



(12)

BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2013 00212**

(22) Data de depozit: **11/03/2013**

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **30/06/2020** BOPI nr. **6/2020**

(41) Data publicării cererii:
30/01/2014 BOPI nr. **1/2014**

(73) Titular:
• **UNIVERSITATEA "TRANSILVANIA" DIN
BRAȘOV, BD.EROILOR NR.29, BRAȘOV,
BV, RO**

(72) Inventatori:
• **LUCA MIHAI ALEXANDRU, STR. BERZEI
NR. 2, SC. B, ET. 9, AP. 26, BRAȘOV, BV,
RO**

(56) Documente din stadiul tehnicii:
EP 0531902 B1; US 7267778 B2

(54) **DISPOZITIV REZONANT PENTRU CATALIZAREA
PROCESELOR FIZICO-CHIMICE ÎN MEDII LICHIDE**



Invenția se referă la un dispozitiv rezonant pentru catalizarea proceselor fizico-chimice în medii lichide, cu ajutorul căruia sunt amplificate sau accelerate diverse procese fizico-chimice prin generarea și propagarea unor unde mecanice de înaltă energie în amestecuri de substanțe păstoase sau lichide.

Invenția poate fi aplicată în cele mai diverse domenii: industria chimică și petrochimică, industria alimentară, industria farmaceutică și cosmetică, industria materialelor ceramice și de construcții, la completarea diverselor echipamente medicale, sau la instalațiile sanitare și de ecologizare a apelor reziduale și dejecțiilor din fermele zootehnice etc.

Din literatura de specialitate este cunoscută influența pe care o au undele elastice care se propagă prin mediile lichide. În mediul lichid în care sunt generate unde elastice se înregistrează variații ale vitezei de oscilație a particulelor mediului, ale presiunii și densității.

În cazul în care energia undelor este suficient de ridicată, în mediul lichid se manifestă fenomenul de cavitație. Ciclurile de compresie creează o presiune pozitivă care determină „apropierea” moleculelor una de alta, iar în zonele învecinate se creează o depresiune care „rarefiază” distribuția moleculelor.

Astfel, sunt create condiții de formare a unor cavități acolo unde presiunea negativă generează forțe suficient de mari, care să depășească forțele de legătură intermoleculară.

Implozia cavităților generează în mediul lichid perturbații puternice care influențează atât câmpul de oscilații mecanice, cât și diversele reacții chimice sau transformări care nu se mai desfășoară la fel ca și în absența cavitației. Prin implozie gazele și vaporii din interiorul cavităților suferă o comprimare rapidă și puternică, fiind astfel generată o căldură intensă, care mărește temperatura locală a lichidului din vecinătate. În faza gazoasă se ating temperaturi de peste 5000°K, iar în lichidul din vecinătate, peste 2000°K. Local, presiunea depășește 500 atm, iar vitezele locale de încălzire sau răcire ating 10⁹ K/s. Fenomenul de cavitație servește la concentrarea în microvolume a energiei care este distribuită dispers în câmpul de oscilații mecanice.

Intensitatea undei la care se produce cavitația în apă este influențată și de frecvența oscilațiilor. La frecvențe din domeniul audio, cavitația se manifestă la intensități mai mari de 2 W/cm², iar în domeniul ultrasunetelor, la intensități de peste 4 W/cm², respectiv, la intensități ale undelor cu atât mai mari, cu cât frecvența este mai ridicată.

Intensitatea undelor elastice (i) reprezintă valoarea medie a densității fluxului de energie pe durata unei perioade a oscilației:

$$i = A^2 \omega^2 \rho v \sin^2 \omega(t - \frac{x}{v})$$

iar intensitatea medie (I) are valoarea medie a intensității momentane a undei:

$$I = \frac{1}{T} \int_0^T i(t) dt = \frac{1}{2} A^2 \omega^2 \rho v = 2\pi^2 \rho v A^2 f^2$$

în care: ρ - densitatea mediului în care se propagă unda elastică;

A - amplitudinea oscilației;

f - frecvența oscilației;

v - viteza de propagare a undei.

În mediul lichid, viteza de propagare este:

$$v_l = \sqrt{\frac{1}{\beta \cdot \rho}}$$

în care β reprezintă coeficientul de compresibilitate al lichidului.

