

CZU: 667.2: 541.13: 541.183

ÎNLĂTURAREA AMESTECULUI DE COLORANȚI ȘI DISPERSANȚI DIN SOLUȚII PRIN APLICAREA METODELOR DE ELECTROFLOTOCOAGULARE ȘI ADSORBȚIE

Vera MATVEEVICI, Maria GONȚA,
Larisa MOCANU, Viorica IAMBARȚEV

Universitatea de Stat din Moldova

Cercetările de laborator au fost realizate pe sisteme model ce conțin coloranți textili drept componenți de bază, iar în calitate de compuși auxiliari – agenți de dispersie și etilenglicol. În rezultatul cercetărilor științifice s-a constatat că efectul înlăturării amestecului de coloranți și dispersanți din sistemele studiate depinde de dimensiunile și sarcina particulelor de coloranți, de natura și concentrația coloranților, dispersanților și a polialcoolilor. De asemenea, epurarea apelor depinde de timpul de electroflotare și de concentrația ionilor de aluminiu.

Cuvinte-cheie: electroflotocoagulare, coloranți activi și direcți, agenți de dispersie, ape reziduale textile.

REMOVING THE MIXTURE OF DYES AND DISPERSANTS BY APPLYING THE METHODS OF COAGULATION-ELECTROFLOTATION, AND ADSORPTION

Laboratory researches have been realizing on model systems containing textile dyes as basic components, and as auxiliary compounds were used dispersing agents, and polyalcohol. As a result of scientific researches has found that the effect of removal depends on both, the dyes size and the particle charges, as well as the nature, concentration of dyes, dispersants and polyalcohol. Also, wastewaters depend on the time of electro-floatation and the concentration of aluminum ions.

Keywords: coagulation-electrofloatation, reactive dyes, direct dyes, dispersing agents, wastewaters.

Introducere

Din cantitatea totală de substanțe organice sintetice, produsă în întreaga lume (în jur de 250 mii de tone) o mare parte revine industriei textile, care, prin intermediul apelor uzate, nimeresc în bazinele acvatice, creând mari probleme ecologice [1]. Apele uzate rezultate în urma finisării materialelor textile au o compoziție complexă și variată, ca urmare a diversității de materii prime și de procedee tehnologice utilizate [2-3].

Metodele tradiționale, cum ar fi filtrarea, floclarea, coagularea, tratamentul biologic, oxidarea catalitică, adsorbția pe cărbune activ, striparea cu aer și tratamentul chimic utilizând clor, permanganat de potasiu, ozon, apă oxigenată și iradiere cu radiație ultravioletă, transferă în mare parte poluanții din apele uzate în deșeuri secundare, cu toxicitate medie sau ridicată [4-8].

În ultimul timp se aplică metodele de oxidare avansată, care duc la degradarea compușilor organici în compuși mai simpli sau la oxidarea lor până la dioxid de carbon și apă. Acești poluanți sunt degradați de către radicalii OH*, care se obțin fotocatalitic la descompunerea peroxidului de hidrogen [4-7]. Datorită descompunerii peroxidului de hidrogen sub acțiunea diferiților catalizatori și a razelor ultraviolete, concentrația radicalilor OH* se mărește și, respectiv, se mărește viteza de oxidare și de mineralizare a coloranților, precum și a substanțelor auxiliare [9].

Gradul de oxidare și de mineralizare depinde în mare măsură de lungimea și structura radicalilor hidrofobi și hidrofilii din compoziția dispersanților și de structura coloranților. Cu mărirea lungimii lanțului de hidrocarbură și a polarității grupelor hidrofile, gradul de oxidare și de mineralizare pentru dispersanți și coloranți se mărește. Gradul de mineralizare a dispersanților ajunge până la 60,0-80,0%, iar a coloranților cu concentrația inițială de 100,0 mg/L [11,12] – până la 46,0-64,0% [7,8-10]. Odată cu creșterea concentrației coloranților de 5 ori [13] cresc și valorile până la 65,0-80,0%. Însă, cu mărirea concentrației inițiale a coloranților crește și concentrația remanentă a compușilor degradați, care nu mai pot fi înlăturați prin adsorbție până la normele sanitare pentru apele epurate și soluțiile nu se epurează. Prin urmare, prin aplicarea metodelor avansate de oxidare catalitică pot fi epurate atât sistemele model, cât și apele cu concentrații mici de coloranți și substanțe auxiliare, iar pentru cele mai concentrate, cum sunt apele reziduale textile, ele pot fi aplicate numai după concentrarea lor prin coagulare, flotare sau filtrare, care duc la decolorarea apelor reziduale cu 90,0-95,0%, iar concentrația compușilor organici, după valoarea CCO-Cr, se micșorează cu 50,0-65,0% [1,9].

Următoarele etape se aplică în funcție de concentrația remanentă a compușilor organici remanenți de după prima etapă de epurare (oxidarea catalitică cu peroxidul de hidrogen sau adsorbția pe cărbunii activi). Metoda de flotare este binevenită și prin faptul că efectul de înlăturare a compușilor organici se intensifică, deoarece surfactanții joacă rolul de colector în procesul de flotare și concentrare a compușilor organici în stratul de spumă, care se înlătură [14].

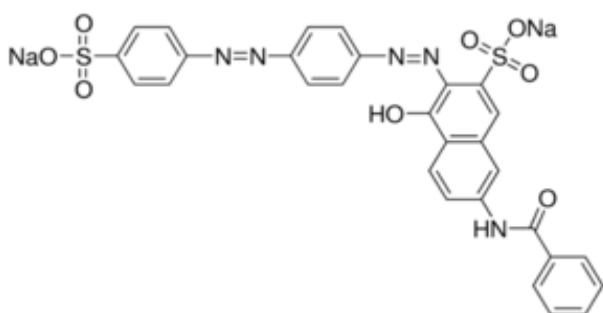
Cu succes se aplică metode de coagulare și electrocoagulare pentru epurarea apelor uzate textile concentrate ce conțin diferite clase de coloranți. În rezultatul coagulării pot fi înlăturate până la 65,0-70,0% de compuși organici (coloranți și substanțe auxiliare textile) și până la 97,0% de particule suspendate și insolubile [9]. Însă, în apele reziduale textile sunt prezenți și dispersanții, care se aplică în procesul de vopsire. Înlăturarea acestor compuși, COL-Diperesant are loc prin aplicarea metodelor de electroflotocoagulare (electroflotarea în prezența ionilor de aluminiu sau de fier), care reprezintă atât interes teoretic, cât și practic.

