

Rezumatul tezei de doctorat:

FOLOSIREA COMBUSTIBILILOR NECONVENȚIONALI LA MOTOARELE CU ARDERE INTERNĂ

Autor: **ing. TUTUNEA Dragoș**, Conducător științific: **Prof.univ.dr.ing BICĂ Marin**

Utilizarea combustibililor proveniți din uleiuri vegetale la motoarele cu ardere internă a devenit prioritară abia în ultimii ani, și aceasta din cauze ce țin de reducerea rezervelor de combustibili de origine petrolieră și mai ales de necesitatea reducerii poluării mediului.

Uleiurile vegetale și grăsimile animale reprezintă un potențial inepuizabil de energie, ce posedă, după prelucrare, caracteristici energetice asemănătoare și de nivelul celor deținute de combustibilii de tip diesel (motorina). Astfel s-a dovedit că produsul final al esterificării și anume esterul acidului gras (**biodieselul**) obținut din prelucrarea grăsimilor are caracteristici fizice foarte apropiate de cele ale combustibilului tip diesel clasic. Și mai mult, trebuie subliniat faptul că, acești noi combustibili, fie ei metil sau etil esteri de acizi grași, pot fi folosiți direct în motoarele diesel, fără a le aduce modificări constructive, rezultând depuneri ne semnificative în timpul combustiei lor.

Prin teza de doctorat cu titlul "**Folosirea combustibililor neconvenționali la motoarele cu ardere internă**" mi-am propus pentru studiu, analiză și îndeplinire următoarele obiective:

- cercetări teoretice privind principalele procedee de obținere a biodieselului;
- proiectarea și realizarea unei instalații pilot de producere a biodieselului;
- cercetări privind proprietățile combustibililor de tip biodiesel;
- cercetarea experimentală a principalelor influențe pe care le are biodieselul într-un motor diesel monocilindric;
- proiectarea și realizarea unui stand pentru încercarea motoarelor;
- încercări experimentale pe un motor diesel monocilindric cu injecție directă pentru determinarea performanțelor acestuia pentru diferite amestecuri de biodiesel și motorină atât la mersul în gol forțat cât și în sarcină;
- validarea rezultatelor cercetării teoretice și experimentale.

Modul de realizare a obiectivelor propuse este prezentat în cele 9 capitole prezentate în continuare.

În primul capitol **Introducere** se face o prezentare generală a necesității folosirii combustibililor neconvenționali în contextul situației existente în lume la momentul actual.

Obiectivele propuse pentru rezolvare prin această teză, sunt prezentate tot în acest capitol.

Capitolul al doilea **Studiul actual al cercetărilor privind folosirea biodieselului**, este destinat prezentării combustibililor de tip biodiesel, răspândirii acestora în Uniunea Europeană și a principalelor materii prime folosite pentru producerea acestora.

Capitolul debutează cu un scurt istoric referitor la folosirea biodieselului în motoarele cu aprindere prin comprimare menționându-se primele cercetări întreprinse în acest domeniu și perspectivele viitoare.

Potențialul agricol al României este ridicat aceasta poate produce anual peste un milion de tone de ulei din plante oleaginoase, o mare parte din această producție putând fi utilizată pentru producerea de biodiesel. Conform datelor statistice doar 250000-300000 de tone de ulei sunt folosite în scop alimentar, ceea ce înseamnă că o cantitate importantă de ulei poate fi folosită pentru producția de biodiesel de primă generație.

Capacitățile de producție ale celor 27 de producători de biodiesel din România pot asigura realizarea a circa 285000 tone de biodiesel pe an. Protocolul de la Kyoto la Convenția Cadru a Națiunilor Unite asupra schimbărilor climaterice adoptat la 11 decembrie 1997 și

ratificat de România prin legea nr. 3/2001 are drept țintă limitarea cantitativă și reducerea emisiei gazelor cu efect de seră în perioada obligatorie 2008-2012.

Odată cu semnarea acordului de la Kyoto se acordă o atenție redusă problemelor legate de dezvoltarea componentei vizând dezvoltarea coerentă a producției și cercetării în domeniul producerii de energie din resurse regenerabile, în general, și a bio-energiei în special.

România a preluat obligațiile ce revin din directivele europene, dar nu a stabilit un cadru național care să stimuleze dezvoltarea inițiativei în acest domeniu. Se impune necesitatea elaborării unei strategii pe termen mediu și lung care să stimuleze producția de biodiesel.

În regnul vegetal, din peste 100 de plante oleaginoase, în prezent pe piața mondială sunt evidențiate circa 40, grupate în 14 familii botanice mai importante din care se poate produce biodiesel. Factorii care influențează cererea de biodiesel sunt prețul petrolului și disponibilitatea distribuitorilor de a promova acest tip de combustibil

În capitolul trei **Tehnologii de obținere a biodieselului** are loc o prezentare de ansamblu a principalelor tehnologii și metode de obținere a biodieselului. Din punct de vedere tehnic, biodieselul este un metil ester al unui acid gras. Biocombustibili diesel sau alchil esterii se pot obține din uleiuri și grăsimi pe trei căi:

- transesterificarea catalitică a uleiurilor cu alcool;
- esterificarea catalitică acida directă a uleiurilor cu metanol;
- conversia uleiurilor la acizii grași și apoi la alchil-esterii cu ajutorul catalizatorilor acizi.

În situația în care materia prima conține valori ridicate de acizi grași liberi, se recomandă procesul de cataliză acidă în locul celei bazice.

Tipul și concentrația acizilor grași din materia primă determină, în mod direct, câteva dintre proprietățile cheie ale biodieselului. Combustibilul diesel convențional este format din lanțuri lungi de hidrocarburi, neramificate. Unul dintre motivele importante pentru care biodieselul este un substitut adecvat pentru dieselul din petrol este faptul ca acesta constă din lanțuri, lungi neramificate de acizi grași.

