

Invenția se referă la o instalație pentru obținerea esterului metilic sau etilic din uleiuri vegetale, care poate fi utilizat în calitate de combustibil pentru motoarele cu autoaprindere.

Sunt cunoscută instalația pentru obținerea esterilor metilici din uleiuri vegetale, care conțin reactor de esterificare, reactor de spălare, reactor de amestecare, schimbătoare de căldură, separatoare și răcitor. Reactorul de esterificare include o coloană-malaxor multicompartimentală, pe arborele căruia și pe suprafața interioară a corpului sunt fixate discuri cu orificii, care formează camere de amestecare. Pe suprafața exterioară a corpului reactorului de esterificare este montat un amestecător în formă de spirală, în care sunt fixate cu ajutorul unor vergi niște discuri cu orificii, formând camere de amestecare. Reactorul de spălare este cu un cilindru cu o coloană-tampon de amestecare și debitat de separatorul de căldură în recipiente de spălare și de vaporizare cuplate între ele [1].

Este cunoscută de asemenea, o instalație de producere a esterilor din uleiurile vegetale, care include rezervoare pentru ulei vegetal și pentru soluție metanolică de bază alcalină, dispozitive interconexe pentru amestecarea reagenților și transesterificarea lor și dispozitiv pentru purificarea esterilor metilici obținuți, totodată dispozitivul pentru amestecarea uleiului vegetal cu soluția metanolică de bază alcalină este executat în formă de ejector, care include o duză-confuzor activă, conectată printr-un racord de intrare cu racordul de refluxare al pompei pentru debitarea uleiului vegetal, o duză pasivă, racordată cu rezervorul pentru soluția metanolică de bază alcalină, și o cameră de amestecare cu difuzor unit cu racordul de ieșire al ejectorului pentru debitarea amestecului reactant într-un reactor realizat în formă de rezervor cu fund conic, dotat cu un agitator cu palete, unit cu un vas acumulator de glicerină, iar dispozitivul pentru purificarea esterilor metilici include un separator centrifug și un filtru cu tambur, placat din exterior cu un strat de perlită [2].

Cea mai apropiată de invenția revendicată este instalația pentru producerea combustibililor din uleiuri vegetale, ce conține vas pentru ulei vegetal, rezervor pentru metanol/etanol catalizat, vase pentru acumularea glicerinei și a esterilor formați, încălzitor-acumulator pentru ester metilic sau etilic și pompe de înaltă presiune. Reactorul reprezintă un amestecător, în care sunt amplasate sfere de diferite dimensiuni, mijloace de purificare a esterului metilic, care cuprinde un filtru cu trepte, un echipament de distilare cu o linie de reîntoarce a uleiului neesterificat, un separator conectat cu intrarea reactorului. Separarea fazelor emulsiei, formată în reactor, se efectuează pe calea filtrării în multe trepte. Instalația de distilare, utilizată după filtru, e înzestrată cu un șir de condensatoare [3].

Dezavantajele instalațiilor cunoscute pentru transesterificarea acizilor grași constau în aceea că pentru obținerea esterilor metilici/etilici se utilizează un reactor având o construcție complicată, un sistem de filtre costisitoare, instalații de distilare și condensatoare cu multe trepte pentru a separa esterul metilic de celelalte componente. Afară de aceasta, filtrul necesită schimbarea elementelor de filtrare și regenerarea membranelor, ce complică automatizarea procesului tehnologic.

Problema pe care o rezolvă invenția propusă este de a simplifica și ieftini utilajul de producere în flux a esterilor metilici/etilici, care ar permite automatizarea procesului tehnologic.

Rezultatul tehnic acestei invenții este utilizarea reactoarelor de construcție specială înaltă presiune, ejectoarele și separatoarele la toate etapele procesului tehnologic ce exclud așa filtrele cu multe trepte, instalații de distilare și reactorul cu bile.

