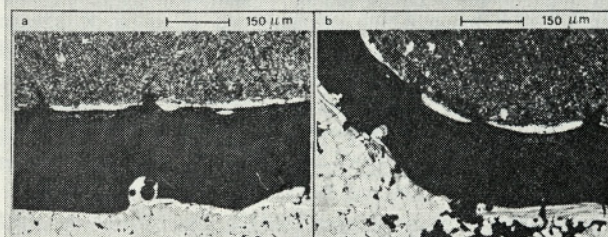
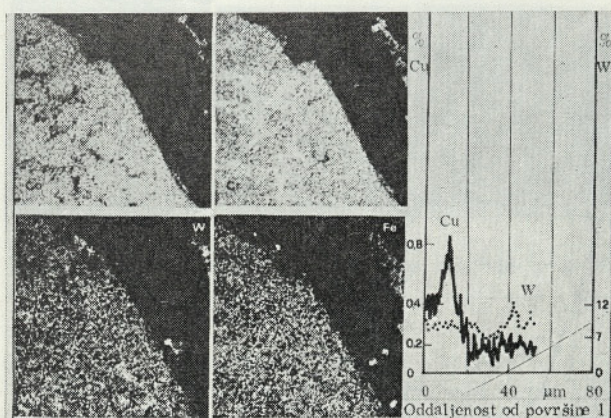
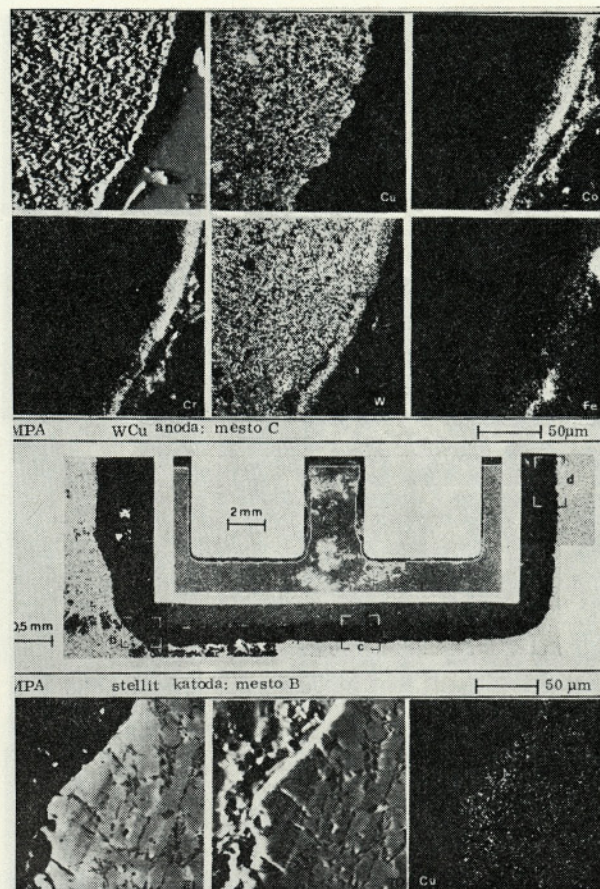
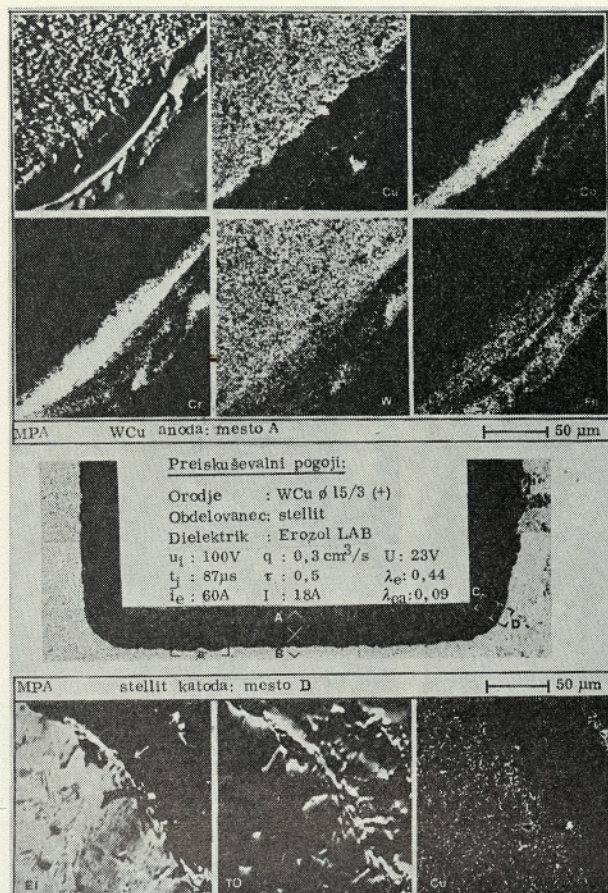
vidno, da je aktivna površina elektrode iz popolnoma nove zlitine, ki se po fizikalno-kemičnih lastnostih bistveno razlikuje od osnovnega materiala. Masni delež osnovne kovine je veliko manjši zaradi kroma, kobalta in železa, ki izhajajo iz obdelovanca.

