

**Descriere:**

Invenția se referă la procedeele electrochimice de obținere a coagulanților pentru tratarea apei și poate fi utilizată la purificarea apelor reziduale, ce conțin emulsii stabile de grăsimi de la întreprinderile de prelucrare a cărnii, precum și la tratarea apelor ce conțin emulsii de uleiuri și produse petroliere, coloranți și alte substanțe de natură organică.

Este cunoscut procedeul electrochimic de obținere a coagulanților întrebuințați pentru purificarea emulsiilor stabile de apă și sau ulei [1], care constă în dizolvarea anodică a aluminiului metalic, formând acvacomplexuri de diferită structură cu proprietăți coagulative și coalescente, fapt care contribuie la îmbunătățirea calității purificării apelor reziduale.

Cel mai apropiat, în aspect tehnic și conform rezultatului obținut, este procedeul de obținere a coagulanților aluminați, care include dizolvarea anodică a aluminiului metalic într-un curent de clorură de sodiu, introducând agenți de opalescență [2]. În rezultat se formează oxiclorigura de aluminiu, care servește ca coagulant în procesele de purificare a apelor. În acest caz în calitate de agent de opalescență, pentru condensarea produselor de hidroliză, se folosesc argilele bentonite, care, datorită densității ridicate, măresc greutatea fulgilor suspensiilor coagulate, măresc dimensiunea lor hidroalică și caracteristicile sedimentaționale.

Totodată, procesul de obținere a coagulantului, conform procedeului cunoscut, indiferent de prezența în soluție a ionilor de clor în calitate de activanți ai electrolizei, este insuficient de eficient, deoarece este permanent însoțit de pasivarea suprafeței anozilor de aluminiu și de formarea unei pelicule de tritus greu de înlăturat. Aceasta duce la creșterea consumului energiei electrice în procesul electrolizei și, în consecință, întrerupe dizolvarea anodică a aluminiului. În afară de aceasta, densitatea ridicată a agenților de opalescență folosiți înrăutățește posibilitatea utilizării lor în calitate de floatoagenți în procesul purificării apelor reziduale de grăsimi emulgate, uleiuri și produse petroliere.

Esența invenției constă în aceea că procesul de obținere electrochimică a coagulantului aluminat se efectuează prin dizolvarea anodică a aluminiului metalic într-un curent de electrolit de clorură de sodiu, introducând agent de opalescență, în calitate de astfel de agent fiind întrebuințate deșeurile dispersate tumefiate ale industriei cheramzitului (DDTIC) cu dispersitatea particulelor de 10-500 μm. Procesul se efectuează într-un electrolizor cu catod poros rotativ și anod solubil din pilitură de aluminiu, în spațiul interelectrodic al căruia, în regimul de hidropulsare a curentului efectuat cu frecvența de 0,5-2 s<sup>-1</sup>, se introduce suspensia agentului de opalescență cu concentrația de 10-30 g/l de soluție de clorură de sodiu, și procesul se înfăptuiește cu densitatea curentului anodic de 30-50 A/dm<sup>3</sup>. În acest caz, în calitate de electrolit se folosește eluatul de clorură de sodiu cu concentrația de 5-8% în urma proceselor de regenerare a rășinilor schimbătoare de ioni în cadrul dedurizării apei prin metoda Na-cationării. În calitate de anod solubil de aluminiu se folosește pilitură presată, ea fiind din deșeurile proceselor de prelucrare a metalelor cu un coeficient de volum al presării lor de 0,85-0,95.

Rezultatul tehnic constă în majorarea eficacității procesului de obținere și îmbunătățirea calității coagulantului aluminat, întrebuințat la epurarea apelor reziduale, ce conțin emulsii stabile de grăsimi și uleiuri.

Deșeurile procedurii cheramzitului (DDTIC) sunt produsul neutilizabil în procesele de distrugere a suprafeței granulelor de cheramzit la prăjirea în cuptoarele rotative. Totodată, macro- și microporozitatea particulelor tumefiate ale cheramzitului se formează conform tehnologiei de producere pe baza adăugării produselor petroliere, a păcurii în materia argiloasă și prăjirii izotermice, efectuate la t=1100-1500°C. Ca rezultat are loc arderea substanțelor de natură organică și tumefierea masei ceramice.

Dimensiunile particulelor de DDTIC pentru obținerea coagulantului trebuie să fie în limitele 10-500 μm. În cazul dimensiunilor mai mari de 500 μm introducerea lor în spațiul interelectrodic duce la creșterea rezistenței electrice a sistemului și drept urmare, la consum de energie electrică. Folosirea particulelor cu dimensiuni mai mici de 10 μm este irațională, deoarece ele dispun de micro- și macroporozitate scăzută, au greutatea specifică ridicată, micșorând astfel proprietățile flotatoare.

