



(12)

BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2015 00803**

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

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **30/01/2019** BOPI nr. 1/2019

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

(73) Titular:

• **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.CC6, 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. SABÎNELOR 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**

(56) Documente din stadiul tehnicii:

**CA 2903354 A1; US 2012/0260565 A1;
US 2013/0131407 A1**

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



1 Invenția se referă la un biocarburant pentru avioane cu turbină, și la un procedeu de
obținere a acestuia, prin procesarea esterilor metilici ai acizilor grași obținuți din materii grase.

3 Se cunosc numeroase compoziții de biocarburanți pentru avioane cu turbină, și
procedee de obținere a acestora.

5 Astfel, **WO 2012012855 (US 2013131407)** descrie o compoziție și un procedeu de fabricare
a unui biocarburant pentru aviație, pe bază de cicloalcani, prin hidrogenarea catalitică a biomasei
7 constituite din derivați ai uleiurilor esențiale cu conținut de mentol, citral, citronellol, citronellal,
la temperaturi de 70...250°C, presiuni de 1...70 bar, sub agitare de 100...1000 rot/ min, timp de
9 1...48 h, în prezență de catalizatori heterogeni. Catalizatorii sunt constituiți dintr-un suport de
tip acid și o fază activă formată din metale de tipul Pt, Pd, Ru, Rh, Mo, Co, Ni, W, preferabil Pt,
11 Pd sau Ni. Compoziția care implică biocarburantul obținut prin procedeul mai sus prezentat este
un amestec de cicloalcani și carburant de aviație în raport de 1:100...100:1 în volume.

13 Procedeul prezintă dezavantaje legate de utilizarea unor materii prime costisitoare.

US 9005429 prezintă un procedeu de obținere a carburantului pentru aviație, pe bază
15 de hidrocarburi, cuprinzând trei etape. În prima etapă, materiile prime de origine biologică, de
tipul acizilor grași, a esterilor acestora sau a anhidridelor corespunzătoare, sunt hidro-
17 deoxigenate în prezența hidrogenului și a unor catalizatori conținând un metal selectat din grupa
a VIII-a și/sau a VI-a B a Sistemului Periodic al Elementelor, la presiuni de 10...150 bari și la
19 temperaturi de 200...400°C, obținându-se n-parafine. În etapa a doua, n-parafinele sunt izo-
merizate în prezența hidrogenului și a unui catalizator conținând o sită moleculară și/sau un
21 metal selectat din grupa a VIII-a a Tabelului Periodic al Elementelor, la presiuni de 10...150 bari
și la temperaturi de 280...400°C, pentru a se obține izoparafine. În a treia etapă, se separă
23 fracția de izoparafine cu temperatura de fierbere la presiune atmosferică mai mare de 200°C,
care se introduce la reizomerizare, la presiuni de 10...150 bar, și la temperaturi mai mari ca în
25 etapa a doua de izomerizare, utilizându-se același tip de catalizator.

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

US 8198492 descrie un procedeu de fabricare a unui carburant diesel și a unui
29 carburant pentru aviație, din materii prime regenerabile, cuprinzând etapele:

a) tratarea materiei prime cu hidrogen în prezența unui catalizator, în prima zonă de
31 reacție, și obținerea prin hidrogenare și deoxigenare a unui amestec format din hidrogen, apă,
dioxid de carbon și hidrocarburi cu puncte de fierbere în intervalul carburantului diesel și al celui
33 de aviație;

b) separarea selectivă, într-un separator operând la cald și la presiune ridicată, a
35 hidrogenului, apei și oxizilor de carbon de parafine;

c) introducerea fluxului de parafine în a doua zonă de reacție, peste catalizatori de
37 izomerizare și de hidrocracare selectivă, rezultând un amestec îmbogățit în parafine ramificate;

d) răcirea fluxului cu parafine ramificate, și separarea unei fracții gazoase conținând
39 hidrogen și dioxid de carbon de fracția lichidă, formată din hidrocarburi și apă;

e) separarea prin distilare a unei fracții în intervalul de fierbere a carburantului diesel,
41 de fracția având intervalul de fierbere corespunzător carburantului pentru aviație.