Alegerea materiei prime este probabil decizia cea mai importanta de luat în cadrul procesului de fabricație, deoarece costul materiei prime reprezintă, în mod obișnuit, 60 - 80% din costul total de producție. De asemenea, disponibilitatea pe termen lung a materiei prime este un element care trebuie luat în considerație atunci când se face selecția reactanților.

Tehnologia actuală de producere și prelucrare a biodieselului duce la un combustibil alternativ de o calitate excelentă care satisface cerințele standardelor pentru motorină și biodiesel utilizate în prezent.

Principala problemă referitoare la biodiesel, în ultimii douăzeci de ani, o reprezintă costurile mari de producție cauzate de prețurile ridicate ale materiei prime. În prezent, numai grăsimile reziduale din industria de prelucrare a cărnii satisfac aceste cerințe.

O alternativă de a face fezabil, din punct de vedere economic, procesul de obținere a biodieselului este valorificarea altor substanțe cu valoare adăugată din produsele rezultate din proces.

Se prezintă diferite procedee de producere a biodieselului din literatura de specialitate.

Instalații de mică capacitate pentru producerea biodieselului este tema capitolului al patrulea. Se prezintă două instalații de capacitate medie pentru producerea biodieselului folosite în prezent în România. Se prezintă instalația pilot de producere a biodieselului proiectată și realizată în cadrul Laboratorului de Termotehnică și Mașini Termice a Facultății de Mecanică din Craiova.

Scopul instalației experimentale îl constituie producerea de biodiesel prin procesul de transesterificare bazică cu metanol.

Este descrisă aparatura folosită pentru realizarea instalației, metoda de încercare și rezultatele obținute. Se analizează factorii care intervin în procesul de producție și factorii care intervin după procesul de producție precum și concluziile rezultate în urma procesului.

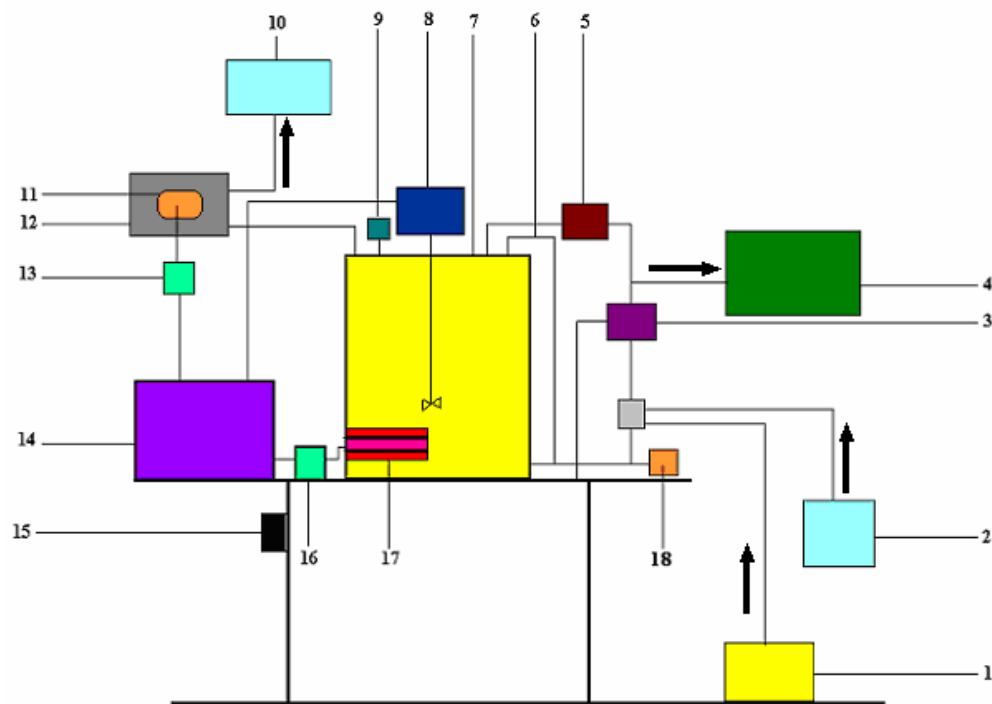


Fig.1. Schema de Principiu a Instalației Pilot de Producere a Biodieselului

1-rezervor ulei vegetal; 2-rezervor metoxid; 3-pompă; 4-rezervor biodiesel; 5-contoar apă caldă; 6-conductă nivel; 7- container 30 L; 8- agitator electric; 9-manometru, 10-rezervor metanol; 11-ventilator; 12-schimbător de căldură; 13-variator tensiune; 14-panou comandă; 15-contoar electric; 16-variator de tensiune; 17-rezistență electrică 2Kw; 18-termometru;



Fig.2 Vedere din față a instalației experimentale de producere a biodieselului din cadrul Laboratorului de Termotehnică și Mașini termice din Craiova

În capitolul cinci **Proprietăți fizico-chimice ale combustibililor de tip biodiesel** sunt analizate principale proprietățile ale petrodieselului și biodieselului. Sunt prezentate standardele pentru motorine Euro Diesel și Super Euro Diesel. După aceea sunt trecute în revistă standarde biodiesel pentru diferite țări europene.

Se prezintă compoziția chimică a uleiurilor vegetale și a biodieselului. Se analizează experimental proprietățile fizico-chimice a diferitelor amestecuri de biodiesel și motorină (densitate, vâscozitate, punct de inflamabilitate, punct de tulburare, punct de congelare, compoziție elementară, analiză termică) făcându-se apoi o analiză comparativă cu diferite standarde pentru biodiesel.

