



(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2015 00803

(22) Data de depozit: 09/11/2015

(41) Data publicării cererii:
30/05/2017 BOPI nr. 5/2017

(71) Solicitant:
• INSTITUTUL NAȚIONAL DE
CERCETARE-DEZVOLTARE PENTRU
CHIMIE ȘI PETROCHIMIE - ICECHIM,
SPLAIUL INDEPENDENȚEI NR.202,
SECTOR 6, BUCUREȘTI, B, RO

(72) Inventatori:
• STEPAN EMIL, BD.TIMIȘOARA NR.49,
BL.Cc 6, SC.A, ET.3, AP.12, SECTOR 6,
BUCUREȘTI, B, RO;
• VASILIEVICI GABRIEL, STR.AZURULUI
NR.3, BL.114 A, SC.A, ET.8, AP.158,
SECTOR 6, BUCUREȘTI, B, RO;
• VELEA SANDA, STR.ZAMBILELOR NR.6,
BL.60, ET.2, AP.5, SECTOR 2, BUCUREȘTI,
B, RO;

• BOMBOȘ MARIANA MIHAELA,
CALEA CRÂNGAȘI NR.9, BL.5, ET.5, SC.I,
AP.30, SECTOR 6, BUCUREȘTI, B, RO;
• ENĂȘCUȚĂ CRISTINA EMANUELA,
STR. SABINELOR NR. 106, BL. 115, ET. 6,
AP. 25, SECTOR 5, BUCUREȘTI, B, RO;
• OPRESCU ELENA EMILIA,
ALEEA PROFESORILOR NR.6, BL.37 C,
SC.C, AP.46, PLOIEȘTI, PH, RO;
• RADU ELENA, CALEA GRIVIȚEI NR. 206,
BL. K, SC. E, AP. 31, SECTOR 6,
BUCUREȘTI, B, RO;
• RADU ADRIAN, BD.TIMIȘOARA NR.35,
BL.OD 6, SC.5, AP.174, SECTOR 6,
BUCUREȘTI, B, RO

(54) **BIOCARBURANT PENTRU AVIOANE CU TURBINĂ,
ȘI PROCEDEU DE OBTINERE A ACESTUIA**

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un biocarburent pentru aviație, și la un procedeu pentru obținerea acestuia. Biocarburentul conform invenției este constituit, în procente masice, din maximum 5% n-alcani, 4...16% alcani ramificați, 70...96% alchil cicloalcani și până la 21% hidrocarburi aromatice. Procedeu conform invenției constă în tratarea esterilor metilici ai acizilor grași cu hidrogen la presiuni de 50...150 bari, într-un reactor tubular continuu, cu curgere descendentă în echicurent, încărcat cu trei straturi de catalizator,

activate în prealabil, după care din amestecul de reacție evacuat din reactor se separă o fracție de hidrocarburi din care se separă 18...38% o fracție de rectificare cu interval de fierbere 40...150°C, care se utilizează ca benzină, și 62...82% o fracție cu interval de fierbere de 150...300°C și o temperatură de congelare de -47...-54°C, care se utilizează ca biocarburent în aviație.

Revendicări: 3



**BIOCARBURANT PENTRU AVIOANE CU TURBINA
SI PROCEDEU DE OBTINERE A ACESTUIA**

Inventia se refera la un biocarburant pentru avioane cu turbina si la un procedeu de obtinere a acestuia, prin procesarea esterilor metilici ai acizilor grasi obtinuti din materii grase.

Se cunosc numeroase compozitii de biocarburanti pentru avioane cu turbina si procedee de obtinere a acestora.

Astfel, WO Patent 2012012855 (US 2013131407) descrie o compozitie si un procedeu de fabricare a unui biocarburant pentru aviatie pe baza de cicloalcani, prin hidrogenarea catalitica a biomasei constituita din derivati ai uleiurilor esentiale cu continut de mentol, citral, citronellol, citronellal, la temperaturi de 70 - 250° C, presiuni de 1 - 70 bar, sub agitare de 100 - 1000 rpm., timp de 1-48 ore, in prezenta de catalizatori heterogeni. Catalizatorii sunt constituiti dintr-un suport de tip acid si o faza activa formata din metale de tipul Pt, Pd, Ru, Rh, Mo, Co, Ni, W, preferabil Pt, Pd sau Ni. Compozitia care implica biocarburantul obtinut prin procedeu mai sus prezentat este un amestec de cicloalcani si carburant de aviatie in raport de 1:100 - 100:1, in volume.