Problema menționată se soluționează prin aceea că instalația pentru obținerea esterului metilic sau etilic din uleiuri vegetale conține vas pentru ulei vegetal, rezervor pentru metanol/etanol catalizat și două blocuri de transesterificare, fiecare fiind constituit din ejector, pompă de înaltă presiune, reactor de transesterificare și separator unite consecutiv, totodată ejectorul blocului al doilea este unit direct cu rezervorul, iar separatorul blocului al doilea este unit consecutiv cu încălzitorul-acumulator pentru ester metilic sau etilic, ejectorul, pompa, separatorul și cu aparatul de deshidratare a esterului cu pompă de vid. La ejectorul mai este unit un vas cu apă pentru spălarea esterilor formați. Reactoarele de transesterificare includ malaxor, schimbător de căldură, care constă din corp cilindric, tuburi cu capetele închise și spirale conectate consecutiv. Tuburile sunt instalate vertical în corp pe circumferință și comunică consecutiv prin intermediul unor țevi de conexiune cu un diametru mult mai mic decât al tuburilor în așa mod, că axele țevelor de conexiune sunt perpendiculare pe axele tuburilor și orientate tangențial la circumferințele lor. Spiralele sunt instalate în schimbătorul de căldură una în alta coaxial între ele și corp, totodată intrarea fiecărei spirale următoare este unită cu ieșirea celei anterioare, iar la ieșirea spiralei cu diametrul cel mai mic al spirei este montat un robinet pentru reglarea presiunii în sistem. Intrarea spiralei cu diametrul cel mai mare al spirei este unită cu ieșirea ultimului tub, iar intrarea primului tub este conectată cu malaxorul printr-un șir de bușe în așa mod, încât fiecare bușă anterioară, executată cu filet exterior, este instalată în bușă următoare cu fund închis, având filet exterior, cu formarea unui spațiu între capătul ei și fund.

Capetele tuburilor sunt închise: unul este sudat, al doilea este închis cu un capac montabil. Prima bușă a malaxorului a reactorului se unește cu corpul malaxorului prin filet. O particularitate a invenției este că construcția asigură o amestecare intensivă a uleiului cu metanolul catalizat de către ejector și în deosebi de reactor, datorită mișcării turbulente, ceea ce dă posibilitatea de a obține o esterizare înaltă efectuată în două etape de reactoare sub presiune înaltă.

Invenția se explică prin desenele din fig. 1-7, care reprezintă:

- fig. 1, schema generală de conexiune a utilajului de producere a esterului metilic/etilic;
- fig. 2, secțiunea transversală schimbătorului de căldură;
- fig. 3, secțiunea longitudinală schimbătorului de căldură;
- fig. 4, secțiunea tuburilor schimbătorului de căldură;
- fig. 5, secțiunea A-A;

- fig. 6, secțiunea verticală a tuburilor schimbătorului de căldură;

- fig. 7, secțiunea malaxorului cu filet.