Analiza experimentală a principalilor parametri fizico-chimici ai combustibililor tip biodiesel ne arată faptul că aceștia pot înlocui cu succes petrodieselul clasic.

Eventualele probleme care pot apărea la biodiesel sunt temperaturile de congelare și tulburare care sunt mai reduse decât motorina, fapt care poate crea probleme la alimentarea motoarelor în zonele cu temperaturi scăzute. Acest fapt se poate rezolva prin încălzirea conductelor de alimentare cu combustibil.

Analiza elementară a combustibililor ne arată un conținut mare de oxigen în compoziția biodieselului ceea ce conferă o ardere mai bună în motor dar și predispoziția acestui tip de combustibil spre oxidare. Se recomandă utilizarea aditivilor antioxidanți pentru stabilitatea la depozitare.

Deși prin procesul de transesterificare se reduce foarte mult vâscozitatea biocombustibililor aceștia au o vâscozitate de două trei ori mai mare comparativ cu motorina.

Biocombustibilii au un punct de inflamabilitate peste 100°C comparativ cu motorina ceea ce face posibilă depozitarea și folosirea acestora în condiții de siguranță.

Prin analiza termică a diferitelor amestecuri de Motorină Euro L Diesel și Biodiesel de rapiță pe curbele TG, DTG, DTA se observă o creștere a temperaturii de vaporizare a combustibilului cu cât se crește conținutul de biodiesel. Se constată o creștere a depunerilor de carbon ceea ce poate afecta în cazul folosirii îndelungate cu biodiesel performanțele motorului

În capitolul șase **Tehnici și metode de investigație teoretice a formării amestecului și a arderii în m.a.c. pentru combustibili de tip biodiesel** se prezintă fenomenele și procesele care apar la arderea combustibililor diesel.

Capitolul debutează cu prezentarea unor considerații teoretice privind autoaprinderea și arderea în motorul cu aprindere prin comprimare cu injecție directă.

În continuare este prezentat un studiu comparativ privind modelele de calcul pentru modelarea procesului de ardere din motoarele Diesel. Astfel, se face o prezentare a modelelor termodinamice unizonale și multizonale precum și a modelelor zerodimensionale fenomenologice care au cea mai mare răspândire și aplicabilitate.

După aceea, sunt trecute în revistă metodele de investigare teoretică și experimentală a formării amestecului și arderii. Se prezintă cercetările cu privire la investigarea experimentală a autoaprinderii, după aceea sunt evidențiate metodele de investigație a arderii amestecurilor performante și pentru arderea moderată. Sunt inventariate principalele tehnici de investigație teoretice.

Se prezintă un calcul teoretic al arderii complete și incomplete pentru trei tipuri de biodiesel comparativ cu motorina. În cazul arderii complete a combustibililor tip biodiesel s-a constatat o reducere a oxigenului și a aerului minim necesar arderii datorită faptului prezenței oxigenului în componența lor.

Cantitățile produselor de ardere pentru arderea completă și incompletă înregistrează o scădere pentru cele trei tipuri de biodiesel comparativ cu motorina ceea ce sugerează o reducere a emisiilor de gaze de ardere.

În capitolul șapte **Cercetări teoretice și experimentale privind influența folosirii combustibililor de tip biodiesel asupra emisiilor motoarelor monocilindrice cu injecție**

directă se prezintă rezultatele experimentale la încercările efectuate pe două motoare monocilindrice din cadrul laboratorului de Termotehnică și Mașini Termice din Craiova.

Capitolul începe cu prezentarea factorilor care influențează geneza substanțelor poluante la motoarele cu aprindere prin comprimare. După aceea se prezintă efectele generale ale substanțelor poluante cu o serie de reacții care au loc în prezenta gazelor de ardere rezultate în urma arderii dieselului clasic.

Se prezintă echipamentul (Figura 3) folosit pentru încercările experimentale pe motorul RY 50 și apoi se testează diferite amestecuri de biodiesel de rapiță și de biodiesel de floarea soarelui și palmier cu motorina Euro L Diesel.

Încercările au constat în ridicarea caracteristicilor în funcție de turația motorului fără sarcină la mersul în gol forțat cu înregistrarea următorilor parametrii (monoxid de carbon, dioxid de carbon, hidrocarburi și temperatura uleiului motorului) pentru zece regimuri de turație. Se constată o reducere a emisiilor poluante la toate amestecurile comparativ cu motorina.