Procedeul prezinta dezavantaje legate de utilizarea unor materii prime costisitoare.

US Patent 9.005.429 prezinta un procedeu de obtinere a carburantului pentru aviatie pe baza de hidrocarburi, cuprinzand trei etape. In prima etapa, materiile prime de origine biologica de tipul acizilor grasi, a esterilor acestora sau a anhidridelor corespunzatoare, sunt hidrodeoxigenate in prezenta hidrogenului si a unor catalizatori continand un metal selectat din grupa a VIII-a si / sau a VI-a B a Sistemului Periodic al Elementelor, la presiuni de 10 - 150 bari si la temperaturi de 200 - 400°C, obtinandu-se n-parafine. In etapa a doua, n-parafinele sunt izomerizate in prezenta hidrogenului si a unui catalizator continand o sita moleculara si / sau un metal selectat din grupa a VIII-a a Tabelului Periodic al Elementelor, la presiuni de 10 - 150 bar si temperaturi de 280 - 400° C, pentru a se obtine izoparafine. In a treia etapa, se separa fractia de izoparafine cu temperatura de fierbere la presiune atmosferica mai mare de 200°C, care se introduce la reizomerizare, la presiuni de 10 - 150 bar, si la temperaturi mai mari ca in etapa a doua de izomerizare, utilizandu-se acelasi tip de catalizator.

Procedeul prezinta dezavantaje legate de necesitatea unei etape suplimentare de reizomerizare, care contribuie la scumpirea produsului.

US Patent 8.198.492 descrie un procedeu de fabricare a unui carburant diesel si a unui carburant pentru aviatie, din materii prime regenerabile cuprinzând etapele: a) tratarea

materiei prime cu hidrogen in prezenta unui catalizator, in prima zona de reactie si obtinerea prin hidrogenare și deoxigenare a unui amestec format din hidrogen, apa, dioxid de carbon si hidrocarburi cu puncte de fierbere in intervalul carburantului diesel si a celui de aviatie; b) separarea selectiva, intr-un separator operand la cald si la presiune ridicata, a hidrogenului, apei si oxizilor de carbon de parafine; c) introducerea fluxului de parafine in a doua zona de reactie, peste catalizatori de izomerizare si de hidrocracare selectiva, rezultand un amestec imbogatit in parafine ramificate; d) răcirea fluxului cu parafine ramificate si separarea unei fractii gazoase continand hidrogen si dioxid de carbon de fractia lichida formata din hidrocarburi si apa; e) separarea prin distilare a unei fractii in intervalul de fierbere a carburantului diesel de fractia avand intervalul de fierbere corespunzator carburantului pentru aviatie.

Procedeul prezinta dezavantaje legate de numarul mare de operatii, care conduce la scumpirea produsului.

Problema tehnica pe care o rezolva inventia, consta in stabilirea atat a unei anumite succesiuni de tratamente si operatii, cat si a conditiilor si mijloacelor tehnice necesare obtinerii cu randamente superioare, prin procesare in sistem integrat a esterilor metilici ai acizilor grasi din materii grase in vederea obtinerii unui biocarburant pentru avioane cu turbina, cu caracteristici superioare.

