

JEDKANJE IN REGENERACIJA IZRABLJENIH JEDKAL PRI PROIZVODNJI TISKANIH VEZIJ

S. Cankar, J. Maček

KLJUČNE BESEDE: tiskano vezje, tiskane plošče, jedkanje, jedkala, amonijev klorid, recikliranje jedkal, tehnologija

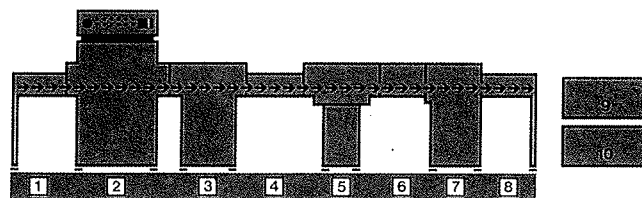
POVZETEK: Kakovost jedkanja je pomemben faktor pri izdelavi tiskanih vezij, ki je odvisen od načina jedkanja, od postopkov pri izdelavi tiskanih vezij, od strojne opremljenosti in usposobljenosti strokovnega kadra. Uporabljajo različna jedkala, njihov izbor pa je odvisen predvsem od vrste tiskanega vezja. Napake in pomanjkljivosti jedkanja najpogosteje ugotovimo šele pri končni kontroli kakovosti tiskanega vezja. Ko se jedkalna raztopina nasiti z bakrovimi ioni, dobimo izrabljeno (odpadno) jedkalo, ki ga recikliramo - baker izločimo in uporabimo v drugih industrijah, raztopino pa po ustrezni obdelavi znova uporabimo za jedkanje.

ETCHING AND RECYCLING OF ETCHANTS IN PRINTED CIRCUIT BOARD PRODUCTION

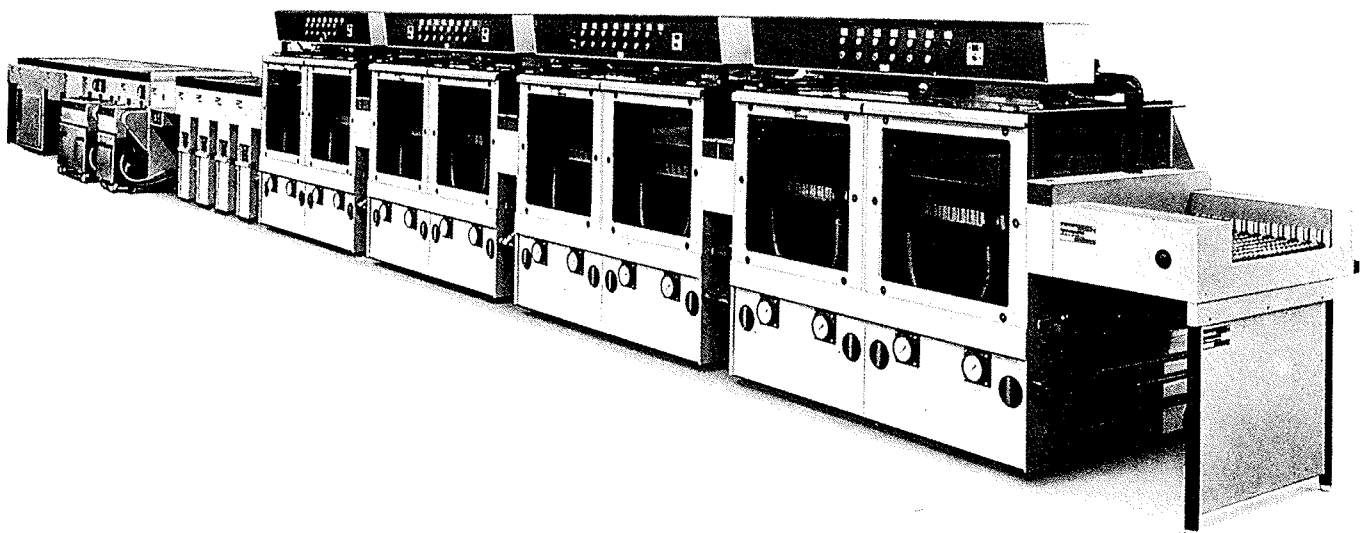
KEY WORDS: printed circuits, printed boards, etching, etchants, ammonium chloride, recycling of etchants, manufacturing process