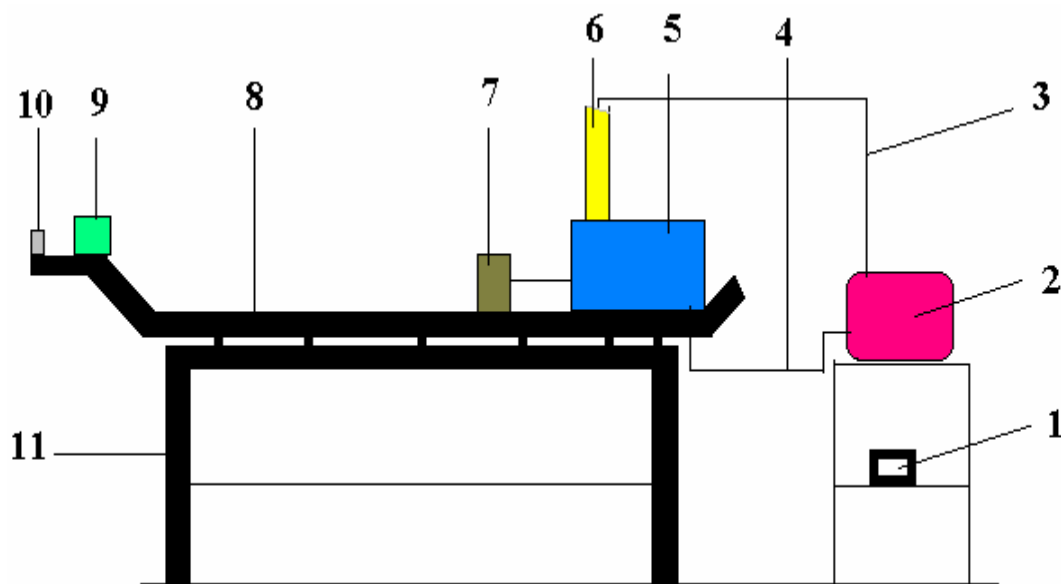


Fig.3 Schema de principiu a standului RY 50

1- termometru; 2- analizor de gaze Stargas; 3- senzor analiză CO, CO₂, HC, O₂; 4- senzor temperatură ulei; 5- motor diesel RY 50; 6- conductă gaze de evacuare; 7- tuometru; 8- cadru metalic pentru motor; 9- dispozitiv mecanic de reglare a turației; 10- motorstop; 11- masă;

Se prezintă echipamentul (Figura 12) folosit pentru cel de-al doilea motor monocilindric KM186FA (motorul este folosit la generatorul electric Kipor 6500E).

Încercările au constat în ridicarea caracteristicilor în funcție de sarcină cu înregistrarea următorilor parametrii (monoxid de carbon, dioxid de carbon, hidrocarburi, temperatură ulei motor) pentru cinci regimuri pentru diferite amestecuri de biodiesel de rapiță și motorină.

În urma analizei rezultatelor obținute pentru marea majoritate a emisiilor se constată o reducere comparativ cu petrodieselul.

Rezultatele cercetărilor "la cald" pe cele două motoare monocilindrice prin reducerea emisiilor la principalele gaze de ardere au confirmat rezultatele obținute pe cale teoretică din studiul arderii teoretice pentru combustibili de tip biodiesel.

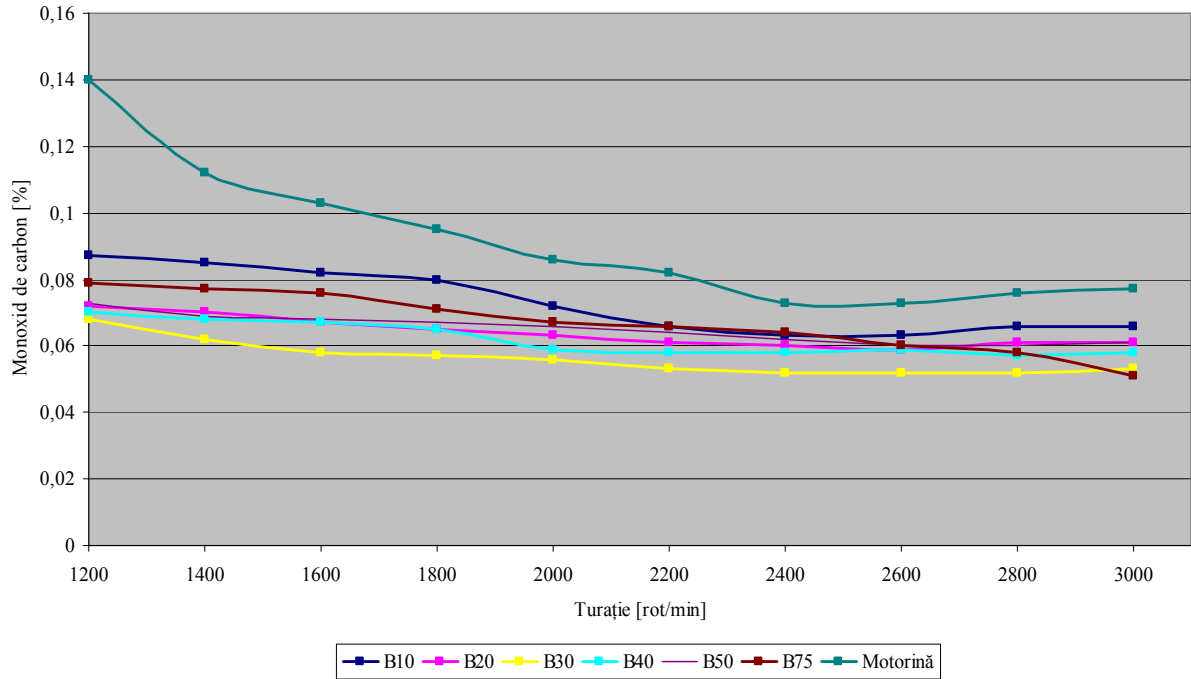


Fig.4 Variația monoxidului de carbon în funcție de turație pentru diferite amestecuri de Biodiesel de rapiță și Motorină Euro L Diesel

