



(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2011 01305

(22) Data de depozit: 05.12.2011

(41) Data publicării cererii:
28.06.2013 BOPI nr. 6/2013

(71) Solicitant:
• BIOSINT EB SRL,
STR. CALEA VICTORIEI NR. 149,
CAM. V220, SECTOR 1, BUCUREȘTI, B,
RO

(72) Inventatori:
• IVĂNUȘ GHEORGHE, STR. BUESTRULUI
NR. 20, SECTOR 2, BUCUREȘTI, B, RO;

• NATHANZOHN STRULICH, STR. AMIKAM
4, HAIFA, IL;
• HUBCA GHEORGHE, BD. IULIU MANIU
NR. 51, BL. 22B, SC. B, ET. 6, AP. 69,
SECTOR 6, BUCUREȘTI, B, RO;
• CINCU CORNELIU, DRUMUL TABEREI
53, BL. R6, AP. 58, SECTOR 6,
BUCUREȘTI, B, RO

(54) INSTALAȚIE PENTRU OBTINEREA ETILBENZENULUI PRIN
ALCHILAREA BENZENULUI CU BIOETANOL

(57) Rezumat:

Invenția se referă la o instalație pentru obținerea etilbenzenului. Instalația conform invenției este formată dintr-un reactor (1) de alchilare a benzenului cu bioetanol, un reactor (2) de transalchilare a dietilbenzenilor, o coloană (3) de separare și recirculare a benzenului, prevăzută cu 42...45 talere, o coloană (4) de separare a fracției ușoare, o coloană (5) de separare a etilbenzenului, prevăzută cu 52...54 talere cu valve din oțel aliat, un vas (6) de separare a produselor de reacție de alchilare și transalchilare, prin diferență de densitate, și o coloană (7) de separare a di- și trietilbenzenilor din fracția de polialchili superiori, prevăzută cu 20...25 talere cu valve din oțel aliat, care funcționează la o presiune de 3...5 bari și o temperatură de până la 270°C.

Revendicări: 5
Figuri: 3

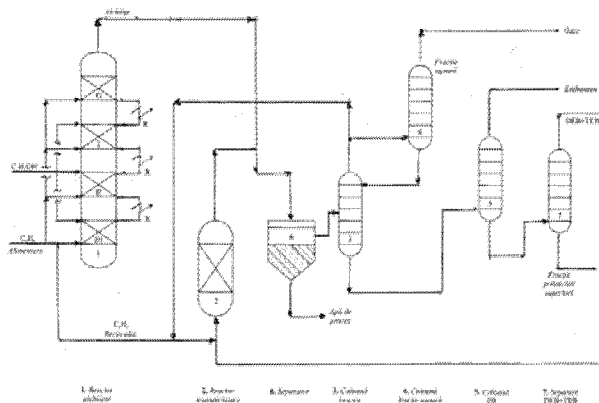


Fig. 1



INSTALAȚIE PENTRU OBTINEREA ETILBENZENULUI PRIN ALCHILARE CU BIOETANOL

Invenția se referă la o instalație pentru sinteza etilbenzenului cu bioetanol, instalație care poate fi utilizată pentru înlocuirea completă sau parțială a instalațiilor existente de alchilare a benzenului cu etilenă și catalizator de alchilaluminiiu, cu costuri reduse până la 50% sau mai mult.

Invenția se poate aplica pentru obținerea etilbenzenului, materie primă pentru fabricarea stirenului, care la rândul său se folosește pentru obținerea polistirenului și copolimerilor stirenici, produse cu multiple utilizări în domeniul sintezelor chimice, petrochimice, materialelor termoizolante, ambalaje, izolații termice și în construcții, în special la fabricația de stiren, polistiren de uz general, polistiren antișoc, polistiren expandat, cauciucul SBR, copolimeri stirenici ABS și SAN, rășini poliesterice nesaturate, latexuri stiren-butadien –stirenice, precum și fabricația altor copolimeri stirenici.

În prezent, etilbenzenul se obține industrial prin procedeul de alchilare catalitică a benzenului cu etenă fie în fază lichidă, fie în fază vapori, în sistem catalitic pe bază de clorură de aluminiu sau zeoliți.

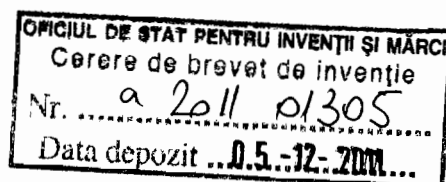
Astfel, din cererea de brevet US 20080293985A1, se cunoaște un procedeu de producere a etilbenzenului într-o instalație care are în componență un reactor de alchilare, un reactor de transalchilare sau un transalchilator cunoscut în domeniu, pentru alchilarea benzenului cu etilenă, în fază de vapori, lichidă sau mixtă, în prezență de catalizator zeolitic cunoscut și utilizat în domeniu.

