

Invenția se referă la un procedeu de obținere a dioxidului de titan nanodispers, care poate fi utilizat în calitate de pigment în materialele de lacuri și vopsele, precum și în calitate de catalizator în diverse domenii ale industriei.

Este cunoscut procedeu de obținere a dioxidului de titan, care include prelucrarea oxidului de titan prin încălzirea acestuia sau descompunerea oxisulfatului de titan în mediu acvatic cu separarea lui în formă de praf [1]. Însă acest proces nu poate fi reglat, ca rezultat formându-se prafuri cu cristale mari, structura cristalină a cărora este foarte diferită, predominând structura rutil, care este insuficient de eficientă în calitate de catalizator pentru adsorbția razelor ultraviolete și formarea radicalilor activi pentru destrucția fotocatalitică a moleculelor organice complexe în mediul acvatic pentru epurarea acestuia.

Cea mai apropiată soluție este procedeu de obținere a dioxidului de titan, care include arderea la temperaturi joase a tetraclorurii de titan rafinate [2]. Procesul are loc în prezența catalizatorului la faza de aburi, ceea ce nu asigură, însă, o epurare suficientă și proprietățile necesare produsului finit pentru procesele catalitice, deoarece are loc formarea unui amestec cu diferite structuri ale rețelei cristaline – rutil și anatază, și diferite dimensiuni ale particulelor – de la 5 până la 10 nm, ceea ce este rezultatul imposibilității de reglare a procesului de cristalizare.

Problema pe care o rezolvă prezenta invenție constă în majorarea calității dioxidului de titan nanodispers, care se obține datorită reglării gradului de dispersie a particulelor acestuia cu formarea în principal a structurii anatază și a produsului de înaltă calitate pentru majorarea eficacității proceselor fotocatalitice de epurare și denocivizare a apelor naturale și reziduale, ce conțin poluanți organici greu degradabili și substanțe nocive.

Esența invenției constă în aceea că procedeu de obținere a dioxidului de titan nanodispers include tratarea soluției apoase de 20...50% de tetraclorură de titan cu amoniac, extruziunea soluției complexului obținut printr-un sistem de microorificii cu întreruperea jetului într-un agent frigorific lichid cu formarea particulelor sferice de complex criohidrat cu conținut de titan, pseudofluidizarea ulterioară a particulelor suprarăcite și descompunerea hidrolitică, cu formarea particulelor de dioxid de titan, într-un flux de aer încălzit până la temperatura de 200...500°C.

Totodată, în calitate de agent frigorific lichid se utilizează azotul lichefiat.

Rezultatul prezentei invenții constă în posibilitatea reglării gradului de dispersie a particulelor și puritatea înaltă a produsului finit, ceea ce asigură majorarea calității dioxidului de titan nanodispers cu formarea structurii cristaline anatază. În condițiile propuse în procesul de înghețare expres a soluției apoase a complexului amoniac (IV) valent de clorură de titan cu compoziție eutectică are loc cristalizarea concomitentă a sării solubile și a gheții, care reprezintă o compoziție mecanică cu formarea particulelor sferice solide de criohidrat al acestei sări. Apoi, în procesul de sublimare a complexului criohidratat cu conținut de titan, realizat în condiții de încălzire la temperatura de 200...500°C și pseudofluidizare a particulelor de criohidrat are loc concomitent descompunerea hidrolitică și oxidarea la temperaturi joase, precum și condensarea cu degajarea cu ajutorul vidului a produselor evaporării. Dioxidul de titan înalt dispers format posedă nanodimensiuni, suprafață specifică înaltă și proprietăți îmbunătățite în calitate de fotocatalizator, care asigură o eficacitate mare în procesele de epurare și denocivizare fotocatalitică a apelor naturale și reziduale, ce conțin poluanți organici greu degradabili și substanțe nocive.

Complexul amoniac (IV) valent de clorură de titan conform formulei  $TiCl_4 \cdot nNH_3$  este produsul interacțiunii tetraclorurii de titan cu amoniacul gazos.

