

Invenția se referă la domeniul fizicii tehnologice, în special la nanotehnologie, și constă în elaborarea unui procedeu de obținere a unui nou tip de spinner pe apă, care se rotește în impulsuri.

Procedeu constă din auto-asamblarea nanoarhitecturilor tridimensionale (3D) super-hidrofobe din nitru de galiu (GaN) în jurul unei picături de lichid, iar în final se obține un sistem care se rotește în impulsuri în jurul propriei axe la viteze record (15 rps) și poate fi utilizată în aplicații de curățare a bazinelor acvatice de poluanți precum și la transportul și eliberarea medicamentelor în organismele vii.

Sunt cunoscute diverse procedee de obținere a spinnerelor pe apă utilizând procesul de auto-asamblare a diferitor materiale hidrofobe în jurul picăturilor de lichid.

Este cunoscut un procedeu de obținere a spinnerelor pe apă propulsate cu ajutorul câmpului magnetic. Acest tip de spinner este fabricat prin învelirea unei picături de 10 μL de lichid cu un strat de nanoparticule din oxid de fier (Fe_3O_4) de 12 nm, funcționalizate cu un strat super-hidrofob de perfluorooctilsilan (valoarea unghiului de contact cu apa este de 140°). Ulterior, rotirea spinnerului de-a lungul axei verticale se face prin intermediul câmpului magnetic aplicat din exterior de la o distanță de aproximativ 8 mm. Acest tip de spinner permite controlul cu ușurință a vitezei de rotație a spinnerului, cunoscând cu exactitate poziția acestuia la orice moment de timp [1].

Dezavantajul acestui procedeu constă în complexitatea sistemului utilizat ce necesită o sursă de câmp magnetic plasată la o distanță relativ mică față de spinner, ceea ce micșorează semnificativ gama de aplicații a spinnerelor pe apă în domeniul protecției mediului ambiant.

Cea mai apropiată soluție este un procedeu de obținere a spinnerelor cu autopropulsie, care constă în utilizarea microparticulelor din politetrafluoroetilenă cu diametrul de 1 μm , care fiind în contact cu picăturile de apă distilată, amestecată cu alcool etilic, în concentrație de până la 3% se autoorganizează pe suprafața picăturilor și formează spinner care se pot mișca pe suprafața apei. Mișcarea spinnerelor pe apă se datorează soluției alcoolice, care fiind ejectată controlat printr-un anumit orificiu al spinnerului se condensează pe suprafața apei, unde micșorează tensiunea superficială a acesteia. Gradientul de tensiune superficială duce la mișcarea spinnerului pe suprafața apei [2].

Dezavantajul acestui procedeu constă în mișcarea continuă a spinnerului, precum și în timpul de mișcare relativ scurt al spinnerului datorită evaporării rapide a alcoolului din interior.

Problema pe care o rezolvă invenția constă în extinderea gamei spinnerelor pe apă pentru aplicații în domeniul depoluării bazinelor acvatice și în domeniul medical, ceea ce poate fi eficientizat anume prin introducerea unui tip nou de spinner care se rotește în impulsuri. Spinnerul propus nu necesită acționare din exterior cu ajutorul câmpului electric sau magnetic pentru a dirija cu viteza de rotație sau cu parametrii impulsurilor în procesul de rotire.

Procedeu, conform invenției, înlătură dezavantajele menționate mai sus prin aceea că constă în obținerea nanostructurilor tridimensionale hidrofobe din nitru de galiu prin creșterea epitaxială pe un substrat de sacrificiu de ZnO la temperatura de $600\text{...}850^\circ\text{C}$ a unui strat de GaN cu grosimea de $15\text{...}20$ nm, descompunerea stratului de sacrificiu de ZnO în flux de hidrogen la temperatura de $600\text{...}850^\circ\text{C}$, plasarea picăturilor soluției apoase de alcool etilic de 5% cu un volum de $50\text{...}100$ μL peste nanostructurile de GaN și agitarea rotativă a sistemului timp de $25\text{...}40$ s cu obținerea sferelor cu diametrul de $3\text{...}8$ mm, acoperite cu nanoparticule de GaN și umplute cu soluție apoasă de alcool etilic, și modificarea ulterioară a densității nanostructurilor prin rarefierea stratului de nanoparticule în două locuri diametral opuse ale sferelor cu ajutorul vârfului ascuțit al unei pensete, cu obținerea unor orificii conice cu diametrul la vârf de $400\text{...}600$ μm .