Etena necesară alchilării benzenului se obține însă prin procedee energofage și poluante de cracare la presiune scăzută a fracțiunilor de petrol, în instalații complexe și costisitoare de piroliză a hidrocarburilor care provin din resurse neregenerabile de natură petrolieră.

Problema pe care o rezolvă invenția constă în realizarea unei instalații pentru obținerea unui etilbenzen de calitate, corespunzător fabricării stirenului, plecând de la o componentă obținută din resurse naturale ce reacționează cu benzenul pe catalizatori zeolitici modificați, specifici procedurii, fără degajare de produse toxice și poluante în mediul înconjurător.

Spre deosebire de procedeele clasice de alchilare existente, prezenta invenție utilizează o instalație cu un catalizator specific, modificat și adaptat obținerii cu randament ridicat de etilbenzen, dispus în reactorul de alchilare astfel încât să se consume întreaga cantitate de bioetanol introdusă în reactorul de alchilare, în același timp cu un preț mai scăzut cu până la 50% față de cel al instalațiilor existente în prezent. Bioetanolul utilizat, obținut din resurse regenerabile vegetale cum sunt : sorg zaharat, sfeclă, cereale etc, înlocuiește etena, ceea ce constituie, alături de tipul de catalizator zeolitic modificat utilizat, o noutate în domeniu, pe plan mondial, realizând astfel un produs mai puțin poluant pentru mediul ambiant.

Instalația pentru sinteza etilbenzenului prin alchilarea benzenului cu etanol, conform invenției, este formată în principal dintr-un reactor de alchilare a benzenului (1) cu bioetanol, în prezență de catalizator zeolitic în strat fix sau strat fluidizat, un reactor



de transalchilare (2) a dietilbenzenilor, cu înălțime 0,3-0,4 din înălțimea reactorului de alchilare, o coloană (3) de separare și recirculare a benzenului, prevăzută cu 42-45 de talere, cu funcționare la o presiune de 7-8 bar și temperatură de 260-270°C, o coloană (4) de separare a fracției ușoare, care funcționează la o presiune de 7-8 bar și temperatură de până la 260°C, o coloană (5) de separare a etilbenzenului, prevăzută cu 52-54 de talere cu valve din oțel aliat, cu funcționare la o presiune de 3,5-4 bar și temperatură de până la 260°C, un vas de separare (6) al produselor de reacție rezultate de la alchilare și de la transalchilare, în regim continuu a produselor de reacție prin diferență de densitate, cu îndepărtarea stratului superior de natură hidrocarbonată format din produsele de reacție, și o coloană (7) de separare a di și trietilbenzenilor de fracția de polialchili superiori, prevăzută cu 20-25 talere cu valve din oțel aliat, care funcționează la o presiune de până la 3,5 bar și o temperatură de până la 270°C .

Stratul fix sau fluidizat de catalizator zeolitic este de tip ZSM-5 din gel de aluminosilicat de sodiu amorf sub formă uscată modificat cu ioni metalici și cu conținut de hexametilendiamină ca agent organic de direcționare a structurii.

Instalație conform invenției, conține un reactor de alchilare (1) cu strat fix de catalizator care este un reactor de tip coloană, cu un raport înălțime H : diametru D, H : de 14...28, cu circulație ascendentă a reactanților, cu trei zone de reacție (I, II, III), cu alimentare cu reactanți în fiecare zonă și cu un strat de catalizator de gardă G aflat la partea superioară a reactorului, special plasat, astfel încât să epuizeze integral bioetanolul nereacționat, zonele de reacție fiind prevăzute cu spații de liniștire și evacuare a unei părți din amestecul de reacție în exterior, în vederea preluării căldurii de reacție în schimbătoare de căldură externe și generatoare de abur de joasă presiune.

Instalația conform invenției, conține un reactor de alchilare (1) cu strat fluidizat care are o zonă de alimentare cu benzen și bioetanol, în care se găsește catalizatorul în strat fluidizat, aflat la o temperatură de 380-420°C și presiune de până la 2 atm, din care, după terminarea reacției se elimină gazele de reacție pe la partea superioară iar pe la partea inferioară benzenul nereacționat.

Reactorul de alchilare a benzenului din instalația definită în descrierea de față sau a instalația definită în descrierea de față, se utilizează pentru înlocuirea reactoarelor de alchilare sau a instalațiilor de alchilare care utilizează drept catalizator un alchilaluminiiu, sau a instalațiilor pentru alchilare care folosesc etilenă sau alți compuși de alchilare.