Din cele prezentate, rezultă că factorii care favorizează procesele stimulate prin efectele cavității într-un mediu lichid definit prin densitate, temperatură, viscozitate și omogenitate sunt: amplitudinea și frecvența oscilațiilor particulelor care compun mediul respectiv.	1 3
Amplitudinea oscilațiilor provocate cu ajutorul vibratoarelor electromagnetice comerciale care activează la frecvența rețelei industriale de 50 sau 60 Hz este de ordinul 1...4 mm, iar amplitudinea vibrațiilor unei plăcuțe piezoelectrice utilizate în aplicații industriale uzuale la frecvența de 20...40 kHz este de maximum 2 nm, iar la o frecvență de 1 MHz, excitarea nu depășește 0,1 nm.	5 7
În aceste condiții, producerea cavității poate fi realizată prin utilizarea frecvenței rețelei electrice industriale, cu echipamente mult mai ieftine, simple și fiabile, precum și cu o eficiență energetică sporită.	9 11
Din cercetarea brevetelor de invenție care utilizează câmpuri de oscilații mecanice pentru producerea sau accelerarea diverselor procese fizico-chimice din medii lichide, au fost remarcate:	13
- US 7267778/2007, "Device and process for treating a liquid medium" ;	15
- US 7404906/2008, "Device and process for treating cuttings fluids using ultrasound";	
- US 8097170/2012, "Process for treating a liquid medium".	17
Aceste invenții au la bază principiul producerii cavității în medii lichide, dar prezintă dezavantajul că este necesară o sursă suplimentară de generare a unor microbule de gaze în mediul respectiv, precum și un sistem de injectare adecvat. Procedul are o aplicație doar într-un domeniu restrâns, volumul lichidului în care se produce cavităția fiind mic;	19 21
- US 8206024/2012, "Ultrasonic treatment chamber for particle dispersion into formulations";	23
- US 8215822/2007, "Ultrasonic treatment chamber for preparing antimicrobial formulations";	25
- US 0262597/2009 A1, "Ultrasonic treatment chamber for preparing emulsions";	
- US 6482327/2002, "Liquid treating process and apparatus, as well as liquid treating system";	27
- US 6547951/2003, "Method and apparatus for treatment of organic matter-containing wastewater".	29
Aceste invenții prezintă dezavantajul că se referă la agregate complexe de dimensiuni mari și, în plus, este impusă existența unor instalații auxiliare și sisteme de comandă complexe;	31
- US 4602184/2007, "Method and apparatus to process substrates with megasonic energy";	33
- US 4602184/1984, "Apparatus for applying high frequency ultrasonic energy to cleaning";	35
- EP 1724005/2006, "Liquid agitating device";	37
- EP 1469938 B1/2005, "Apparatus and process for preparing crystalline particles";	
- US 6322240/2001, "Vibrationally fluidly stirring apparatus".	39
Aceste invenții prezintă dezavantajul că suprafața lichidului supus procesării vine în contact cu mediul atmosferic, și astfel este posibilă contaminarea.	41
Brevetul EP 0531902 B1, „Apparatus for removing deposits, especially metal oxide (e.g. rust) or scale in a pipeline system", se referă la un procedeu și la un aparat pentru îndepărtarea depozitelor, de preferință, oxid de metal sau calcar într-un sistem de conducte. Invenția propune să furnizeze energie de vibrații cu ultrasunete în sistemul de conducte cu una sau mai multe surse de ultrasunete (plăcuțe piezoelectrice) care sunt închise în corpul metalic al unui rezonator, și încapsulate etanș cu un capac - capacul rezonatorului. Ansamblul care generează undele ultrasonice este înconjurat de apa care circulă prin sistemul de conducte.	43 45 47

1 Vibrarea cu ultrasunete a conductelor poate cuprinde o oscilație fundamentală, de
exemplu, 25 Hz, și o altă armonică, de exemplu, 45 kHz.

3 Scopul invenției este acela de a înlătura dezavantajele semnalate, prin realizarea unui
dispozitiv simplu, posibil de a fi instalat pe orice conductă prin care sunt transportate gaze,
5 lichide, emulsii, suspensii, geluri sau materiale de tipul pastelor.

Problema tehnică a invenției constă în accelerarea proceselor fizico-chimice în medii
7 lichide: distrugerea microorganismelor, sterilizarea, sporirea gradului de dispersie și omoge-
nității, precum și prevenirea sedimentării.