Soluția de clorură de sodiu, ca deșeu al proceselor de regenerare a ionizilor la dedurizarea apei prin metoda schimbului de ioni, asigură îmbunătățirea indicilor electrolizei pe baza activării procesului anodic de dizolvare a aluminiului metalic de către ionii de clor. Utilizarea lui ieftinește procesul și contribuie la îmbunătățirea calității coagulantului, datorită prezenței concentrațiilor ridicate de ioni Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup> și hidrocarbați ai lor.

Efectuarea procesului de electroliză la acțiunea abraziv-mecanică asupra suprafeței anodului solubil de aluminiu, întrebuințând catodul rotativ, confecționat din material poros abraziv, cu o frecvență de rotație de 100-300 rot./min., asigură nu numai activarea suplimentară a suprafeței anodice, dar și micșorarea până la minimum a distanței dintre electrozi. Aceasta micșorează rezistența electrică în spațiul interelectrodic, adică micșorează consumul de energie electrică în procesul obținerii coagulantului aluminat prin procedeul electrochimic. Totodată, în condițiile rotirii catodului și apariției forțelor centrifuge apare posibilitatea îmbunătățirii caracteristicilor de înlăturare rapidă (evacuare) a produselor electrolizei din interferul electrodic și, corespunzător, stabilizarea acestui proces.

Catodul poros-abraziv se confecționează sau pe calea metalizării chimice a discurilor abrazive standarde prin metoda nichelării sau cuprării chimice, activând în prealabil suprafețele, conform tehnologiilor cunoscute, sau pe calea presării particulelor abrazive cu dispersitatea granulelor formate de 550-750 μm împreună cu praf de cupru sau grafit, pentru asigurarea conductibilității electrice a catodului. Ca liant poate servi rășina fenolformaldehidică sau alte rășini rezistente la acțiunea apei, care polimerizează la temperaturi optime pentru fiecare din componente.

Amplasarea uniformă a particulelor abrazive pe suprafața catodică și rotirea acestuia duce la înlăturarea continuă a șlamului anodic de pe suprafața solubilă a anodului și asigură continuitatea electrolizei în regim activat.

Introducerea deșeurii producerii cheramzitului în compoziția suspensiei, introduse în electrolizor, joacă un rol dublu. Pe de o parte, aceste particule dispun de o acțiune abraziv-activatoare suplimentară asupra suprafeței anodului solubil, îmbunătățind caracteristicile volt-amperice ale procesului de electroliză. Pe de altă parte, ele îmbunătățesc caracteristicile hidrodinamice la evacuarea produselor de electroliză (particule insolubile de oxiclorigura sau hidroxid de aluminiu, gaze de electroliză etc.) din interferul electrodic. Important este faptul că, datorită macro- și microporozității particulelor introduse, are loc adsorbția și absorbția gazelor de electroliză (hidrogen), care inevitabil se formează pe suprafața catodului. Aceasta intensifică acțiunea de flotare a agentului de opalescență introdus nu numai din cauza greutateii specifice scăzute a particulelor lui, dar și din cauza absorbției în volumul acestor particule a hidrogenului degajat în urma electrolizei și se acumulează în micro- și macroporii și pe suprafața particulelor datorită adsorbției și a forțelor electrostatice, ceea ce este foarte important în procesul purificării apelor reziduale prin metoda flotocoagulării.

Întrebuințarea în calitate de anodi solubili a deșeurilor presate de pilitură de aluminiu de la procesele de prelucrare a metalelor reduce considerabil costul coagulantului obținut. Este mai rațională folosirea deșeurilor în formă de strunjitură în urma prelucrării de