Procedeul prezintă avantajul posibilității implementării sale pe instalațiile existente de fabricare a etilbenzenului din etilena și benzen care folosesc catalizatori de clorură de aluminiu sau alți catalizatori solizi în strat fix, fără modificări costisitoare ale instalației. Instalația care face obiectul invenției folosește un catalizator de tip zeolitic ZSM-5 cu formula $\text{Na}_n\text{Al}_n\text{Si}_{96-n}\text{O}_{192-16n}\text{H}_2\text{O}$, în care $n=1-27$, catalizator care face obiectul cererii de brevet nr...din, modificat cu ioni metalici și cu conținut de hexametilendiamină ca agent organic de direcționare a structurii, printr-un procedeu original care face obiectul cererii de brevet nr..... din, elaborate în cadrul S.C. BIOSINT EB

Procedeul propus are avantajul ca se poate lucra la presiuni scăzute, se obțin concentrații ridicate de etilbenzen în gazele de reacție, se îndepărtează și recuperează ușor căldura de reacție fără apariția unor zone calde în zona de reacție și se reduc costurile de întreținere și reparații comparativ cu procedeele standard .

În comparație cu alte procedee de obținere a etilbenzenului aflate în exploatare curentă, prezenta invenție mai prezintă următoarele avantaje și anume:

- În procedeele existente de fabricare a etilbenzenului consumurile specifice de materii prime constau în: 0,751 t benzen și 0,270 t etilenă per tona de etilbenzen. Pentru a obține însă o tona de etilena sunt necesare cca 4 tone de benzina de distilare atmosferică a titeiului –pentru care trebuiesc prelucrate 8 tone de titei, din care evident se obțin și alte produse petroliere, dar resursele sunt neregenerabile și pe cale de epuizare .

În cazul procedurii de alchilare cu bioetanol , care face obiectul prezentului brevet, consumul de benzen este același de 0,751 tone de benzen per tona de etilbenzen iar consumul de bioetanol este de 0,443 tone de bioetanol per tona de etilbenzen , deoarece în molecula alcoolului etilic există gruparea –OH care conduce la formarea apei de proces.

Prin procedeul care face obiectul prezentei invenții etilena se înlocuiește cu alcool etilic produs din resurse vegetale regenerabile, spre deosebire de etilenă, care se obține prin procedee energofage de piroliză a hidrocarburilor, provenite din petrol, resursă fosilă neregenerabilă și pe cale de epuizare.

- Fabricarea bioetanolului este un proces mai puțin agresiv față de mediu, în comparație cu obținerea etilenei prin piroliza hidrocarburilor , proces care necesită temperaturi cuprinse între cuprinse între -102 și + 850 °C , presiuni între 2 și 34 bar și cu emisii de gaze nocive în atmosferă.

- Resursele vegetale din care se poate fabrica bioetanolul sunt regenerabile și practic nepuizabile, acestea obținându-se pe cale industrială prin fermentația zahărului, amidonului sau în perspectiva , chiar a celulozei; astfel, zahărul se poate obține din fructe, melasă, sfeclă de zahăr, sorg zaharat, trestie de zahăr etc. după care apoi se convertește în alcool etilic; amidonul se poate obține din porumb, cartofi, grâu, orz, secară, care după hidrolizare în zahăr fermentabil prin acțiunea enzimelor de malt, se folosește la fabricarea alcoolului etilic; celuloza din lemn, resturi vegetale, soluția de sulfat de la măcinarea pulpei de celuloză, conțin zahăr provenit din hidroliza celulozei care apoi se poate converti în alcool etilic.

- Instalația propusă prin prezenta invenție se poate realiza și prin modificarea unor unități existente de fabricare a etilbenzenului care folosesc clorura de aluminiu, substanță extrem de corozivă pentru echipamentele mecanice și poluantă pentru mediul ambiant.

Sistemul catalitic folosit de instalația propusă prin prezenta invenție, zeolitiți de tipul ZSM-5 modificat nu este agresiv față de mediul ambiant și nici nu este coroziv pentru echipamentele tehnologice.

- Caracterul epuizabil al surselor fosile de hidrocarburi, în primul rând, al țițeiului și exigențele ecologice legate de poluarea mediului cu oxizi de sulf și azot dar, mai ales, efectul de seră cauzat de acumularea în atmosfera terestră a dioxidului de carbon eliberat la arderea hidrocarburilor fac deosebit de atractive procedeele care folosesc resurse naturale vegetale regenerabile.

