

## ALEGEREA REGIMULUI OPTIM AL PROCESULUI DE ELECTROFLOTARE A HIDROXIDULUI DE ALUMINIU CU COLORANȚII ADSORBIȚI PE SUPRAFAȚA LUI

**Tatiana KUBRIȚKAI, Valentina SOROKINA**

*Institutul de Fizică Aplicată al AȘM*

Optimum parameters of the electroflotation process removing of  $Al(OH)_3$  particles with direct dye adsorbed on its surface have been determined: current density -  $10 \div 20 \text{ mA}\cdot\text{cm}^{-2}$ ; the liquid layer height –  $40 \div 50 \text{ cm}$ ; the process duration -  $400 \div 500 \text{ sek}$ . That regime has been tested and confirmed with the results obtained at the dry-cleaning and clothes dyeing factory. It has been shown that the degree of  $Al(OH)_3$  removing is about  $95 \div 98\%$ .

Extragerea coloranților direcți este efectivă când se realizează cu ajutorul sorbenților electrogenerați – hidroxizilor de aluminiu și fier[1]. Particularitățile acestor hidroxizi ca sorbenți sunt structura lor afinată în momentul obținerii, sensibilitatea față de factori exteriori și o suprafață specifică mare (în momentul formării). Pentru înlăturarea lor din soluții apoase cea mai efectivă este metoda de electroflotare [2], care are unele avantaje față de alte procedee de separare a hidroxizilor cu diferiți componenți toxici, adsorbiți de ei: dispersarea fină a bulelor de gaze electrolitice, posibilitatea de efectuare a procesului în regim continuu, un regim lent hidrodinamic, care permite păstrarea flocculelor de hidroxizi în procesul separării ( $Re=0,3$ ). Flocculele au o densitate nu prea mare ( $1,005 \div 1,010 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ ), deoarece au și o umiditate majorată. Aceasta dă posibilitate de a extrage particulele cu dimensiuni mari (până la 4-5 mm) și la forțe mici de interacțiune a bulelor cu suprafața sorbenților. În plus, concentrația ridicată a bulelor de gaz în soluție majorează probabilitatea ciocnirii lor cu particulele de hidroxid și fixarea lor pe suprafața sorbenților în așa cantități, încât este posibilă mișcarea acestui complex (particule – bule de gaz) pe suprafața lichidului. Viteza de ieșire la suprafața lichidului acestui complex este de  $4-6 \text{ mm}\cdot\text{sec}^{-1}$  [3].

Pentru efectuarea experimentelor au fost folosite soluțiile model de colorant „direct roșu - aprins” (DRA) cu concentrația  $50 \text{ mg}/\text{dm}^3$ . Soluția model de DRA a fost tratată în un aparat de electrocoagulare cu regim continuu de lucru. Parametrii procesului: densitatea curentului electric ( $i$ ) –  $20-25 \text{ mA}\cdot\text{cm}^{-2}$ , volumul camerei –  $1 \text{ dm}^3$ , viteza desfășurării lichidului –  $7,0-7,5 \text{ dm}^3\cdot\text{oră}^{-1}$ . Concentrația hidroxidului de aluminiu era de aproximativ  $100 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$  (în raport cu ionii  $Al^{3+}$ ). Particulele hidroxidului de aluminiu cu colorant, adsorbit pe suprafața lui, se aducea la un aparat de electroflotare de acțiune periodică. Aparatul dădea posibilitatea de a schimba înălțimea lichidului în el.

A fost cercetată acțiunea densității curentului electric ( $i$ ), înălțimii stratului lichid și a duratei de electroflotare asupra gradului de extragere a hidroxidului de aluminiu cu colorantul adsorbit pe suprafața lui. În tabelele 1, 2 sunt prezentate aceste rezultate.

**Tabelul 1**

**Acțiunea înălțimii stratului lichid (h) asupra gradului de electroflotare ( $\epsilon$ )  
a hidroxidului de aluminiu**

h, cm	Densitatea curentului electric ( $i$ ), $\text{mA}\cdot\text{cm}^{-2}$		
	10	20	30
	$\epsilon, \%$		
10	95,3	97,2	97,4
20	96,2	98,0	98,0
30	97,0	98,0	98,0
40	97,0	98,0	98,0
50	96,0	97,0	98,0
60	93,4	95,0	96,0

Tabelul 2

**Dependența duratei de electroflotare ( $t$ ) de înălțimea stratului lichid ( $h$ )  
( $\varepsilon=97-98\%$ )**

h, cm	Densitatea curentului electric ( $i$ ), mA·cm <sup>-2</sup>		
	10	20	30
	t, sec		
10	300	270	240
20	330	300	280
30	360	310	300
40	420	360	330
50	480	390	360
60	600	490	440

Datele tabelelor 1 și 2 ne-au dat posibilitatea să calculăm un criteriu ( $K$ ) de optimizare a procesului de electroflotare [4]

$$K = \frac{t^2}{h^2}$$

și a consumului specific al electricității [5]

$$q = \frac{It}{V}, A \cdot \text{sec} \cdot \text{dm}^{-3},$$

unde:

$i$  – densitatea curentului electric, mA·cm<sup>-2</sup>

$t$  – durata de electroflotare, sec.

