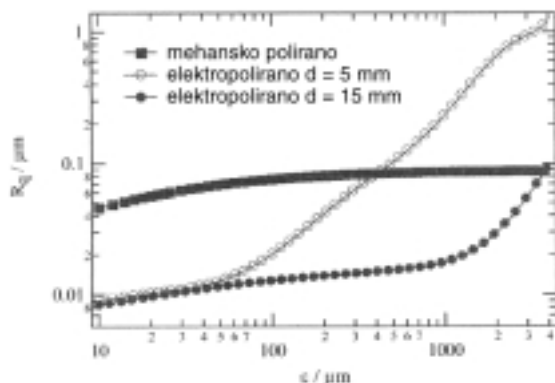


## ELEKTROPOLIRANJE

Darja Kek Merl

Institut "Jožef Stefan", Jamova 39, 1000 Ljubljana

Razlikujemo tri elektrokemijske procese za oblikovanje in površinsko obdelavo kovin s kontroliranim anodnim raztapljanjem: elektrokemijska obdelava (electrochemical machining), elektrokemijsko poliranje in elektrokemijska mikroobdelava (electrochemical micromachining). Med naštetimi postopki je elektropoliranje najstarejša metoda. Elektropoliraje vključuje izravnavanje in glajenje površin, pri čemer zmanjšamo hrapavost do mikrometrskih, danes tudi do submikrometrskega velikostnega reda. V splošnem je hrapavost odvisna od razdalje, pri kateri je merimo. Na sliki 1 so prikazane primerjave hrapavosti površin, ki jih dobimo z mehanskim poliranjem in hrapavosti površin titana z elektropoliranjem. Na kratkih dolžinskih intervalih je hrapavost elektropoliranih izjemno majhna, na večjih razdaljah pa naraste, včasih celo preseže vrednost  $R_q$  za mehansko poliranje. Vzrok za tako vedenje je v makroskopski neenakosti, ki je posledica narave elektrokemijskega procesa. Na majhnem disku elektrode, na katerem porazdelitev toka ni enakomerna, to vodi do rahlo konveksne oblike zaradi povečanega raztapljanja materiala na robu elektrode. Pri mehanskem poliranju ti pojavi ne obstajajo in večje razlike v hrapavosti na večji razdalji ni. Po drugi strani pa je mehansko poliranje na manjših razdaljah izraženo v večjih hrapavostih zaradi mehanske obrabe.



**Slika 1:** Primerjava hrapavosti mehanskega poliranja in elektropoliranja dveh titanovih površin. Drugi profil elektropolirane površine ( $d = 15$  mm) je bil izmerjen na sredinskem delu večjega diska, ki je bil najprej poliran mehansko, nato elektropoliran. Vrednost  $R_q$  je bila v tem primeru izredno nizka v širokem območju dolžinske skale. (Vir: D. Landolt et al., *Electrochimica Acta* 48 (2003), 3185–3201).

**Tabela 1:**

Kovina	Aluminij	Cu in zlitine	Kobaltove zlitine	Molibden	Niobij in zlitine	Nerjavo jeklo	Železo
Elektrolit	20–25 % $\text{HNO}_3$ , metanol	30 % $\text{H}_2\text{PO}_4$ , destilirana voda	20 % perkloratna kisl., 80% očetna kisl.	80 mL $\text{H}_2\text{SO}_4$ 20 mL HF	5 mL HF, 10 ml $\text{H}_2\text{SO}_4$ , 600 mL metanola	40% $\text{H}_2\text{SO}_4$ , 60% $\text{H}_3\text{PO}_4$	50% kromova kisl., 50% očetna kisl.

Elektropoliranje, včasih ga imenujemo tudi inverzni postopek elektrogalvanizacije, je elektrokemijski proces poliranja kovinske površine, tako da odstranimo mikroskopske količine materiala z obdelovanca.

Pri postopku elektropoliranja kovinski obdelovanec (prekrit nečistočami itd.) potopimo v temperaturno kontrolirano kopel elektrolita in ga priključimo na pozitivno napetost (anodo) v enosmernem (DC, navadno med 5 V in 12 V) napetostnem napajanju. Negativni pol povežemo s katodo. Ko skozi elektrokemijski člen steče enosmerni tok, se delci raztapljajo na anodi in potujejo na katodo. Gostota enosmernege toka, ki je potrebna pri elektropoliranju, je od 5  $\text{A}/\text{dm}^2$  do 50  $\text{A}/\text{dm}^2$ . Da bi dosegli želeno stopnjo poliranja, pogosto kontroliramo velikost katode glede na anodo, pozicijo in razdaljo med obema elektrodama.

V tabeli 1 so navedeni elektroliti, ki se navadno uporabljajo pri elektropoliranju izbranih kovin. V literaturi navajajo, da se več kot 90 % elektropoliranja uporablja za nerjavna jekla. Pri elektropoliranju le-tega se uporablja elektrolit iz fosforne in žveplove kisline, anoda je obdelovanec iz nerjavega jekla, katoda pa je bakrena.

Pri elektropoliranju pride tudi do pasivacije površine nekaterih jekel, kjer se površina le-teh prekrije z zelo tanko plastjo kromovega oksida.

Eden izmed največjih problemov elektropoliranja je prav gotovo onesnaževanje okolja z elektroliti, ki poleg močnih kislin vsebujejo tudi toksični metanol in ostanke težkih kovin. Elektrolite, ki jih moramo po določenem času zavreči, so velika obremenitev za okolje, pred tem, torej v času delovanja, pa dodatna obremenitev za ljudi, ki delajo v takih obratih (podobno kot galvanika). Pri "recikliranju" takih raztopin moramo paziti, da jih najprej nevtraliziramo. Pri tem pride do obarjanja. Ko se trdi delci usedejo (navadno uporabljamo flokulacijski reagent in/ali centrifugo), raztopino dekantiramo, trdno sljudo pa moramo odvreči v posebej zato pripravljeno mesto za odpadke, saj navadno vsebujejo tudi težke kovine. Tudi dekantirano raztopino moramo na primere način zavreči.

Glede na svetovne in evropske ekološke regulative je treba vse večje investicije vlagati v pravilno odstranjevanje razopin in varstva pri delu ljudi v takih obratih. Vse to pa navadno vodi do iskanja alternativnih postopkov.

## LITERATURA

Dean E. Ward: Metal Surface Preparation; Chap. 3 D. *Electropolishing*, in *Electroplating Engineering Handbook*, Editor: Lawrence J. Durney, 4th Edition, Reprinted by Chapman&Hall 1996