Sistemul de orificii poate fi executat, de exemplu, dintr-un set de ace de străpungere de la seringile medicale cu orificiul având mărimea diametrului dată, fixate pe un dispozitiv cu piston pentru extruziunea prin ele a soluției complexului amoniac (IV) valent de clorură de titan de concentrația dată. Întreruperea jetului poate fi realizată la rotirea orizontală a unui dispozitiv de sârmă, datorită căruia anumite picături de lichid, nimerind în lichidul suprarăcit, de exemplu, în azot lichid, îngheață practic momentan în formă de sfere de același diametru și se lasă la fundul vasului Diuar, acumulându-se acolo. Conținutul complexului de titan în fiecare dintre aceste sfere depinde de concentrația inițială.

Apoi, pe măsura acumulării particulelor înghețate, acestea sunt încărcate în soba, încălzită până la 200...500°C și dotată cu un sistem de recirculare a aerului cu filtru de epurare avansată. La admisia aerului înfierbântat are loc pseudofluidizarea încărcăturii, descompunerea hidrolitică a criohidratului complexului amoniac (IV) valent de clorură de titan, sublimarea expresă și procesul de oxidare la temperaturi joase, ca rezultat formându-se particule de dioxid de titan  $TiO_2$  de aceleași dimensiuni, mărimea cărora depinde de concentrația inițială. Limitele concentrației inițiale a  $TiCl_4 \cdot nNH_3$  asigură formarea particulelor de  $TiO_2$  în limitele de la 5 până la 20...25 nm, cristalizându-se în special în formă de anatază, care în comparație cu alte forme de cristalizare (rutil și bruchit), datorită nanodispersiei și respectiv suprafeței specifice înalte, posedă activitate fotocatalitică înaltă.

Produsele reacției sub formă de gaze sunt scoase prin sistemul de ventilare, iar filtrul de epurare adâncă nu permite scoaterea particulelor din sobă, acestea fiind apoi descărcate pentru a fi utilizate în procesele de fotocataliză.

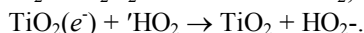
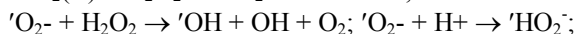
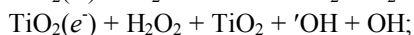
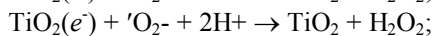
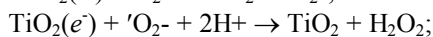
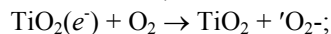
Dioxidul de titan cristalizat cu structură anatază se caracterizează prin structură tetragonală, în care fiecare atom de titan are formă de octaedru deformat cu dimensiunile rețelei cristaline  $a = 3,73 \text{ \AA}$ ,  $b = 9,37 \text{ \AA}$ ,  $c = 1,95 \text{ \AA}$ .

Activitatea fotocatalitică a  $TiO_2$  este descrisă în baza structurii nivelelor electronice ale acestei legături. Orbitalele electronice ale Ti ocupă nivelele  $4s^2 3d^2$ , iar pentru oxigen (O)  $2s^2$  și  $2p^4$ . În  $TiO_2$  ionii de titan se află sub formă de octaedru deformat și au configurația electronică  $Ti^{4+}(3d^0)$ . Valența zonei în  $TiO_2$  constă în special din stările orbitalelor oxigenului  $2p$ , hidrolizate cu starea  $3d$  a Ti. Când  $TiO_2$  este supus influenței razelor ultraviolete,

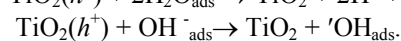
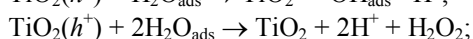
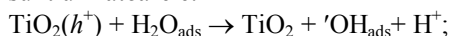
electronii din zona cu valența ( $e^-$ ) se excită în zona conductibilă, formând goluri ( $h^+$ ), adică  $TiO_2 + hv \rightarrow TiO_2(e^- + h^+)$ .

Se cunoaște că din cele trei tipuri de structuri cristaline ale bioxidului de titan ( $TiO_2$ ) – anatază, rutil și bruchit, numai prima dintre ele posedă activitate fotocatalitică înaltă. Când  $TiO_2$  este supus razelor ultraviolete, electronii de pe straturilor superioare ( $e^-$ ) se excită și, eliberându-se, formează găuri electronice ( $h^+$ ), astfel are loc formarea perechii electron-gaură electronică conform următoarei reacții:  $TiO_2 + hv \rightarrow TiO_2(e^- + h^+)$ .