Cu acest scop a fost studiat procesul diminuării concentrației compușilor organici din soluțiile model ce contin coloranți direcți, activi și dispersanți în lipsa și în prezența etilenglicolului, prin combinarea metodelor de electroflotocoagulare, oxidare catalitică sau fotocatalitică cu peroxidul de hidrogen, urmată de adsorbția pe cărbuni activi. Acest proces a fost studiat în funcție de concentrația coloranților direcți și activi, a dispersanților, ionilor de aluminiu, timpul de electroflotare și oxidare catalitică. În calitate de catalizatori au fost folosiți ionii de fier (II), raze UV și combinarea lor.

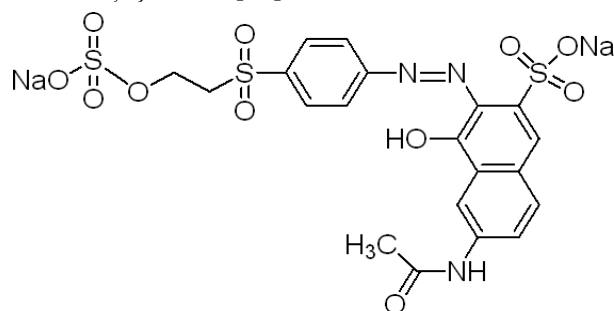
Metode și materiale aplicate

Cercetările au fost efectuate pe sisteme model cu concentrația de colorant de 100,0-200,0 mg/L, deoarece nivelul concentrațiilor remanente în apele reziduale poate ajunge până la 200,0-250,0 mg/L.

Au fost studiate sisteme model ce conțin coloranți textili direcți și activi [10].

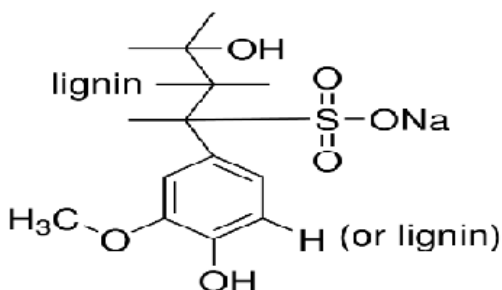


Roșu direct (RD), $M=1373$ g/mol



Portocaliu activ 16 (PA), $M = 605$ g/mol

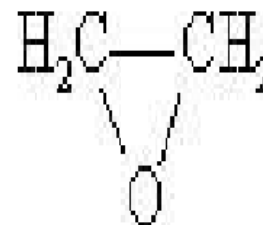
Concomitent cu coloranții textili, în apele reziduale se conțin și dispersanți din diferite clase, care contribuie la procesele de vopsire a țesăturilor. În prezenta lucrare au fost studiați următorii dispersanți: oxidul de propilenă (OP) și lignin sulfonat de natriu (LSNa), iar ca poliaccol – etilenglicolul [1].



Lignosulfat de natriu, LSNa



Etilenglicol



Oxid de propilen

Sistemele au fost modelate reieșind din compoziția apelor reziduale. Concentrația inițială a coloranților textili a fost studiată în intervalul de 100,0-200,0 mg/L, iar a dispersanților și etilenglicolului – 60,0 mg/L.

Concentrația remanentă a compușilor organici textili din sistemele RD-LSNa, PA-OP, RD-LSNa-EGL și PA-OPEGL a fost determinată după valoarea CCO-Cr, conform metodei prezentate în [15].

Cercetările au fost efectuate în felul următor: într-un volum de 500,0 mL se adaugă un volum de colorant, pentru ca concentrația finală să fie de 100,0 sau 200,0 mg/L, și o cantitate de dispersant, unde, la fel, concentrația finală să fie cuprinsă în intervalul 20,0-60 mg/L. Se adaugă sulfat de aluminiu cu concentrația de 0,1 mol/L (volumul soluției variază de la 0,5 mL până la 2,5 mL). După corectarea pH-ului soluția se trece în celula cu electrozi insolubili (celula de electroflotare cu anodul de carbon, catodul din plasă de fier inoxidabil). În celulă se stabilește un curent electric continuu cu intensitatea ce variază de la 0,4 la 0,8A, pentru diferite timpuri de electroflotare. Spuma formată la suprafața lichidului se înlătură, iar soluțiile se filtrează, după care 5,0 mL din fiecare sistem se trece în eprubeta rotată pentru determinarea concentrației sumare CCO-Cr a substanțelor organice remanente.

Adsorbția compușilor organici remanenti după procesul de electroflotocoagulare s-a efectuat în felul următor: la soluția filtrată cu volumul de 100,0 mL se adaugă 5,0 g de cărbune activ, marca A și se agită timp de 60 min., după care se filtrează și, la fel, se determină concentrația remanentă a compușilor organici prin determinarea valorii CCO-Cr. Concentrația limită admisibilă este de 6,0-8,0 mgO/L.

În baza rezultatelor obținute la electroflotocoagulare și la adsorbția compușilor organici remanenti de către cărbunii activi, s-a calculat efectul de electroflotocoagulare ($E_{\text{electrof.}}$, %) și efectul de adsorbție ($E_{\text{ads.}}$, %) conform relațiilor:

$$1. E_{\text{electrof.}}(\%) = (CCO_0 - CCO_{\text{rem.electrof.}}) / CCO_0 \times 100\%$$

$$2. E_{\text{ads.}}(\%) = (CCO_0 - CCO_{\text{rem.ads.}}) / CCO_0 \times 100\%$$

Rezultate și discuții

A fost studiat procesul de diminuare a concentrației compușilor organici, prin modelarea mai multor sisteme cu diferită compoziție. Primul sistem conține: colorant activ PA și oxid de propilenă; al doilea – colorant direct RD și ligninsulfonat de sodiu. Aceste sisteme au fost supuse electroflotocoagulării, în funcție de timpul electroflotării, concentrația ionilor de aluminiu, concentrația inițială a coloranților și agenților de dispersie. Rezultatele ce țin de timpul de electroflotare sunt prezentate în tabelele 1 și 2.