$h$  – înălțimea stratului lichid, cm

$V$  – volumul camerei de electroflotare, dm<sup>3</sup>

$I$  – intensitatea curentului electric, A

Tabelul 3

**Criteriul de optimizare ( $K$ ) a procesului de electroflotare și consumul specific de electricitate ( $q$ ) în dependență de înălțimea stratului lichid ( $h$ )**

h, cm	Densitatea curentului electric ( $i$ ), mA·cm <sup>-2</sup>					
	10		20		30	
	Valorile lui K și q					
	K	q	K	q	K	q
10	9,00	300	14,6	540	17,3	720
20	2,70	160	4,50	300	5,88	420
30	1,44	120	2,13	210	3,00	300
40	1,10	110	1,62	180	2,04	250
50	0,92	90	1,21	150	1,55	210
60	1,00	100	1,39	160	1,61	220

Datele din Tabelul 3 denotă că înălțimea stratului lichid 40-50 cm și densitatea curentului 10-20 mA·cm<sup>-2</sup> sunt optime, pentru că  $K$  și  $q$  au valori minime ( $K = 0,9 \div 1,2$ ;  $q = 90-110$ ), consumurile de energie electrică sunt cele mai mici. În aceste condiții are loc extragerea maximă a hidroxidului de aluminiu.

Aceste rezultate au fost puse la baza calculului unei instalații de laborator cu o productivitate de 50 dm<sup>3</sup>·oră<sup>-1</sup> într-un regim continuu de lucru. Instalația, care consta din aparate de electrocoagulare și electroflotare, era testată la o întreprindere de curățire chimică și vopsire a îmbrăcăminte (ÎCC), în ale cărei ape reziduale (AR) concentrația coloranților variază în dependență de volumul de producere, de numărul de schimb al soluțiilor prelucrate, de volumul apelor de spălare etc. Datele medii ale analizelor sunt prezentate în Tabelul 4. Concentrația colorantului este exprimată în tabel prin divizibilitatea diluării (DD), care reflectă corelația volumului apei, ce diluează soluția colorantului până la dispariția culorii, către 0,1 dm<sup>3</sup> de apă reziduală.

Tabelul 4

Caracteristica apelor reziduale ale ÎCC, în mg/dm<sup>3</sup>

pH	DD	SS*	Deterg.	Grăsimi	CCO*	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>
6,5-9,0	50:1-150:1	300-500	150-250	25-45	400-600	500-700	250-400	50-150

\* SS – substanțe suspendate; CCO – consumul chimic al oxigenului

Schema epurării AR include acidularea apei (la necesitate) până la pH 6÷6,5, tratarea în coagulator și extragerea prin electroflotare a complexului hidroxid electrogenerat – colorantul adsorbit.

Regimul hidrodinamic nu împiedică adhezia bulelor de gaz pe flocculele formate în volumul lichidului. Prezența sărurilor Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> și NaCl sau Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> determină crearea anumitei conductibilități a soluției. Analiza probelor s-a realizat după separarea flocculelor de hidroxid de aluminiu cu ingrediente adsorbiți.

A fost studiată dependența extragerii colorantului DRA cu ajutorul hidroxidului de aluminiu electrogenerat de pH-ul apei reziduale și DD. În Figura 1 sunt reprezentate aceste rezultate. Potrivit datelor obținute (curbele 1,2), gradul de extragere a colorantului se micșorează puțin cu mărirea DD. La concentrații mici ale colorantului (DD până la 50:1, ce corespunde concentrației colorantului de aproximativ 25 mg/dm<sup>3</sup>) se extrage 98÷100% coloranți. La mărirea concentrației colorantului trebuie majorat conținutul sorbentului electrogenerat. Variația pH-ului de la 5÷6 (valoarea optimă) până la 8,5 (Fig.1) aproape nu schimbă gradul de extragere a colorantului, deoarece în condiții reale apele reziduale conțin o cantitate majorată a ionilor de Cl<sup>-</sup>, care duce la creșterea randamentului de curent al aluminiului [6].