9 Această problemă tehnică se rezolvă printr-un dispozitiv rezonant pentru catalizarea
proceselor fizico-chimice în medii lichide care generează oscilații cu frecvența rețelei electrice
11 industriale (50 sau 60 Hz). În scopul producerii cavitației în mediile lichide procesate, dispo-
zitivul este constituit dintr-un vibrator electromagnetic, două racorduri, primul de intrare, al doilea
13 de evacuare a lichidului procesat, o bridă de montaj și un manșon vibroabsorbant, și, conform
invenției, mai conține un sistem rezonant format dintr-un tub cilindric, închis la cele două capete
15 cu două membrane elastice, metalice, o membrană elastică fiind acționată de un arc de com-
presiune a cărui tensionare se realizează cu un șurub și o piuliță de blocare, pentru a aduce la
17 rezonanță coloana de lichid existentă în tubul cilindric, iar generarea undelor în tubul cilindric
este realizată de vibratorul electromagnetic ce acționează asupra celeilalte membrane elastice.

19 Relația dintre lungimea și diametrul tubului cilindric respectă condiția $L > 5D$.

Prin aplicarea invenției se obțin următoarele avantaje, specifice dispozitivului:

- 21 - simplitatea executării acestuia;
- prețul redus;
- 23 - fiabilitatea ridicată;
- întreținere simplă;
- 25 - posibilitatea realizării într-o gamă dimensională largă.

Dispozitivul este simplu și poate fi montat pe orice sistem prin care se transportă fluide
27 prin cădere liberă sau prin acțiunea unei pompe. De asemenea:

- nu necesită operații de întreținere;
- 29 - fluidul supus acțiunii câmpului de oscilații mecanice nu vine în contact cu mediul
înconjurător și, astfel, nu se pot produce contaminări;
- 31 - frecvența undelor generate în mediul lichid este determinată de frecvența rețelei de
alimentare cu energie, 50...60 Hz;
- 33 - realizarea condițiilor de rezonanță se efectuează simplu, prin comprimarea unui arc
elicoidal;
- 35 - dispozitivul este montat elastic pe suportul de poziționare, iar racordarea la țevile de
transport a lichidului se realizează prin elemente elastice vibroabsorbante și, astfel, este limitată
37 transmiterea vibrațiilor în exterior;
- dispozitivul poate fi fixat în poziție orizontală, verticală sau înclinat, în funcție de
39 condițiile de montaj existente.

Prin generarea unui câmp de oscilații mecanice de joasă frecvență (50...60 Hz -
41 frecvența rețelei electrice), în regim de rezonanță într-un mediu lichid pot fi obținute diverse
efecte, ca:

- 43 - accelerarea reacțiilor chimice și dezvoltarea mai avansată a acestor reacții;
- distrugerea microorganismelor, sterilizarea;
- 45 - creșterea gradului de dispersie în emulsii și suspensii;
- sporirea omogenității materialelor fluide vâscoase;
- 47 - prevenirea sedimentării și formării de aderențe în dispozitiv, dar și pe conductele la
care dispozitivul este racordat.