la freză sau strungărie, deoarece astfel de deșeuri la presare se formează o masă compactă de metal cu un coeficient de volum al presării de aproximativ 0,85-0,95. Micșorarea coeficientului de volum al presării sub valoarea de 0,85 duce la majorarea porilor și golurilor în volumul anodului, unde pot fi acumulate atât produsele electrolizei, cât și ale suspensiei inițiale. Aceasta, la rândul său micșorează mărimea funcțională a suprafeței anodului și, corespunzător, eficacitatea procesului electrochimic de obținere a coagulantului. Creșterea valorii coeficientului de presare mai sus de 0,95 este irațională, deoarece, pe de o parte, stimulează diferite dificultăți tehnice de obținere a densității înalte de presare, care necesită presiuni ridicate, iar pe de altă parte, este suficientă pentru decurgerea procesului stabil de dizolvare anodică a aluminiului cu un randament mare de curent și nu contribuie la schimbarea caracteristicilor volt-amperice ale procesului în comparație cu suprafața netedă a anodului. Hidropulsarea curentului de suspensie prelucrată exclude formarea zonelor stagnante în microrugozitățile electrozilor (anodului și catodului) în spațiul interelectrodic și contribuie la înlăturarea mai intensă atât a produselor gazoase de electroliză, cât și a componentelor suspensiei. Aceasta se datorează posibilității schimbului alternativ al presiunii din contul pulsației, fapt care în cele din urmă favorizează procesul de electroliză și micșorării cheltuielilor de energie. Totodată, hidropulsarea poate fi asigurată atât cu ajutorul pompelor-doctor cu șnecuri standarde de tip (HÄ), cât și cu ajutorul unor dispozitive speciale, care asigură reglarea frecvenței de pulsare a lichidului în limite prestabilite.

Valoarea frecvenței de pulsare, care constituie  $0,5-2 \text{ s}^{-1}$ , este optimă, deoarece se corelează cu viteza reală a curentului de lichid în spațiul interelectrodic pentru a asigura schimbul lui în volumul acestui spațiu în decursul unui ciclu de pulsare. La micșorarea frecvenței de pulsare mai jos de valoarea  $0,5 \text{ s}^{-1}$  crește probabilitatea de acoperire a electrozilor cu șlam, ceea ce duce la creșterea rezistenței electrice în circuit și, corespunzător, la cheltuieli mari de energie. Schimbarea frecvenței de pulsare mai sus de valoarea  $2 \text{ s}^{-1}$  este irațională, deoarece în aceste condiții nu se asigură schimbul de lichid în spațiul interelectrodic.

În rezultatul procesului electrochimic de obținere a coagulantului în condițiile indicate se formează suspensia de oxiclură de aluminiu cu formula generală  $\text{Al}_2(\text{OH})_n\text{Cl}_{6-n}$ . Partea de masă a grupelor hidroxil din suma tuturor anionilor din structura moleculei coagulantului se află în intervalul 30-70%. Concentrația deșeurilor dispersate de cheramzit se află în limitele de 10-30 g/l, pentru ca în rezultatul electrolizei să obținem suspensie cu raportul concentrațiilor de oxiclură de aluminiu și agent de opalescență de (2-5):10, caracteristic pentru coagulanții de așa natură.

Acțiunea coagulativă a oxiclurii de aluminiu se bazează pe procesele politreptate de hidroliză a ionilor săi și pe formarea structurilor coloidale polinucleare cu diferită compoziție, care dispun de sarcină și, ca urmare, de capacități coagulative și coalescente. Introducerea opalescențelor artificiali, rolul cărora îl îndeplinesc deșeurile dispersate ale producției cheramzitului, particulele cărora joacă rolul de centre adăugătoare de condensare, și ale produselor de hidroliză, favorizează accelerarea coagulării impurităților la purificarea apelor reziduale. Totodată, în comparație cu agenții de opalescență cunoscuți, care au funcția de a mări greutatea particulelor suspendate, compoziția propusă a opalescentului în formă de DDTIC, care dispune de micro- și macroporozitate, de rând cu capacitatea indicată de condensare a produselor de hidroliză și intensificarea acțiunii de coagulare și floclulare a polielectrolitelor, asigură de asemenea îmbunătățirea caracteristicilor de floatoagent în procesele de purificare a apelor reziduale de grăsimi emulgate, uleiuri și produse petroliere.

O proprietate deosebită a procesului de electroliză este posibilitatea realizării lui la valori destul de ridicate ale densității curentului anodic ( $30-50 \text{ A/dm}^2$ ) și utilizarea în calitate de electrolit a soluției sării de bucătărie în formă de deșeu după procesele de Na-cationare. În aceste condiții în componența coagulantului obținut parțial are loc formarea clorului activ în formă de hipoclorură de sodiu ( $\text{NaOCl}$ ), care dispune de proprietăți cunoscute bactericide. La introducerea unui astfel de coagulant electrogenerat în procesele purificării apelor reziduale de grăsimi, uleiuri emulgate, pentru care este caracteristică dezvoltarea microflorei patogene, putrefacția, depunerea bacterială, care provoacă miros neplăcut, concomitent se asigură reprimarea dezvoltării și moartea bacteriilor de putrefacție.

