A XI-a Conferință Națională multidisciplinară – cu participare internațională,
"Profesorul Dorin PAVEL – fondatorul hidroenergeticii românești",
SEBEȘ, 2011

DETERMINAREA CARACTERISTICILOR FIZICO-CHIMICE ALE BIOCOMBUSTIBILILOR PE BAZĂ DE ULEI ALIMENTAR UZAT, ÎN AMESTEC CU MOTORINA

Adrian TODORUȚ, István BARABÁS

THE DETERMINATION OF THE PHYSICO-CHEMICAL BIOFUEL WHITH FUEL BASED OF USED COOKING OIL IN COMBINED WITH DIESEL

Mentioning that low caloric power of biofuel based of used cooking oil (36867 kJ/kg) is inferior to diesel (41800 kJ/kg) it was trying partial replace of diesel with monoester from used cooking oil regarding the mainteining of the engine power concomitent with the drop of the polluants from exaust gases. Folowing this, after the fabrication and setting up of the optim recepy of biofuel from used cooking oil, it was done the mix of biofuel and diesel, in different proportion, wich are label related to basic material, beeing experimental determinated the densieties and cinemati viscocieties of new fuels, compared with diesel, at temperatures between 5÷80 ^{0}C. It was detected a growing of density and viscosity of fuel based of used cooking oil compared with diesel around 3,148 % and 26,44 % on the whole scale of trying temperatures.

Keywords: compression-ignition engines, biodiesel, density, viscosity
Cuvinte cheie: motor cu aprindere prin comprimare, biodiesel, densitate, viscozitate

1. Introducere

În industria alimentară se foloseşte o cantitate mare de ulei vegetal, care, odată utilizat nu se mai poate refolosi, fiind considerat un deşeu toxic, cancerigen, constituind o adevărată sursă de poluare a

mediului înconjurător, fiind foarte greu de eliminat. În România, în urma utilizării uleiurilor alimentare, rezultă circa 100.000 t de ulei alimentar uzat şi alte circa 20.000 t de grăsimi arse. La nivel mondial se consideră absolut necesară reciclarea acestor tipuri de deşeuri, necesitate ce devine stringentă şi în România. Având în vedere reducerea rezervelor de combustibili de origine petrolieră, scopul principal al lucrării este de a contribui la cercetările cu privire la găsirea şi dezvoltarea unor surse alternative de energie în cazul motoarelor cu aprindere prin comprimare. Se urmăreşte ca noile tipuri de combustibili să aibă proprietăți fizico-chimice asemănătoare motorinei.

Viscozitatea cinematică şi densitatea carburanților sunt proprietăți care influențează preponderent doza de combustibil, forma şi dimensiunile jetului de injecție, calitatea amestecului combustibil-aer, alimentarea motorului şi pulverizarea combustibilului în camera de ardere, desfăşurarea procesului de ardere şi în final, cantitatea gazelor poluante emise de motor. La temperaturi joase, la care fluiditatea combustibilului este redusă, viscozitatea combustibilului afectează semnificativ condițiile de operare a echipamentului de injecție. Puterea calorică permite să se prevadă puterea maximă ce se poate dezvolta de către un motor, pentru un anumit debit al pompei de injecție.

Obiectivele principale ale acestui studiu sunt evaluarea viscozității cinematice, a densității şi a puterii calorifice inferioare în cazul diferitelor variante de amestec biocombustibil+motorină şi compararea acestora cu motorina.