SUMMARY: Depending on the method of etching, proceedings during the manufacture of printed circuits, available equipment and efficiency of the technical cadre, the quality of etching is of supreme importance. Different etchants can be applied, corresponding primarily to the sort of the printed circuit. Faultiness and deficiencies of the circuits can only be spotted at the final control. The etchant is treated when the etching solution is saturated with copper ions. At this stage, it is ready for recycling - copper is extracted and employed in other industries while after a proper processing the solution can be used anew.

a) shematski prikaz



- 1 vhod
- 2 jedkanje
- 3 izpiranje
- 4 kontrola
- 5 svetljenje
- 6 izpiranje
- 7 sušenje
- 8 izhod



b) stroj v proizvodnji

Slika 1: Sodoben jedkalni stroj

V zadnjem desetletju je bil storjen velik napredek na področju tehnologije jedkanja pri proizvodnji tiskanih vezij. Šaržno jedkanje so nadomestili s kontinuirnim pri konstantnih pogojih, avtomatskem doziranju kemikalij in stalni kontroli procesa v strojih. Tovrstna sodobna tehnologija je seveda nujna za doseganje ustrezne kakovosti tiskanih vezij, pomembna pa je tudi za uspešnejšo realizacijo proizvodnje in nenazadnje zaradi varstva človekovega okolja pred onesnaževanjem z izrabljenimi jedkali, ki vsebujejo sorazmerno velike koncentracije snovi, toksičnih za ljudi in živali.

Ob tem je seveda treba poudariti, da so sodobni stroji z avtomatsko regeneracijo ali recikliranjem izrabljenih jedkal zelo dragi in ekonomsko upravičeni le pri veliki proizvodnji tiskanih vezij. Pri manjši proizvodnji, ki jo imamo tudi pri nas v Jugoslaviji, pa moramo poiskati druge cenejše rešitve problema razstrupljanja in predelave izrabljenih jedkal.

V sestavku so opisane vrste jedkal, osnovni princip jedkanja tiskanih vezij, nekaj metod za regeneracijo ter metoda za regeneracijo in recikliranje izrabljenega amonij kloridnega jedkala, ki jo pri nas uvajamo.

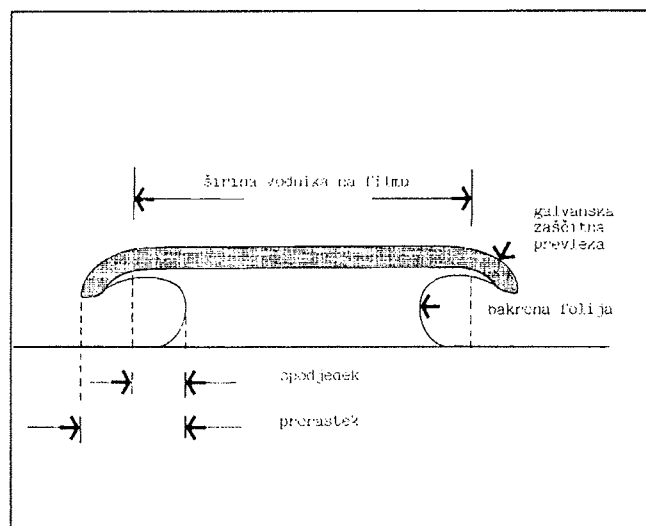
Glede na vrsto tiskanih vezij in tehnologijo obdelave uporabljajo v industriji predvsem dva osnovna tipa jedkal in sicer:

- * kislina jedkala (bakrov klorid, železov klorid, krom žveplena kislina, amonij-perokso-disulfat) in
- * alkalna jedkala (amonij klorid, amonij sulfat, amonij karbonat)

Kislina jedkala imajo na splošno nižjo, alkalna pa višjo kapaciteto vezanja bakrovih ionov. Razlikujejo se v hitrosti jedkanja. Nekatera jedkajo (raztapljajo) le baker na ploščah tiskanega vezja, druga pa lahko poleg bakra še druge kovinske prevleke (kositer, kositer-svinec), ki so zaradi različnih zahtev tudi lahko na vezeh tiskanega vezja. Zato moramo za jedkanje določenega tipa vezja izbrati ustrezno jedkalo.