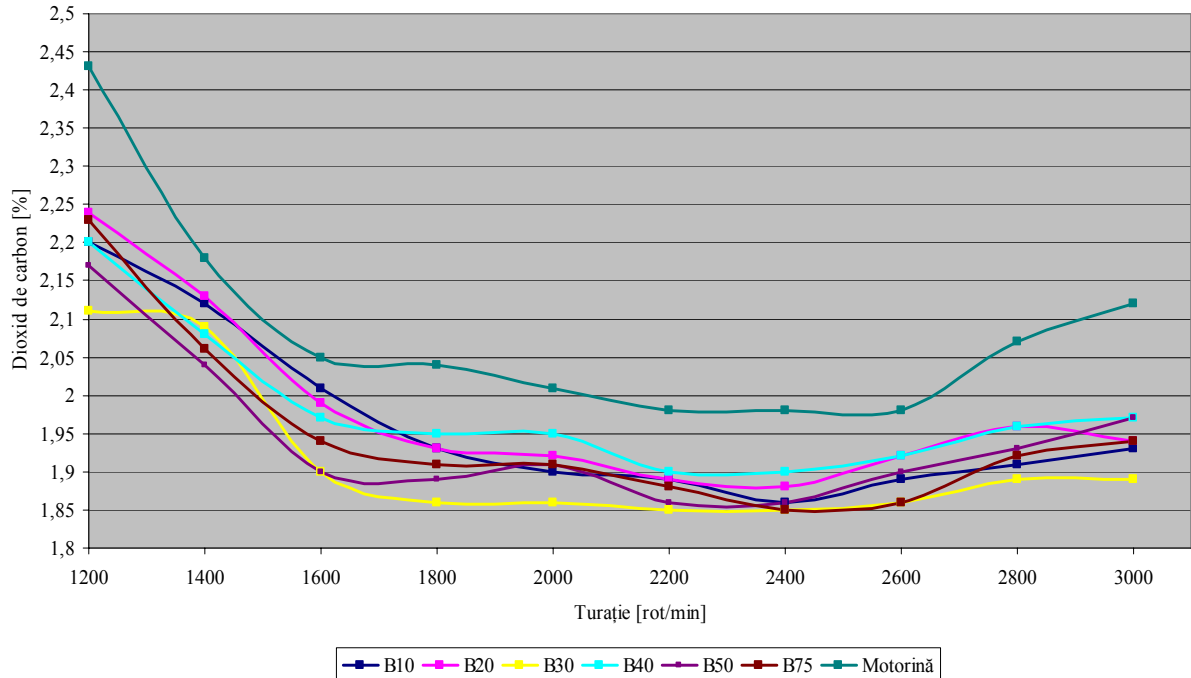


Fig.5 Variația dioxidului de carbon în funcție de turație pentru diferite amestecuri de Biodiesel de rapiță și Motorină Euro L Diesel

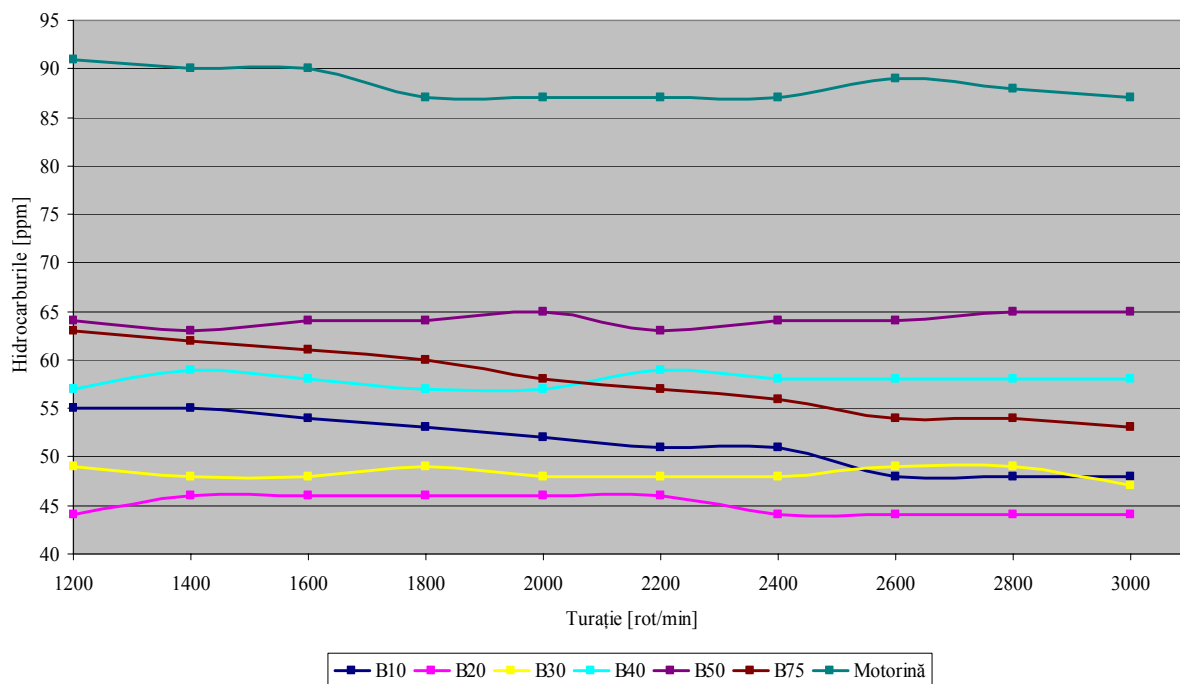


Fig.6 Variația hidrocarburilor în funcție de turație pentru diferite amestecuri de Biodiesel de rapiță și Motorină Euro L Diesel