2. Obținerea biodieselului din ulei alimentar uzat

În scopul producerii biocombustibililor pe bază de ulei alimentar uzat trebuie încurajată şi promovată, la nivel național, acțiunea cu privire la etapa de recuperare a acestora din procesele de preparare industrială a alimentelor din țara noastră şi fast-food-uri, acțiuni care să fie extinse şi în rândul populației prin crearea unor centre de colectare a uleiurilor alimentare uzate. Odată recuperat, uleiul respectiv poate fi reintrodus la faza de preparare a biocombustibililor. După operații de reducere a viscozității, filtrare şi reducere a acidității, se aplică un proces de transesterificare, prin care uleiul alimentar uzat reacționează cu un alcool în prezența unui catalizator. Dintre parametrii care influențează reacția de transesterificare se menționează [8]: temperatura de reacție, tipul (natura) alcoolului utilizat, cantitatea (excesul) de alcool, viteza de agitare, tipul catalizatorului, timpul de reacție. Pentru transesterificarea uleiurilor alimentare uzate cu conținut mare de acizi graşi liberi, este recomandată cataliza acidă. Catalizatorii recomandați sunt acidul sulfuric şi acidul clorhidric.

În acest sens, s-a utilizat instalația de fabricare a biocombustibililor din cadrul Institutului de Cercetări pentru Instrumentație Analitică, filiala Cluj-Napoca. Cu generosul sprijin oferit de către colectivul de cercetare de la ICIA Cluj-Napoca, s-a facilitat elaborarea fluxului tehnologic de obținere şi purificare a biodieselului obținut din uleiuri alimentare uzate, prin transesterificare cu metanol în prezența catalizatorului acid (figura 1).

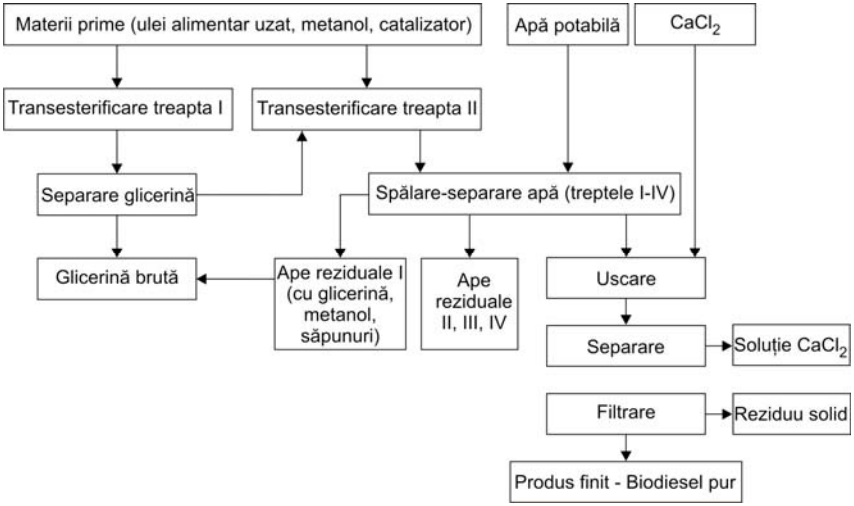

Fig. 1 Fluxul tehnologic de obținere a biodieselului din ulei alimentar uzat

Randamentul procesului de transesterificare a fost 90 %. Glicerina rezultată ca produs secundar al reacției de transesterificare ale uleiurilor alimentare uzate este o materie primă valoroasă pentru industria chimică, farmaceutică sau industria produselor cosmetice.

Valorile determinate, cu privire la caracteristicile fizico-chimice ale produşilor obținuți, sunt prezentate în tabelul 1 (Caracteristicile fizico-chimice ale produşilor obținuți).

Tabelul 1

Proprietatea	Monoester din ulei alimentar uzat	Motorina	Metoda de analiză
Densitatea la 15 ^{0}C, g/cm^3	0,878	0,836	EN ISO 12185 EN ISO 3675
Viscozitatea la 40 ^{0}C, mm^2/s	5,682	2,643	SR ISO 3104
Conținut de apă, mg/kg	200	200	EN ISO 12937

3. Realizarea amestecurilor motorină-biodiesel

Odată produs biocombustibilul şi stabilită rețeta optimă a acestuia [8], s-a procedat la realizarea amestecurilor (motorină + monoester din ulei de alimentar uzat). Combustibilii utilizați (figura 2) în cadrul testărilor s-au notat în funcție de materia primă folosită, astfel: M_{100} (100 % motorină - Euro-Diesel, Tip II); $AFSU_{10;20;30;40;50}$ (10;20;30;40;50 % biodiesel pe bază de ulei alimentar uzat în amestec cu motorină); FSU_{100} (100 % biodiesel pe bază de ulei alimentar uzat).