Tabelul 1

Electroflotocoagularea sistemului model, PA-OP, în funcție de timpul de electroflotare;
 $[PA]_0=200,0$ mg/L, $[OP]_0=60,0$ mg/L, $I=0,4$ A, $pH=5,0-5,5$, $Al_2(SO_4)_3=0,1N$, $m(\text{cărb.})=5,0$ g,
 $CCO-Cr_{\text{init.}}=150,0$ mgO/L

Timp de electrof., min.	Electroflotocoagulare		Adsorbția pe cărbune activ	
	CCO, mgO/L	E.electrof., %	CCO, mgO/L	E., %
5	21,9	85,4	13,3	91,2
10	21,3	85,8	11,3	92,5
15	21,9	85,4	11,9	92,4

Tabelul 2

Electroflotocoagularea sistemului model, RD-LSNa, în funcție de timpul de electroflotare;
 $[RD]_0=200,0$ mg/L, $[LSNa]_0=60,0$ mg/L, $I=0,4$ A, $pH=4,0-4,5$, $Al_2(SO_4)_3=0,1N$, $m(\text{cărb.})=5,0$ g,
 $CCO-Cr_{\text{init.}}=210,0$ mgO/L

Timp de electrof., min.	Electroflotocoagulare			Adsorbția pe cărbune activ	
	Decol., mg/L	CCO, mgO/L	E.electrof., %	CCO, mgO/L	E., %
5	9,6	10,5	95,0	9,1	95,7
10	12,4	7,5	96,4	6,9	96,7
15	10,9	8,1	96,3	7,5	96,6

Din datele prezentate în tabelele 1 și 2 rezultă că înlăturarea amestecului de colorant activ PA și oxid de propilenă sau a colorantului direct RD și ligninsulfonatului de sodiu, prin procesul de electroflotocoagulare, depinde neesențial de timpul de electroflotare. Timpul optim de electroflotare pentru ambii coloranți este de 10 minute. La fel, se schimbă și colorația soluțiilor, care indică înlăturarea numai a colorantului, spre deosebire de valoarea CCO-Cr, care indică concentrația amestecului de colorant și dispersant din soluție. Însă, efectul de înlăturare a amestecului de colorant și dispersant depinde și de concentrația ionilor de aluminiu,

care, formând particule coloidale de hidroxid de aluminiu, duc la neutralizarea particulelor asociate de colorant și, în același timp, sunt dispersate de substanțele de dispersie (oxidul de propilenă și ligninsulfonatul de sodiu). De aceea, în continuare, a fost studiat procesul de înlăturare a acestui amestec în funcție de concentrația ionilor de aluminiu. Datele sunt prezentate în tabelele 3 și 4.

Tabelul 3

Electroflotocoagularea sistemului model, PA-OP, în funcție de timpul de concentrație a ionilor de Al^{3+} ; $[PA]_0=200,0$ mg/L, $[OP]_0=60,0$ mg/L, $I=0,4$ A, $pH=5,0-5,5$, $Al_2(SO_4)_3=0,1N$, $t_{electrof.}=10$ min., $m(\text{c}^{\text{arb.}})=5,0$ g, $CCO-Cr_{\text{init.}}=150,0$ mgO/L

C(Al^{3+}), mg/L	Electroflotocoagulare		Adsorbția pe cărbune activ	
	CCO, mgO/L	E.electrof., %	CCO, mgO/L	E., %
2,7	21,2	85,8	11,3	92,5
5,4	11,9	92,1	10,6	92,9
8,1	10,0	93,3	8,8	94,2
10,8	10,6	92,9	9,4	93,8

Tabelul 4

Electroflotocoagularea sistemului model, RD-LSNa, în funcție de timpul de concentrație a ionilor de Al^{3+} ; $[RD]_0=200,0$ mg/L, $[LSNa]_0=60,0$ mg/L, $I=0,4$ A, $pH=4,0-4,5$, $Al_2(SO_4)_3=0,1N$, $t_{electrof.}=10$ min., $m(\text{c}^{\text{arb.}})=5,0$ g, $CCO-Cr_{\text{init.}}=210,0$ mgO/L

C(Al^{3+}), mg/L	Electroflotocoagulare			Adsorbția pe cărbune activ	
	Decol., mg/L	CCO, mgO/L	E.electrof., %	CCO, mgO/L	E., %
2,7	12,4	13,1	93,8	11,3	94,6
5,4	11,4	11,9	94,4	8,8	97,1
8,1	10,9	7,5	96,4	6,9	96,7
10,8	9,8	8,1	96,3	7,5	96,6
13,5	3,8	10,9	93,4	7,5	96,4
16,2	3,7	11,9	94,4	8,8	97,1

Din datele prezentate în Tabelul 3 rezultă că efectul înlăturării amestecului de colorant activ PA și oxid de propilenă depinde de concentrația ionilor de aluminiu. Efectul de înlăturare, după electroflotocoagulare, crește odată cu mărirea concentrației ionilor de aluminiu. Echilibrul se stabilește la concentrația ionilor de aluminiu de 8,1 mg/L (93,3%). La concentrații mai mari de ioni de Al^{3+} efectul de înlăturare se micșorează, ceea ce se explică prin faptul că, atunci când se îndeplinește condiția de egalitate a sarcinilor electrice, particulele se neutralizează maxim și se electroflorează mai complet, ceea ce duce și la o epurare mai eficientă a soluției. La o electroflotocoagulare optimă, concentrația compușilor organici este mai mică și ei deja se adsorb mai bine pe suprafața cărbunilor activi și, în rezultat, CCO-Cr remanent al sistemelor de compuși organici se încadrează în limitele maxime admisibile pentru a fi deversați.

Efectul înlăturării amestecului de colorant direct RD și ligninsulfonat de sodiu (Tab.4) la fel se mărește cu creșterea concentrației ionilor de aluminiu, însă acest efect este mai mare – 96,4% (8,1 mg/L ioni de aluminiu). Aceasta se explică prin faptul că particulele asociate de colorant direct RD și dispersate de ligninsulfonatul de sodiu au dimensiuni mai mari și sunt coagulate și electroflotate mai eficient, în comparație cu particulele de colorant activ PA și dispersantul de oxid de propilenă.