Kakovost jedkanja je odvisna od postopkov pri izdelavi tiskanih vezij (nanos slike vezja, galvanska obdelava ipd.), lastnosti osnovnega materiala, debeline in kakovosti bakrove folije ter seveda od strojne opremljenosti in usposobljenosti strokovnega kadra. Napake in pomanjkljivosti, ki nastanejo pri jedkanju najpogosteje ugotovimo šele pri redni kontroli kakovosti. Le-to opravljamo z merjenjem spodjedka in prerastka kovinske prevleke vodnikov, z oceno kakovosti površine vodnikov in izračunom jedkalnega faktorja. Med jedkanjem se namreč raztaplja bakrova folija v navpični smeri (po globini), hkrati pa pride tudi do večjega ali manjšega raztapljanja (jedkanja) sten vodnikov v vodoravni smeri (slika 2).

Tako nastaneta spodjedek oziroma prerastek kovinske prevleke vodnikov.



Slika 2: Spodjedek in prerastek

Te pomanjkljivosti so najpogosteje posledica različnih tehnoloških napak pri izdelavi tiskanih vezij, kot so npr. neustrezni nanos slike na vezja, slaba ali neustrezna galvanska obdelava vodnikov in izvrtin, neenakomerna debelina bakrove folije, prevelika odstopanja od predpisane pH vrednosti, gostote, temperature in neustrezne kemijske sestave jedkala pa tudi v pomanjkljivem delovanju opreme.

Potek jedkanja in nastanek spodjedka je prikazan na sliki 3.

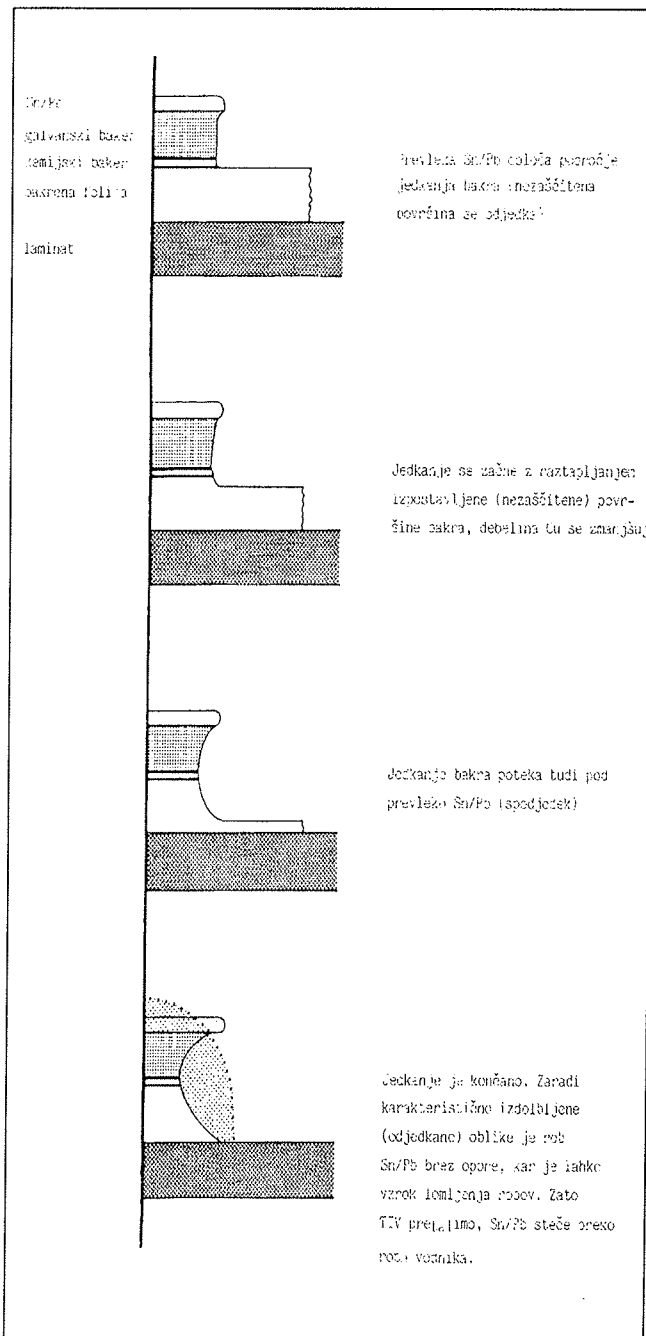
Iz razmerja med globino jedkanja, oz. debelino bakrove folije in spodjedka lahko izračunamo jedkalni faktor (slika 4). Čim večji je, boljše je jedkanje. Kakovost površine vodnikov lahko ugotavljamo vizualno in z 10-kratno, 50-kratno pa tudi z večjo povečavo. Za dokumentiranje in poznejšo oceno rezultatov teh preiskav uporabljamo fotografsko tehniko. Površina vodnikov mora biti gladka, sijajna, brez lis in vključkov ter brez napak, kot so odrgnine, jamice, pore, praznine ipd.