Astfel, principalele reacții eterogene, ce condiționează formarea de radicali liberi pe particule de  $TiO_2$  la iradierea lor ultravioletă, care includ benzile de conducție electronică ( $e^-$ ), sunt următoarele:



Reacțiile fotocatalitice de bază ce decurg în zona de valență a găurii ( $h^+$ ) pe suprafața activată a microparticulelor, sunt următoarele:



Radicalul hidroxil ' $OH$ ' are o reactivitate foarte înaltă, însă este o particulă cu o durată de viață foarte scurtă. Superoxidul anion ' $O_2^-$ ' este un radical cu o perioadă de viață un pic mai lungă, are sarcină negativă și, ca și peroxidul de hidrogen ( $H_2O_2$ ), este un precursor al radicalului hidroxil ' $OH$ ', asigurând distrucția fotocatalitică a moleculelor organice complexe.

Astfel, se asigură atingerea scopurilor, orientate spre ridicarea calității dioxidului de titan nanodispers datorită reglării dispersiei particulelor cu formarea în special a structurii cristaline anatază și a purității înalte a produsului finit pentru majorarea eficacității proceselor de epurare și denocivizare fotocatalitică a apelor naturale și reziduale de poluanți organici greu degradabili și substanțe nocive.

Exemplu de realizare a invenției

Soluția de tetraclorură de titan cu concentrația de 20, 30 și 50% se tratează cu amoniac, apoi se extruzionează la o valoare constantă a presiunii cu ajutorul dispozitivului cu piston printr-un sistem de microorificii cu întreruperea jetului în azot lichid, unde are loc înghețarea practic momentană în formă de sfere cu același diametru.

Apoi particulele sferice de soluție înghețate se plasează în soba încălzită până la 200...500°C fiind asigurată pseudofluidizarea la admisia aerului înfierbântat. În urma proceselor de sublimare, a descompunerii hidrolitice, a evaporării exprese a apei și a procesului de oxidare la temperaturi joase se formează particulele de dioxid de titan de culoare albă.

Dimensiunile și tipul structurii cristaline a particulelor formate de dioxid de titan au fost apreciate în baza datelor obținute la scanarea la microscopul electronic, iar activitatea fotocatalitică a fost determinată la instalația de laborator cu lămpi ultraviolete conform timpului de decolorare a soluției de colorant sintetic de 0,1% la introducerea în ea a particulelor sintetizate de dioxid de titan în cantitate de 0,1 g/dm<sup>3</sup> de soluție. Concomitent în condiții asemănătoare au fost evaluați acești parametri utilizând dioxidul de titan procurat.

Datele sunt prezentate în tabel.

Concentrația inițială a soluției de $TiCl_4 \cdot nNH_3$	Temperatura sobei, °C	Dimensiunea medie a particulei de $TiO_2$ , nm	Timpul de decolorare a colorantului, min
5	20	7±2	6
	500	6±1	6
25	200	10±2	7
	500	8±1	7
50	200	10±3	8
	500	10±2	8
Conform condițiilor celei mai apropiate soluții		70±30	15

Din datele obținute rezultă că dimensiunile particulelor de dioxid de titan obținute sunt de 6...10 nm, aproximativ cu un ordin mai mici decât cele obținute conform condițiilor celei mai apropiate soluții. Activitatea fotocatalitică a lor, evaluată după eficacitatea decolorării la acțiunea radiației ultraviolete a colorantului sintetic, care este o substanță organică greu degradabilă, depășește aproape de două ori activitatea produsului cunoscut. Aceasta mărturisește despre faptul că majorarea calității dioxidului de titan nanodispers datorită reglării dispersiei particulelor cu formarea în special a structurii cristaline anatază și a purității înalte a produsului finit asigură majorarea eficacității proceselor de epurare și denocivizare fotocatalitică a apelor naturale și reziduale de poluanți organici greu degradabili și substanțe nocive.