Tabela 1: Kemična sestava pretaljene plasti na elektrodi WCu

Analiza	Sestava %				
	Cu	Co	Cr	W	Fe
1	4,1	18,4	14,6	60,5	1,6
2	2,3	13,3	16,5	58,6	0,8
3	2,2	8,1	16,5	54,8	1,3

Sledi plinskih par v smeri izstopne reže smo skušali ugotoviti iz testa, pri katerem smo uporabili prirejeno sestavljeno elektrodo (sl. 2). Razmere elektroerozijske obdelave so bile podobne kakor v prejšnjem primeru.

Aktivni del elektrode iz WCu je bil pritrdjen z mehkim lotom (Pb-Sn) na pasivni del (železo armco). Če hočemo ugotoviti prehod kovinskih par v smeri izstopne reže, moramo preprečiti vpliv razelektritev v področju stranske reže. To smo dosegli s stožčastim posnetjem elektrode (sl. 2). V smeri proti izstopni reži smo opravili ploskovne (mesta A do D) in točkovne analize (1 mm pred mejo lot — WCu in 1 mm za mejo — železo armco). Pri točkovni analizi registrirano število impulzov značilnih žarkov x je sorazmerno s koncentracijo posameznih elementov. Zaradi tankega filma naparjenih kovin nima preračun v masne koncentracije nobenega praktičnega pomena. Iz poteka točkovne analize (sl. 2) je opazno zmanjševanje koncentracije Co in Cr ter povečana količina Fe. V območju železa armco še opazimo sledove Co, Cr in Cu, čeprav je meja lot — železo armco že razmeroma precej oddaljena od aktivnega področja. Ploskovna analiza aktivnega področja dela elektrode WCu (mesti A in B) kaže neenakomerno razvrščanje elementov obdelovanca (Co, Cr in Fe) (sl. 2 c). V področju kraterjevega obroča, ki se je pojavil na robu aktivnega področja (mesto C), je elementov obdelovanca več kakor v sredini. K temu verjetno pripomore skin efekt, ki se pojavlja proti koncu razelektritve. Ta efekt povzroča povečanje gostote energije v plašču kanala plazme [2], kar vpliva na povečan prehod kovinskih par.



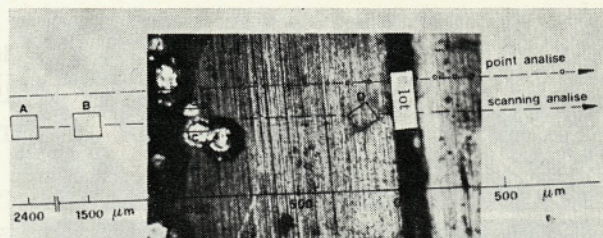
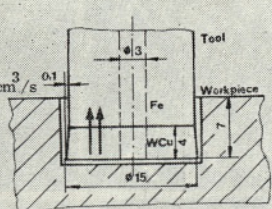
Sl. 1. Metalografska in kemična analiza pripadajočih mest na prerezu fiksirane elektrode iz W-Cu in obdelovanca iz stelita

PREIZKUŠEVALNI POGOJI:

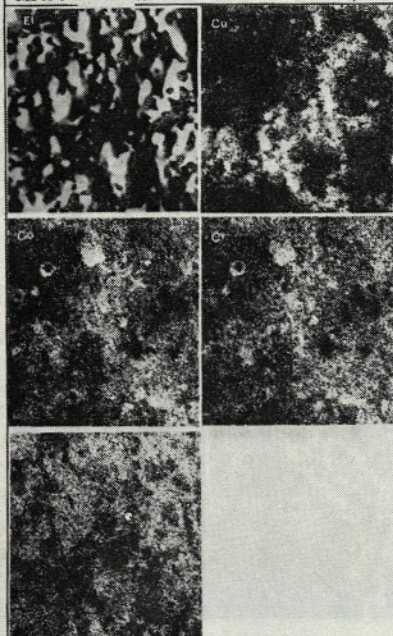
Elektroda : WCu ϕ 15/3 (+)

Obdelovanec : Stellite

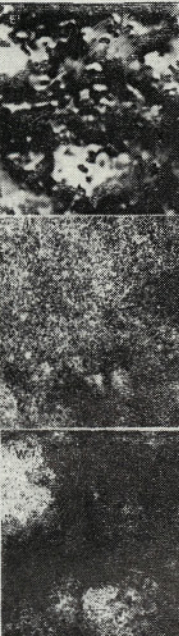
Dielektrik : Erozol LAB

 u_i : 100 V τ : 0,5 t_i : 43 μ s I : 18 A i_e : 60 A U : 23 V q : 0,3 cm³/s λ_e : 0,47 λ_{ca} : 0,23 λ_s : 0,09

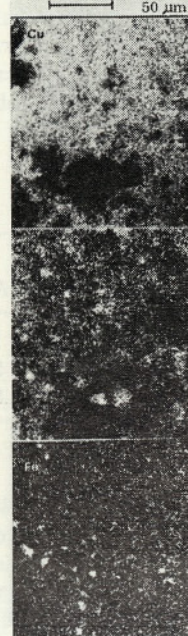
MPA : mesto A



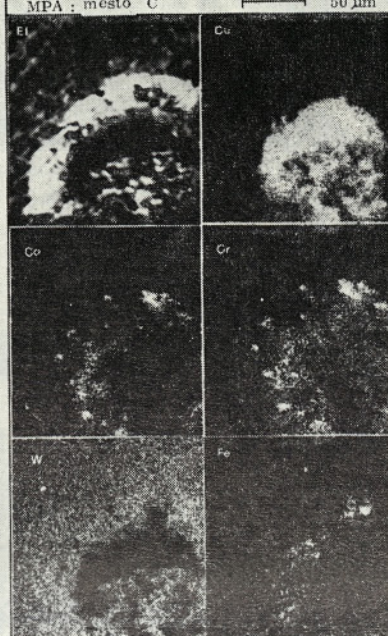
MPA : mesto B



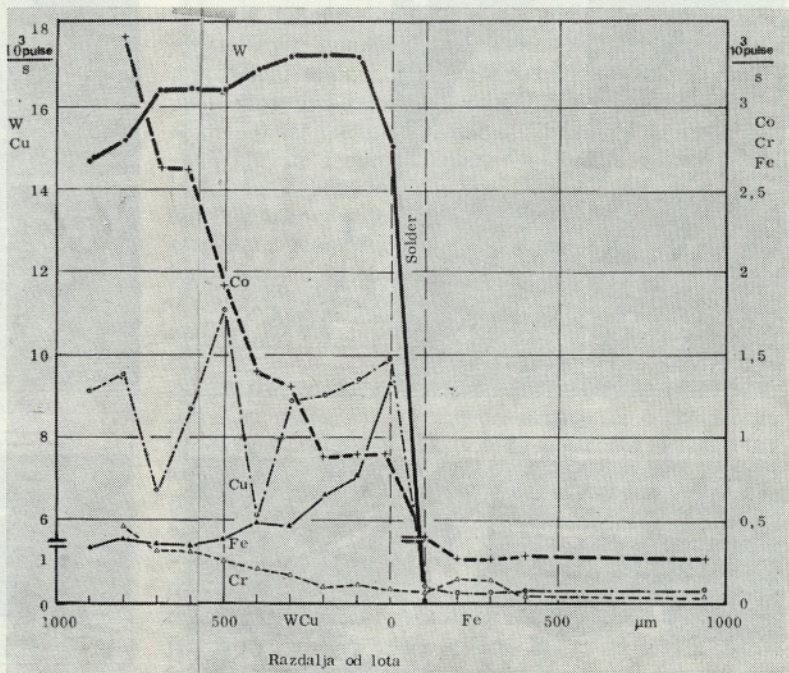
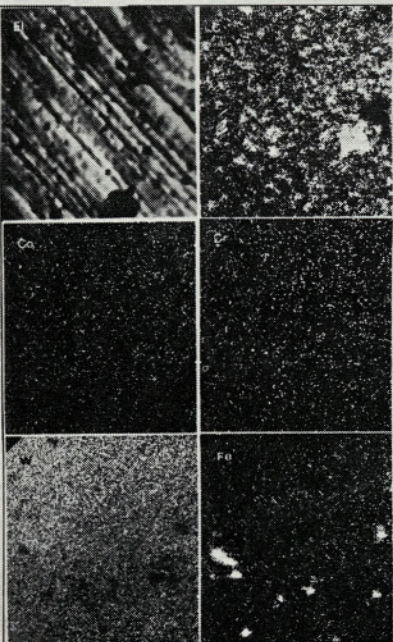
MPA : mesto C