În documentul **CA 2903354 A1** se descrie o compoziție formată din alcani C_{4-12} , alcani
43 ramificați C_{4-12} , cicloalcani C_{5-12} , hidrocarburi aromatice C_{6-12} , compoziție folosită ca aditiv pentru
combustibil sau combustibil. Compoziția este obținută printr-un proces ce are loc într-un reactor
45 cu straturi de catalizatori în care materia primă este introdusă în echicurent cu hidrogenul. Și
în **US 2012/0260565 A1** se descrie un procedeu de conversie a materialelor de origine

biologică, prin hidrodeoxigenarea acestora și izomerizarea hidrocarburilor rezultate. În final se 1
separă o fracție gazoasă C_1-C_4 , hidrocarburi ușoare C_5-C_9 și un distilat mediu cu hidrocarburi 3
 $C_{10}-C_{28}$, format în majoritate din alcani liniari care îndeplinesc cerințele standardului EN 590 de motorină.

Procedeele prezintă dezavantaje legate de numărul mare de operații, care conduce la 5
scumpirea produselor.

Problema tehnică pe care o rezolvă invenția constă în stabilirea atât a unei anumite 7
succesiuni de tratamente și operații, utilizând 3 straturi de catalizatori dispuși într-o anumită 9
ordine față de direcția de curgere a reactanților, și având compoziții specific selectate în funcție 9
de succesiunea reacțiilor dorite, cât și a condițiilor și a mijloacelor tehnice necesare obținerii cu 11
randamente superioare, prin procesare în sistem integrat a esterilor metilici ai acizilor grași din 11
materii grase, în vederea obținerii unui biocarburant pentru avioane cu turbină, cu caracteristici 13
superioare carburanților clasici similari (de exemplu, temperatura de congelare de $-54...-47^{\circ}C$). 13

Biocarburantul pentru avioane cu turbină, conform invenției, înlătură dezavantajele 15
menționate anterior prin aceea că este constituit din $0...5\%$ în greutate n-alcani C_{9-13} , $4...16\%$ 15
în greutate alcani ramificați C_{10-16} , $70...96\%$ în greutate alchil cicloalcani C_{9-15} , $0...21\%$ în 17
greutate hidrocarburi aromatice C_{9-13} , și are intervalul de fierbere de $150...300^{\circ}C$, respectiv, 17
temperatura de congelare de $-54...-47^{\circ}C$, iar procedeul de obținere a biocarburantului pentru 19
avioane cu turbină înlătură dezavantajele menționate anterior prin aceea că într-un reactor 19
tubular continuu, cu curgere descendentă în echicurent, se introduc 3 straturi catalitice definite 21
în ordinea în care sunt parcurse de reactanți, astfel: stratul catalitic 1, format din Co-Mo depus 21
pe $\gamma-Al_2O_3$, stratul catalitic 2, format din zeolit liat cu $\gamma-Al_2O_3$, stratul catalitic 3, format din Ni 23
depus pe $\gamma-Al_2O_3$, se activează straturile catalitice în curent de hidrogen la temperaturi de 23
 $350...380^{\circ}C$, timp de $7...10$ h, se reglează temperaturile în cele 3 straturi catalitice astfel: 25
 $325...380^{\circ}C$ în stratul catalitic 1, $330...390^{\circ}C$ în stratul catalitic 2, $260...320^{\circ}C$ în stratul catalitic 25
3, se introduc esteri metilici ai acizilor grași din materii grase, obținuți din materii grase de tipul 27
ulei microalgal, de rapiță, camelină, soia, floarea-soarelui, șofrănel, in, cânepă, bumbac, 27
arahide, dovleac, germe de porumb, cocos, sămburi de palmier, ricin, măsline, ulei microalgal, 29
unt de cacao, untură de porc, de pește, ulei rezidual colectat din unități de alimentație publică, 29
grăsimi de ecarisaj, seu de bovine, de ovine, ca atare sau amestecuri ale acestora, în stare 31
brută, purificate sau recuperate din deșeuri, pe la partea superioară a reactorului în echicurent 31
cu hidrogenul la presiunea de $50...150$ bari, viteza volumară a esterilor metilici ai acizilor grași 33
fiind de $0,15...0,45\ h^{-1}$, iar raportul volumetric hidrogen/esteri metilici de $400...600\ ml/ml$, în cele 33
3 straturi catalitice au loc reacții succesive de hidrogenare a esterilor metilici ai acizilor grași, 35
cu formare de hidrocarburi, hidrocracarea, hidroizomerizarea și ciclizarea acestora, respectiv, 35
hidrogenarea inelelor aromatice, din amestecul de reacție care se evacuează pe la partea 37
inferioară a reactorului se separă o fracție gazoasă, formată din hidrogen și oxizi de carbon, de 37
o fracție lichidă, din care se separă prin decantare o fracție apoasă cu conținut de metanol, și 39
o fracție de hidrocarburi, din care se separă prin rectificare o fracție cu pondere de $18...38\%$, 39
având intervalul de fierbere de $50...150^{\circ}C$, formată din hidrocarburi ramificate, care se utilizează 41
ca benzină, și o fracție cu pondere de $62...82\%$, având intervalul de fierbere de $150...300^{\circ}C$, și 41
temperatura de congelare de $-47...-54^{\circ}C$, care se utilizează ca biocarburant pentru avioane cu 43
turbină. 43