JEDKANJE Z AMONIJ KLORIDNIM JEDKALOM

Področje jedkanja s tem jedkalom je zelo obsežno in ga bomo opisali nekoliko širše. Z njim jedkamo tiskana vezja, na katera so galvansko nanešene prevleke kositra, zlitine kositra in svinca, srebra, lahko pa tudi druge prevleke. Jedkalo deluje na nezaščiteno površino bakra na plošči z oksidacijo, raztapljanjem in kompleksiranjem.

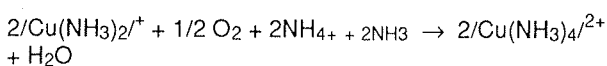
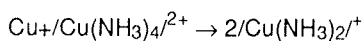
Amonij - hidroksid in amonijeve soli tvorijo z bakrovimi ioni v raztopini bakrove tetramin kompleksne ione $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$. Koncentracija tako vezanega bakra se giblje med 100 in 150 g/l.

Tipična oksidacijska reakcija jedkanja poteka po enačbah:

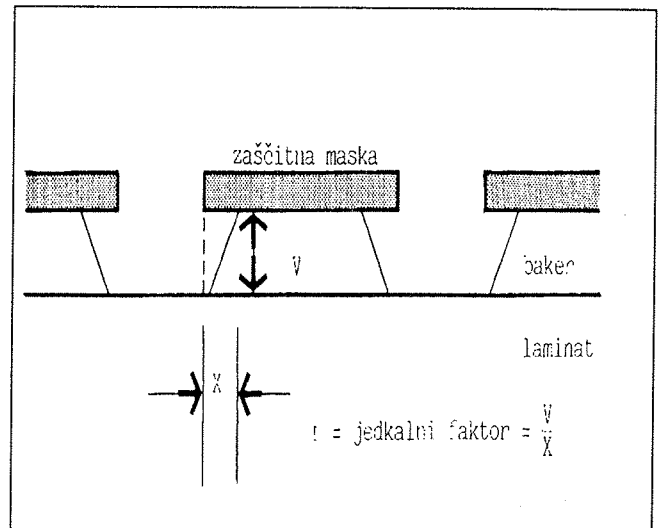


Slika 3: Potek jedkanja bakra na ploščah tiskanega vezja

Potek reakcij:



V sestavini amonij kloridnega jedkala deluje vodna raztopina amoniaka (25 %) kot kompleksant in veže baker v raztopini, amonij klorid povečuje jedkalno hitrost, kapaciteto bakra v raztopini in stabilnost raztopine. Z dodajanjem plinastega amoniaka vzdržujemo potreben pH. Bakrov ion kot Cu^{2+} je oksidacijsko sredstvo in raztaplja kovinski baker s površine plošč tiskanega vezja in se pri tem reducira do Cu^+ , ta pa se z zračnim kisikom znova oksidira do Cu^{2+} .