Biocarburantul pentru avioane cu turbina conform inventiei inlatura dezavantajele mentionate anterior prin aceea ca este constituit din 0-5% in greutate n-alcani, 4-16% in greutate alcani ramificati, 70-96% in greutate alchil cicloalcani, 0-21% in greutate hidrocarburi aromatice, iar procedeul de obtinere a biocarburantului pentru avioane cu turbina inlatura dezavantajele mentionate anterior prin aceea ca intr-un reactor tubular continuu cu curgere descendenta in echicurent, se introduc 3 straturi de catalizator definiti in ordinea in care sunt parcursi de reactanti astfel: catalizatorul 1 format din Co-Mo depus pe γ -Al₂O₃, catalizatorul 2 format din zeolit liat cu γ -Al₂O₃, catalizatorul 3 format din Ni depus pe γ -Al₂O₃, se activeaza catalizatorii in curent de hidrogen la temperaturi de 350-380°C, timp de 7-10 ore, se regleaza temperaturile in cele 3 straturi catalitice astfel: 325-380°C in stratul catalitic 1, 330-390°C in stratul catalitic 2, 260-320°C in stratul catalitic 3, se introduc esteri metilici ai acizilor grasi din materii grase, obtinuti din materii grase de tipul ulei microalgal, de rapita, camelina, soia, floarea soarelui, sofranel, in, canepa, bumbac, arahide, dovleac, germeni de porumb, cocos, samburi de palmier, ricin, masline, ulei microalgal, unt de cacao, untura de porc, de peste, ulei rezidual colectat din unitati de alimentatie publica, grasimi de ecarisaj, seu de bovine, de ovine, ca atare sau amestecuri ale acestora, in stare naturala (brute), purificate

sau recuperate din deseuri, pe la partea superioara a reactorului in echicurent cu hidrogenul la presiunea de 50-150 bari, viteza volumara a esterilor metilici ai acizilor grasi fiind de 0,15-0,45 h⁻¹, iar raportul volumetric hidrogen/esteri metilici de 400-600 mL/mL, in cele 3 straturi catalitice au loc reactii succesive de hidrogenare a esterilor metilici ai acizilor grasi, cu formare de hidrocarburi, hidrocracarea, hidroizomerizarea si ciclizarea acestora, respectiv hidrogenarea inelelor aromatice, din amestecul de reactie care se evacueaza pe la partea inferioara a reactorului se separa o fractie gazoasa formata din hidrogen si oxizi de carbon de o fractie lichida, din care se separa prin decantare o fractie apoasa cu continut de metanol si o fractie de hidrocarburi, din care se separa prin rectificare o fractie cu pondere de 18-38%, avand intervalul de fierbere de 50-150°C, formata din hidrocarburi ramificate, care se utilizeaza ca benzina si o fractie cu pondere de 62-82%, avand intervalul de fierbere de 150-300°C, si temperatura de congelare de -47...-54°C, care se utilizeaza ca biocarburant pentru avioane cu turbina.

Inventia prezinta urmatoarele avantaje:

- realizeaza in sistem integrat reactii succesive de hidrogenare a esterilor metilici ai acizilor grasi, cu formare de hidrocarburi, hidrocracarea, hidroizomerizarea si ciclizarea acestora, respectiv hidrogenarea inelelor aromatice, pana la produsul final;
- asigura conversia totala a esterilor metilici ai acizilor grasi
- produsele secundare se pot valorifica in totalitate, respectiv fractia de hidrocarburi ramificate cu interval de fierbere de 40-150°C, ca benzina cu cifra octanica ridicata, iar metanolul la obtinerea esterilor metilici ai acizilor grasi

Se dau in continuare 6 exemple de realizare a inventiei:

Exemplul 1

Intr-un reactor tubular continuu cu curgere descendenta in echicurent, avand volumul de 500 cm³ si un raport H/D = 36, de tip Parr, se introduc 3 straturi de catalizator definiti in ordinea in care sunt parcursi de reactanti:

- catalizatorul 1: Co-Mo depus pe γ -Al₂O₃
- catalizatorul 2: zeolit liat cu γ -Al₂O₃
- catalizatorul 3: Ni depus pe γ -Al₂O₃