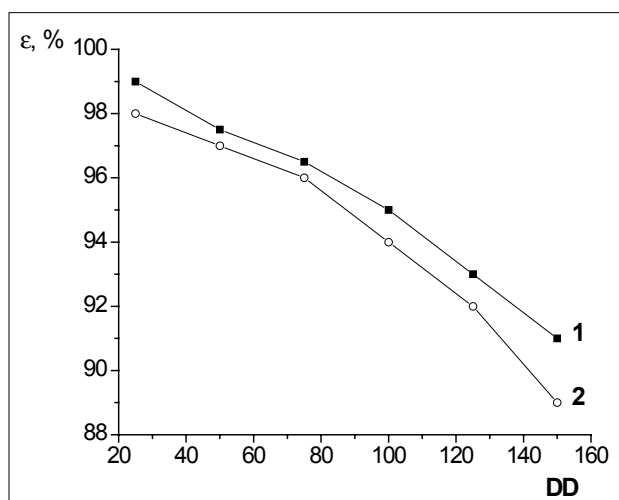


Fig.1. Dependența gradului de extragere a colorantului DRA (ε) din apele reziduale reale de divizibilitate a diluării (DD) la pH 6,0 (1), pH 8,5 (2).

A fost cercetată eficacitatea procesului de electroflotare a hidroxidului de aluminiu cu ingrediente adsorbiți: coloranții, grăsimile, detergenții, precum și a substanțelor suspendate. Rezultatele sunt prezentate în Tabelul 5.

Tabelul 5

Eficacitatea procesului de electroflotare (ε, %)

Tip AR și ε	Concentrația componentilor, mg/dm <sup>3</sup>							
	Al(OH) <sub>3</sub>		Detergenți		Substanțe suspendate		Grăsimi	
	1	2	1	2	1	2	1	2
I ε	92,7	3,0	242,0	85,7	469,0	33,6	49,5	0,6
		96,8		64,6		92,8		98,7
II ε	98,3	2,4	132,0	52,1	423,0	15,2	44,4	0,3
		87,5		61,7		96,4		99,4
III ε	108,0	1,8	354,0	165,7	368,0	18,5	50,3	0,4
		98,3		53,2		94,7		99,2
IV ε	84,5	3,3	205,0	86,5	355,0	21,8	26,2	0,3
		96,1		57,8		93,8		98,8
V ε	114,5	2,5	120,0	48,7	285,0	7,1	29,6	0,3
		97,8		59,4		97,5		99,0
VI ε	120,5	1,4	205,0	82,0	241,0	10,1	30,7	0,5
		98,8		60,0		95,8		98,5

Concentrația componentilor: 1 – inițială; 2 – remanentă.

Din datele Tabelului 5 observăm că gradul de extragere (ε) a hidroxidului de Al constituie 95÷98%, a detergenților – 50÷60%, a substanțelor suspendate – 92÷96%. Practic, se extrag totalmente grăsimile. De accentuat

că valoarea consumului chimic al oxigenului în unele cazuri se micșorează până la 50÷60% față de valoarea lui inițială.

În așa mod, testarea instalației cu productivitatea de 50 dm<sup>3</sup>·oră<sup>-1</sup>, care include aparatele de electrocoagulare și electroflotare, a demonstrat că înlăturarea particulelor de hidroxid de aluminiu cu coloranții adsorbiți pe suprafața lui, din apele reziduale reale, decurge tot așa de activ ca și din soluțiile model. Regimurile optime de extragere a particulelor de hidroxid de aluminiu, obținute în laborator, sunt confirmate prin rezultatele testării în condiții de producere.

**Referințe:**

1. Романов А.М., Матвеевич В.А., Сорокина В.Н. Извлечение красителей электрогенерированными сорбентами // Электронная обработка материалов. -1995. -№4. -С.38-43.
2. Мамаков А.А. Современное состояние и перспективы применения электролитической флотации веществ. Части 1-2. - Кишинев: Штиинца, 1975.
3. Зекель Р.М. и др. О роли размера пузырьков при электрофлотации гидратных осадков без реагентособирателей. Технология разработки и обогащения полезных ископаемых. Ротапр. СФТГП ИФЗ АН СССР, 1975, с. 92-96.
4. Ненно В.Э., Зеленцов В.И., Романов А.М. Оптимизация конструкции электрофлотационного аппарата для разделения суспензий.- В сб.: Энергетические воздействия в процессах переработки минерального сырья // ИГДСО АН СССР (Новосибирск). - 1987, с.60-66.
5. Дрондина Р.В., Драко И.Д., Кубрицкая Т.Д., Сорокина В.Н. Использование электрохимических методов для очистки сточных вод пищевых концентратов // Электронная обработка материалов.- 2000.- №6.-С.69-75.
6. Kubrițkaia T.D, Sorokina V.N. Cercetarea acțiunii naturii anionilor din apele reziduale asupra extragerii din ele a coloranților direcți cu aplicarea hidroxidului de aluminiu electrogenerat.-În: Tezele Conferinței fizicienilor din Moldova, 19-21 octombrie 2005.

*Prezentat la 09.04.2008*