Slika 4: Jedkalni faktor

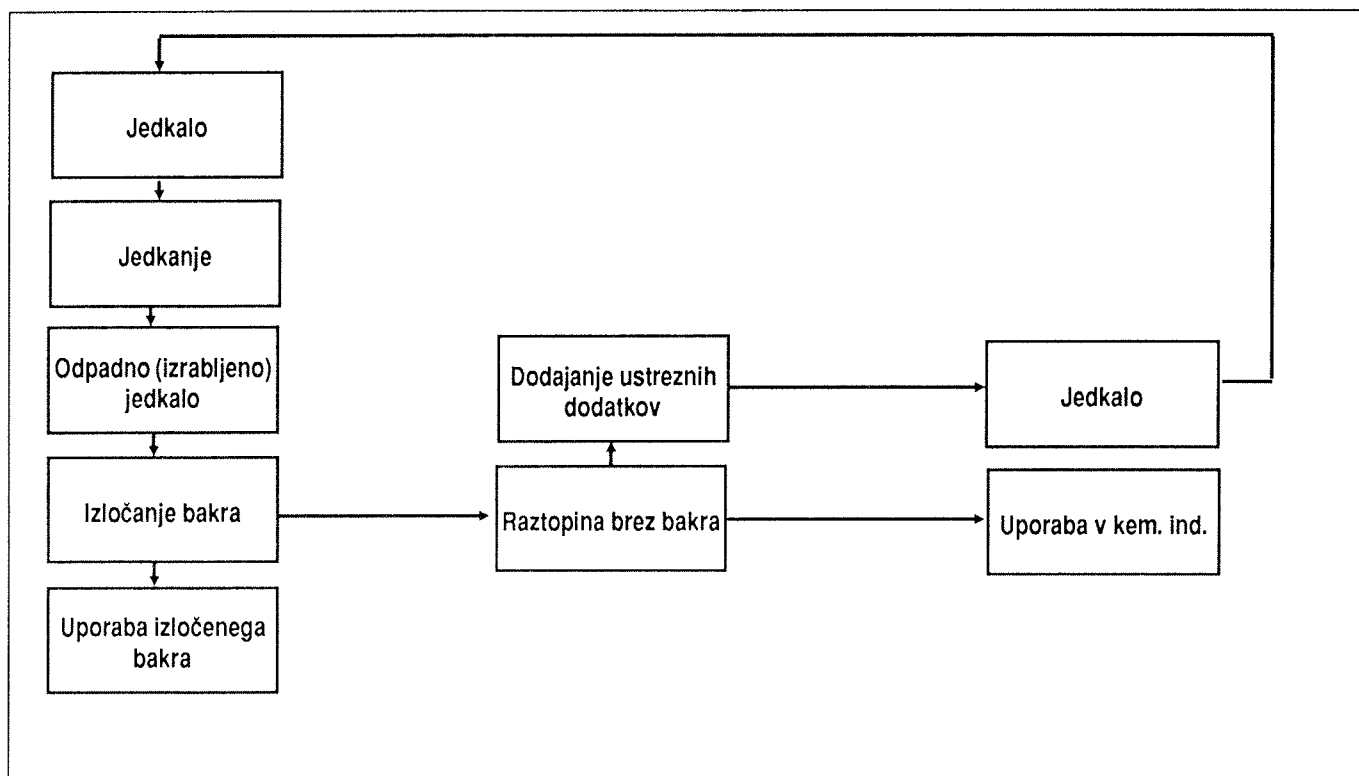
Ko se jedkalna raztopina nasiti z bakrovimi ioni (do okoli 120 g/l), se jedkalna hitrost bistveno zmanjša. Tako, nasičeno raztopino, je zato treba zamenjati s svežo. Izrabljeno (odpadno) jedkalo predstavlja veliko nevarnost za onesnaževanje okolja, zato tovrstnih raztopin ni dovoljeno izpuščati v odvodnike (kanalizacija, potoki ipd.). Zlasti baker in amoniak, ki sta prisotna v izrabljenem jedkalu v sorazmerno velikih koncentracijah, sta močna biološka strupa. Maksimalno dovoljena koncentracija bakrovih ionov (MDK) za izpust v kanalizacijo znaša 1.0 mg Cu/l, v potok pa 0.5 mg Cu/l; amoniaka 0.5 mg/l oz. 0.1 mg/l, amonijevega iona pa 10,0 mg/l, oz. 1.0 mg/l.