Se activeaza catalizatorii in curent de hidrogen la temperatura de 350°C, timp de 10 ore. Se regleaza temperaturile in cele 3 straturi catalitice astfel: 340°C in stratul catalitic 1, 350°C in stratul catalitic 2, 280°C in stratul catalitic 3. Esterii metilici ai acizilor grasi din ulei algal, cu compozitia conform tabelului 1, se introduc pe la partea superioara a reactorului in echicurent cu hidrogenul la presiunea de 100 bar. Viteza volumara a esterilor metilici ai acizilor grasi

este de $0,15 \text{ h}^{-1}$, iar raportul volumetric hidrogen/esteri metilici de 500 mL/mL . In cele 3 straturi catalitice au loc reactii succesive de hidrogenare a esterilor metilici ai acizilor grasi, cu formare de hidrocarburi, hidrocracarea, hidroizomerizarea si ciclizarea acestora, respectiv hidrogenarea inelelor aromatice. Reactorul este asamblat la partea inferioara cu un condensator si cu un separator, in care se separa o fractie gazoasa formata din hidrogen si oxizi de carbon de fractia lichida. Aceasta din urma se separa prin decantare intr-o fractie apoasa cu continut de metanol si o fractie de hidrocarburi din care lipsesc in totalitate esterii metilici ai acizilor grasi. Din fractia de hidrocarburi se separa prin rectificare o fractie cu pondere de 18%, avand un interval de fierbere de $40\text{-}150^\circ\text{C}$, formata din hidrocarburi ramificate, care se utilizeaza ca benzina cu cifra octanica ridicata, si o fractie cu pondere de 82%, avand intervalul de fierbere $150\text{-}300^\circ\text{C}$, cu compozitie conform tabelului 2 si temperatura de congelare de -49°C .

Exemplul 2

Intr-un reactor tubular continuu cu curgere descendenta in echicurent, avand volumul de 500 cm^3 si un raport $H/D = 36$, de tip Parr, se introduc 3 straturi de catalizator definiti in ordinea in care sunt parcursi de reactanti:

- catalizatorul 1: Co-Mo depus pe $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$
- catalizatorul 2: zeolit liat cu $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$
- catalizatorul 3: Ni depus pe $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$

Se activeaza catalizatorii in curent de hidrogen la temperatura de 350°C , timp de 10 ore. Se regleaza temperaturile in cele 3 straturi catalitice astfel: 340°C in stratul catalitic 1, 340°C in stratul catalitic 2, 270°C in stratul catalitic 3. Esterii metilici ai acizilor grasi din ulei de camelina, cu compozitia conform tabelului 1, se introduc pe la partea superioara a reactorului in echicurent cu hidrogenul la presiunea de 150 bar. Viteza volumara a esterilor metilici ai acizilor grasi este de $0,15 \text{ h}^{-1}$, iar raportul volumetric hidrogen/esteri metilici de 600 mL/mL . In cele 3 straturi catalitice au loc reactii succesive de hidrogenare a esterilor metilici ai acizilor grasi, cu formare de hidrocarburi, hidrocracarea, hidroizomerizarea si ciclizarea acestora, respectiv hidrogenarea inelelor aromatice. Reactorul este asamblat la partea inferioara cu un condensator si cu un separator, in care se separa o fractie gazoasa formata din hidrogen si oxizi de carbon de fractia lichida. Aceasta din urma se separa prin decantare intr-o fractie apoasa cu continut de metanol si o fractie de hidrocarburi din care lipsesc in totalitate esterii metilici ai acizilor grasi. Din fractia de hidrocarburi se separa prin rectificare o fractie cu pondere de 24%, avand un interval de fierbere de $40\text{-}150^\circ\text{C}$, formata din hidrocarburi

ramificate, care se utilizeaza ca benzina si o fractie cu cu pondere de 76%, avand intervalul de fierbere 150-300°C, cu compozitie conform tabelului 2 si temperatura de congelare de -54°C

Exemplul 3

Intr-un reactor tubular continuu cu curgere descendenta in echicurent, avand volumul de 500 cm³ si un raport H/D = 36, de tip Parr, se introduc 3 straturi de catalizator definiti in ordinea in care sunt parcursi de reactanti:

- catalizatorul 1: Co-Mo depus pe γ -Al₂O₃
- catalizatorul 2: zeolit liat cu γ -Al₂O₃
- catalizatorul 3: Ni depus pe γ -Al₂O₃