Un factor important al utilizării coagulantului obținut pe această cale este posibilitatea folosirii lui nemijlocit după electrogenerare. Totodată, se manifestă câteva proprietăți pozitive când oxiclura de aluminiu obținută este în stare activă, fără a ajunge la faza de "îmbătrânire", favorizând îmbunătățirea caracteristicilor de coagulare. Particulele de opalescent sunt suprasaturate cu hidrogen gazos, ceea ce asigură îmbunătățirea suplimentară a proprietăților de flotare, iar formarea hipoclorurii de sodiu în procesul de electroliză permite obținerea efectului bactericid la purificarea apelor reziduale, ce conțin grăsimi, uleiuri emulgate. Totalitatea acestor proprietăți face posibilă utilizarea lui și în alte scopuri, cum ar fi purificarea apelor reziduale, ce conțin coloranți și alte substanțe de origine organică. Instalațiile industriale pentru regenerarea coagulantului, conform procedurii propus se pot include simplu atât în instalațiile de purificare în funcțiune, cât și în cele pe cale de proiectare.

În așa mod ridicarea eficacității procesului de obținere a coagulantului aluminat prin procedeu electrochimic se asigură datorită următorilor factori:

- îmbunătățirea condițiilor de dizolvare anodică a aluminiului metalic, înfăptuită pe calea înlăturării pasivării și șlamului de pe suprafața electrodului, caracteristică pentru astfel de procese. În afară de aceasta, condițiile de activare a suprafeței electrodice se asigură la utilizarea soluției de clorură de sodiu ca electrolit, în urma regenerării Na-cationilor. Concomitent, la introducerea suspensiei particulelor solide dispersate ale deșeurilor producerii cheramzitului cu proprietăți abrazive asigură, de asemenea activarea suprafeței, reduce consumul de energie electrică și majorează stabilitatea decurgerii procesului de obținere electrochimică a coagulantului;

- îmbunătățirea condițiilor hidrodinamice, mai întâi de toate, pe baza hidropulsării curentului de suspensie prin interferul electrodic, precum și datorită forțelor centrifuge, care apar la rotirea catodului abraziv.

Îmbunătățirea caracteristicilor calitative ale coagulantului electrogenerat prin procedeu propus este legată de:

- ridicarea activității coagulative asigurate pe baza obținerii și utilizării rapide în componența instalațiilor de purificare, astfel fiind excluse procesele de "îmbătrânire" a oxiclurii de aluminiu, care se răsfrâng asupra proprietăților acestui coagulant;

- caracteristicile îmbunătățite ale opalescentului particulelor DDTIC, ce se manifestă nu numai în procesele de inițiere a proceselor de coagulare pe suprafața lor, dar și datorită densității specifice de volum scăzute, în comparație cu alți agenți de opalescență cunoscuți, și din cauza posibilității saturării lor cu gaze în procesul electrolizei, ceea ce dă un efect înalt de flotare în procesul purificării apelor reziduale;

- conținutul suplimentar al componentului bactericid în formă de hipoclorură de sodiu, care se formează în procesul electrolizei soluției de clorură de sodiu, realizate la densități suficient de înalte ale curentului.

Totalitatea proprietăților pozitive ale coagulantului aluminat obținut, conform procedurii propus, asigură caracteristici îmbunătățite ale proceselor de purificare a apelor reziduale, precum și ieftinirea consumului de exploatare pe baza utilizării

deșeurilor de producție, considerate neutilizabile, scăderea suprafeței de producere pe baza excluderii secției de preparare a agenților, posibilitatea creării instalațiilor compacte automatizate de tratare a apelor reziduale.

Exemplu. Obținerea coagulantului se efectuează în electrolizorul cu catod abraziv rotitor, iar în calitate de anod se utilizează deșeuri presate de pilitură de aluminiu cu coeficientul de volum al presării lor de 0,9 și suprafața funcțională de 1 dm<sup>3</sup>. Debitarea suspensiei formate din DDTIC, cu gradul lor de dispersitate de până la 500 μm, în soluția de clorură de sodiu, se efectuează cu ajutorul pompei-dozator cu piston prin orificiul central în anod ascendent spre planul catodului rotitor (frecvența de rotație 100-300 rot./min.), unde se repartizează uniform în interferul electrodic și se evacuează din el sub acțiunea presiunii exercitate de forțele centrifuge la rotație. Viteza de debitare a suspensiei constituie 5 l/h, iar frecvența hidropulsării se asigură în intervalul de 0,5-2 s<sup>-1</sup>. În procesul electrolizei densitatea curentului anodic s-a reglat în limitele 30-50 A/dm<sup>2</sup>. Concentrația inițială a grăsimilor emulgate în apa reziduală a constituit 235 mg/l.