În continuare a fost studiat procesul de înlăturare a amestecului de colorant și dispersant prin aplicarea metodei de electroflotocoagulare și adsorbție pe cărbunii activi în funcție de concentrația dispersantului la diferite concentrații ale colorantului.

Tabelul 5

Electroflotocoagularea sistemului model, PA-OP, în funcție de concentrația inițială a dispersantului și colorantului; I=0,4 A, pH=5,5, C(Al³⁺)=8,1 mg/L Al₂(SO₄)₃=0,1N, t.electrof.=10 min., m(cărb.)=5,0 g

PA-OP	Electroflotocoagulare		Adsorbția pe cărbune activ	
	CCO, mgO/L	E.electrof., %	CCO, mgO/L	E., %
[PA]₀= 100,0 mg/L, [OP]₀=X mg/L				
X=20,0	10,6	82,3	6,0	91,3
X=40,0	11,3	83,9	5,6	92,0
X=60,0	11,9	84,2	6,9	91,1
X=80,0	12,5	85,3	8,1	90,4
[PA]₀= 200,0 mg/L, [OP]₀=X mg/L				
X=20,0	22,5	80,9	7,5	93,8
X=40,0	13,8	90,2	8,8	93,5
X=60,0	10,0	93,3	8,8	94,2
X=80,0	14,9	91,8	10,0	93,9

Din datele prezentate în Tabelul 5 rezultă că efectul înlăturării amestecului de colorant PA și oxid de propilenă depinde atât de concentrația colorantului, cât și de cea a dispersantului și se mărește cu mărirea concentrației dispersantului în intervalul de 20,0–80,0 mg/L și a colorantului de la 100,0 la 200,0 mg/L. S-a stabilit că concentrația remanentă a compușilor organici se micșorează prin aplicarea și combinarea metodei de electroflotocoagulare și adsorbție pe cărbunii activi până la normele sanitare pentru soluțiile cu concentrația colorantului PA de 100,0-200,0 mg/L și a dispersantului de 20,0-60,0 mg/L. Mărirea, în continuare, a concentrației dispersantului duce la mărirea concentrației remanente a compușilor organici și soluțiile deja nu se mai epurează prin combinarea metodelor de electroflotocoagulare și adsorbție. Aceasta se explică prin faptul că cu mărirea concentrației dispersantului se micșorează dimensiunile particulelor asociate de colorant și gazele electrolitice formate în timpul electroflotării nu le pot înlătura eficient din soluțiile tratate. Ca rezultat, se mărește concentrația compușilor remanenti după aplicarea adsorbției. Asupra efectului de înlăturare a compușilor organici din amestecul de colorant și dispersant influențează și natura colorantului. Pentru amestecul de colorant activ PA și oxid de propilenă, epurarea soluțiilor are loc numai prin combinarea metodelor de electroflotocoagulare și adsorbție pe cărbunii activi (Tab.5).

Natura coloranților influențează procesul de electroflotocoagulare. La epurarea sistemelor PA-OP, efectul de înlăturare este de 87,0% și se mărește până la 96,4% pentru colorantul RD-OP.

Concentrația compușilor organici se micșorează după procesul de electroflotocoagulare (Tab.6 și Fig.1) până la normele sanitare.

Tabelul 6

Electroflotocoagularea sistemului model, RD-OP, în funcție de concentrația inițială a dispersantului; I=0,4 A, pH=6,0-6,5, C(Al³⁺)=8,1 mg/L Al₂(SO₄)₃=0,1N, t.electrof.=10 min., m(cărb.)=5,0 g

[RD] ₀ = 200,0 mg/L [OP] ₀ =X mg/L	Electroflotocoagulare		Adsorbția pe cărbune activ	
	CCO, mgO/L	E.electrof., %	CCO, mgO/L	E., %
X=20,0	9,4	95,3	5,6	97,2
X=40,0	8,8	95,9	5,0	97,7
X=60,0	8,8	96,4	4,4	98,2
X=80,0	8,8	96,7	3,8	98,6

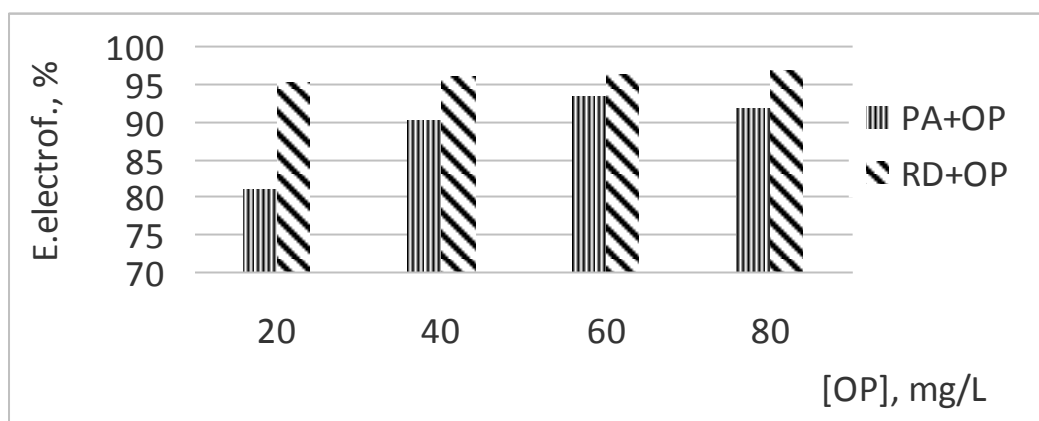


Fig.1. Efectul de înlăturare, prin electroflotocoagulare, a sistemelor model ce conțin diferite clase de coloranți, în funcție de variația concentrației inițiale a oxidului de propilenă; [Col.]₀= 200,0 mg/L, I=0,4 A, pH=6,0-6,5.

Mărirea efectului de electroflotocoagulare se datorează formării particulelor asociate cu dimensiuni mai mari de către moleculele de colorant direct (colorantul RD), spre deosebire de colorantul activ PA, care formează particule asociate cu dimensiuni mai mici, datorită numărului diferit de grupe polare și funcționale din moleculele coloranților indicați.

