

ELECTROCHEMICAL REMOVAL OF METAL IONS USING A FLOW-THROUGH ELECTROCHEMICAL CELL

Ivana Sever, Marijana Kraljić Roković

Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije, Marulićev trg 19, 10 000 Zagreb

SVRHA RADA

- dizajnirati protočnu elektrokemijsku ćeliju sa pločastim elektrodama koja će ukloniti bakrove ione iz modelne otopine $10 \text{ g L}^{-1} \text{ CuSO}_4$ u $0,5 \text{ mol dm}^{-3} \text{ H}_2\text{SO}_4$

UVOD

Industrijske otpadne vode sadrže teške metale:

- krom
- bakar
- arsen
- nikal
- živa
- olovo...

Teški metali uzrokuju zdravstvene probleme:

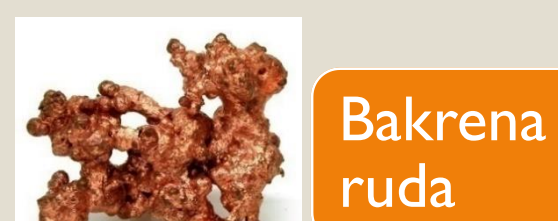
- usporeni rast i razvoj
- rak
- oštećenja organa, živčanog sustava
- smrt

Metode obrade i pročišćavanja:

- taloženje
- koagulacija
- ionska izmjena
- elektrodijaliza
- elektrokoagulacija
- katodna elektrodepozicija

