

Invenția se referă la echipamentul de schimb de masă pentru intensificarea proceselor tehnologice, și poate fi aplicată în instalații pentru producerea combustibilului biodiesel, în industriile alimentară, chimică, microbiologică pentru omogenizarea produselor.

Este cunoscut un reactor cu cavitație hidrodinamică, care conține un confuzor și o cameră în echicurent situate consecutiv, în care la distanță unul de celălalt sunt instalate niște cavitatoare. Cavitatea camerei în echicurent este executată în formă de secții în expansiune în zona de instalare a cavitatorului în direcția de la confuzor, totodată aria secțiunii transversale a fiecărei secții ulterioare este mai mare decât aria secțiunii transversale a secției precedente [1].

Dezavantajele reactorului cunoscut constau în aceea că reactorul are o rezistență hidraulică semnificativă, datorită faptului că la trecerea fluxului de fluid prin camera în echicurent o parte din energia potențială a lichidului se consumă pentru a învinge rezistența hidraulică și, în consecință, scade presiunea fluidului.

În calitate de cea mai apropiată soluție servește un cavitator, care conține un corp cilindric cu o cameră de lucru internă și racorduri pentru admisiunea și evacuarea lichidului. În calitate de activator se folosește un arbore de acționare dotat cu un activator de cavitație instalat pe el, executat în formă de elice, totodată pereții interiori laterali ai corpului sunt executați ruгоși, iar pe suprafața cilindrică internă a corpului sunt tăiați dinți înclinați în partea opusă direcției de rotire a elicei [2].

Dezavantajele cavitatorului cunoscut constau în aceea că în timpul funcționării cavitatorului lichidul este atras de elice într-o mișcare de rotație. Pereții laterali imobili ruгоși și suprafața dințată cilindrică împiedică rotația lichidului ca un tot întreg. Astfel, cele mai mari tensiuni de forfecare în lichid apar aproape de dinți pe suprafața cilindrică a corpului și pe pereții laterali ai corpului, iar apariția și spargerea bulelor de vapori în lichid are loc în principal în regiunea peretelui. Cu toate acestea, tratamentul cavitațional al lichidului în cavitatorul dat nu se efectuează în tot volumul camerei interioare a corpului generatorului și, prin urmare, nu este satisfăcător de intensiv.

Problema pe care o rezolvă invenția constă în intensificarea proceselor schimbului de masă la omogenizarea emulsiilor tratate și sporirea eficienței proceselor tehnologice.

Problema se soluționează prin aceea că cavitatorul electrohidrodinamic combinat conține un corp cilindric cu o cameră de lucru inferioară pentru amestecare hidrodinamică turbionară, o cameră de lucru superioară pentru cavitație electromagnetică, racord de admisiune în partea inferioară și racord de evacuare a lichidului în partea superioară. În camera de lucru inferioară sunt amplasate niște elemente elastice din sârmă în formă de Z, aranjate în formă de spirală cu deplasare față de axa corpului și fixate din ambele părți. În camera de lucru superioară este fixată o grilă, pe care sunt dispuse niște particule cilindrice asimetrice de metal din material magnetic moale, cu posibilitatea magnetofluidizării lor rotativ-propulsive intensive. Din exteriorul camerei de lucru superioară este instalat un inductor de câmp electromagnetic rotativ cu un regulator de curent electric.

Elementele elastice din sârmă în formă de Z pot fi executate cu diametrul de 1...2 mm și mărimea intervalului de 1,5...3 mm între ele din partea peretelui intern al camerei de lucru inferioare.

Corpul cilindric poate fi executat din material diamagnetic, camera de lucru inferioară poate fi executată cu diametrul mai mic, iar camera de lucru superioară (5) - cu diametrul mai mare, totodată cantitatea de particule cilindrice asimetrice de metal (7) constituie 2,6...5,5% din volumul camerei de lucru superioare (5), iar raportul lungimii particulelor (7) la diametrul lor (l/d), care este de 1,5...2 mm, se află în limitele 5...16.

În calitate de inductor de câmp electromagnetic rotativ poate fi utilizat un stator standard de motor electric, iar în calitate de particule cilindrice asimetrice de metal din material magnetic moale pot fi folosite bucăți de sârmă din oțel de marca 3.

Rezultatul tehnic al prezentei invenții constă în aceea că, datorită construcției camerei de lucru inferioare pentru amestecare hidrodinamică turbionară, fluxurile de fluid se mișcă în aceasta pe spirală și penetrează elementele elastice din sârmă, asigurând o mișcare turbionară intensă a fluxului total de amestec transportat, în timp ce rezistența totală hidraulică a fluxului de lichid în camera de lucru este minimă. Deformabilitatea elastică a elementelor din sârmă permite atașarea lor fixă în interiorul conductei, consolidată cu inele de sprijin pe ambele părți.