Asupra efectului de înlăturare a compușilor organici mai influențează natura și concentrația dispersantului.

Tabelul 7

Electroflotocagularea sistemului model, RD-LSNa, în funcție de concentrația inițială a colorantului și dispersantului; I=0,4 A, pH=4,0-4,5, C(Al³⁺)=8,1 mg/L, Al₂(SO₄)₃=0,1N, t.electrof.=10 min., m(cărb.)=5,0 g

RD-LSNa	Electroflotocoagulare			Adsorbția pe cărbune activ	
	Decol., mg/L	CCO, mgO/L	E.electrof., %	CCO, mgO/L	E., %
[RD]₀= 100,0 mg/L, [LSNa]₀=X mg/L					
X=20,0	3,5	5,6	93,0	5,0	93,8
X=40,0	4,9	6,3	93,0	5,6	93,8
X=60,0	3,9	6,9	93,1	6,3	93,7
X=80,0	6,7	7,5	93,8	6,9	94,3
[RD]₀= 200,0 mg/L, [LSNa]₀=X mg/L					
X=20,0	4,7	6,3	96,9	5,6	97,2
X=40,0	3,6	6,9	96,6	6,3	96,9
X=60,0	3,8	7,5	96,4	6,9	96,7
X=80,0	3,5	8,1	96,3	7,5	96,6

S-a observat că pentru amestecul de colorant direct RD și ligninsulfonat de sodiu efectul de înlăturare se micșorează cu mărirea concentrației dispersantului și este același ca și în prezența oxidului de propilenă, iar concentrația remanentă a compușilor organici se încadrează în normele sanitare. Pentru colorantul PA, care are un grad de asociere al moleculelor mai mic decât colorantul direct RD, efectul înlăturării amestecului de colorant și dispersant în prezența dispersantului ligninsulfonat de sodiu este mai mare (95,3%) decât în prezența oxidului de propilenă (93,3%) și soluțiile se epurează numai prin aplicarea metodei de electroflotocoagulare la concentrația ionilor de aluminiu de 5,4-8,1 mg/L (Tab.5 și 8).

Tabelul 8

Electroflotocoagularea sistemului model, PA-LSNa, în funcție de concentrația ionilor de Al^{3+} ;
 $[PA]_0=200,0$ mg/L, $[LSNa]_0=60,0$ mg/L, $I=0,4$ A, $pH=5,5-6,0$, $Al_2(SO_4)_3=0,1N$,
 $t.electrof.=10$ min., $m(c\grave{a}rb.)=5,0$ g, $CCO-Cr_{init.}=145,0$ mgO/L

C(Al^{3+}), mg/L	Electroflotocoagulare		Adsorbția pe cărbune activ	
	CCO, mgO/L	E.electrof., %	CCO, mgO/L	E., %
2,7	8,8	93,9	8,8	94,0
5,4	7,5	94,8	7,0	95,2
8,1	6,9	95,3	7,0	95,2
10,8	8,8	94,0	8,8	94,0

Cu mult mai greu se înlătură amestecul de coloranți și dispersanți din soluțiile model în prezența polialcoolilor (Fig.2). Etilenglicolul se aplică ca adaos pentru îmbunătățirea calității vopsirii țesăturilor. Efectul de înlăturare a sistemului PA-OP-EGI se supune acelorași legități ca și în cazul sistemului PA-OP. Deoarece efectul de înlăturare scade în prezența etilenglicolului, cantitatea de compuși organici remanenți este cu mult mai mare și este necesar de a fi aplicată oxidarea catalitică, ca metodă intermediară.

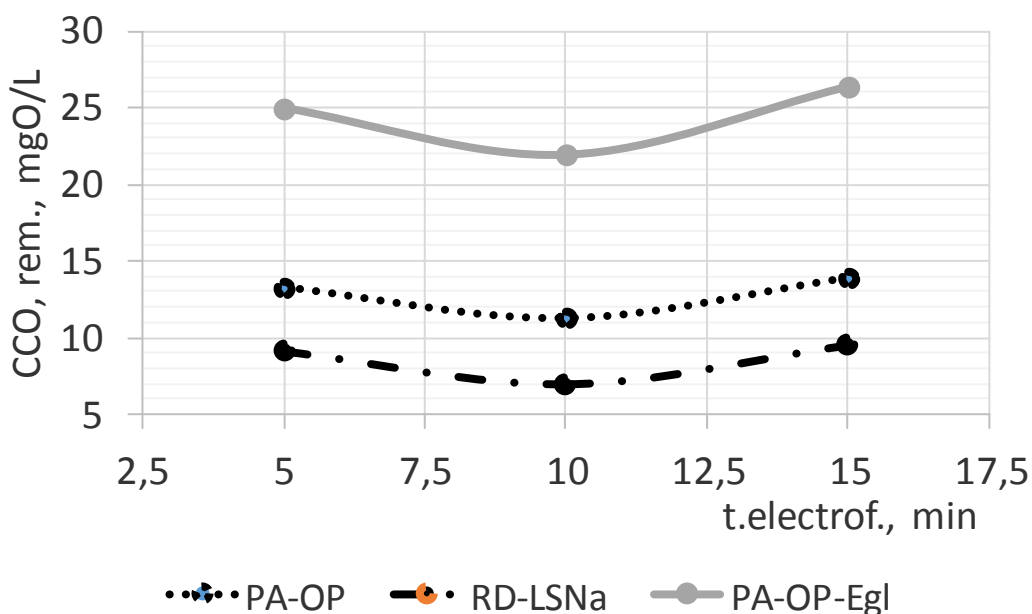


Fig.2. Influența EGI asupra procesului de electroflotocoagulare pentru diferite sisteme, în funcție de timpul de electroflotare; $[Col.]_0=200,0$ mg/L, $[agent.aux.]_0=60,0$ mg/L, $I=0,4$ A, $pH=4,0-6,0$, $C(Al^{3+})=8,1$ mg/L, $Al_2(SO_4)_3=0,1N$.