Se dă în continuare un exemplu de realizare și utilizare a instalației realizate conform invenției, în legătură și cu figurile 1, 2 și 3, care reprezintă:

-fig. 1- reprezintă schema instalației și fluxului procedurii de fabricare a etilbenzenului, cu catalizator în strat fix,

-fig. 2- reprezintă un procedeu simplificat de alchilare a benzenului cu bioetanol,

-fig. 3- reprezintă un reactor de alchilare în strat fluidizat

Se dă în continuare un exemplu de realizare a instalației, cu prezentarea componentelor instalației, conform invenției și în legătură cu fazele de desfășurare ale procedurii (procesului tehnologic)

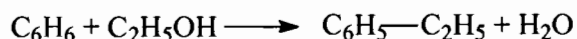
a) Alchilarea

Intr-o primă etapă are loc alchilarea benzenului într-un reactor de alchilare cu strat fix de catalizator.

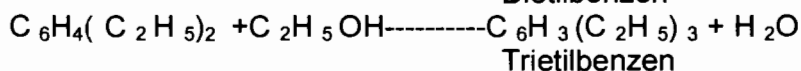
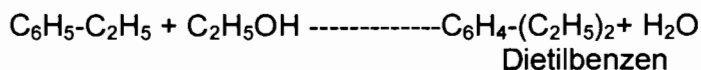
Sinteza etilbenzenului din benzen și bioetanol se poate realiza folosind un reactor cu catalizator zeolitic în strat fix, și echipamentele corespunzătoare de separare ale produselor de reacție, așa cum se prezintă în fig. 1.

Alchilarea benzenului cu bioetanol se efectuează trecând un amestec de benzen/bioetanol în raport de 2/1-3/1, peste un catalizator de tip zeolitic în strat fix, la temperaturi cuprinse între 350 – 400 °C, la o presiune de 2 – 4 bar și o concentrație a bioetanolului de 96,5% – 99,99% volum.

Reactorul de alchilare în strat fix are un raport H (înălțime)/D (diametru) care poate varia între 14 și 28 , în funcție de capacitatea de producție a reactorului și poate fi construit din oțel carbon .Reacțiile principale care se desfășoară în reactorul de alchilare sunt următoarele:



Continuarea reacției de alchilare conduce la formarea de produși polialchilati, astfel:



Reacția de alchilare are loc într-un reactor de tip coloană verticală cu strat fix de catalizator (poz. 1), cu circulație ascendentă a reactanților , în care se află trei zone de reacție (1,2,3) și un strat de catalizator de gardă –G , la partea superioară a reactorului pentru epuizarea integrală a alcoolului etilic nereacționat din amestecul de alimentare. Benzenul și alcoolul etilic sunt alimentați în fiecare zonă de reacție, zone despărțite prin spații de linistire și de evacuare a unei părți din amestecul de reacție în exterior pentru preluarea căldurii de reacție, în schimbătoare de căldură externe, special proiectate.

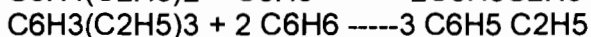
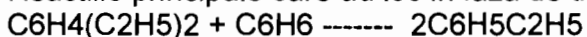
Reacția de alchilare este ușor exotermă, ceea ce conduce la o ușoară creștere de temperatură de-a lungul fiecărui strat de catalizator, iar pentru menținerea condițiilor optime de reacție sunt preluate fluxuri laterale interne de amestec de reacție și răcite în schimbătoare de căldură externe, așa cum s-a menționat și mai sus .

Sistemul de preluare a căldurii implică mai multe operații, cum sunt: preîncălzirea benzenului, înainte de a fi introdus în straturile de catalizator, încălzirea fluxului de alimentare a reactorului de transalchilare și apoi generarea de abur de joasă presiune.

b) Transalchilarea.

În reactorul de transalchilare, poz. 2, are loc conversia dietilbenzenilor în etilbenzen cu exces de benzen, reactor care este operat în regim izoterm, cu o ușoară variație a temperaturii de-a lungul singurului strat de catalizator pe care-l conține reactorul de transalchilare.

Reacțiile principale care au loc în faza de transalchilare sunt următoarele :



Reactorul de transalchilare (2) care poate fi construit din oțel carbon, are o înălțime mai mică, cca 0,3-0,4 din înălțimea reactorului de alchilare (1) , este alimentat cu un amestec de benzen și polialchilbenzen și încălzit până la temperatura de reacție de cca 320-380 C , ceva mai blândă în comparație cu alchilarea benzenului cu alcool etilic, cu ajutorul unui efluent care provine din reactorul de alchilare. Presiunea în reactor poate varia între 2 și 3,5 bar .

Aproape jumătate din cantitatea de polialchilbenzen este convertită în etilbenzen, pe fiecare trecere. Reacția de transalchilare utilizează același tip de catalizator ca și reacția de alchilare, cu deosebirea că se folosește un singur strat de catalizator peste care se trece: amestecul de dietilbenzen + trietilbenzen și benzen în exces.