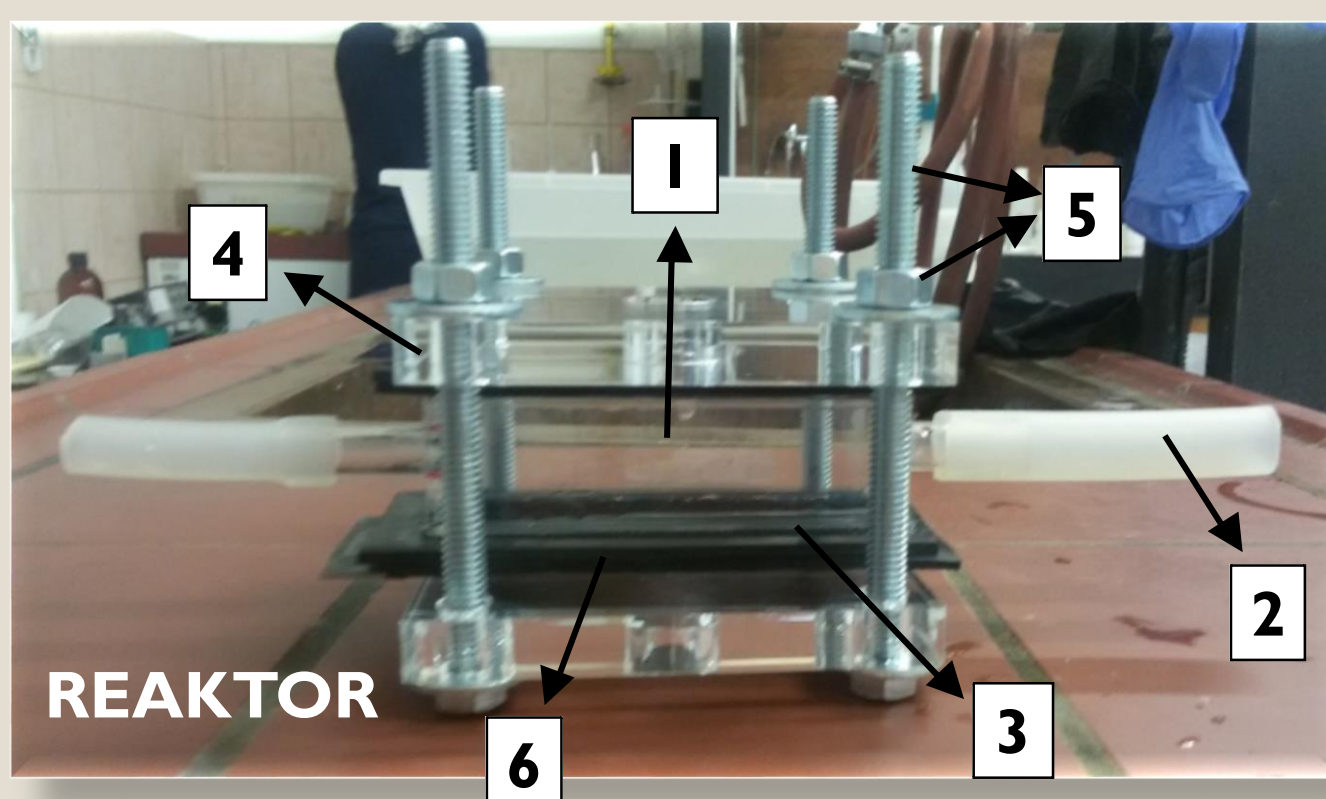
KATODNA ELEKTRODEPOZICIJA METALA

- depozicija bakra pri naponima (U) 2,5V; 2,7V i 3,0V uz protok elektrolita $5,2 \text{ mL s}^{-1}$, $14,3 \text{ mL s}^{-1}$ i 17 mL s^{-1} .