Consumul specific de energie electrică la efectuarea procesului de electrogenerare a coagulantului s-a calculat pe baza caracteristicilor volt-amperice și cantității de ioni Al<sup>3+</sup> dizolvați în procesul electrolizei.

Pentru aprecierea parametrilor de purificare a mediului acvadispers în condiții comparabile, se pregătește soluție de lucru a coagulantului obținut prin intermediul dozării lui în apele reziduale, supuse epurării, cu concentrația sumară a oxiclurii de aluminiu și agentului de opalescență egală cu 50 mg/l.

Totodată, viteza de limpezire prin filtrare și purificare a apei s-a efectuat prin metoda flotării sub presiune.

Analiza chimică a conținutului inițial și final al grăsimilor s-a efectuat prin extracție după metodă standard. S-au considerat suficiente rezultatele experimentale cu gradul de purificare mai mic de valorile normelor admisibile pentru grăsimi, care constituie ≤20 mg/l.

Pentru comparare concomitent s-au studiat procesele de obținere a coagulantului, conform condițiilor prototipului, care s-au efectuat într-un electrolizor cu electrozi plăți în curent de soluție NaCl, introducând ulterior agentul de opalescență - bentonită de concentrație prestabilită.

Rezultatele experimentale sunt expuse în tabelă.

Nr crt.	Parametrii procesului			Parametrii eficacității procesului		Parametrii purificării mediilor acvatice disperse	
	Concentr. DDTIC, g/l	Frecvența hidropulsării suspensiei, s <sup>-1</sup>	Densitatea anodică de curent, A/dm <sup>2</sup>	Consum specific de energie electrică, kW/kg, la electrogenerarea ionilor Al <sup>3+</sup> în coagul.	Conținutul oxiclururării de aluminiu recalculat pentru ioni Al <sup>3+</sup> , mg/l	Viteza de limpezire prin flotare, min.	Concentrația remanentă a impurităților de grăsimi în apa epurată, mg/l
1.	etonită 30	conform -	con condițiilor 1	prototipului 52,3			
2.	5	2	30	45,5	0,920	13,1	42
3.	10	1	40	35,7	1720	6,8	21
4.	30	2	50	30,62	2660	6,3	17,3
5.	40	2	30	31,25	3760	7,2	17,4
6.	20	0,3	30	39,2	1740	7,3	20,2
7.	20	3	50	34,8	1700	6,4	17,3
8.	20	1	20	39,3	3320	7,8	17,9
9.	20	1	60	41,2	1160	6,4	17,3
10.	20	1	40	31,3	3740	6,3	17,8

După cum demonstrează rezultatele cercetărilor, parametrii eficacității procesului și a gradului de purificare a mediului acvadispers, conform procedurii propuse, depășesc valorile lor, conform procedurii cunoscute.

Condițiile alese de efectuare a procesului de epurare sunt optime, fiindcă micșorarea concentrației DDTIC în suspensia inițială mai puțin de valoarea 10 g/l este irațională, deoarece nu asigură atingerea gradului de limpezire a apei purificate, iar mărirea concentrației mai mult de 30 g/l este irațională, deoarece nu influențează asupra parametrilor de eficacitate a procesului și asupra gradului de epurare a apei. În ceea ce privește influența frecvenței hidropulsării suspensiei, micșorarea ei se reflectă, mai întâi de toate, asupra conținutului oxiclururii de aluminiu în coagulantul obținut și asupra consumului suplimentar de energie electrică, ca urmare a îndepărtării insuficiente a șlamului din interferul electrodic.

Valoarea maximală pentru frecvența de hidropulsare 2 s<sup>-1</sup> este suficientă. Mărirea ulterioară a acestei valori nu influențează considerabil asupra procesului de electrogenerare a coagulantului și asupra gradului de epurare a apei.

În mod analogic influențează și schimbarea densității curentului anodic: micșorarea lui mai puțin de 30 A/dm<sup>2</sup> duce la scăderea conținutului de oxiclurură de aluminiu în componența coagulantului și creșterea în general a consumului de energie electrică, ceea ce micșorează eficacitatea efectuării procesului de obținere a coagulantului; majorarea acestei valori mai mult de 50 A/dm<sup>2</sup> este irațională, deoarece apare un consum suplimentar de energie pentru procesul secundar - încălzirea jouliană a mediului prelucrat.

Astfel, condițiile propuse de obținere pe cale electrochimică a coagulantului aluminat contribuie la realizarea scopului propus - ridicarea eficacității decurgerii procesului și îmbunătățirea calității coagulantului la epurarea prin coagulare și flotare a apelor reziduale de grăsimi și uleiuri emulgate.