Randamentul total de etilbenzen, după traversarea reactorului de alchilare și transalchilare ajunge la cca 98%, restul de 2% reprezentând polialchilbenzeni și alți produși grei .

Fig. 1. Schema de flux a procedurii de fabricare a etilbenzenului, cu catalizator în strat fix

c) Separarea produselor de reacție

Produsele de reacție care provin din reactorul de alchilare și din cel de transalchilare sunt răcite prin schimb de căldură cu alte fluxuri tehnologice, condensate și apoi sunt decantate în vasul.poz 6, unde la partea superioară se separă stratul de hidrocarburi, iar la partea inferioară se separă apa rezultată de proces.

Separarea etilbenzenului se face în continuare într-un tren de 4 coloane de fracționare, după cum urmează:

- Coloana de separare a benzenului poz. 3 care poate fi confecționată din oțel carbon, care are 42-45 talere practice cu valve din oțel aliat și are funcțiunea de separare a benzenului. Benzenul se separă la vârful coloanei.poz 3 și apoi se recirculă la reactorul de alchilare – poz. 1, și la cel de transalchilare – poz. 2. Coloana are o presiune de proiectare de 7-8 bar iar temperatura de proiectare de 260-270 C

– Coloana de separare a fracțiunilor ușoare , poz 4 , poate fi confecționată din oțel carbon, dar umplutura de tip structurat trebuie să fie din oțel aliat, la o presiune de proiectare cuprinsă între 7-8 bar și temperatura de proiectare de până la 260°C . O parte din produsul de vârf al coloanei – poz. 3, este dirijată în alimentarea coloanei – poz. 4, destinată separării fracțiunilor ușoare rezultate în reactoarele de alchilare și transalchilare, fracții ușoare care se valorifică sub formă de gaze combustibile. Produsul de fund al coloanei – poz. 4, se recirculă ca reflux la coloana poz. 3 de separare a benzenului nereacționat.

– Coloana de separare a etilbenzenului - poz 5 , poate fi construită din oțel carbon, are 52-54 talere cu valve din oțel aliat, la o presiune de proiectare de 3,5-4 bar și temperatura de proiectare de până la 260°C. Produsul de blaz al coloanei de separare a benzenului intră în alimentarea coloanei de separare a etilbenzenului – poz. 5 - la vârful acesteia, iar produsul de vârf se dirijează în alimentarea coloanei – poz. 7, destinată separării dietilbenzenului și trietilbenzenului de produsele alchilate grele.

-Coloana de separare a polialchil benzenilor –poz 7, poate fi confecționată din oțel carbon și are 20-25 talere cu valve din oțel aliat, la o presiune de proiectare de 3,5 bar și o temperatură de proiectare de până la 270°C .

- 1. Reactor alchilare
- 2. Reactor transalchilare
- 6. Separator
- 3. Coloană benzen
- 4. Coloană fracție ușoară
- 5. Coloană EB
- 7. Separare DEB+TEB