Bakrena ruda

Bakreni listići



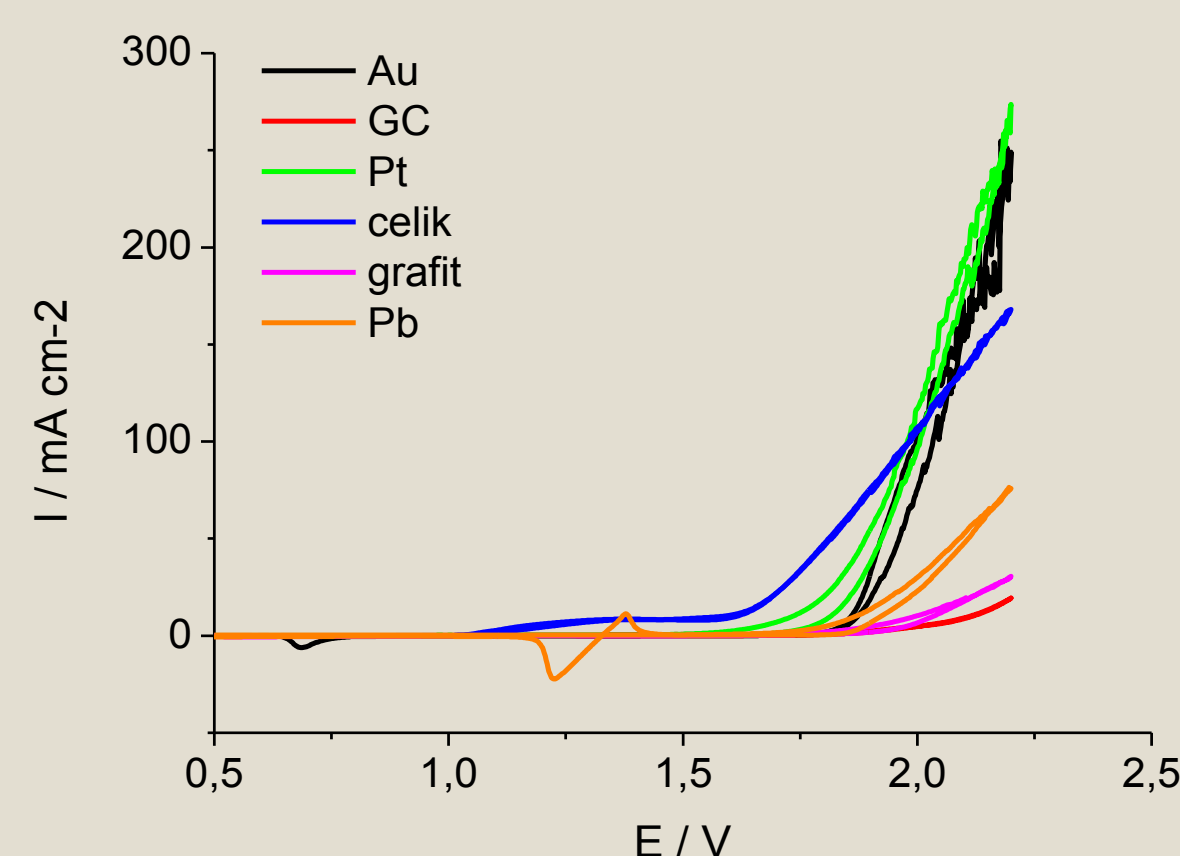
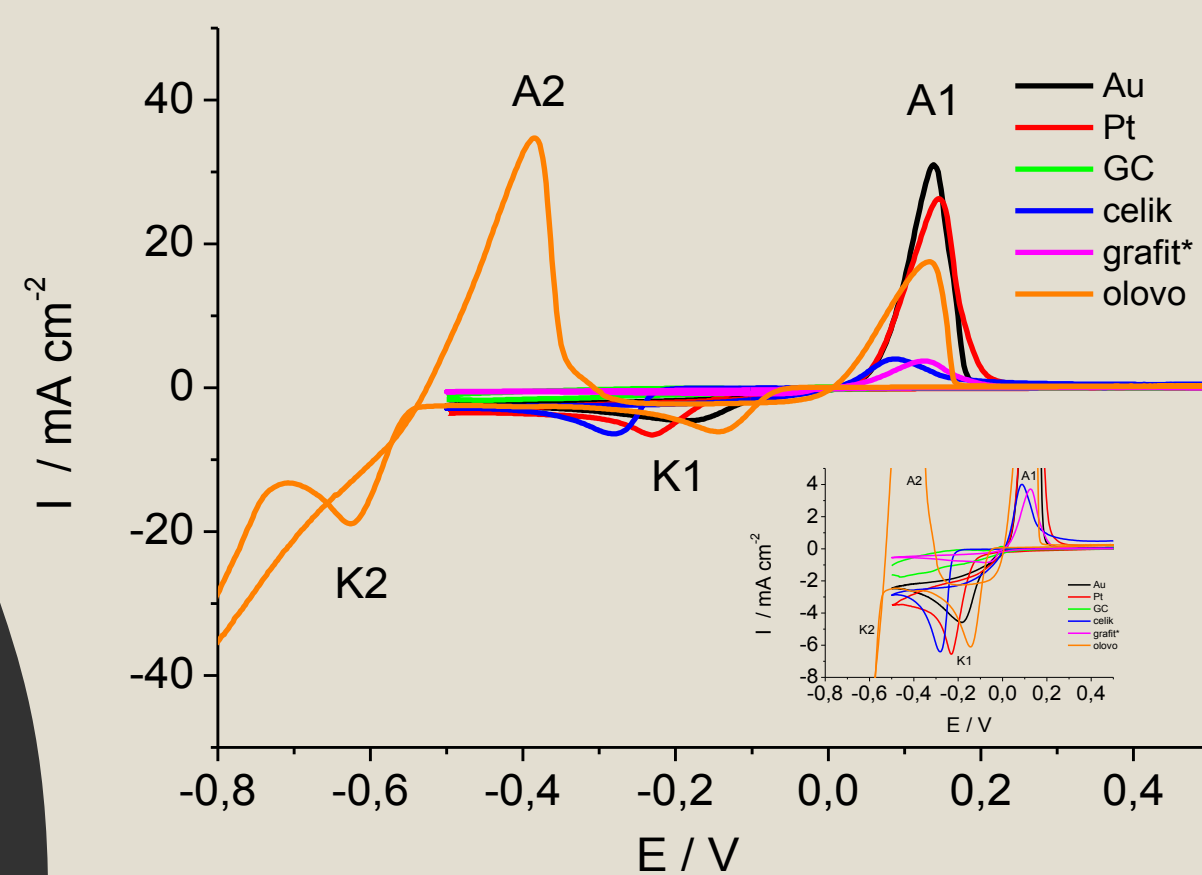
- okvir od pleksiglasa
- cijevi
- elektrode
- ploče od pleksiglasa
- vijci i matice
- gumeno brtvilo