Poznanih je več metod za regeneracijo izrabljenih amonij kloridnih jedkal, ki jih tudi v praksi uporabljajo.

Ti postopki, ki so podrobno opisani v literaturi, temeljijo na ekstrakciji in elektrolizi, cementaciji ali obarjanju bakra. Praviloma so povezani z velikimi investicijskimi in obratovalnimi stroški, ki jih zmorejo le zelo veliki proizvajalci tiskanih vezij, oz. specializirani obrati za regeneracijo.

Zaradi tega smo v zadnjih nekaj letih v sodelovanju z ISKRO, Fakulteto za naravoslovje in tehnologijo, VTOZD Kemija in kemijska tehnologija in Centrom za prenos znanja in tehnologij, Cinkarno Celje in strokovnjaki iz drugih podjetij razvili enostavnejši in zato cenejši postopek regeneriranja izrabljenega amonij kloridnega jedkala, ki ustreza za reševanje omenjenih problemov tudi pri manjših proizvajalcih tiskanih vezij.

Metoda za regeneracijo izrabljenega amonij kloridnega jedkala, ki jo že uvajamo pri nas, je projektirana kot šaržna, z ročnim dodajanjem reagentov in merjenjem ustreznih parametrov (koncentracije, pH, ...) vendar z možnostjo avtomatizacije. Temelji na izločanju bakra v obliki bakrovega oksid klorida, ki ga ločimo od raztopine in uporabimo kot polprodukt v proizvodnji bakrovih fungicidov. Tekočemu regeneratu dodamo ustrezne dodatke do zahtevane kemijske sestave in ga znova uporabimo za jedkanje na začetku procesa.



Slika 5: Potek postopka

Na sliki 5 je shematsko prikazan potek postopka.

Metoda, ki smo jo laboratorijsko in v proizvodnji preverjali predvsem v Iskri Videomatiki in Cinkarni Celje zelo ustreza za naše razmere tudi s finančne plati in s stališča varstva okolja.

LITERATURA

1. BOSSHART C. WALTER: Printed Circuit Boards, Design and Technology

Tata McGraw-Hill Publishing Company Limited, New Delhi, 1988

2. CLYDE F., COOMBS, Jr. : Printed Circuits Handbook. Second Edition, Ed. Mc Graw-Hill, New York 1979.

3. HERRMANN G. : Leiterplatten, Herstellung und Verarbeitung, Advanced Technology, Eugen G. Leuze Verlag, D 7968, Saulgau Wurttemberg, Germany, 1978

4. MARKLE R. E.: Processing and Economic Aspects of Etchant Regeneration. Plating and Surface Finishing, January 1983, 59-62.

5. BRINGMANN M.: Regeneration von gebrauchten Atzmedien. Galvanotechnik, 78 (1987), 10 2985-2989.

6. TATE J.: Recycling vs. Treatment and Disposal of Metallic Waste; A Comparison. PC FAB. 9 (1986), 5, 50-55.

Mag. Slavko Cankar, dipl.ing.
Iskra Videomatika, 61117 Ljubljana,
Cesta Andreja Bitenca 68
Prof.dr. Jadran Maček, dipl.ing.,
Fakulteta za naravoslovje in tehnologijo,
VTOZD Kemija in kemijska tehnologija,
Murnikova 6, 61000 Ljubljana

Prispelo: 19.10.1989 Sprejeto: 05.12.1989