Instalația pentru obținerea esterului metilic sau etilic din uleiuri vegetale, conform invenției, conține vas pentru ulei vegetal 1, rezervor pentru pregătirea metanolului catalizat 2, unit prin robinetul 3 cu rezervorul pentru metanol/etanol catalizat 4. Vasul 1 și rezervorul 4 prin robinetele 5 și 6 sunt conectate la ejectorul 7 cu pompa de înaltă presiune 8. Conducta 9, pe care se află manometrul 10 leagă pompa cu reactorul de transesterificare 11, la ieșirea căruia, este montat robinetul 12, unit prin conducta 13 cu separatorul 14. Separatorul 14 este legat prin conducte cu rezervorul 15, care acumulează glicerina și vasul 16 pentru ester. Ejectorul 17, legat prin robinetele 18 și 19 cu vasul intermediar pentru ester 16 și rezervorul pentru metanol catalizat 4, este unit cu pompa de înaltă presiune 20. Presiunea este controlată de manometrul 21, montat pe țeava ce unește pompa 20 cu reactorul 22, la ieșirea căreia pentru reglarea presiunii este instalat robinetul 23. Al doilea separator 24, care separă esterul de glicerină este unit cu vasul 15 pentru acumularea glicerinei și încălzitor-acumulatorul 25 pentru esterul metilic sau etilic. La ejectorul 29, montat la intrarea în pompa 30, este unit un vas cu apă pentru spălarea esterilor formați 26. Vasul 26 este unit prin robinetele 27 și 28 cu încălzitor-acumulator 25 pentru ester metilic/etilic. Intrarea în separatorul 32 este legată cu pompa 30 prin conducta, pe care este instalat manometrul 31, iar ieșirile lui – cu vasul 33 pentru deșeuri (săpun, apă, impurități) și aparatul de deshidratare a esterului metilic sau etilic 34. Vacuumul format de pompa de vid 35 în aparatul de deshidratare este măsurat de vacuummetrul 36. Prin robinetul 37 aparatul de deshidratare se unește cu vasul 38 de acumulare a produsului finit – esterul metilic sau etilic.

Reactoarele de transesterificare 11 și 22 includ un malaxor 43, schimbător de căldură 39, care constă din corp cilindric (fig. 2-3) cu apă încălzit de elemente electrice 40, tuburile 41 cu capetele închise, spirale 42 și malaxorul cu filet 42 conectate consecutiv. Tuburile, confecționate din țeavă cu un perete gros, sunt instalate vertical în corp pe circumferință și comunică consecutiv prin intermediul țevii de conexiune 44 (fig. 2, 4, 5) de un diametru mult mai mic decât al tuburilor verticale.

Axa țevii de conexiune 44 este perpendiculară pe axa tubului vertical și orientată tangențial la circumferința tubului vertical în așa mod că lichidul intră în tub tangențial în partea de jos a lui și iese la fel tangențial numai în capătul de sus și în partea opusă. Capetele tuburilor verticale sunt astupate – unul prin sudare, iar al doilea – cu un capac cu filet. Acesta dă posibilitate la necesitate de al de asambla tubul și al carăți. Datorită conexiuni tangențiale diametrului mic a țevilor, care unesc tuburile verticale, lichidul intră în tub cu o viteză mare ce aduce la rotirea intensă a conținutului total din tub, ceea ce provoacă o amestecare intensă a uleiului cu metanolul catalizat. Intrarea fiecărei spirale următoare este unită cu ieșirea celei anterioare (fig. 3, 6), spirele fiind instalate în schimbătorul de căldură 39, una în lata coaxial între ele și corp. Diametrul exterior al primei spire  $D_4$  (fig. 4) este ceva mai mic decât diametrul interior format de tuburile verticale 41. Diametrul exterior  $D_3$  al spirei a doua este de asemenea ceva mai mic decât diametrul interior al spirei precedente, și m. d. Pentru a ușura îmbinarea ieșirii spirei precedente și intrarea spirei ulterioare, direcția de depănare a spirelor este diferită. La ieșirea spiralei cu diametrul cel mai mic al spirei este montat un robinet pentru reglarea presiunii în sistem. Intrarea spiralei cu diametrul cel mai mare al spirei este unită cu ieșirea ultimului tub, iar intrarea primului tub este conectată cu malaxorul 45 (fig. 7). printr-un șir de bușe în așa mod încât fiecare bușă anterioară, executată cu filet exterior, este instalată în bușă următoare cu fund închis, având filet exterior, cu formarea unui spațiu între capătul ei și fund. Întreg ansamblu este montat în corpul 47 montabil prin filet. Aceasta dă posibilitate de a curăți la necesitate, partea interioară a malaxorului pentru ca lichid să se miște în temei pe filet, bușele se montează sub presiune slabă, iar bușă 46 este cu fund.