Ispitivani elektrodni materijali:

- zlato, staklasti ugljik, grafit, platina, čelik sa 18% kroma, ugljik i olovo

Korištena metoda:

- ciklička voltometrija

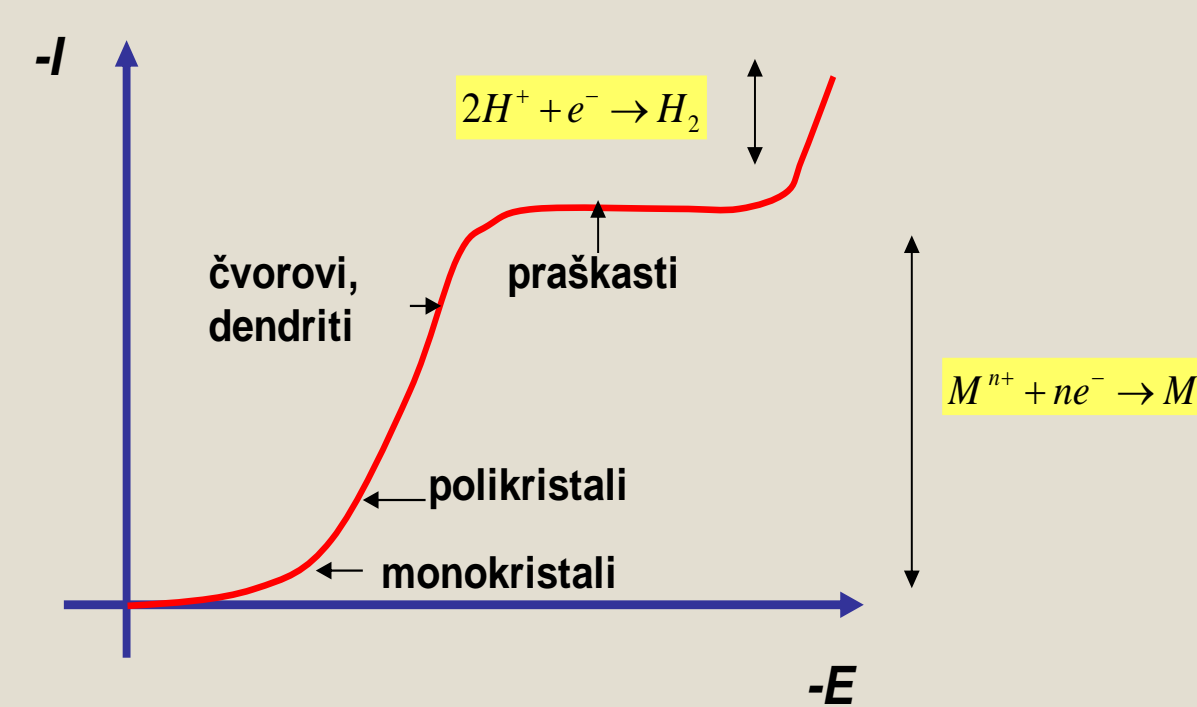


Iz rezultata dobivenih cikličkom voltametrijom proizlazi da je olovo najpovoljnija podloga za depoziciju bakra, potom zlato i platina te čelik, dok su kao najlošija podloga staklasti ugljik i grafit.

Iako su najmanji katodni prenaponi dobiveni na platini, zlatu i olovu izabran je čelik zbog visoke cijene platine i zlata te činjenicu da je na Pb prilikom redukcije bakra prisutan PbSO_4 koji može onečistiti produkt.