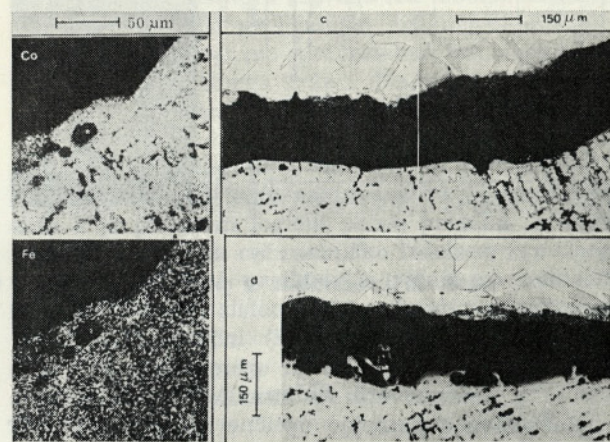
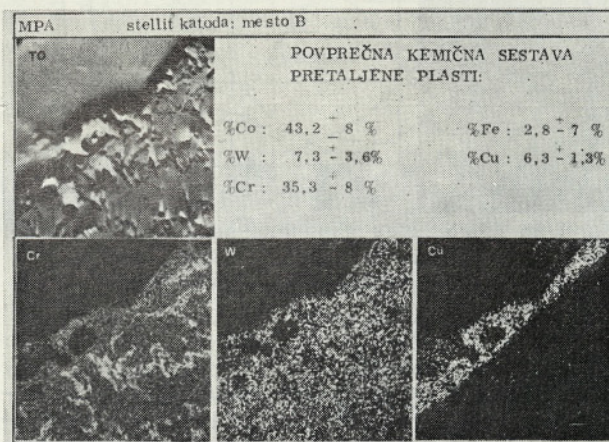
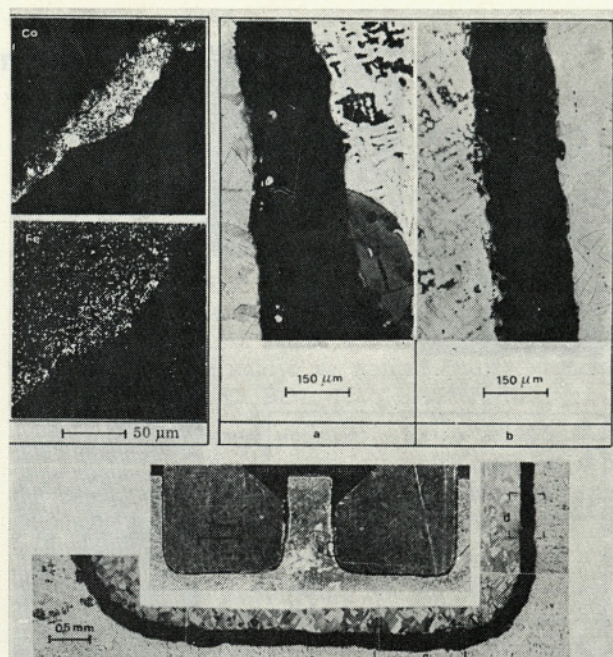
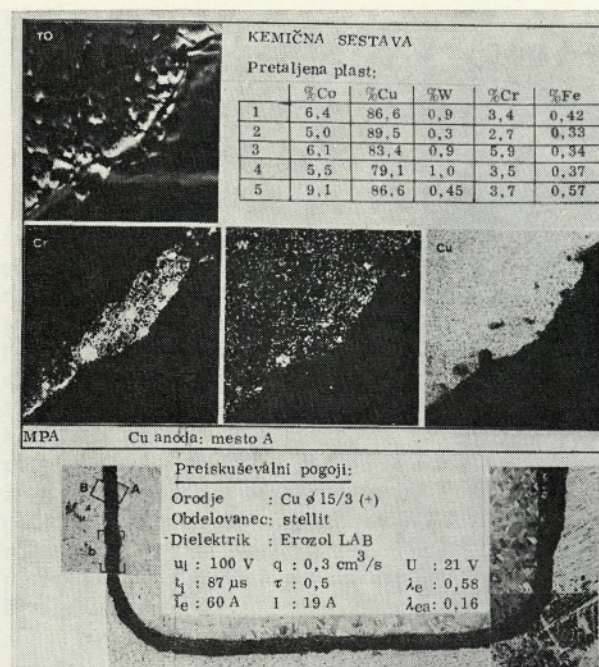
MPA : mesto C