Invenția prezintă următoarele avantaje:

- realizează în sistem integrat reacții succesive de hidrogenare a esterilor metilici ai 45
acizilor grași, cu formare de hidrocarburi, hidrocracarea, hidroizomerizarea și ciclizarea 47
acestora, respectiv, hidrogenarea inelelor aromatice, până la produsul final; 47
- asigură conversia totală a esterilor metilici ai acizilor grași;

1 - produsele secundare se pot valorifica în totalitate, respectiv, fracția de hidrocarburi
ramificate, cu interval de fierbere de 40...150°C, ca benzina cu cifra octanică ridicată, iar
3 metanolul - la obținerea esterilor metilici ai acizilor grași.

Se dau în continuare 6 exemple de realizare a invenției.

5 Exemplul 1

Într-un reactor tubular continuu, cu curgere descendentă în echicurent, având volumul
7 de 500 cm³ și un raport H/D = 36, de tip Parr, se introduc 3 straturi de catalizator definiți în
ordinea în care sunt parcurși de reactanți:

9 - catalizatorul 1: Co-Mo depus pe γ -Al₂O₃;

- catalizatorul 2: zeolit liat cu γ -Al₂O₃;

11 - catalizatorul 3: Ni depus pe γ -Al₂O₃.

Se activează catalizatorii în curent de hidrogen la temperatura de 350°C, timp de 10 h.
13 Se reglează temperaturile în cele 3 straturi catalitice, astfel: 340°C în stratul catalitic 1, 350°C
în stratul catalitic 2, 280°C în stratul catalitic 3. Esterii metilici ai acizilor grași din ulei algal, cu
15 compoziția conform tabelului 1, se introduc pe la partea superioară a reactorului, în echicurent
cu hidrogenul la presiunea de 100 bar. Viteza volumară a esterilor metilici ai acizilor grași este
17 de 0,15 h⁻¹, iar raportul volumetric hidrogen/esteri metilici de 500 ml/ml. În cele 3 straturi
catalitice au loc reacții succesive de hidrogenare a esterilor metilici ai acizilor grași, cu formare
19 de hidrocarburi, hidrocracarea, hidroizomerizarea și ciclizarea acestora, respectiv, hidrogenarea
inelor aromatice. Reactorul este asamblat la partea inferioară cu un condensator și cu un
21 separator, în care se separă o fracție gazoasă, formată din hidrogen și oxizi de carbon, de
fracția lichidă. Aceasta din urmă se separă prin decantare într-o fracție apoasă cu conținut de
23 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 18%, având un
25 interval de fierbere de 40...150°C, formată din hidrocarburi ramificate, care se utilizează ca
benzină cu cifră octanică ridicată, și o fracție cu pondere de 82%, având intervalul de fierbere
27 150...300°C, cu compoziție conform tabelului 2 și temperatura de congelare de -49°C.