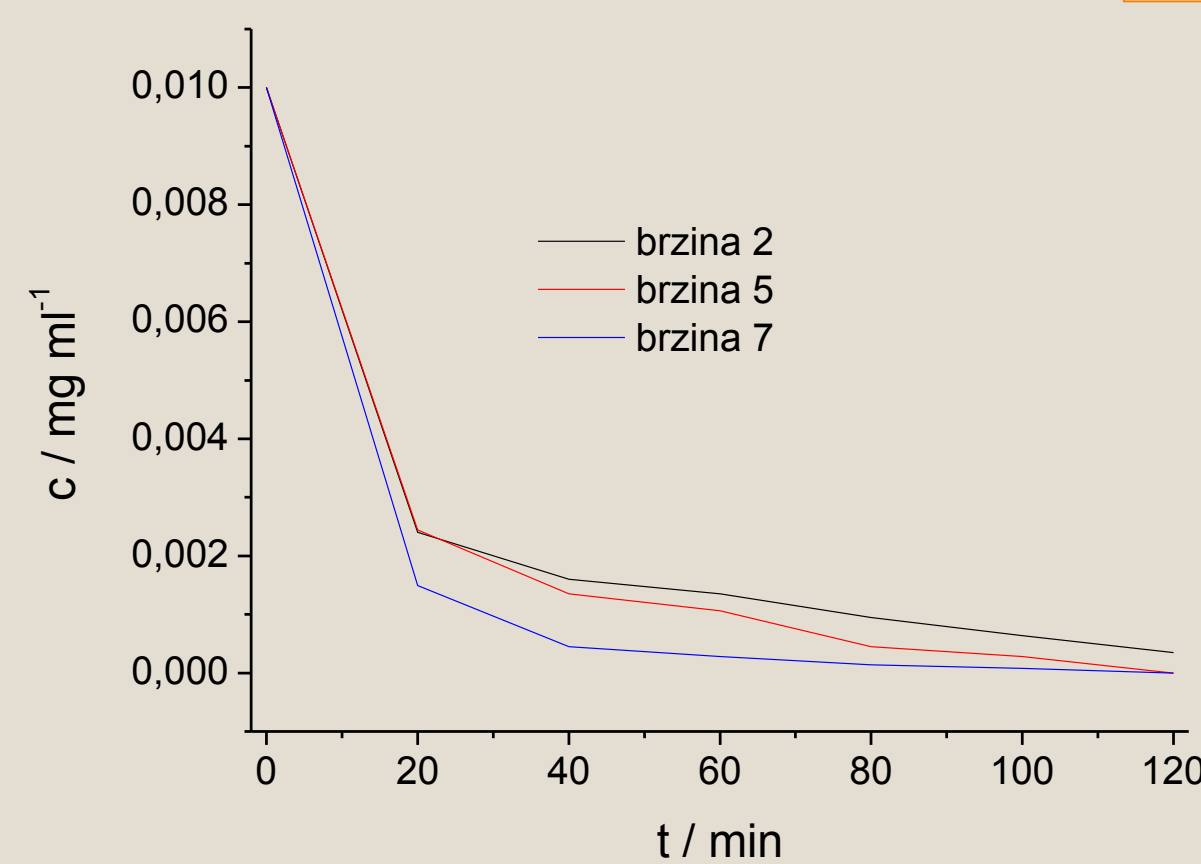
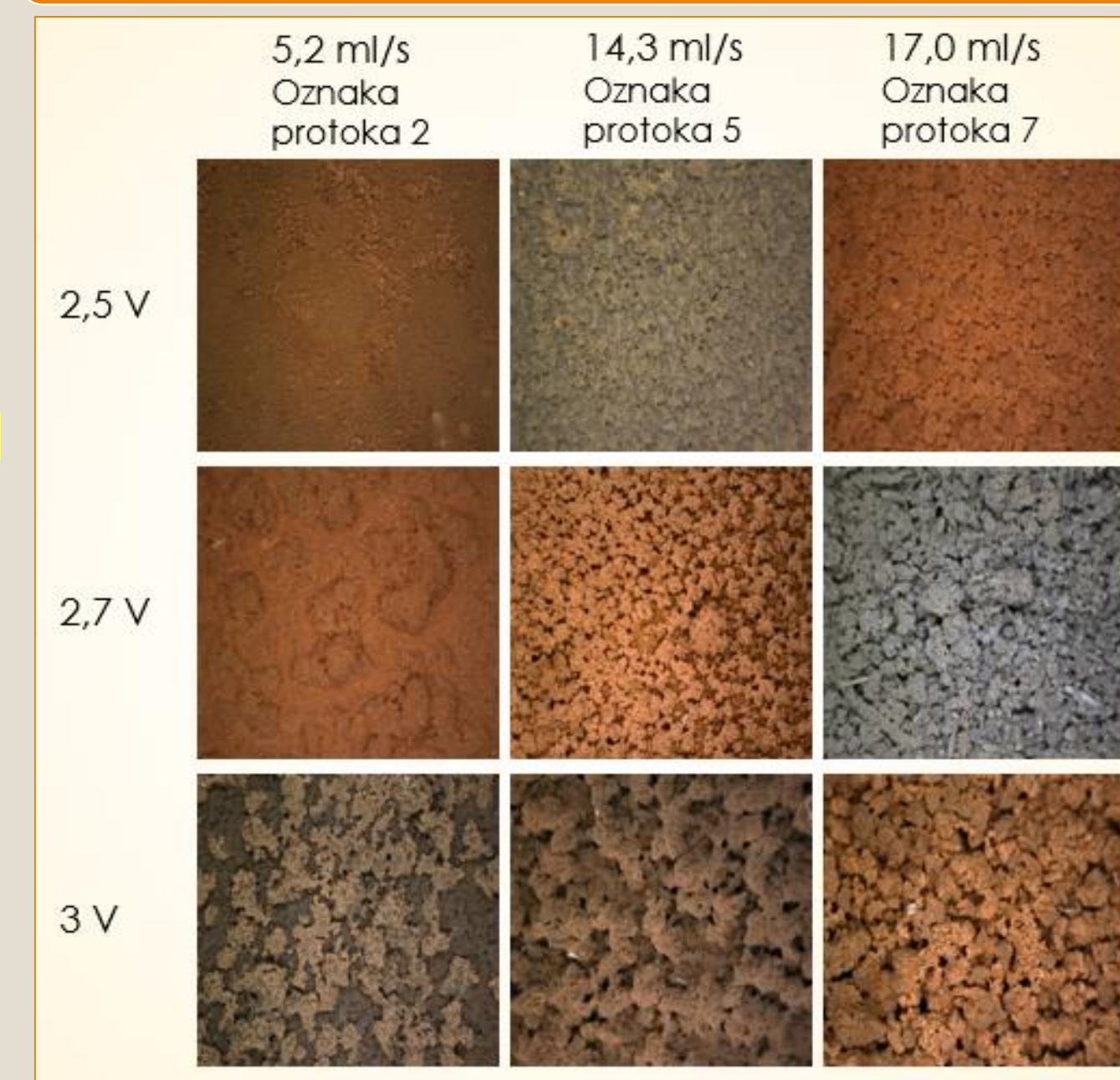
Kao najpovoljnija podloga za reakciju razvijanja kisika pokazali su se zlato i platina, te olovo i čelik. Zbog činjenice da se na olovu i čeliku u kiseljoj otopini nastaje sloj PbO_2 koji katalizira reakciju razvijanja kisika dok se čelik kod pozitivnih potencijala djelomično otapa ulaskom u transpaktivno područje što može dodatno onečistiti elektrolit.