Se activeaza catalizatorii in curent de hidrogen la temperatura de 360°C, timp de 8 ore. Se regleaza temperaturile in cele 3 straturi catalitice astfel: 380°C in stratul catalitic 1, 390°C in stratul catalitic 2, 320°C in stratul catalitic 3. Esterii metilici ai acizilor grasi din ulei rezidual colectat din unitati de alimentatie publica, cu compozitia conform tabelului 1, se introduc pe la partea superioara a reactorului in echicurent cu hidrogenul la presiunea de 100 bar. Viteza volumara a esterilor metilici ai acizilor grasi este de 0,45 h⁻¹, iar raportul volumetric hidrogen/esteri metilici de 500 mL/mL. In cele 3 straturi catalitice au loc reactii succesive de hidrogenare a esterilor metilici ai acizilor grasi, cu formare de hidrocarburi, hidrocracarea, hidroizomerizarea si ciclizarea acestora, respectiv hidrogenarea inelelor aromatice. Reactorul este asamblat la partea inferioara cu un condensator si cu un separator, in care se separa o fractie gazoasa formata din hidrogen si oxizi de carbon de fractia lichida. Aceasta din urma se separa prin decantare intr-o fractie apoasa cu continut de metanol si o fractie de hidrocarburi din care lipsesc in totalitate esterii metilici ai acizilor grasi. Din fractia de hidrocarburi se separa prin rectificare o fractie cu pondere de 29%, avand intervalul de fierbere de 40-150°C, formata din hidrocarburi ramificate, care se utilizeaza ca benzina si o fractie cu cu pondere de 71%, avand intervalul de fierbere de 150-300°C, cu compozitie conform tabelului 2 si temperatura de congelare de -47°C.

Exemplul 4

Intr-un reactor tubular continuu cu curgere descendenta in echicurent, avand volumul de 500 cm³ si un raport H/D = 36, de tip Parr, se introduc 3 straturi de catalizator definiti in ordinea in care sunt parcursi de reactanti:

- catalizatorul 1: Co-Mo depus pe γ -Al₂O₃
- catalizatorul 2: zeolit liat cu γ -Al₂O₃
- catalizatorul 3: Ni depus pe γ -Al₂O₃

Se activeaza catalizatorii in curent de hidrogen la temperatura de 380°C, timp de 7 ore. Se regleaza temperaturile in cele 3 straturi catalitice astfel: 325°C in stratul catalitic 1, 340°C in stratul catalitic 2, 280°C in stratul catalitic 3. Esterii metilici ai acizilor grasi din ulei de sofranel, cu compozitia conform tabelului 1, se introduc pe la partea superioara a reactorului in echicurent cu hidrogenul la presiunea de 50 bar. Viteza volumara a esterilor metilici ai acizilor grasi este de 0,3 h⁻¹, iar raportul volumetric hidrogen/esteri metilici de 400 mL/mL. In cele 3 straturi catalitice au loc reactii succesive de hidrogenare a esterilor metilici ai acizilor grasi, cu formare de hidrocarburi, hidrocracarea, hidroizomerizarea si ciclizarea acestora, respectiv hidrogenarea inelelor aromatice. Reactorul este asamblat la partea inferioara cu un condensator si cu un separator, in care se separa o fractie gazoasa formata din hidrogen si oxizi de carbon de fractia lichida. Aceasta din urma se separa prin decantare intr-o fractie apoasa cu continut de metanol si o fractie de hidrocarburi din care lipsesc in totalitate esterii metilici ai acizilor grasi. Din fractia de hidrocarburi se separa prin rectificare o fractie cu interval de fierbere 40-150°C, formata din hidrocarburi ramificate, care se utilizeaza ca benzina si o fractie cu intervalul de fierbere 155-270°C, cu compozitie conform tabelului 2 si temperatura de congelare de -52°C.