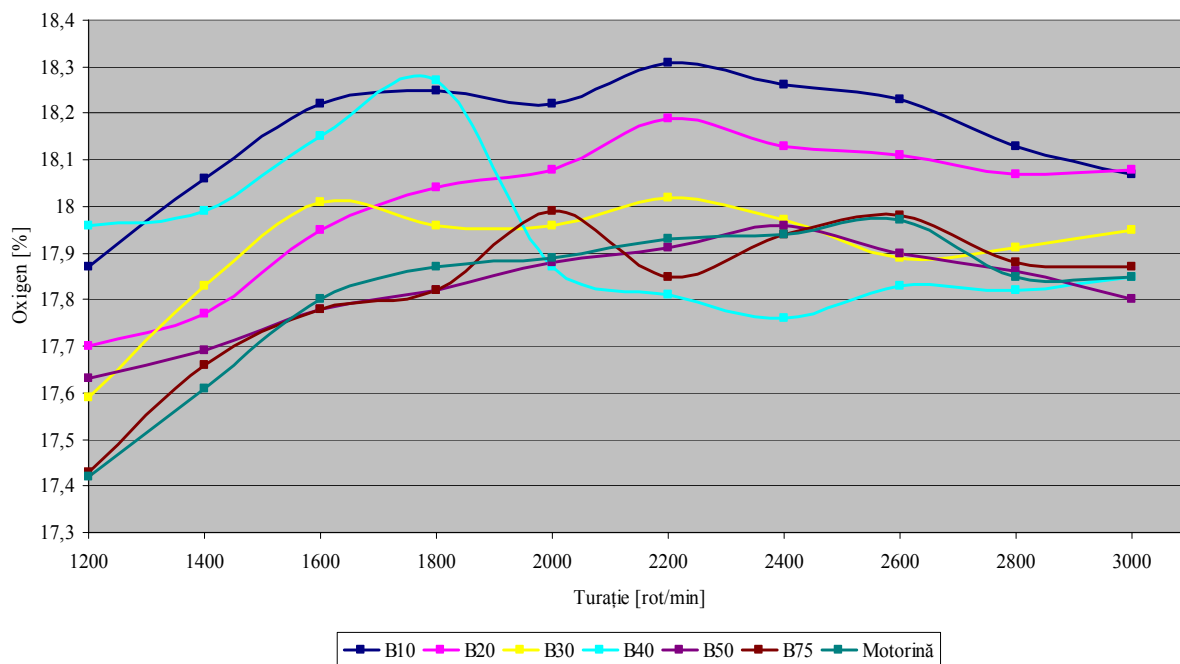


Fig.7 Variația oxigenului în funcție de turație pentru diferite amestecuri de Biodiesel de rapiță și Motorină Euro L Diesel

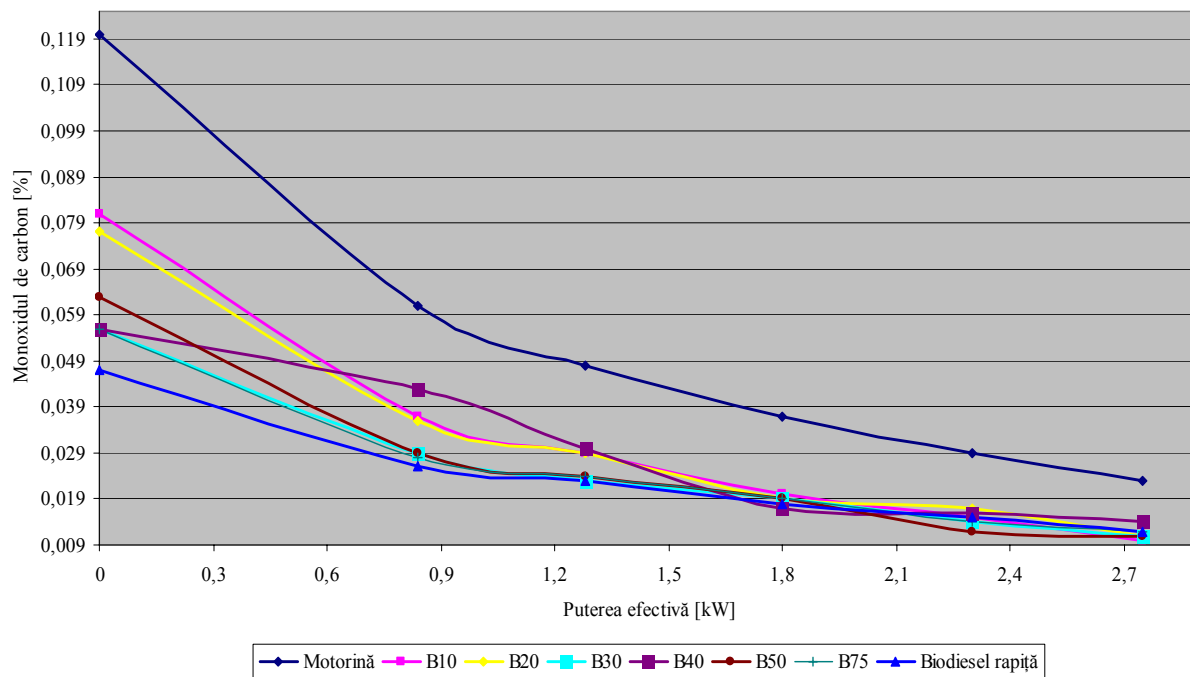


Fig.8 Variația monoxidului de carbon în funcție de sarcină pentru diferite amestecuri de Biodiesel de rapiță și Motorină Euro L Diesel