Rezultatul tehnic constă în obținerea unui nou tip de spinner pe apă care se rotește în impulsuri datorită materialului utilizat în construcția acestuia și datorită formei geometrice a spinnerului, care constă dintr-o sferă cu două orificii conice diametral opuse.

Invenția se explică prin desenele din fig. 1-3, care reprezintă:

- fig. 1, fotografia SEM a rețelei nanostructurilor tridimensionale hidrofobe din GaN cu secțiunea transversală a nanostructurilor tridimensionale hidrofobe din GaN;
- fig. 2, fotografia digitală a sferelor acoperite cu nanoparticule de GaN și umplute cu soluție apoasă de alcool etilic de 5%;
- fig. 3, dependența în timp a vitezei de rotire a spinnerului în impulsuri pe suprafața apei.

Exemplu de realizare a invenției

Procedeu de obținere a spinnerelor cu impulsuri include: la prima etapă sunt pregătite nanoarhitecturile 3D în bază de GaN. Într-un reactor, în poziția orizontală, la temperatura de 600°C și timp de 10 min se crește un strat de GaN cu grosimea de 5 nm, urmat de creșterea a încă 15 nm la temperatura de 850°C . Substratul pentru creștere constituie o rețea spațială formată din micro-tetraepozii din oxid de zinc (ZnO). La a doua etapă, stratul de sacrificiu de ZnO este descompus la temperatura de 850°C timp de 10 min în atmosferă de hidrogen (H_2) la fluxul de 3600 sccm. În final, nanoarhitecturile obținute au formă tubulară cu lungimea de până la 50 μm , diametrul de $3\text{...}7$ μm și grosimea pereților de $15\text{...}20$ nm (fig. 1). Materialul obținut este superhidrofobic. A treia etapă, în procesul de obținere a spinnerului, constă în adăugarea unei picături de lichid $\sim 50\mu\text{L}$, ce conține soluție apoasă de alcool etilic (5%) peste stratul de nanostructuri din GaN, urmat de agitarea sistemului până când picătura de lichid se acoperă în totalitate cu un strat subțire de nanostructuri din GaN. În final este obținută o structură quazi-sferică, cu diametrul de 4 mm, în care lichidul este captat în interior prin intermediul unei membrane dense din nanoparticule distribuite uniform pe suprafață (fig. 2). Pentru ca structura obținută să posede proprietățile unui spinner materialul învelișului este rarefiat

în două puncte diametral opuse. Rarefierea stratului de nanoparticule se efectuează cu ajutorul vârfului ascuțit al pensetei, astfel încât obținem un orificiu conic cu diametrul la vârf de aproximativ 500 μm . Prin aceste orificii are loc evaporarea mai intensă a soluției din interior și condensarea acesteia la suprafața apei, generând un gradient al tensiunii superficiale, ceea ce pune în mișcare spinnerul. În timpul rotației la atingerea vitezei de rotație de prag spinnerul încetinește brusc pentru o perioadă scurtă de timp, după care din nou accelerează și se rotește până la viteza de prag. Viteza de prag este atinsă în momentul în care sistemul se desprinde de suprafața lichidului pe care se rotește.

Sistemul a fost plasat pe suprafața apei, unde începe să se miște în jurul axei sale la viteze record de rotație de până la 15 rps. Totodată, la atingerea vitezei de rotație de prag de 15 rps spinnerul încetinește brusc pentru o perioadă scurtă de timp, după care din nou accelerează și se rotește până la viteza de prag (fig. 3).

Avantajele spinnerului propus față de alte tipuri de spinnere pe apă deja existente constau în posibilitatea rotirii în impulsuri, ceea ce nu a fost raportată anterior; autonomia sistemului față de factorii externi cum ar fi câmpul magnetic sau electric; precum și în viteza de rotație și timpul de viață cu mult superioare față de cele raportate pe baza altor materiale.