Exemplul 5

Intr-un reactor tubular continuu cu curgere descendenta in echicurent, avand volumul de 500 cm³ si un raport H/D = 36, de tip Parr, se introduc 3 straturi de catalizator definiti in ordinea in care sunt parcursi de reactanti:

- catalizatorul 1: Co-Mo depus pe γ -Al₂O₃
- catalizatorul 2: zeolit liat cu γ -Al₂O₃
- catalizatorul 3: Ni depus pe γ -Al₂O₃

Se activeaza catalizatorii in curent de hidrogen la temperatura de 350°C, timp de 10 ore. Se regleaza temperaturile in cele 3 straturi catalitice astfel: 340°C in stratul catalitic 1, 330°C in stratul catalitic 2, 260°C in stratul catalitic 3. Esterii metilici ai acizilor grasi din ulei de floarea soarelui, cu compozitia conform tabelului 1, se introduc pe la partea superioara a reactorului in echicurent cu hidrogenul la presiunea de 120 bari. Viteza volumara a esterilor metilici ai acizilor grasi este de 0,3 h⁻¹, iar raportul volumetric hidrogen/esteri metilici de 500 mL/mL. In cele 3 straturi catalitice au loc reactii succesive de hidrogenare a esterilor metilici ai acizilor grasi, cu formare de hidrocarburi, hidrocracarea, hidroizomerizarea si ciclizarea acestora, respectiv hidrogenarea inelelor aromatice. Reactorul este asamblat la partea inferioara cu un condensator si cu un separator, in care se separa o fractie gazoasa formata din hidrogen si oxizi de carbon de fractia lichida. Aceasta din urma se separa prin decantare intr-o

fracție apoasă cu conținut de metanol și o fracție de hidrocarburi din care lipsesc în totalitate esterii metilici ai acizilor grași. Din fracția de hidrocarburi se separă prin rectificare o fracție cu pondere de 19% având intervalul de fierbere de 50-150°C, formată din hidrocarburi ramificate, care se utilizează ca benzină și o fracție cu pondere de 81%, având intervalul de fierbere de 150-300°C, cu compoziție conform tabelului 2 și temperatura de congelare de -54°C.

Exemplul 6

Se respectă procedeul descris în exemplul 1, înlocuindu-se uleiul microalgal cu uleiuri de de rapita, camelina, soia, floarea soarelui, sofranel, in, canepa, bumbac, arahide, dovleac, germeni de porumb, cocos, samburi de palmier, ricin, masline, ulei microalgal, unt de cacao, untura de porc, de pește, ulei rezidual colectat din unități de alimentație publică, grăsimi de ecarisaj, seu de bovine, de ovine, ca atare sau amestecuri ale acestora, în stare naturală (brute), purificate sau recuperate din deseuri. Caracteristicile produselor astfel obținute, se încadrează în limitele valorilor prezentate în exemplele de mai sus.

Tabelul 1. Compoziția în acizi grași a esterilor metilici ai acizilor grași din materii grase

Nr.	Componenti, % greutate	Ex. 1	Ex. 2	Ex. 3	Ex. 4	Ex. 5
1.	Decanoat de metil, C10:0	0,22	0	0	0,05	0
2.	Dodecanoat de metil, C12:0	0,18	0	0,15	0,11	0,24
3.	Tetradecanoat de metil, C14:0	3,93	0,07	0,08	0	0,13
4.	Tetradecenoat de metil, C14:1	2,72	0	0	0,09	0
5.	Hexadecanoat de metil, C16:0	16,22	5,64	5,49	6,95	6,28
6.	Hexadecenoat de metil, C16:1	16,69	0	0,17	0,12	0,15
7.	Hexadecadienoat de metil, C16:2	9,66	0	0	0	0
8.	Hexadecatrienoat de metil, C16:3	5,44	0	0	0	0
9.	Hexadecatetraenoat de metil, C16:4	1,23	0	0	0	0
10.	Octadecanoat de metil, C18:0	1,43	2,45	4,98	3,03	4,39
11.	Octadecenoat de metil, C18:1	11,49	18,67	29,86	18,10	19,28
12.	Octadecadienoat de metil, C18:2	16,58	20,83	57,93	70,40	68,60
13.	Octadecatrienoat de metil, C18:3	14,21	30,93	1,03	0,71	0,62
14.	Icosanoat de metil, C20:0	0	0	0	0,13	0,31
15.	Icosaenoat de metil, C20:1	0	15,21	0	0,04	0