În continuare se prezintă un exemplu de realizare a invenției, cu referire la figura ce reprezintă un exemplu de realizare a dispozitivului rezonant pentru catalizarea proceselor fizico-chimice în medii lichide.	1
În principiu, dispozitivul cuprinde un tub cilindric închis la ambele capete cu membrane metalice elastice. Asupra uneia dintre aceste membrane acționează un vibrator electromagnetic alimentat cu curent din rețeaua electrică la 50 sau 60 Hz. Vibrațiile membranei generează unde elastice care se propagă prin lichidul existent în tub. Unele se propagă predominant sub formă de unde longitudinale, fiind influențate de densitatea mediului lichid, de viscozitate, temperatură, prezența unor particule străine solide sau gazoase etc.	3
Undele emise sunt reflectate de membrana opusă, aceasta putând fi tensionată printr-un sistem șurub - arc de compresiune. Printr-o astfel de manevră, cu ansamblul format din tub, lichidul conținut în tub, membrane, vibratorul și arcul de compresiune, poate fi realizată rezonanța sistemului, asigurându-se condiții maxime de cavitație, respectiv, de procesare a mediului care poate staționa sau circula prin conducta la care este racordat dispozitivul.	5
Conform invenției, dispozitivul rezonant pentru tratamentul substanțelor lichide are în componență cilindrul 1, închis la un capăt cu membrana elastică metalică 2, fixată prin strângere cu flanșa 3, pe care se fixează vibratorul electromagnetic 4, al cărui cap activ tensionează ușor membrana elastică 2. Pot fi utilizate vibratoare electromagnetice comerciale de diferite puteri, care, la mers în gol, vibrează cu amplitudini de ordinul milimetrilor, la frecvența de 50 sau 60 Hz. Vibratorul utilizat trebuie să fie adecvat masei, volumului și debitului lichidului care se află în tranzit prin dispozitiv.	7
Capătul opus al cilindrului 1 este închis de membrana elastică metalică 5, fixată cu piesa de strângere 6, în care se află un element elastic (arc elicoidal de compresiune sau tampon din cauciuc siliconic) 7, sprijinit la un capăt pe membrana 5, iar la celălalt capăt pe discul 8. Arcul 7 poate fi comprimat prin acționarea șurubului 9 și blocat cu piulița 10. Prin comprimarea arcului întregul sistem, format din vibratorul electromagnetic 4, cilindrul 1, membranele 2 și 5, arcul 7 și lichidul care circulă prin cilindru, poate fi adus la rezonanță. Experimentele efectuate au condus la concluzia că între lungimea și diametrul cilindrului trebuie îndeplinită condiția $L > 5D$, pentru ca efectele produse de undele longitudinale care se propagă prin mediul lichid să fie suficient de mari.	9
Ansamblul dispozitivului este fixat la locul de montaj cu brida 11, prevăzută cu manșonul vibroabsorbant 12, care atenuează vibrațiile transmise în exterior.	11
La capetele cilindrului 1 sunt fixate două racorduri 13 și 14, prin care se asigură intrarea și evacuarea lichidului care circulă prin cilindru. Legăturile cu țevile de alimentare 15 și evacuare 16 se realizează prin manșoane din cauciuc 17, strânse cu colierele 18. Sunt diminuate astfel vibrațiile care se transmit prin conducte.	13
Elementele de noutate ale invenției sunt:	15
- pentru generarea oscilațiilor mecanice care facilitează producerea cavitației în mediul lichid, este utilizat un vibrator comercial ce are frecvența de lucru adaptată la frecvența rețelei de alimentare electrică, 50...60 Hz;	17
- crearea condițiilor de rezonanță a sistemului, inclusiv a lichidului aflat în interiorul dispozitivului, se realizează prin comprimarea unui arc elicoidal sau tampon de cauciuc care acționează asupra unei membrane elastice;	19
- elementele vibroabsorbante cu care dispozitivul este cuplat la conductele de alimentare-evacuare, precum și cele de poziționare reduc efectul vibrațiilor asupra mediului.	21

RO 129152 B1

1 Dispozitiv rezonant pentru catalizarea proceselor fizico-chimice în medii lichide este
utilizabil pentru accelerarea unor procese tehnologice din industria chimică și petrochimică,
3 industria alimentară, industria farmaceutică și cosmetică, industria materialelor ceramice și de
construcții. De asemenea, acesta poate fi utilizat ca element complementar pentru diverse echi-
5 pamente medicale, sau la instalațiile sanitare și de ecologizare a apelor reziduale și dejecțiilor
din fermele zootehnice etc.

7 Dispozitivul poate fi realizat în diverse variante dimensionale, în funcție de volumul,
densitatea și debitul lichidului supus procesării.

9 Echipamentele realizate până în prezent au ca destinație un domeniu de utilizare
specializat și strict limitat.

- | | |
|---|------------------------|
| | 1 |
| 1. Dispozitiv rezonant pentru catalizarea proceselor fizico-chimice în medii lichide, care generează oscilații cu frecvența rețelei electrice industriale (50 sau 60 Hz), în scopul producerii cavitației în mediile lichide procesate, constituit dintr-un vibrator (4) electromagnetic, două racorduri (13 și 14) de intrare și evacuare a lichidului procesat, o bridă (11) de montaj și un manșon (12) vibroabsorbant, caracterizat prin aceea că mai conține un sistem rezonant format dintr-un tub (1) cilindric, închis la cele două capete cu două membrane (2 și 5) elastice metalice, membrana (5) fiind acționată de un arc (7) de compresiune a cărui tensionare se realizează cu un șurub (9) și o piuliță (10) de blocare, pentru a aduce la rezonanță coloana de lichid existentă în tubul (1) cilindric, iar generarea undelor în tubul (1) cilindric este realizată de vibratorul (4) electromagnetic ce acționează asupra membranei (2). | 3
5
7
9
11 |
| 2. Dispozitiv conform revendicării 1, caracterizat prin aceea că relația dintre lungimea și diametrul tubului (1) cilindric respectă condiția $L > 5D$. | 13 |