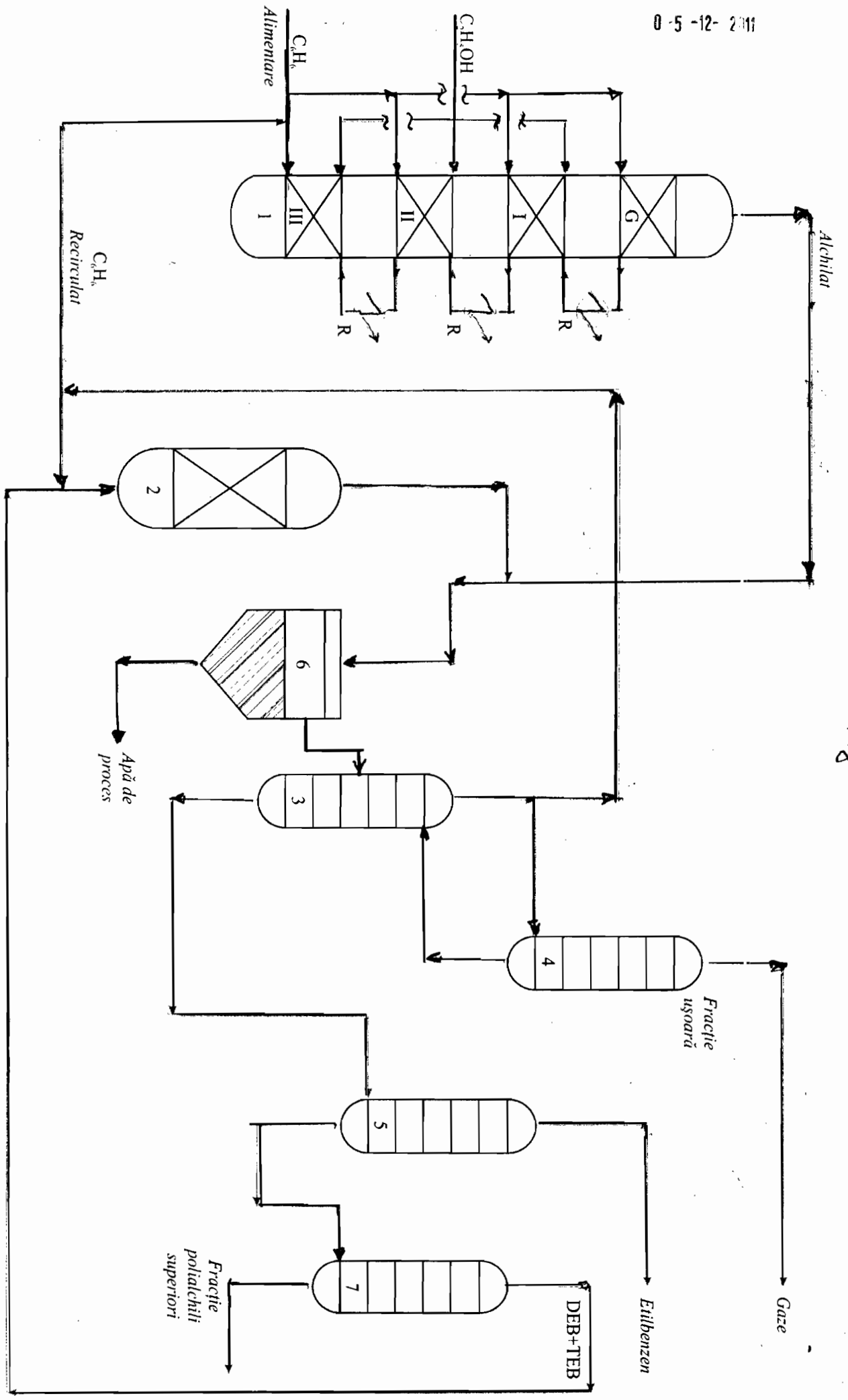


Fig. 1.

Fracțiunea de vârf a coloanei 7 care conține dietilbenzen și trietilbenzen se recirculă la reactorul de transalchilare, iar produsul de laș al coloanei 7, se valorifică drept combustibil lichid.

d) Prezentarea variantei cu reactor de alchilare in strat de catalizator fluidizat

Reactia de alchilare se poate conduce si in reactor in strat fluidizat, asa cum se prezintă in fig 2 si fig 3 de mai jos, cu precizarea că restul echipamentelor de separare răman identice cu cele prezentate in fig 1 pentru reactorul de alchilare in strat fix .

Acest tip de reactor poate conduce, pe langă implementarea lui in noul procedeu de alchilare a benzenului cu etanol care face obiectul prezentului brevet dar si la re tehnologizarea instalatiilor existente de fabricare a etilbenzenului în fază lichidă cu catalizator de triclorură de aluminiu dar și cu catalizator in strat fix pe bază de zeoliti .

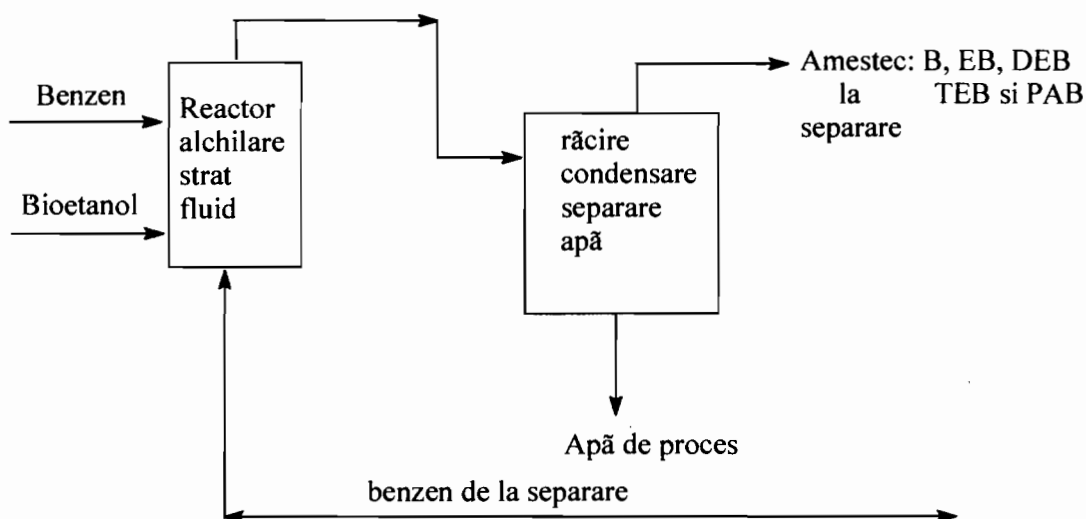


Fig. 2.