Fig. 2 Combustibilii utilizați în cadrul testărilor

4. Determinările experimentale ale densităților şi viscozităților cinematice ale noilor combustibili, comparativ cu motorina

Temperaturile la care s-au efectuat determinările experimentale ale densităților (figura 3) şi viscozităților cinematice (figura 4) ale noilor combustibili, comparativ cu motorina, sunt cuprinse între 5÷80 ^{0}C.

O analiză a rezultatelor obținute se poate urmări în tabelul 2 (Rezultate privind densitatea şi viscozitatea cinematică a combustibililor utilizați), comparativ cu motorina, iar în tabelul 3 (Rezultate privind proprietățile diferitelor variante de amestec biocombustibil+motorină) sunt prezentate densitățile (la 15 ^{0}C) şi viscozitățile cinematice (la 40 ^{0}C) ale biocombustibililor.

Tabelul 2

Cod combustibil	$AFSU_{10}$	$AFSU_{20}$	$AFSU_{30}$	$AFSU_{40}$	$AFSU_{50}$	FSU_{100}
Variația densității amestecului față de motorină, în %	+0,48	+0,96	+1,44	+1,93	+2,42	+4,85
Variația viscozității cinematice a amestecului față de motorină, în %	+8,62	+17,11	+24,90	+34,88	+46,71	+132,8

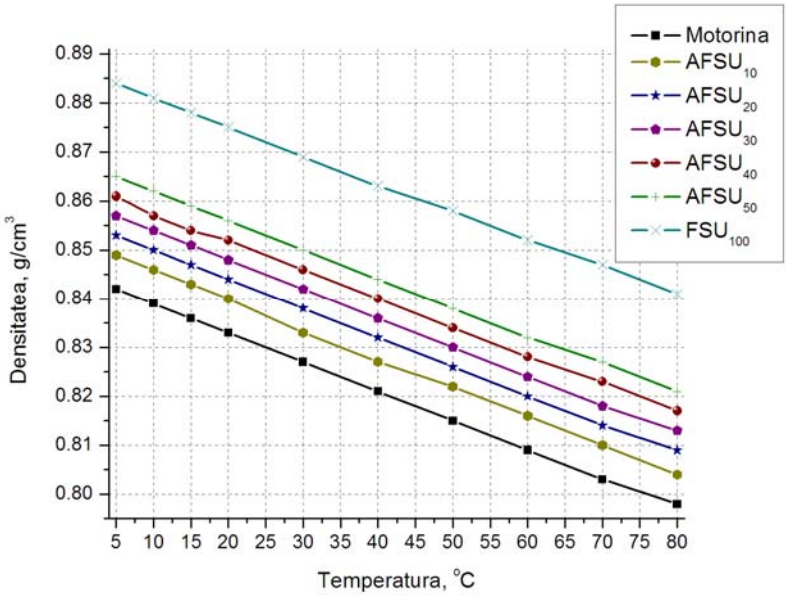

Fig. 3 Variația densității în funcție de temperatură, la diferite combinații volumetrice dintre motorină şi biodiesel pe bază de ulei alimentar uzat

Tabelul 3

Cod combustibil	Densitatea d_{15}, g/cm^3	Viscozitatea cinematică la 40 ^{0}C, mm^2/s	Puterea calorifică inferioară, kJ/kg
$AFSU_{10}$	0,850	2,900	41306
$AFSU_{20}$	0,847	3,183	40813
$AFSU_{30}$	0,851	3,457	40320
$AFSU_{40}$	0,854	3,645	39826
$AFSU_{50}$	0,859	3,972	39333
FSU_{100}	0,878	5,682	36867
M_{100}	0,836	2,643	41800
Standarde biodiesel	0,86÷0,90	3,5÷5,0	
Standarde motorină	0,820÷0,845	2,00÷4,50	