Construcția dată a reactorului, cum rezultă din invenție, are scopul de a lungi calea parcursă de lichid și totodată timpul de aflare a lichidului sub influența temperaturii și presiunii înalte ce favorizează decurgerea reacției de transesterificare. Totodată schimbarea bruscă a secțiunii transversale a țevilor face mișcarea lichidului turbulentă ce aduce la amestecarea intensă, omogenizarea lui și transesterificare mai adâncă a uleiului.

Instalația pentru obținerea esterului metilic sau etilic din uleiuri vegetale funcționează în modul următor: în rezervorul 2 în proporție stabilită se pregătește soluția de metanol/etanol cu catalizatorul necesar și prin robinetul 3 se alimentează rezervorul 4. La deschiderea robinetelor 5 și 6 pompa 8 suge uleiul din vasul 1 și metanol/etanol catalizat din rezervorul 4, prin ejectorul 7 unde se începe o amestecare intensă a lichidelor. Sub acțiunea pompei 8 lichidul este pompat spre reactorul 11 prin malaxorul 43, tuburile 41 și spirele 42, unde datorită construcției lor, lichidul primește o mișcare turbulentă și prelungește intensiv să se amestec. Robinetul 12 la ieșirea din reactor reglează presiunea fixată de manometrul 10, necesară pentru ca reacția de esterizare a uleiului să treacă cât mai deplin. Datorită presiunii înalte și încălzirii rapide a amestecului de ulei și metanol catalizat de agentul termic din reactor, procesul de esterificare decurge în timp scurt atâta cât lichidul se află în reactor. Lichidul din reactor prin conducta 13 pătrunde în separatorul 14, care separă esterul și uleiul neesterizat transmițându-l vasul 16, de glicerină în rezervorul 15.

Treapta a doua de esterizare a uleiului rămas are loc în reactorul 22. Amestecul de ester și ulei din vasul 16 prin robinetul 19 și metanolul catalizat pentru transesterificarea pe deplină a uleiului rămas din rezervorul 4, prin ejectorul 17 este pompat de pompa 20 în reactorul 22. Cantitatea necesară de metanol catalizat pentru transesterificarea uleiului rămas se reglează cu ajutorul robinetului 18. Presiunea stabilită de robinetul 23 este fixată de manometrul 21. Lichidul din reactor este îndreptat spre separatorul 24 al trepte a doua de transesterificare. Separatorul 24 separă glicerina formată și o îndreaptă în rezervorul 15 acumulare a glicerinei, de esterul în încălzitorul-acumulatorul 25. După treaptă a doua gradul de esterizare a uleiului depășește 98%. Mai departe decurge procesul de purificare și deshidratare a esterului.

Apa încălzită din rezervorul 26 și esterul din încălzitorul-acumulator 25 prin robinetele 28 și 27 trece în injectorul 29 și mai departe în pompa 30 spre separatorul 32. Pompa specială cu multe trepte 30 și ejectorul 39 adânc omogenizează esterul și apa, ce aduce la dizolvarea deplină a săpunurilor și hidratarea fosfolipidelor rămase în ester. Separatorul 32 mai departe separă esterul, care este îndreptat spre aparatul de deshidratare 34, iar apa și alte impurități – în vasul 33. În aparatul de deshidratare cu pompa de vid 35 se formează vacuum și esterul, care nimereste în sistemul de farfurii la temperatura de 80-85°C intensiv fierbe și apa și metanolul, care au mai rămas în ester se evaporă. Esterul deshidratat prin robinetul 37 nimereste în vasul de acumulare a produsului finit 38.

Avantajul instalației propusă constă în aceea că, procesul de transesterificare a uleiului, purificare și deshidratare a esterului se efectuează în flux, de aceea datorită acestui fapt procesul tehnologic ușor poate fi automatizat. Totodată transesterificarea, purificarea și deshidratarea în flux dă posibilitate de a obține mari productivități, cu utilaj de mici gabarite și capacități ce ieftinește costul utilajului și a produsului finit.