Exemplul 2

29 Într-un reactor tubular continuu, cu curgere descendentă în echicurent, având volumul
de 500 cm³ și un raport H/D = 36, de tip Parr, se introduc 3 straturi de catalizator definiți în
31 ordinea în care sunt parcurși de reactanți:

- catalizatorul 1: Co-Mo depus pe γ -Al₂O₃;

33 - catalizatorul 2: zeolit liat cu γ -Al₂O₃;

- catalizatorul 3: Ni depus pe γ -Al₂O₃.

35 Se activează catalizatorii în curent de hidrogen la temperatura de 350°C, timp de 10 h.
Se reglează temperaturile în cele 3 straturi catalitice, astfel: 340°C în stratul catalitic 1, 340°C
37 în stratul catalitic 2, 270°C în stratul catalitic 3. Esterii metilici ai acizilor grași din ulei de
camelină, cu compoziția conform tabelului 1, se introduc pe la partea superioară a reactorului,
39 în echicurent cu hidrogenul la presiunea de 150 bar. Viteza volumară a esterilor metilici ai
acizilor grași este de 0,15 h⁻¹, iar raportul volumetric hidrogen/esteri metilici de 600 ml/ml. În
41 cele 3 straturi catalitice au loc reacții succesive de hidrogenare a esterilor metilici ai acizilor
grași, cu formare de hidrocarburi, hidrocracarea, hidroizomerizarea și ciclizarea acestora,
43 respectiv, hidrogenarea inelor aromatice. Reactorul este asamblat la partea inferioară cu un
condensator și cu un separator în care se separă o fracție gazoasă, formată din hidrogen și
45 oxizi de carbon, de fracția lichidă. Aceasta din urmă se separă prin decantare într-o fracție
apoasă cu conținut de metanol, și o fracție de hidrocarburi din care lipsesc în totalitate esterii
47 metilici ai acizilor grași. Din fracția de hidrocarburi se separă prin rectificare o fracție cu pondere

de 24%, având un interval de fierbere de 40...150°C, formată din hidrocarburi ramificate, care se utilizează ca benzină, și o fracție cu pondere de 76%, având intervalul de fierbere 150...300°C, cu compoziție conform tabelului 2, și temperatura de congelare de -54°C.

Exemplul 3

Într-un reactor tubular continuu, cu curgere descendentă în echicurent, având volumul de 500 cm³ și un raport H/D = 36, de tip Parr, se introduc 3 straturi de catalizator definiți în ordinea în care sunt parcurși de reactanți:

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

Se activează catalizatorii în curent de hidrogen la temperatura de 360°C, timp de 8 h. Se reglează temperaturile în cele 3 straturi catalitice, astfel: 380°C în stratul catalitic 1, 390°C în stratul catalitic 2, 320°C în stratul catalitic 3. Esterii metilici ai acizilor grași din ulei rezidual, colectat din unități de alimentație publică, cu compoziția conform tabelului 1, se introduc pe la partea superioară a reactorului, în echicurent cu hidrogenul la presiunea de 100 bar. Viteza volumară a esterilor metilici ai acizilor grași este de 0,45 h⁻¹, iar raportul volumetric hidrogen/esteri metilici de 500 ml/ml. În cele 3 straturi catalitice au loc reacții succesive de hidrogenare a esterilor metilici ai acizilor grași, cu formare de hidrocarburi, hidrocracarea, hidroizomerizarea și ciclizarea acestora, respectiv, hidrogenarea inelelor aromatice. Reactorul este asamblat la partea inferioară cu un condensator și cu un separator, în care se separă o fracție gazoasă, formată din hidrogen și oxizi de carbon, de fracția lichidă. Aceasta din urmă se separă prin decantare într-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 29%, având intervalul de fierbere de 40...150°C, formată din hidrocarburi ramificate, care se utilizează ca benzină, și o fracție cu pondere de 71%, având intervalul de fierbere de 150...300°C, cu compoziție conform tabelului 2 și temperatura de congelare de -47°C.