Lichidul tratat este distribuit în două componente, dintre care una (I) penetrează elementele de sârmă și se turbionează cu apariția efectului de cavitație, iar altă parte (II) - obține o direcție turbionară pe spirală cu un unghi tangențial determinat de valoarea pasului spiralei. În procesul de debit al fluxului, masa de fluid se bazează alternativ pe elementele separatoare din sârmă, turbionându-se și în mod repetat contactând cu suprafața lor, proces care asigură interacțiunea dintre componentele în amestecare sau o emulsionare puternică și, posibil, începutul reacției chimice.

Specificul funcționării părții magnetohidrodinamice a cavitatorului constă în faptul că la conectarea reglementată a curentului de la variator la inductorul de câmp electromagnetic de rotație și realizarea inducției câmpului magnetic, se produce fluidizarea „explozivă” totală a particulelor feromagnetice asimetrice în mediul de procesare.

În această situație particulele se rotesc cu o viteză unghiulară alternativă în jurul axei, deplasându-se haotic în volumul stratului. Ca urmare a acestui fenomen, particulele capătă viteză mare propulsiv-rotativă și de aceea o mare parte a energiei cinetice a particulelor se consumă la ciocnirile reciproce și cu suprafața corpului, precum și la formarea unei mulțitudini de hidrociocniri, care contribuie la apariția cavitației volumice în mediul lichid.

Principalii parametri tehnologici ai procesului în stratul magnetofluidizat sunt valoarea inducției magnetice a câmpului magnetic extern de rotație și concentrația volumetrică a particulelor cilindrice din material magnetic moale. Ca rezultat, se dezvoltă un proces volumic intens de cavitație, care este o consecință a numeroaselor coliziuni

magnetohidraulice între particule și între particule și pereții corpului cavitatorului. Cavitația hidrodinamică apare în acele părți ale fluxului, în care presiunea scade până la o anumită valoare critică. Bulele de gaz sau vapori prezente în lichid, deplasându-se cu fluxul de lichid și ajungând în zona cu presiunea sub nivelul critic, dobândesc capacitatea de creștere nelimitată.

După trecerea în zona de presiune scăzută creșterea încetează și bulele încep să se micșoreze. În cazul în care bulele conțin mult gaz, atunci când ajung la raza minimă acestea se restaurează și fac câteva cicluri de oscilații amortizate, iar în cazul în care conțin puțin gaz, bulele se sparg complet în primul ciclu. Astfel, aproape de corpul circumfluent se creează o zonă de cavitație, umplută cu bule în mișcare. Rezistența scăzută a lichidelor reale este asociată cu prezența în acestea a așa-numitelor centre de cavitație: sectoare slab umectabile ale corpului solid, particule solide cu fisuri cu gaz, bule microscopice de gaz protejate de la dizolvare de membrane monomoleculare organice, formațiuni ionice. Reducerea bulei de cavitație se produce cu viteză mare și este însoțită de un impuls sonor cu atât mai puternic cu cât mai puțin gaz conține bula. Acest lucru contribuie la dezvoltarea cavitației din contul spargerii unei mulțimi de bule, fenomen care poate fi însoțit de zgomot.

De asemenea, în procesul cavitațional de dispersie și interacțiune chimică a ingredientelor amestecate în lichidele în prelucrare, emulsionate la magnetofluidizare este important efectul câmpului electromagnetic asupra procesului de accelerare a interacțiunii chimice a componentelor din amestecurile tratate, care duce la un dezechilibru dintre moleculele aflate în interacțiune și sporește activitatea lor chimică. În același timp, câmpul electromagnetic aplicat contribuie la încălzirea lichidelor prelucrate, fapt ce intensifică procesele tehnologice în curs de desfășurare.

Invenția se explică prin desenele din fig. 1, 2, care reprezintă:

- fig. 1, schema generală a cavitatorului electrohidrodinamic combinat;

- fig. 2, schema amplasării elementelor din sârmă în formă de Z (secțiunea A - A) și aspectul lor.

Cavitatorul combinat electrohidrodinamic include un corp cilindric 1 de debit cu o cameră de lucru inferioară internă 2 cu diametrul mai mic pentru amestecarea hidrodinamică, cu elemente separatoare elastice din sârmă în formă de Z 3, amplasate în formă de spirală, inele-suporturi de prindere 4', 4'', și cu o cameră de lucru superioară interioară 5 cu diametrul mai mare - pentru cavitație electromagnetică. În camera de lucru superioară 5 este fixată o grilă 6, pe care sunt dispuse niște particule cilindrice asimetrice de metal 7 din material magnetic moale, iar din exteriorul camerei de lucru superioare 5 este instalat un inductor 8 de câmp electromagnetic rotativ cu un regulator 9 de curent electric. Totodată cavitatorul este dotat cu un racord de admisiune 10 în partea inferioară a corpului și cu un racord de evacuare 11 a lichidului în partea superioară.

Cavitatorul combinat electrohidrodinamic funcționează în modul următor.