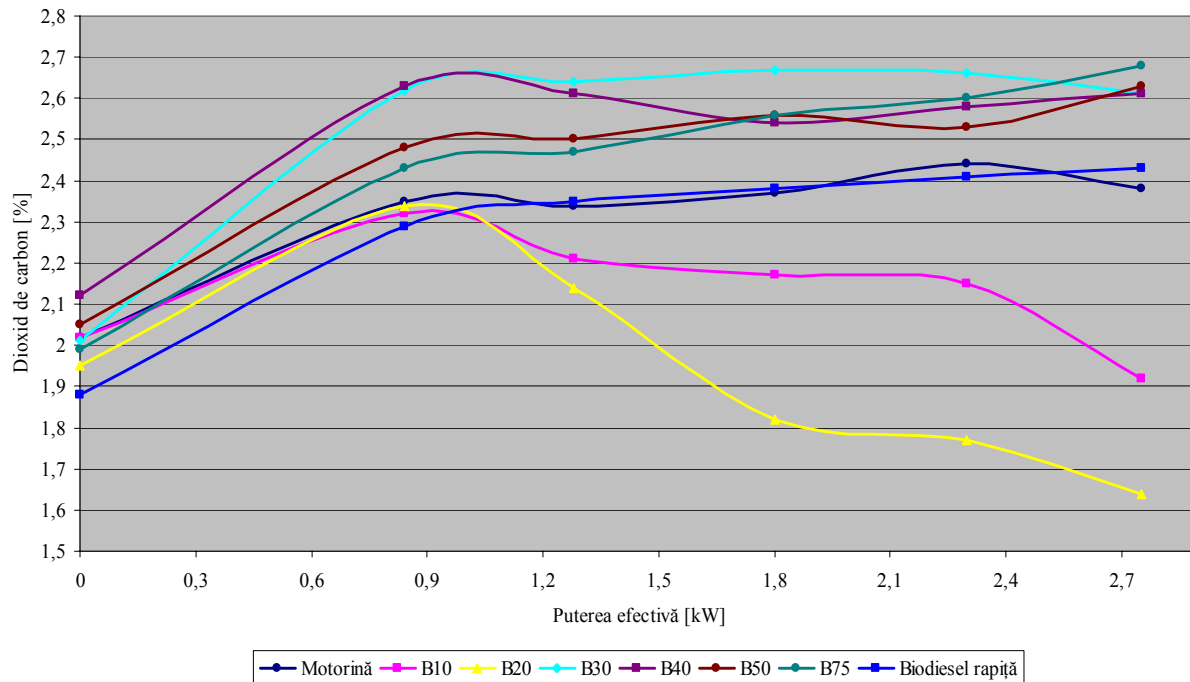


Fig.9 Variația dioxidului de carbon în funcție de sarcină pentru diferite amestecuri de Biodiesel de rapiță și Motorină Euro L Diesel

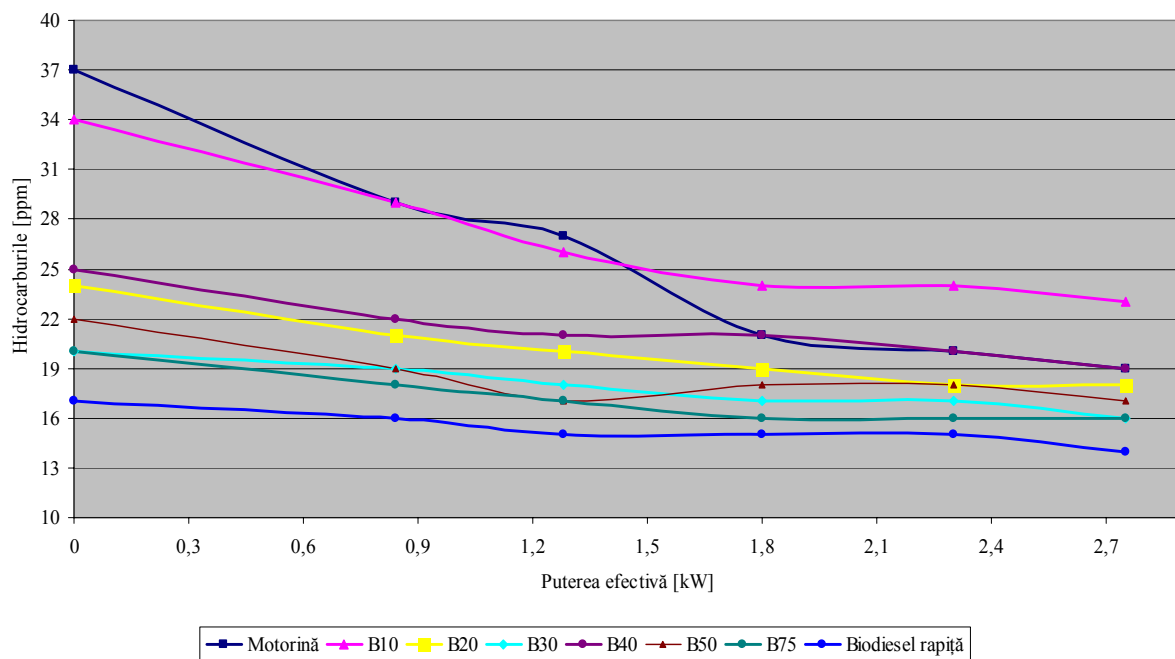


Fig.10 Variația hidrocarburilor în funcție de sarcină pentru diferite amestecuri de Biodiesel de rapiță și Motorină Euro L Diesel