REZULTATI

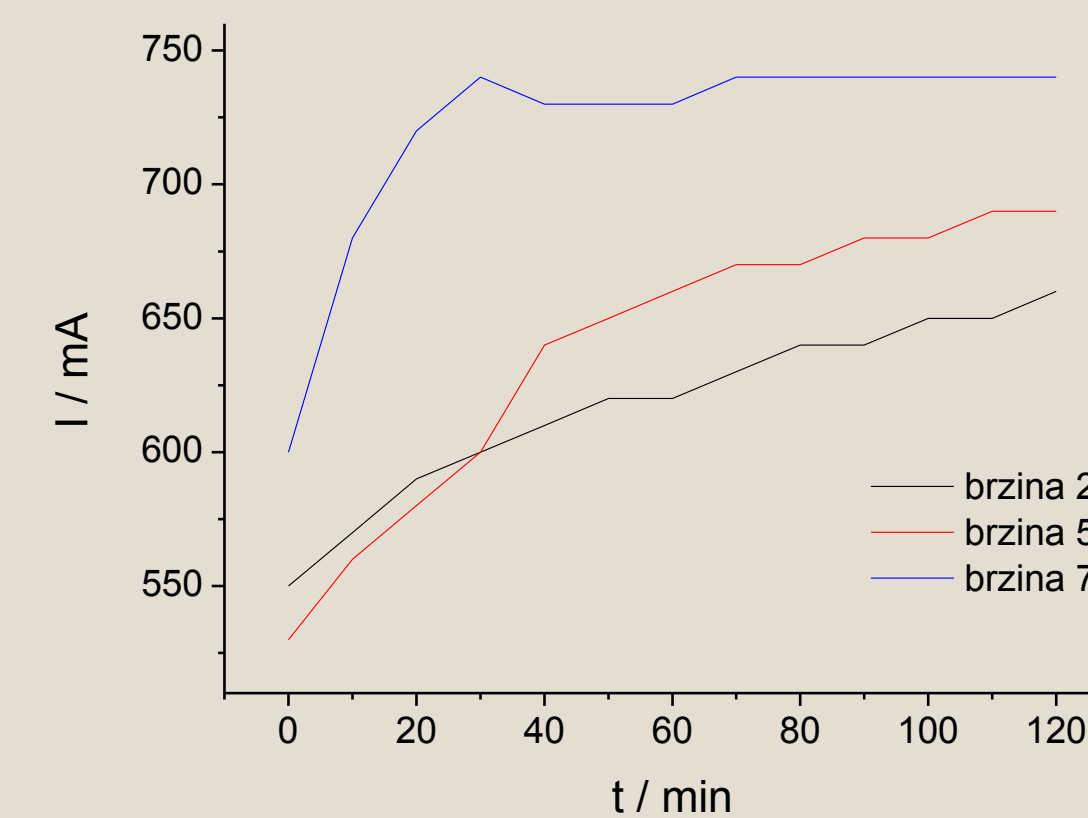


Ovisnost strukture prevlake o vrijednosti struje

Sloj bakra na elektrodi dobiven pri različitim naponima i brzinama protoka.



Promjena koncentracije Cu^{2+} s vremenom



Promjena struje s vremenom

Kod različitih napona dobivene su korelacijske jednadžbe koje omogućuju procjenu vrijednosti struje u reaktoru u ovisnosti o hidrodinamičkim uvjetima:

Re-Reynoldsov broj, Sc-Schmidtov broj, Sh-Sherwoodov broj

$$U = 2,5V \quad Sh = 0,579Re^{0,94911} * Sc^{1/3}$$

$$U = 2,7V \quad Sh = 1,774Re^{0,7861} * Sc^{1/3}$$

$$U = 3V \quad Sh = 11,25Re^{0,4857} * Sc^{1/3}$$

Određen je koeficijent prijenosa mase koji predstavlja odnos između difuzijskog koeficijenta i debljine difuzijskog graničnog sloja D_0 / δ_{dif}

		$k_m * 10^3 / \text{cm s}^{-1}$		
		2,5	2,7	3,00
Oznaka protoka	2	1,89	2,43	3,43
	5	5,85	7,16	4,27
	7	5,2	5,14	7,18

Potrošnja energije

Napon (U)	oznaka protoka	W h	W h kg ⁻¹	W h L ⁻¹
2,5 V	2	0,70	4937	3,50
	5	1,03	3825	5,13
	7	1,40	2740	7,00
2,7 V	2	1,76	6026	8,78
	5	2,35	5130	11,70
	7	2,57	5519	12,80
3 V	2	3,72	10282	18,60
	5	3,84	8930	19,20
	7	4,35	9088	21,75

Djelotvornost uklanjanja bakra (η)

napon	oznaka protoka	$\eta/\%$
2,5 V	2	86,2
	5	99,5
	7	98,8
2,7 V	2	90,3
	5	99,7
	7	98,6
3 V	2	96,5
	5	97,5
	7	99,9