Reacția de alchilare are loc la temperaturi cuprinse între 380 și 420 °C și presiuni de maximum 2 atm, pe catalizatori de tip zeolitic modificat cu ioni metalici, microsferic, care asigură un conținut de minimum 45% greutate etilbenzen în masa de reacție.

Catalizatorul microsferic are un diametru mediu al particulelor de 0,050 mm și o suprafață specifică de 350 m²/g, pe bază de zeolit ZSM-5, sub formă modificată cu metale alcalino-feroase.

Catalizatorul se regenerează continuu la temperaturi cuprinse între 560 – 590°C, după care se recirculă la reactorul de alchilare.

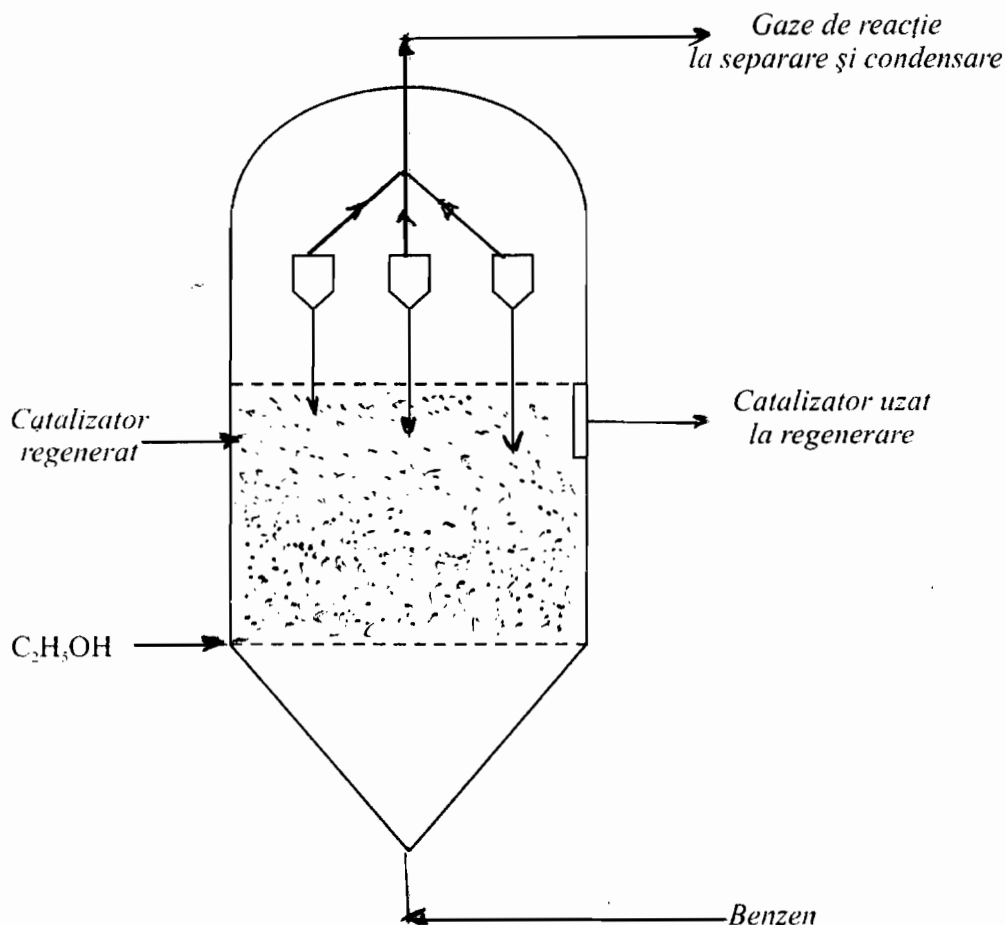


Fig 3 Reactor de alchilare în strat fluidizat

Indicarea modului de exploatare industrială a invenției.

Instalația de fabricare a etilbenzenului, în cele două variante ale sale, care fac obiectul prezentei invenții, se poate aplica atât pentru unitati de ultimă generație cum este cazul unitatilor de fabricare a etilbenzenului din etilenă și benzen, pe catalizatori zeolitici în strat fix, dar și în adaptarea unor instalații existente de fabricare a etilbenzenului prin procedee mai vechi și foarte poluante, cum sunt : alchilarea benzenului cu etenă în fază lichidă pe catalizatori de clorură de aluminiu (corozivi și foarte agresivi pentru mediul înconjurător), acid fosforic etc .