În prezența etilenglicolului efectul de înlăturare a PA-OP se reduce, deoarece moleculele acestui solvent posedând proprietăți hidrofile aderă la particulele asociate de colorant PA și oxid de propilenă, ceea ce împiedică aglomerarea bulelor de gaze electrolitice formate în timpul electroflotării, iar aceasta duce la o înlăturare mai ineficientă a lor din soluțiile supuse epurării în celula de electroflotare.

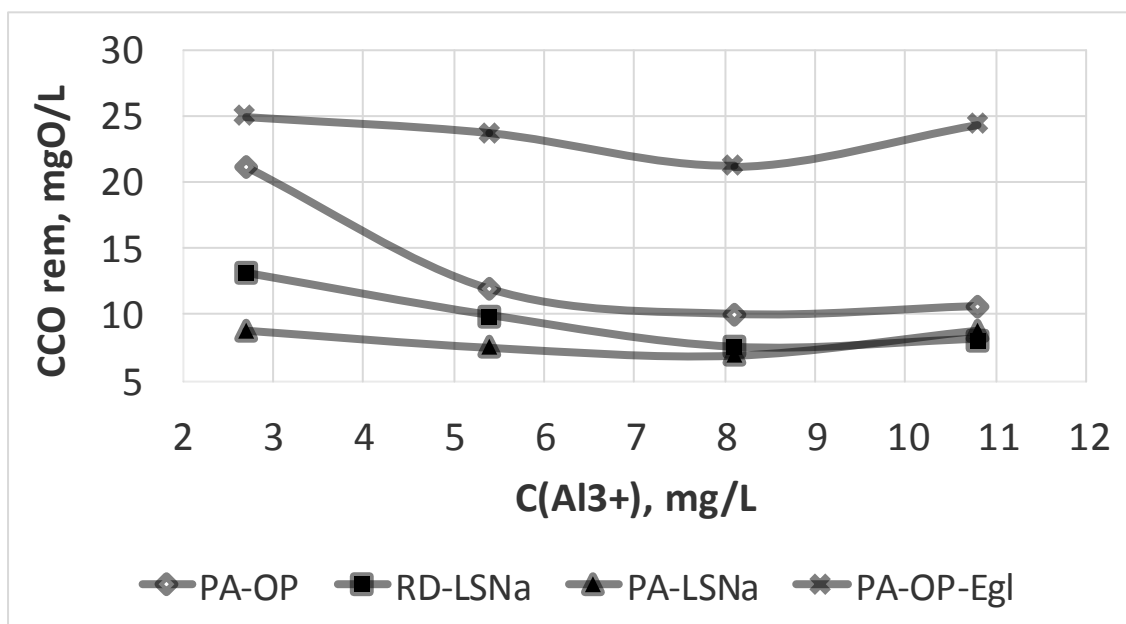


Fig.3. Dependența CCO-Cr de concentrația ionilor de Al^{3+} pentru diferite sisteme model; [Col]₀=200,0 mg/L, [agent.aux.]₀=60,0 mg/L, I=0,4 A, pH=4,0-6,0, $Al_2(SO_4)_3=0,1N$, t.electrof.=10 min.

Drept urmare, pe de o parte, se mărește concentrația remanentă a compușilor organici în soluția tratată, iar, pe de altă parte, compușii organici remanenti cu dimensiunile particulelor modificate practic nu se adsorb de către cărbunii activi și soluțiile nu se epurează până la CMA (Fig.3 și Tab.9).

Însă, cu mult mai eficient are loc epurarea sistemului model RD-LSNa-Egl la electroflotocoagulare, efectul fiind de 92,2-97,0%, în comparație cu sistemul model PA-OP-Egl, efectul fiind de 88,1-89,6%. Aceasta duce la micșorarea concentrației compușilor organici remanenti până la normele sanitare (pentru soluțiile concentrate) cu [RD]₀=200,0 mg/L sau la epurarea soluțiilor mai puțin concentrate ([RD]₀=100,0 mg/L) prin combinarea metodelor de electroflotocoagulare și adsorbție a compușilor remanenti de către cărbunii activi (Tab.9).

Tabelul 9

Electroflotocoagularea sistemelor model Col-Agent.aux.-Egl în funcție de concentrația inițială a colorantului și etilenglicolului; I=0,4 A, $Al_2(SO_4)_3=0,1N$, t.electrof.=10 min., m(cărb.)=5,0 g

[Egl] ₀ = X mg/L	PA-OP-Egl				RD-LSNa-Egl			
	Electroflotocoagulare, $C(Al^{3+})=8,1\text{ mg/L}$, $pH=5,5-6,0$		Adsorbția pe cărbune activ		Electroflotocoagulare, $C(Al^{3+})=13,5\text{ mg/L}$, $pH=4,0-4,5$		Adsorbția pe cărbune activ	
	CCO, mgO/L	E.electrof., %	CCO, mgO/L	E., %	CCO, mgO/L	E.electrof., %	CCO, mgO/L	E., %
	[PA] ₀ =100,0 mg/L, [OP] ₀ =60,0 mg/L, [Egl] ₀ = X mg/L				[RD] ₀ =100,0 mg/L, [LSNa] ₀ =60,0 mg/L, [Egl] ₀ = X mg/L			
X=20,0	10,6	84,8	10,0	85,7	4,4	96,9	-	-
X=40,0	11,9	86,0	10,6	87,5	8,1	94,6	-	-
X=60,0	12,5	88,1	11,23	89,2	13,1	92,2	3,2	97,9
X=80,0	13,8	89,8	12,5	90,7	16,2	90,9	5,6	96,9
	[PA] ₀ =200,0 mg/L, [OP] ₀ =60,0 mg/L, [Egl] ₀ = X mg/L				[RD] ₀ =200,0 mg/L, [LSNa] ₀ =60,0 mg/L, [Egl] ₀ = X mg/L			
X=20,0	17,5	86,0	17,5	86,0	5,0	97,7	-	-
X=40,0	18,8	88,6	18,1	89,0	6,3	97,4	-	-
X=60,0	21,3	89,6	20,6	89,8	8,1	96,9	-	-
X=80,0	23,1	90,8	21,9	91,3	10,0	96,4	8,3	97,1

