

Descriere:

Invenția se referă la un procedeu și instalația aferentă destinată epurării apelor reziduale intens colorate și impurificate cu substanțe organice greu biodegradabile.

Procedeu și instalația propusă pot fi utilizate în procesele de denocirizare selectivă a poluanților cu toxicitate sporită din apele reziduale policomponente provenite din diverse ramuri ale industriei (chimică, farmaceutică, de fabricare a coloranților etc.).

Sunt cunoscute diferite procedee de epurare a apelor reziduale, ce includ procese de destrucție electrochimică a substanțelor organice greu biodegradabile [1].

Acestea presupun acțiunea electrochimică asupra substanțelor organice, în special asupra coloranților, însă nu sunt suficient de eficiente în cazul substanțelor cu structură moleculară stabilă și concentrație ridicată. În afară de aceasta, în cazul aplicării acestor procedee, ca rezultat al destrucției parțiale, apare o gamă complexă de produși intermediari care necesită o tratare suplimentară.

Cel mai apropiat procedeu ca soluție tehnică și rezultat obținut este procedeu electrochimic de tratare în strat pseudofluidizat a apelor reziduale impurificate cu substanțe organice [2]. Aceasta se realizează prin introducerea unor particule disperse, conductoare de curent (grafit sau particule metalizate) în apa supusă epurării și fluidizarea lor în condiții hidrodinamice. Eficiența procedurii în raport cu gradul și nivelul destrucției electrochimice a moleculelor organice este redusă, deoarece particulele conductoare de curent, dispersate în volumul de apă supus epurării, sunt împrăștiate și eliminate odată cu apele prelucrate din spațiul interelectroodic.

Problema tehnică pe care o rezolvă prezenta invenție constă în mărirea gradului de epurare a apelor reziduale cu conținut de substanțe organice.

Esența invenției constă în aceea că se propune un procedeu de epurare a apelor reziduale impurificate cu substanțe organice greu biodegradabile, ce include prelucrarea lor electrochimică într-un strat pseudofluidizat, iar procesul de epurare se realizează prin alimentarea în flux a apei uzate cu un debit specific de 0,1- 0,5 m³/ h dm², și fluidizarea magnetică a unor particule din material feromagnetic moale într-un câmp electromagnetic rotitor în condițiile acțiunii simultane a barbotării de aer și a descărcărilor electrice apărute la aplicarea între electrozi a unei tensiuni electrice sub formă de trenuri de impulsuri unipolare separate prin intervale de relaxare de 80-100 ms, având frecvența de 40-50 Hz și amplitudinea de 50-80 V.

Instalația pentru epurarea apelor reziduale impurificate cu substanțe organice greu biodegradabile este formată dintr-un electrolizor în care între catod și anod sunt amplasate particule feromagnetice acoperite cu oxid de vanadiu care pot fi fluidizate magnetic prin amplasarea electrolizorului într-un inductor exterior de câmp magnetic conectat la o sursă de curent alternativ. Electrolizorul este prevăzut cu un racord tangențial de alimentare a apei reziduale și un racord coaxial de evacuare a apei epurate. Distanța interelectroodică este cuprinsă între 20-60 mm, iar particulele feromagnetice de formă cilindrică sunt confecționate din sârmă de oțel cu diametrul de 1,5-2,5 mm și lungimea cuprinsă între 1/2 - 2/3 din distanța interelectroodică.

Rezultatul tehnic constă în intensificarea transferului de masă și a destrucției substanțelor organice greu biodegradabile prin transformarea lor în compuși cu structură mai simplă sau cu toxicitate mai redusă, care pot fi degradați ulterior prin procedee convenționale de epurare.

Rezultatul tehnic al invenției se obține prin acțiunea simultană a următorilor factori:

1. Oxidarea electrochimică realizată la interfața electrod-electrolit;
2. Oxidarea chimică realizată pe baza oxigenului din aerul barbotat, precum și pe baza ozonului creat în condițiile descărcărilor electrice prin scânteie;
3. Transformările electrocatalitice realizate pe suprafața particulelor feromagnetice, polarizate în câmp electric;
4. Prezența câmpului electromagnetic alternativ.