De fapt, în ultimul deceniu, procedeul de alchilare a benzenului cu etilenă pe catalizatori de clorură de aluminiu nu s-a mai dezvoltat, din cauza celor menționate anterior .

Adaptarea instalațiilor existente care folosesc catalizatori cum sunt: clorură de aluminiu dizolvată într-un amestec de benzen și alchilbenzeni care conține clorură de etil sau acid clorhidric, alumină pe suport de silicagel (procedeul Koppers), acid fosforic pe suport de Kiselgur (procedeul Natural Gaz) și catalizator de oxid de aluminiu activat cu trifluorură de bor (procedeul Alcar - UOP), poate fi relativ ușor făcută, prin înlocuirea sistemului de reacție cu sistemul de alchilare în strat fix sau în strat fluidizat cu catalizatori zeolitici modificați, de tip ZSM-5, propus prin prezenta invenție .

Restul instalației de distilare și depozitare existente se pot folosi, cu mici modificări pentru aplicarea procedurii.
Adaptarea unor instalații existente aduce economii de cca 50% față de cazul construirii unei instalații noi, de aceeași capacitate.

Revendicări

1. Instalație pentru sinteza etilbenzenului prin alchilarea benzenului cu etanol, formată din reactor de alchilare, reactor de transalchilare, coloane de separare a produselor de reacție, **caracterizată prin aceea că** este formată în principal dintr-un reactor de alchilare a benzenului (**1**) cu bioetanol, în prezență de catalizator zeolitic în strat fix sau strat fluidizat, un reactor de transalchilare (**2**) a dietilbenzenilor, cu înălțime 0,3-0,4 din înălțimea reactorului de alchilare, o coloană (**3**) de separare și recirculare a benzenului, prevăzută cu 42-45 de talere, cu funcționare la o presiune de 7-8 bar și temperatură de 260-270°C, o coloană (**4**) de separare a fracției ușoare, care funcționează la o presiune de 7-8 bar și temperatură de până la 260°C, o coloană (**5**) de separare a etilbenzenului, prevăzută cu 52-54 de talere cu valve din oțel aliat, cu funcționare la o presiune de 3,5-4 bar și temperatură de până la 260°C, un vas de separare (**6**) al produselor de reacție rezultate de la alchilare și de la transalchilare, în regim continuu a produselor de reacție prin diferență de densitate, cu îndepărtarea stratului superior de natură hidrocarbonată format din produsele de reacție, și o coloană (**7**) de separare a di și trietilbenzenilor de fracția de polialchili superiori, prevăzută cu 20-25 talere cu valve din oțel aliat, care funcționează la o presiune de până la 3,5 bar și o temperatură de până la 270°C .
2. Instalație conform revendicării 1, **caracterizată prin aceea că** stratul fix sau fluidizat de catalizator zeolitic este de tip ZSM-5 din gel de aluminosilicat de sodiu amorf sub formă uscată, modificat cu ioni metalici și cu conținut de hexametilendiamină ca agent organic de direcționare a structurii.
3. Instalație conform revendicării 1, **caracterizată prin aceea că** reactorul de alchilare (**1**) cu strat fix de catalizator este un reactor de tip coloană, cu un raport înălțime H : diametru D, H : de 14...28, cu circulație ascendentă a reactanților, cu trei zone de reacție (I, II, III), cu alimentare cu reactanți în fiecare zonă și cu un strat de catalizator de gardă G aflat la partea superioară a reactorului, special plasat, astfel încât să epuizeze integral bioetanolul nereacționat, zonele de reacție fiind prevăzute cu spații de liniștire și evacuare a unei părți din amestecul de reacție în exterior, în vederea preluării căldurii de reacție în schimbătoare de căldură externe și generatoare de abur de joasă presiune.
4. Instalație conform revendicării 1, **caracterizată prin aceea că** reactorul de alchilare (**1**) cu strat fluidizat are o zonă de alimentare cu benzen și bioetanol, în care se găsește catalizatorul în strat fluidizat , aflat la o temperatură de 380-420°C și presiune de până la 2 atm, din care, după terminarea reacției se elimină gazele de reacție pe la partea superioară iar pe la partea inferioară benzenul nereacționat.
5. Utilizarea reactorului de alchilare a benzenului din instalația definită în revendicarea 1 sau a instalației definite în revendicarea 1, pentru înlocuirea reactoarelor de alchilare sau a instalațiilor de alchilare care utilizează drept catalizator alchilaluminiiu, sau a instalațiilor pentru alchilare care folosesc etilenă sau alți compuși de alchilare.