MPA : mesto D



Sl. 2. Mikroanaliza v področju stranske reže na sestavljeni elektrodi Fe-WCu



Sl. 3. Metalografska in kemična analiza pripadajočih mest na prerezu fiksirane bakrove elektrode in stelita

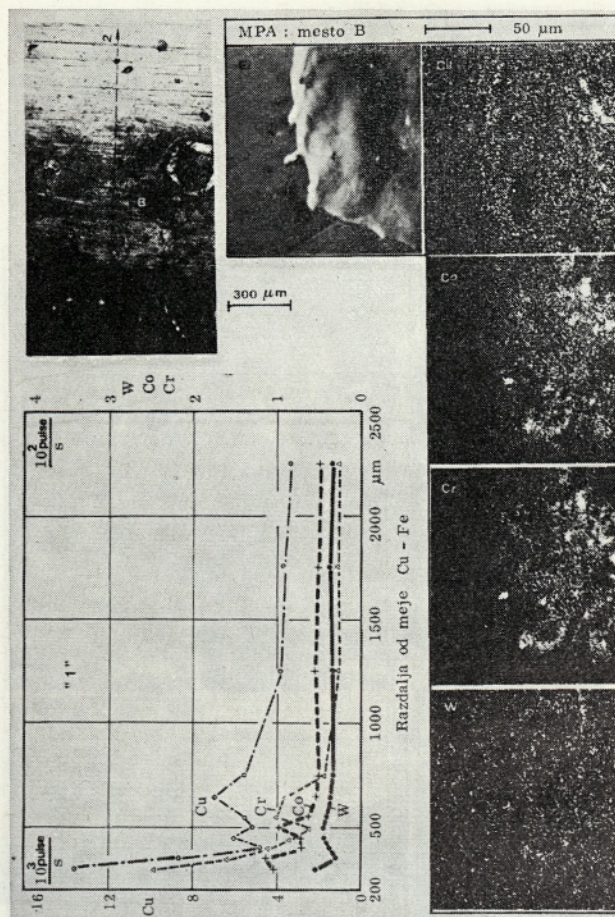
2.2. Kombinacija baker — stelit

Podobno kakor v prejšnjem primeru tvori površino stelita pretaljena, prekinjena, enofazna plast neenakomerne kemične sestave in debeline (sl. 3, mesta B, a, b, c, d). Razlika je le v večji količini bakra. Tudi pretaljena plast na bakrovi elektrodi je legirana z elementi protielektrode — stelita (sl. 3, mesto A). V tem primeru smo ugotovili tudi porast volframa, ki ga v prejšnjem primeru nismo mogli dokazati.

Podoben test, kakršen je na sliki 2, smo izvedli tudi za kombinacijo elektrodnih materialov baker-stelit. Točkovno in ploskovno analizo smo opravili na dveh mestih železa armco v bližini meje baker-železo (sl. 4). Blizu meje je koncentracija Cu velika

in se naglo zmanjšuje v smeri izstopne reže (točkovna in ploskovna mikroanaliza — smer 1).

V drugem primeru smo opravili ploskovno analizo v področju kraterja, ki je nastal po naključju na železnem delu elektrode (slika 4, mesto B). V bližini smo opravili še točkovno analizo v smeri puščice 2. Iz točkovne analize je razvidno, da se delež elementov z razdaljo od meje baker-železo naglo zmanjšuje in se v bližini omenjenega kraterja zopet povečuje. Zanimiva je povečana količina bakra v področju kraterja, ki pa mora v tem primeru izhajati iz pretaljene plasti obdelovanca. To tudi potrjuje dejstvo, da se del materiala elektrode oz. obdelovanca stalno izmenjuje med elektrodama [3].