Având în vedere că puterea calorifică inferioară a biocombustibilului (36867 kJ/kg pentru ulei alimentar uzat) este inferioară motorinei (41800 kJ/kg) s-a încercat [8] înlocuirea parțială a motorinei cu biocombustibil în vederea menținerii puterii motoarelor concomitent cu scăderea concentrației poluanților din gazele de eşapament. Amestecurile de mai sus au fost testate [8] la Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, *Catedra de Autovehicule Rutiere şi Maşini*

Agricole, determinându-se parametrii de funcționare ai motorului diesel (D-2402.000) şi compoziția gazelor de eşapament, rezultate în acest fiind prezentate în [8].

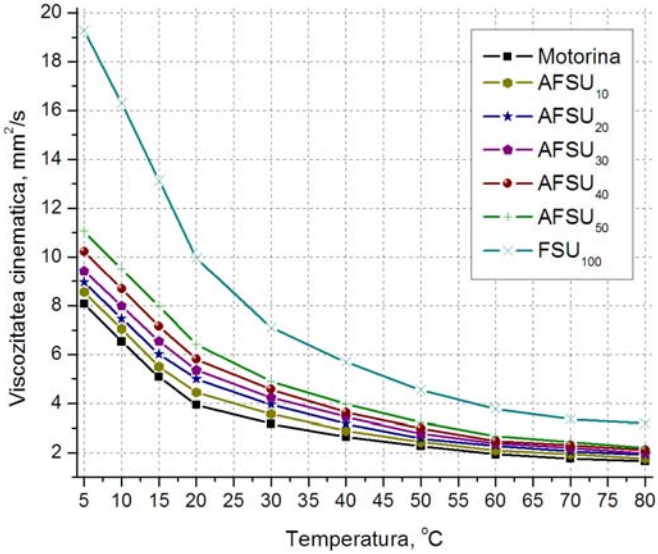

Fig. 4 Variația viscozității cinematice în funcție de temperatură, la diferite combinații volumetrice dintre motorină şi biodiesel pe bază de ulei alimentar uzat

5. Concluzii

Cercetările întreprinse şi rezultatele obținute referitoare la tema luată în studiu au permis posibilitatea emiterii anumitor concluzii:

■ pentru producerea biocombustibilului sunt necesare instalații speciale de transesterificare a uleiului vegetal şi respectarea operațiilor procesului de fabricație, respectiv a urmăririi fluxului tehnologic de obținere şi purificare a biocombustibilului (vezi figura 1);

■ monoesterii obținuti prin transesterificarea uleiului alimentar uzat se pot utiliza în stare pură în alimentarea motoarelor diesel sau pot fi amestecați în diferite proporții cu motorinele clasice pentru a crea amestecuri combustibil (vezi figura 2) ce pot fi utilizate drept carburanți pentru aceste motoare;

■ amestecurile motorine-monoesteri nu pun probleme legate de separare şi prezintă, în general, proprietăți fizico-chimice asemănătoare cu cele ale motorinei;

■ din determinarea experimentală a densităților combustibililor cercetați (vezi figura 3; tabelul 2; tabelul 3), se poate constata o creştere a densității combustibililor pe bază de ulei alimentar uzat față de motorină, astfel:

- în medie cu circa 3,148 %, pe toată gama de temperaturi de încercare (5÷80 ^{0}C);
- în medie cu circa 2,44 %, la temperatura de încercare de 15 ^{0}C;

■ din determinarea experimentală a curbelor de variație a viscozităților cinematice a combustibililor utilizați, în funcție de temperatură (vezi figura 4; tabelul 2; tabelul 3), se poate constata o creştere a viscozității combustibililor pe bază de ulei alimentar uzat față de motorină, astfel:

- în medie cu circa 26,44 %, pe toată gama de temperaturi de încercare;
- în medie cu circa 44,02 %, la temperatura de încercare de 40 ^{0}C.