Creșterea neesențială a efectului de adsorbție pentru sistemul PA-OP-EGL se explică, pe de o parte, prin faptul că gradul de asociere a moleculelor de colorant direct RD este mai mare decât gradul de asociere a moleculelor de colorant PA, iar, pe de altă parte, că efectul de dispersie este diferit, în funcție de natura dispersantului. Prin urmare, spre deosebire de amestecul de colorant activ PA și oxidul de propilenă, efectul înlăturării amestecului de colorant direct RD și ligninsulfonat de sodiu în prezența etilenglicolului este mai mare și se micșorează cu mărirea concentrației dispersantului. Însă, concentrația remanentă a compușilor organici poate fi micșorată până la normele sanitare prtn adsorbția lor de către cărbunii activi și soluțiile mai concentrate pot fi epurate prin combinarea metodei de electroflotocoagulare și adsorbție pe cărbunii activi. Deoarece efectul de dispersie a oxidului de propilenă este mai mare, efectul de înlăturare a amestecului de RD, oxid de propilenă și etilenglicol este mai mic decât în prezența ligninsulfonatului de sodiu, iar soluțiile pot fi epurate numai prin combinarea metodei de electroflotocoagulare și adsorbție pe cărbunii activi.

Sistemul ce conține colorant activ, PA-OP-Egl, are un efect mai mic de electroflotocoagulare față de sistemul RD-LSNa-EGL și adsorbția pe cărbune activ nu are loc, până la concentrația limită admisibilă. Pentru mărunțirea moleculelor s-a aplicat oxidarea catalitică după electroflotocoagulare (Tab.10).

Tabelul 10

Electroflotocoagularea sistemului model PA-OP-EGL în funcție de concentrația inițială a colorantului și etilenglicolului; I=0,4 A, Al₂(SO₄)₃=0,1N, t.electrof.=10 min., m(cărb.)=5,0 g

[EGL] ₀ = X mg/L	Electroflotocoagulare, C(Al ³⁺)=8,1 mg/L, pH=5,5-6,0		Oxidare catalitică [Fe ²⁺]= 3*10 ⁻⁴ M, [H ₂ O ₂]=3*10 ⁻³ M, pH=2,0-2,5		Adsorbția pe cărbune activ	
	CCO, mgO/L	E.electrof., %	CCO, mgO/L	E.oxid., %	CCO, mgO/L	E., %
	[PA]₀=100,0 mg/L, [OP]₀=60,0 mg/L, [EGL]₀= X mg/L					
X=20,0	10,6	84,8	6,3	91,1	1,3	98,2
X=40,0	11,9	86,0	7,5	91,2	1,9	97,8
X=60,0	12,5	88,1	8,1	92,2	1,9	98,2
X=80,0	13,8	89,8	9,4	93,1	2,5	98,2
	[PA]₀=200,0 mg/L, [OP]₀=60,0 mg/L, [EGL]₀= X mg/L					
X=20,0	17,5	86,0	13,8	89,0	1,3	99,0
X=40,0	18,8	88,6	14,4	91,3	2,5	98,5
X=60,0	21,3	89,6	14,4	93,0	4,4	97,9
X=80,0	23,1	90,8	14,4	94,3	5,6	97,8

Agenții auxiliari studiați din componența sistemelor model formate din doi compuși: PA-OP, RD-OP, RD-LSNa, unde variază concentrația inițială a dispersantului, și PA-OP-EGL, RD-OP-EGL, RD-LSNa-Egl, unde variază concentrația inițială a polialcoolului, au proprietatea de a micșora efectul de înlăturare (Fig.4).

În Figura 4 este comparat CCO-Cr în sistemele studiate, la variația concentrației inițiale a agenților de dispersie în prezența etilenglicolului. Dacă pentru sistemul care conține colorant direct RD este suficientă doar metoda de coagulare urmată de adsorbția pe cărbune activ, pentru sistemul care conține colorant activ PA este necesar să se aplice metoda de oxidare catalitică înainte de adsorbție.