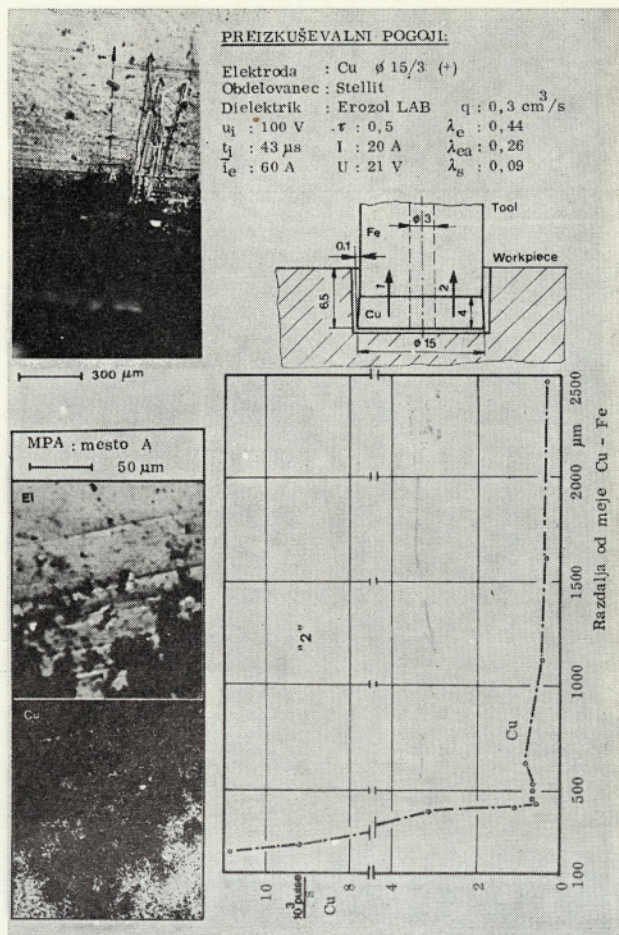
Sl. 4. Mikroanaliza v področju stranske reže na sestavljeni elektrodi železo-baker

3. Sklep

Raziskave s pomočjo optične mikroskopije ter elektronske mikroanalize omogočajo, skupaj z merjenjem delovnih parametrov elektroerozijskega procesa, raziskavo vpliva kemičnih elementov materiala elektrode in materiala obdelovanca na lastnosti površine. Preiskava pripadajočih mest na elektrodi in obdelovancu omogoča tudi ugotavljanje povezav med fizikalnimi pojavi elektroerozijskega procesa in fizikalno-kemičnimi spremembami na in v aktivni površini elektrode in obdelovanca. Sestavine elektrode in obdelovanca vplivajo obojestransko; tako na elektroerozijski proces kakor na lastnosti nastale površine. Pri tem je zelo pomemben prehod posameznih elementov med elektrodo in obdelovancem.

Skrajšana razprava obravnave problematike je bila objavljena na posvetovanju ISEM 6 (*International Symposium for electromachining*) v Krakovu leta 1980.

Raziskava je bila opravljena na Fakulteti za strojništvo in sta jo financirali Raziskovalna skup-



nost Slovenije ter slovenska industrija. Pri meritvah je sodeloval tudi Metalurški inštitut v Ljubljani. Za opravljeno delo in sodelovanje se na tem mestu vsem najlepše zahvaljujemo.

LITERATURA

- [1] Kosec, L., Roethel, F., Garbajs, V.: Some Characteristics of EDM Surfaces of Sintered Carbide and Electrodes. ISEM 5, Switzerland, June 1977, p. 213—216.
- [2] Van Dijck, F., Snoeys, R., Crookall, J. R., Heuvelman, C. J.: Some Results of Physical Research in EDM, 1973.
- [3] König, W., Werheim, R., Winograd, Y.: Das Abtragverhalten bei der funkenerosiven Bearbeitung mit Einzelentladungen, *Fertigung* 6/1974, s. 207—210.

Naslov avtorjev: mag. Vito Garbajs,
prof. dr. Franc Roethel,
oba: Fakulteta za strojništvo
v Ljubljani
prof. dr. Ladislav Kosec,
Metalurški inštitut
v Ljubljani