■ rezultatele obținute încurajază continuarea cercetărilor experimentale cu privire la alimentarea motoarelor diesel cu asemenea combustibili;

■ se consideră necesară identificarea soluției, la nivel național, de recuperare (colectare) a uleiurilor alimentare uzate din procesele de preparare industrială a alimentelor din țara noastră, acțiuni care să fie extinse şi în rândul populației prin crearea unor centre de colectare a uleiurilor vegetale uzate şi folosirea acestora în scopul producerii biocombustibililor;

■ producerea şi utilizarea biocombustibililor în domeniul transporturilor auto se realizează într-un sistem complex, integrat, cu conexiuni puternice între toate componentele sistemului şi poate genera crearea de noi locuri de muncă.

Ținem să aducem profundele noastre mulțumiri şi deplina recunoştință conducerii Catedrei de „Autovehicule Rutiere şi Maşini Agricole” din cadrul Facultății de Mecanică a Universității Tehnice din Cluj-Napoca, pentru sprijinul acordat în realizarea cercetărilor experimentale prezentate. Finalizarea acestui studiu nu ar fi fost posibilă fără generosul sprijin furnizat de către colectivul de cercetare de la Institutul de Cercetări pentru Instrumentație Analitică, filiala Cluj-Napoca, care a oferit un real ajutor privind producerea combustibililor pe bază de ulei alimentar uzat.

BIBLIOGRAFIE

[1] Barabás, I., Todoruț, A., Burnete, N., *Comparative Performance and Emissions Study of a Direct Injection Diesel Engine using Bio-Diesel obtained from used Cooking Oil*. În: The 8th International Automotive Congress - ESFA 2009, 12 - 14 November, 2009, Bucharest, Romania. Fuel Economy, Safety and Reliability of Motor Vehicles, Volume 1, Published by Politehnica Press, Bucharest, 2009, ISSN: 2067-1083, pag. 67-72. Paper Identification Number: E09A106.

[2] Barabás, I., Todoruț, A., Burnete, N., *Possibilities of Recycling used Cooking Oil by Converting to Biofuels for Powering Compression Ignition Engines*. În microCAD 2009, International Scientific Conference, 19-20 March 2009, University of Miskolc, Hungary. Section B: Waste Processing and Recycling, pag. 1-6. Kiadja a Miskolci Egyetem Innovációs és Technológia Transzfer Centruma; Nyomdaszám: ME.Tu-109/2009. ISBN 978-963-661-866-7 Ö; ISBN 978-963-661-868-1.

[3] Băţaga, N., Burnete, N., Barabás, I., ş.a., *Combustibili, lubrifianți şi materiale speciale pentru automobile. Economicitate şi poluare.* Cluj-Napoca, Editura Alma Mater, 2003.

[4] Băţaga, N., Burnete, N., *Motoare cu ardere internă. Vol. 1, 2.* Cluj-Napoca, Atelierul de multiplicare a UTC-N, 1995.

[5] Burnete, N., ş.a, *Motoare diesel şi biocombustibili pentru transportul urban*. Cluj-Napoca, Editura Mediamira, 2008.

[6] Negrea, V.D., Sandu, Veneția, *Combaterea poluării mediului în transporturile rutiere***.** Bucureşti, Editura tehnică, 2000.

[7] Todoruț, A., Burnete, N., Barabás, I., *Utilizarea uleiului alimentar uzat sub formă de combustibil pentru motoarele diesel.* În: Ştiință şi Inginerie, Vol. 10, pag. 271-274. Bucureşti, Editura AGIR, 2006, ISBN 973-8130-82-4, ISBN 973-720-030-6.

[8] Todoruț, A., *Cercetări privind utilizarea uleiurilor de floarea soarelui ca şi combustibili pentru motoarele Diesel.* Cluj-Napoca, Teza de doctorat, UTC–N, 2006.

Conf.Dr.Ing. Adrian TODORUȚ,
Conf.Dr.Ing. István BARABÁS,
Facultatea de Mecanică,
Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca,
membri AGIR