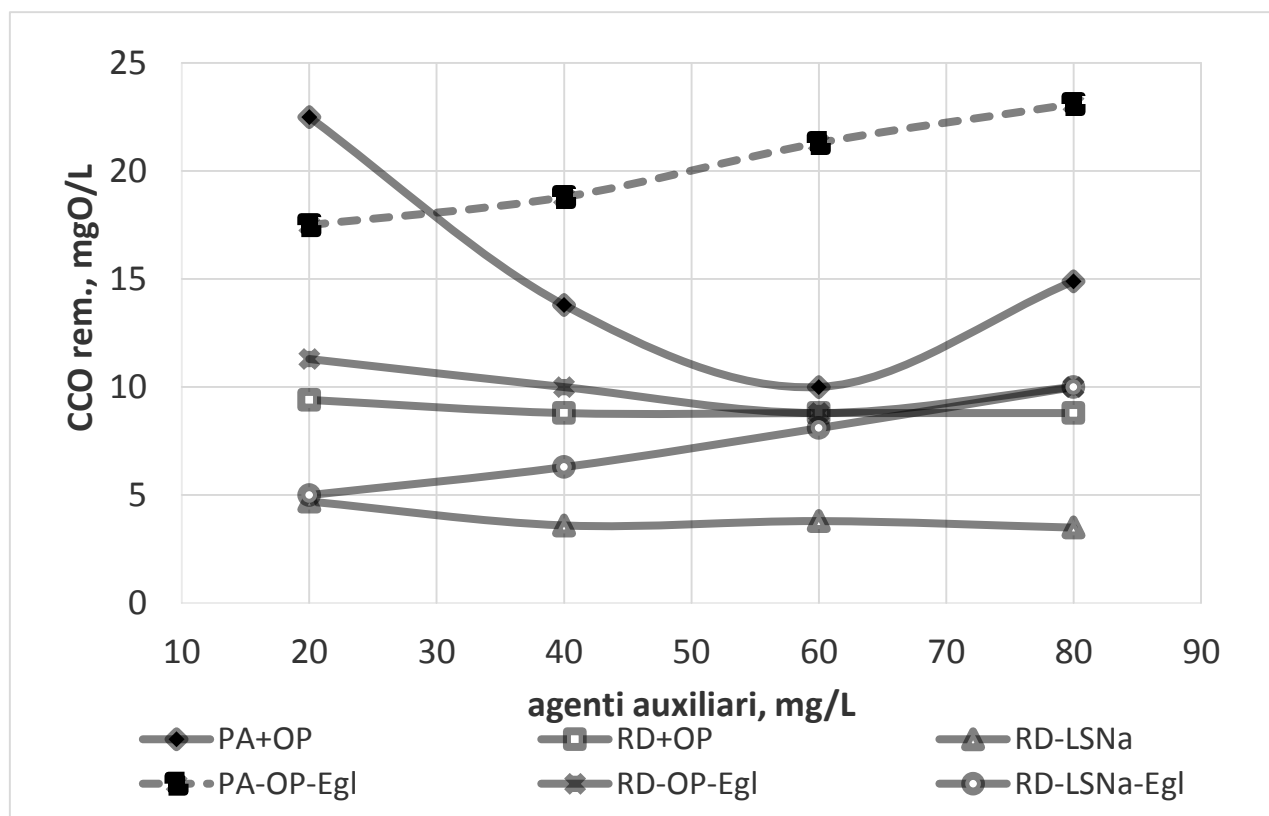


Fig.4. Dependența CCO-Cr de concentrația inițială a compușilor auxiliari din sistemele Col-Disp. și Col-Disp.-Egl; [Col.]₀=200,0 mg/L, [agent.aux.]₀=60,0 mg/L, I=0,4 A, pH=4,0-6,0, Al₂(SO₄)₃=0,1N, t.electrof.=10 min.

Concluzii

1. La creșterea concentrației inițiale a colorantului în sistem, efectul înlăturării amestecului de colorant și dispersant se mărește, iar cu mărirea concentrației dispersantului efectul înlăturării se micșorează. Efectul de înlăturare depinde de natura dispersantului.
2. S-a stabilit că efectul de înlăturare a amestecului de colorant RD și ligninsulfonat de sodiu este mai mare și soluțiile se epurează numai prin electroflotocoagulare, iar efectul înlăturării amestecului de colorant PA și oxid de propilenă este mai mic și soluțiile se epurează numai prin combinarea metodelor de electroflotocoagulare și adsorbție pe cărbuni activi.
3. S-a constatat că, în prezența etilenglicolului, soluțiile care conțin în amestec colorantul RD se epurează prin combinarea metodelor de electroflotocoagulare și adsorbție, iar cele care conțin colorantul PA se epurează prin combinarea metodelor de electroflotocoagulare, oxidare catalitică și adsorbție pe cărbuni activi.

Referințe:

1. КИСЕЛЁВ, А. Экологические аспекты процессов отделки текстильных материалов. В: *Ж. Рос. хим. об-ва им. Д.И. Менделеева*, 2002, т. XLVI, № 1.
2. CHUN, H. and YICHANG, W. Decolourization and biodegradability of photocatalytic treated azo dyes and wool textile wastewater. In: *Chemosphere*, 1999, no.39(12), p.2107-2115.
3. RAZO-FLORES, E., LUIJTEN, M., DONLON B. Biodegradation of Selected Azo Dyes under Methanogenic Conditions. In: *Wat. Sci. Tech.*, 1997, no.36, p.65-67.
4. KUNAL, N., TRIVEDI, A., BORICHA, B., HARI, C. Adsorption of remazol brilliant blue dye from water by poly-aluminum chloride. In: *Journal Chemistry*, 2009, vol.2, no.2, p.379-385.
5. PHALAKORNKULE, C., POLGUMHANG, S., TONGDAUNG, W. *Performance of an Electrocoagulation Process in Treating Direct Dye: Batch and Continuous Up flow Processes*. World Academy of Science, Engineering and Technology, 2009, p.57.

6. HORREAKIS, F., ALDELAZIS, A., ABDELTRANU, Y., BENHAMMOU, A. Treatment of textile dye effluents using coagulation-flocculation coupled with membrane processes or adsorption on powdered activated carbon. In: *Desalination*, 2009, no.235, p.330-339.
7. AHMAD, A.L., PUASA, S.W. Reactive dyes decolourization from an aqueous solution by combined coagulation/micellar – enhanced ultrafiltration process. In: *Chemical Engineering Journal*, 2007, no.132, p.257-265.
8. MOH FAIQUN NI'AM, OTHMAN, F., SOHAILI, J., FAUZIA, Z. Removal of COD and turbidity to improve wastewater quality using electrocoagulation technique. In: *The Malaysian Journal of Analytical Sciences*, 2007, vol.11, no.1, p.198-205.
9. PERKOWSKI, J., LECH KOS. Decolouration of Model Dye house Wastewater with Advanced Oxidation Processes. In: *FIBRES & TEXTILES in Eastern Europe*, 2003, no.3(42), vol.11.
10. SUDARJANTO, G., KELLER-LEHMANN, B., KELLER, J. Photooxidation of a reactive azo-dye from the textile industry using UV/H₂O₂ technology > process optimization and kinetics. In: *Journal of Wastewater Environment Technoloz.*, 2005, vol.3, no.1, p.1-7.
11. WIKTOROWSKI, S., DEBICKA, A. Investigation on dyes oxidation by Fenton's reagent in aqueous medium. In: *Annales Universitatis Maria Curie-Skladowskaia (Kalublin-Polonia)*, vol.5, 2004.
12. CARNEIRO, P., FUGIVARA, C., NOGUEIRA, R., ZANONI, M. A Comparative Study on Chemical and Electrochemical Degradation of Reactive Blue 4 Dye. In: *Portugalete Electrochemical Act*, 2003, no.21, p.49-67.
13. RADULESCU, C., IONITA, I., MOATER, I., STIHI, C. Decolourization of textile wastewater containing green cationic dye by AOPs. In: *Ovidius University Annals of Chemistry*, 2009, vol.20, no.1, p.66-71.
14. BEN MANSOUR, L., KOLSI, K., KSENTINI, I. Influence of current density on oxygen transfer in an electro flotation cell. In: *Journal Applicate Electrochemist*, 2007, no.37, p.887-892.
15. ЛУРЬЕ, Л. *Унифицированные методы анализа вод*. Москва, 1968.

Prezentat la 09.11.2016