Exemplul 4

Într-un reactor tubular continuu, cu curgere descendentă în echicurent, având volumul de 500 cm³ și un raport H/D = 36, de tip Parr, se introduc 3 straturi de catalizator definiți în ordinea în care sunt parcurși de reactanți:

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

Se activează catalizatorii în curent de hidrogen la temperatura de 380°C, timp de 7 h. Se reglează temperaturile în cele 3 straturi catalitice, astfel: 325°C în stratul catalitic 1, 340°C în stratul catalitic 2, 280°C în stratul catalitic 3. Esterii metilici ai acizilor grași din ulei de șofrănel, cu compoziția conform tabelului 1, se introduc pe la partea superioară a reactorului, în echicurent cu hidrogenul la presiunea de 50 bar. Viteza volumară a esterilor metilici ai acizilor grași este de 0,3 h⁻¹, iar raportul volumetric hidrogen/esteri metilici de 400 ml/ml. În cele 3 straturi catalitice au loc reacții succesive de hidrogenare a esterilor metilici ai acizilor grași, cu formare de hidrocarburi, hidrocracarea, hidroizomerizarea și ciclizarea acestora, respectiv, hidrogenarea inelelor aromatice. Reactorul este asamblat la partea inferioară cu un condensator și cu un separator, în care se separă o fracție gazoasă, formată din hidrogen și oxizi de carbon, de fracția lichidă. Aceasta din urmă se separă prin decantare într-o fracție apoasă cu conținut de metanol, și o fracție de hidrocarburi din care lipsesc în totalitate esterii metilici ai acizilor

RO 131876 B1

grași. Din fracția de hidrocarburi se separă prin rectificare o fracție cu interval de fierbere 40...150°C, formată din hidrocarburi ramificate, care se utilizează ca benzină, și o fracție cu intervalul de fierbere 155...270°C, cu compoziție conform tabelului 2 și temperatura de congelare de -52°C.

Exemplul 5

Într-un reactor tubular continuu, cu curgere descendentă în echicurent, având volumul de 500 cm³ și un raport H/D = 36, de tip Parr, se introduc 3 straturi de catalizator definiți în ordinea în care sunt parcurși de reactanți:

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

Se activează catalizatorii în curent de hidrogen la temperatura de 350°C, timp de 10 h. Se reglează temperaturile în cele 3 straturi catalitice, astfel: 340°C în stratul catalitic 1, 330°C în stratul catalitic 2, 260°C în stratul catalitic 3. Esterii metilici ai acizilor grași din ulei de floarea-soarelui, cu compoziția conform tabelului 1, se introduc pe la partea superioară a reactorului, în echicurent cu hidrogenul la presiunea de 120 bari. Viteza volumară a esterilor metilici ai acizilor grași este de 0,3 h⁻¹, iar raportul volumetric hidrogen/esteri metilici de 500 ml/ml. În cele 3 straturi catalitice au loc reacții succesive de hidrogenare a esterilor metilici ai acizilor grași, cu formare de hidrocarburi, hidrocracarea, hidroizomerizarea și ciclizarea acestora, respectiv, hidrogenarea inelelor aromatice. Reactorul este asamblat la partea inferioară cu un condensator și cu un separator în care se separă o fracție gazoasă, formată din hidrogen și oxizi de carbon, de fracția lichidă. Aceasta din urmă se separă prin decantare într-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 rapiță, camelină, soia, floarea-soarelui, șofrănel, in, cânepă, bumbac, arahide, dovleac, germeni de porumb, cocos, sămburi de palmier, ricin, măsline, ulei microalgal, unt de cacao, untură 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 deșeuri. 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.	Componenți, % greutate	Ex. 1	Ex. 2	Ex. 3	Ex. 4	Ex. 5
1	Decanoat de metil, C10:0	22	0	0	5	0
2	Dodecanoat de metil, C12:0	18	0	15	11	24
3	Tetradecanoat de metil, C14:0	393	7	8	0	13
4	Tetradecenoat de metil, C14:1	272	0	0	9	0

Tabelul 1 (continuare)

Nr.	Componenți, % greutate	Ex. 1	Ex. 2	Ex. 3	Ex. 4	Ex. 5
5	Hexadecanoat de metil, C16:0	1622	564	549	695	628
6	Hexadecenoat de metil, C16:1	1669	0	17	12	15
7	Hexadecadienoat de metil, C16:2	966	0	0	0	0
8	Hexadecatrienoat de metil, C16:3	544	0	0	0	0
9	Hexadecatetraenoat de metil, C16:4	123	0	0	0	0
10	Octadecanoat de metil, C18:0	143	245	498	303	439
11	Octadecenoat de metil, C18:1	1149	1867	2986	1810	1928
12	Octadecadienoat de metil, C18:2	1658	2083	5793	7040	6860
13	Octadecatrienoat de metil, C18:3	1421	3093	103	71	62
14	Icosanoat de metil, C20:0	0	0	0	13	31
15	Icosaenoat de metil, C20:1	0	1521	0	4	0
16	Icosatrienoat de metil, C20:3	0	148	0	0	0
17	Docosanoat de metil, C22:0	0	116	0	26	0
18	Docosaenoat de metil, C22:1	0	356	31	0	0