Se poate considera că destrucția moleculelor organice se realizează atât pe baza reacțiilor de oxidare, controlate de cinetica proceselor de electrod, precum și pe baza oxigenului activ care se formează în timpul electrolizei apei. Aceste procese sunt influențate de variația pH-ului din apropierea electrodului - acidularea spațiului din apropierea anodului și alcalinizarea stratului din apropierea catodului - fapt care impune alegerea adecvată a materialului electroodic. Astfel, pentru anod se poate folosi titan acoperit cu oxizi de ruteniu, iar pentru catod se poate întrebuiți oțel inoxidabil diamagnetic. De asemenea, atât pentru anod cât și pentru catod se poate folosi titan neacoperit, deoarece datorită acțiunii permanente a particulelor fluidizate asupra suprafeței lui, stratul de oxid izolator se înlătură și procesul poate decurge în regim activ cu caracteristici voltampermetrice și stabile în timp. Suprafața electrozilor se mărește considerabil ca urmare a fluidizării magnetice a particulelor cilindrice feromagnetice, care ocupă spațiul interelectroodic. Astfel, aceste particule funcționează ca electrozi bipolari, datorită gradientului de câmp electric creat, ceea ce conduce la o intensificare a proceselor de destrucție epurativă. În cazul structurii temporare a electrozilor, prin intermediul particulelor în stare fluidizată, în zona lor de contact se produc descărcări electrice cu formare de plasmă (mai ales în regiunea catodului). Acest proces depinde de natura descărcării electrice, precum și de faptul că hidrogenul degajat prin electroliză conduce la microexplozii, care determină apariția în microvolum de lichid a unor unde electrohidraulice.

Oxigenul din aerul barbotat este un oxidant suplimentar al poluanților din apa prelucrată. În condițiile descărcării electrice oxigenul se poate oxida până la ozon, care la rândul său mărește performanțele destructive ale procesului.

Procesele de cataliză eterogenă facilitează procesul global de destrucție a compușilor organici, datorită depunerii unui catalizator de dehidrogenare (oxid de vanadiu III), pe suprafața particulelor feromagnetice cilindrice.

Ansamblul tuturor acestor procese asigură epurarea avansată a apelor reziduale impurificate cu substanțe organice greu biodegradabile prin destrucția totală sau parțială, până la compuși simpli ca CO₂, N₂, H₂O sau intermediari netoxici, care se îndepărtează cu ușurință prin procese convenționale de epurare.

Instalația aferentă a procedurii propus de epurare a apelor reziduale presupune (fig.1) trecerea acestora cu un debit specific cuprins între 0,1- 0,5 m³/h dm² printr-un spațiu interelectroodic 1, creat între catodul 2 și anodul 3 în care sunt amplasate particule cilindrice feromagnetice 4. Concomitent, pe partea inferioară se barbotează aer, iar întreg sistemul electroodic este amplasat în inductorul 5. Prin conectarea acestuia la sursa de curent alternativ se creează un câmp magnetic rotitor care realizează fluidizarea particulelor feromagnetice și distribuția acestora în spațiul interelectroodic.

În aceste condiții, la contactul dintre particule și suprafața electrozilor, polarizați prin intermediul sursei de tensiune 6, se creează o mulțime de circuite electrice temporare, însoțite de descărcări electrice. Apa prelucrată se elimină prin conducta tubulară 7, amplasată coaxial, iar gazele rezultate în urma prelucrării se elimină prin sistemul de ventilație 8.

În calitate de particule feromagnetice se pot folosi bucăți de sârmă de oțel cu diametrul cuprins între 1,5 - 2,5 mm și lungimea de 10 - 40 mm. Aceste dimensiuni asigură raportul optim dintre lungimea și diametrul particulelor, pentru care se realizează cea mai intensă fluidizare magnetică.

Alimentarea cu energie electrică se face cu curent electric unipolar sub formă de trenuri de impulsuri (fig. 2), care s-a impus față de alimentarea cu curent continuu pe de o parte ca urmare a inerției procesului de destrucție, având o frecvență de 45 - 50 Hz față de curentul continuu, iar pe de altă parte din rațiuni de diminuare a consumurilor energetice. Caracteristicile optime pentru curentul electric unipolar al trenurilor de impulsuri separate prin intervale de relaxare cu durata de 80 - 100 ms sunt: amplitudinea de 50 - 80 V și frecvența de 45 - 50 Hz.

În tabelul de mai jos se prezintă un exemplu de realizare a invenției cu prezentarea comparativă a performanțelor procedurii propus și a celui prezentat în cel mai apropiat analog la prelucrarea unor ape reziduale cu următoarea compoziție:

dimetil tereftalat - 20 mg/l;

fenol - 20 mg/l.

Parametrii procesului		Compoziția apei după prelucrare (mg/l)	
realizat		dimetil tereftalat fenol	
1. distanța interelectrodică	60mm	0,4	0,31
2. raportul lungime/particulă fluidizată/distanța electrodică	1/2		
3. diametrul particulei fluidizate	1,5 mm		
4. frecvența tensiunii unipolare	50Hz		
5. amplitudinea tensiunii unipolare	50v		
6. timpul dintre două trenuri de impulsuri succesive	100 ms		
7. raportul volum aer barbotat/ volum interelectrodic	0,005m ³ /l		
8. raportul debit volumic de apă reziduală /suprafața electrozilor	0,1 m ³ / h dm ²		
Descris în cel mai apropiat analog	12,2		14,1