16.	Icosatrienoat de metil, C20:3	0	1,48	0	0	0
17.	Docosanoat de metil, C22:0	0	1,16	0	0,26	0
18.	Docosaenoat de metil, C22:1	0	3,56	0,31	0	0

Tabelul 2. Compozitia biocarburantului pentru avioane cu turbina

Nr.	Componenti, % greutate	Ex.1	Ex. 2	Ex. 3	Ex. 4	Ex. 5
1.	n-Alcani	5	0	0	3	2
2.	Alcani ramificati	12	4	6	16	10
3.	Alchil cicloalcani	82	96	75	70	85
4.	Hidrocarburi aromatice	2	0	19	21	3

Revendicari

1. Biocarburant pentru avioane cu turbina pe baza de hidrocarburi **caracterizat prin aceea ca** este constituit din 0-5% in greutate n-alcani, 4-16% in greutate alcani ramificati, 70-96% in greutate alchil cicloalcani, 0-21% in greutate hidrocarburi aromatice.

2. Procedeu pentru obtinerea biocarburantului pentru avioane cu turbina pe baza de hidrocarburi, prin procesarea esterilor metilici ai acizilor grasi obtinuti din materii grase **caracterizat prin aceea ca** intr-un reactor tubular continuu cu curgere descendenta in echicurent, se introduc 3 straturi de catalizator definiti in ordinea in care sunt parcursi de reactanti astfel: catalizatorul 1 format din Co-Mo depus pe γ -Al₂O₃, catalizatorul 2 format din zeolit liat cu γ -Al₂O₃, catalizatorul 3 format din Ni depus pe γ -Al₂O₃, se activeaza catalizatorii in curent de hidrogen la temperaturi de 350-380°C, timp de 7-10 ore, se regleaza temperaturile in cele 3 straturi catalitice astfel: 325-380°C in stratul catalitic 1, 330-390°C in stratul catalitic 2, 260-320°C in stratul catalitic 3, se introduc esteri metilici ai acizilor grasi din materii grase, pe la partea superioara a reactorului in echicurent cu hidrogenul la presiunea de 50-150 bari, viteza volumara a esterilor metilici ai acizilor grasi fiind de 0,15-0,45 h⁻¹, iar raportul volumetric hidrogen/esteri metilici de 400-600 mL/mL, in cele 3 straturi catalitice au loc reactii succesive de hidrogenare a esterilor metilici ai acizilor grasi, cu formare de hidrocarburi, hidrocracarea, hidroizomerizarea si ciclizarea acestora, respectiv hidrogenarea inelelor aromatice, din amestecul de reactie care se evacueaza pe la partea inferioara a reactorului se separa o fractie gazoasa formata din hidrogen si oxizi de carbon de o fractie lichida, din care se separa prin decantare o fractie apoasa cu continut de metanol si o fractie de hidrocarburi, din care se separa prin rectificare o fractie cu pondere de 18-38%, avand intervalul de fierbere de 50-150°C, formata din hidrocarburi ramificate, care se utilizeaza ca benzina si o fractie cu pondere de 62-82%, avand intervalul de fierbere de 150-300°C, si temperatura de congelare de -47...-54°C, care se utilizeaza ca biocarburant pentru avioane cu turbina.

3. Procedeu conform revendicarii 2, **caracterizat prin aceea ca** esterii metilici ai acizilor grasi din materii grase sunt obtinuti din materii grase de tipul ulei microalgal, de rapita, camelina, soia, floarea soarelui, sofranel, in, canepa, bumbac, arahide, dovleac, germeni de porumb, cocos, samburi de palmier, ricin, masline, ulei microalgal, unt de cacao, untura de porc, de peste, ulei rezidual colectat din unitati de alimentatie publica, grasimi de ecarisaj, seu de bovine, de ovine, ca atare sau amestecuri ale acestora, in stare naturala (brute), purificate sau recuperate din deseuri.