Tabelul 2

Compoziția biocarburantului pentru avioane cu turbină

Nr.	Componenți, % greutate	Ex. 1	Ex. 2	Ex. 3	Ex. 4	Ex. 5
1	n-Alcani C ₉₋₁₃	5	0	0	3	2
2	Alcani ramificați C ₁₀₋₁₆	12	4	6	16	10
3	Alchil cicloalcani C ₉₋₁₅	82	96	75	70	85
4	Hidrocarburi aromatice C ₉₋₁₃	2	0	19	21	3

1. Biocarburant pentru avioane cu turbină, pe bază de hidrocarburi, **caracterizat prin aceea că** este constituit din 0...5% în greutate n-alcani C_{9-13} , 4...16% în greutate alcani ramificați C_{10-16} , 70...96% în greutate alchil cicloalcani C_{9-15} , 0...21% în greutate hidrocarburi aromatice C_{9-13} , și are o temperatură de fierbere de 150...300°C, respectiv, o temperatură de congelare de -54...-47°C.

2. Procedeu pentru obținerea biocarburantului definit în revendicarea 1, **caracterizat prin aceea că** într-un reactor tubular continuu, cu curgere descendentă în echicurent, se introduc 3 straturi catalitice definite în ordinea în care sunt parcurse de reactanți, astfel: stratul catalitic 1 format din Co-Mo depus pe $\gamma-Al_2O_3$, stratul catalitic 2 format din zeolit liat cu $\gamma-Al_2O_3$, stratul catalitic 3 format din Ni depus pe $\gamma-Al_2O_3$, se activează straturile catalitice în curent de hidrogen la o temperatură de 350...380°C, timp de 7...10 h, se reglează temperaturile în cele 3 straturi catalitice, astfel: 325...380°C în stratul catalitic 1, 330...390°C în stratul catalitic 2, 260...320°C în stratul catalitic 3, se introduc esteri metilici ai acizilor grași din materii grase, pe la partea superioară a reactorului, în echicurent cu hidrogenul la o presiune de 50...150 bari, viteza volumară a esterilor metilici ai acizilor grași fiind de 0,15...0,45 h⁻¹, iar raportul volumetric hidrogen/esteri metilici de 400...600 ml/ml; în cele 3 straturi catalitice au loc reacții succesive de hidrogenare a esterilor metilici ai acizilor grași, cu formare de hidrocarburi, respectiv, hidrocracarea, hidroizomerizarea și ciclizarea acestora, și hidrogenarea inelelor aromatice, din amestecul de reacție care se evacuează pe la partea inferioară a reactorului, se separă o fracție gazoasă, formată din hidrogen și oxizi de carbon, de o fracție lichidă, din care se separă prin decantare o fracție apoasă cu conținut de metanol, și o fracție de hidrocarburi, din care se separă prin rectificare o fracție cu pondere de 18...38%, având o temperatură de fierbere de 50...150°C, formată din hidrocarburi ramificate, care se utilizează ca benzină, și o fracție cu pondere de 62...82%, având o temperatură de fierbere de 150...300°C, și o temperatură de congelare de -47...-54°C, care se utilizează ca biocarburant pentru avioane cu turbină.

3. Procedeu conform revendicării 2, **caracterizat prin aceea că** esterii metilici ai acizilor grași din materii grase sunt obținuți din materii grase, de tipul ulei microalgal, de rapiță, camelină, soia, floarea-soarelui, șofrănel, in, cânepă, bumbac, arahide, dovleac, germeni de porumb, cocos, sâmburi de palmier, ricin, măslina, ulei microalgal, unt de cacao, untură 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 brută, purificate sau recuperate din deșeuri.