Emulsia supusă prelucrării, reprezentând un amestec de lichide greu miscibil și care intră în interacțiune chimică, se transmite de jos, prin racordul de admisiune 10 în corpul 1 cavitatorului. În camera de lucru inferioară 2 se repartizează în două părți, dintre care una (I) penetrează elementele elastice din sârmă în formă de Z 3 și se turbionează cu apariția unui efect de cavitație, în timp ce altă parte (II) - ia o direcție turbionară pe spirală cu unghiul tangențial determinat de mărimea pasului spiralei. La debitare, masa de fluid apasă alternativ pe elementele din sârmă 3, turbionându-se și contactând repetat cu suprafața lor, unde se formează efectul cavitațional.

Circumfluența elementelor elastice din sârmă în formă de Z 3 de către fluid generează caverne cavitaționale nestaționare. Deplasându-se în fluxul lichid și dezintegrându-se, cavernele formează un câmp pulsator de bule de cavitație. Executarea elementelor din sârmă cu direcții diferite turbionare în formă de spirală, cu unghi tangențial determinat de mărimea pasului spiralei contribuie la faptul că elementele generează caverne diferite ca mărime și structură, care la zdrobire formează bule cavitaționale de diferite mărimi și acestea, amestecându-se intens în zona de colaps (spargere), saturează produsul supus prelucrării în tot volumul corpului agitatorului cavitațional. În acest mod concentrația unitară de bule în zona de colaps crește, efectul cavitațional al tratamentului crește. Intensificarea câmpului cavitațional poate fi asigurată de fluctuațiile polifrecvente de presiune cauzate de variația frecvenței de detașare a cavernelor mobile de la elementele din sârmă. Pulsațiile de presiune afectează nu numai bulele care se sparg, dar și cavernele care se distrug, ridică potențialul energetic al câmpului cavitațional, fac posibilă utilizarea eficientă a energiei fluxului produsului prelucrat. Acest caracter al fluxului amestecului tratat oferă o emulsionare cu grad mare de dispersare și începutul interacțiunii chimice dintre componentele sale.

În acest moment, se conectează curentul electric la regulatorul 9 de curent electric, prin care se asigură reglementarea tensiunii furnizate inductorului 8 de câmp electromagnetic rotativ.

La atingerea inducției câmpului magnetic corespunzătoare debutului fluidizării, se produce în mod „exploziv” magnetofluidizarea particulelor cilindrice asimetrice de metal 7 din material magnetic moale, dispuse pe grila 6 în mediul tratat. Cu creșterea tensiunii aplicate inductorului 8, crește intensitatea magnetofluidizării. Particulele în acest timp se rotesc cu viteză unghiulară alternativă în jurul axei lor, deplasându-se haotic în volumul stratului, în același timp se produce o rotație propulsiv-circulară a întregului strat în direcția de rotație a câmpului. În consecință, acestea dobândesc o mare viteză de translație și de rotație, astfel încât o mare parte din energia cinetică a coliziunii dintre particule se consumă la impactul ciocnirilor dintre particule și cu suprafața și formarea multiplelor ciocniri hidraulice, determinând apariția cavitației de volum în mediul lichid. Principalii parametri tehnologici ai procesului în stratul magnetofluidizat sunt valorile inducției magnetice a câmpului magnetic extern de rotație și concentrația volumetrică de particule magnetice moi cilindrice, concentrația optimă a cărora este cuprinsă în intervalul 2,6...5,5% din volumul camerei de lucru superioare 5, iar raportul lungimii particulelor 7 la diametrul lor (l/d), care este de 1,5...2 mm, se află în limitele 5...16. Evacuarea fluidului prelucrat se efectuează prin racordul de evacuare 11.

În aceste condiții bulele de gaz sau vapori, prezente în lichid, și care se deplasează cu fluxul de lichid, intrând în zona de presiune sub nivelul critic obțin capacitatea de creștere nelimitată.

După trecerea acestora în zona de presiune scăzută creșterea încetează și bulele încep să se spargă. După cavitare se formează o cavernă de o anumită lungime, la închiderea căreia, la capătul său se formează mai multe bule de cavitație. Aceste bule la spargere formează microgeturi de lichid cu viteză mare, până la sute de metri pe secundă, zone locale de înaltă presiune și unde de șoc.

De exemplu, la amestecarea unor lichide diferite se formează emulsii foarte stabile și se asigură interacțiunea chimică a acestora, amplificată de câmpul electromagnetic rotativ indus și ridicarea temperaturii, cum ar fi zdrobirea globulelor de grăsime din lapte la omogenizarea acestuia, dizolvarea corpurilor solide prin fragmentare și detașarea de pe suprafața lor a stratului limită de suprafață, fapt care accelerează foarte mult procesul de dizolvare. Astfel, exploatarea cavitatorului combinat propus face ca efectele sumare electrohidrodinamice în zonele de agitare turbionară de cavitație și în zona magnetofluidizării în câmp electromagnetic rotativ al particulelor feromagnetice cilindrice din material magnetic moale să contribuie la intensificarea proceselor de transfer de masă în timpul omogenizării emulsiilor prelucrate și respectiv la creșterea eficienței proceselor tehnologice.