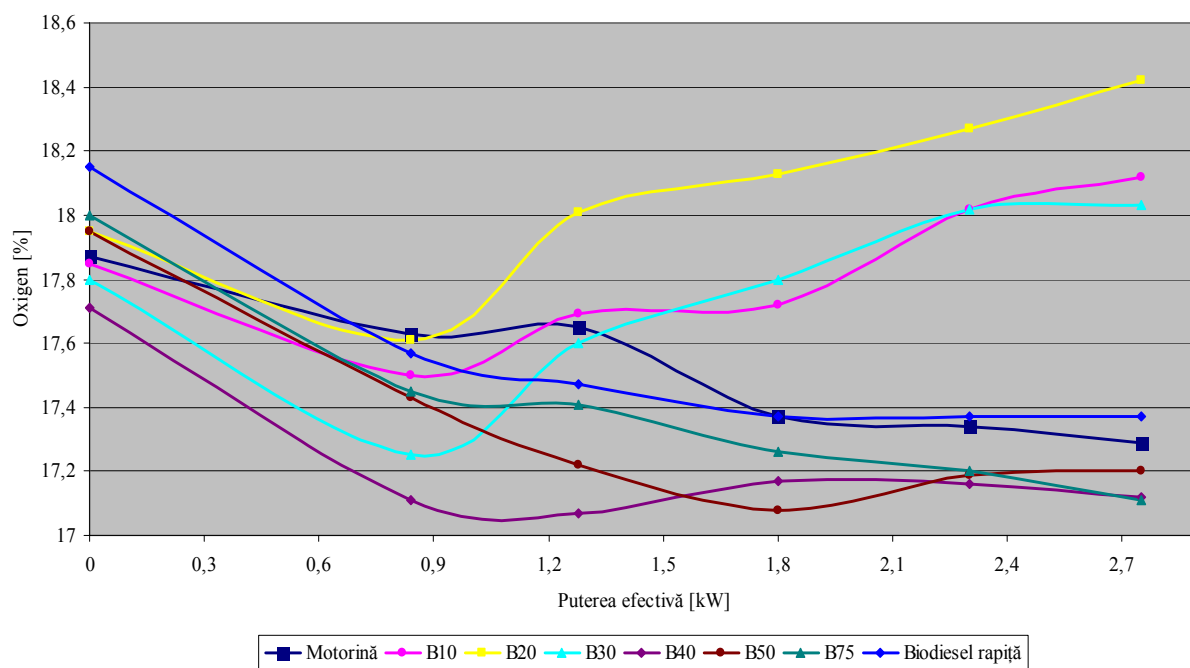


Fig.11 Variația oxigenului în funcție de sarcină pentru diferite amestecuri de Biodiesel de rapiță și Motorină Euro L Diesel

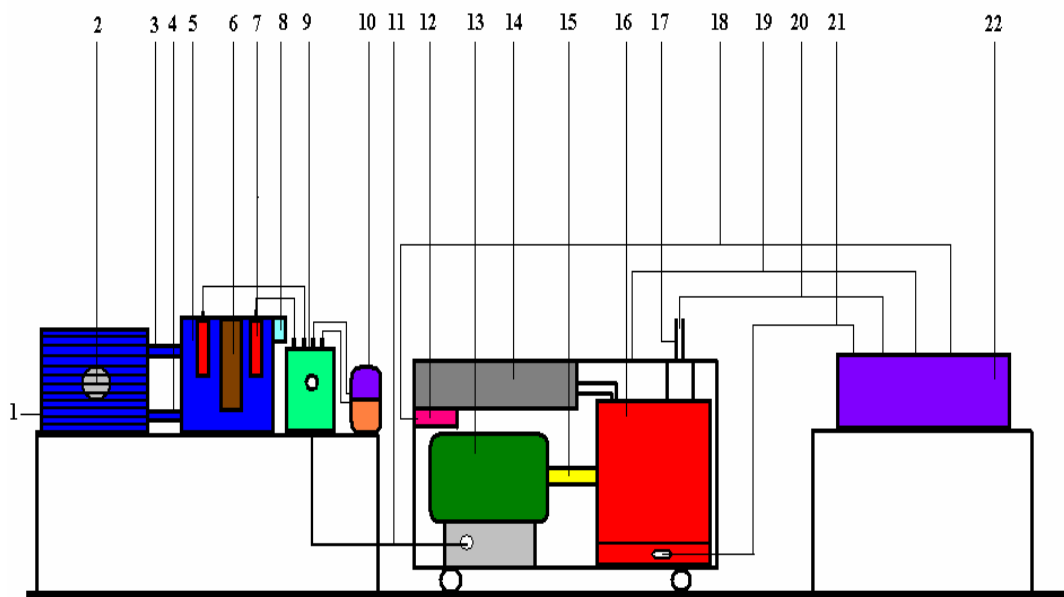


Fig.12 Schema standului pentru încercări experimentale pentru motorul KM186FA

1-schimbător de căldură; 2-ventilator; 3-conducta tur; 4-conductă retur; 5-rezervor de ulei; 6-pompă ulei; 7-rezistențe electrice de încălzire (2kW); 8-panou comandă; 9-autotransformator reglabil; 10-voltmetru și ampermetru; 11-cablu de alimentare; 12-baterie; 13-generator electric; 14-rezervor combustibil; 15-transmisie; 16-motor diesel; 17-conductă de evacuare a gazelor de ardere; 18-cablu măsurare r.p.m; 19-cablu masă; 20-sondă gaze ardere; 21-senzor de temperatură a uleiului; 22-sistemul de măsurare a emisiilor poluante STARGAS 898;

În capitolul opt **Cercetări teoretice și experimentale privind zgomotul emis de motor atunci când este alimentat cu combustibili de tip biodiesel** se prezintă cercetările experimentale efectuate pe un motor monocilindric cu măsurarea nivelului de zgomot pentru diferite amestecuri de biodiesel de rapiță și motorină Euro L Diesel. Deși structura motorului este excitată de numeroase forțe, se va prezenta corelarea zgomotului emis de o singură forță excitatoare, cea determinată din procesul de ardere, considerând că efectele acesteia sunt predominante față de cele ale celorlalte excitații. Se prezintă echipamentul folosit pentru măsurători.

Încercările au constat în măsurarea nivelului de zgomot la distanța de 0,5 – 1 m de motor în patru puncte simetrice (A, B, C și D) în jurul motorului în funcție de turație. În baza analizei parametrilor funcționali ai motorului Diesel alimentat cu combustibil, se poate afirma că alimentarea acestuia cu biocombustibili poate să asigure o reducere a zgomotului în funcție de turație.

În general, arderea este mai eficientă în cazul folosirii acestor combustibili, comparativ cu motorina, datorită oxigenului chiar la nivelul moleculei de ester și a cifrei cetanice superioare a biodieselului. Cea mai mare reducere a zgomotului generat de motor comparativ cu motorina Euro L Diesel este de -2,85% înregistrată la turația de 1600 rot./min. pentru B75 la distanța de 0,5 m de motor în punctul C.

În capitolul nouă **Concluzii finale și contribuții personale** se sintetizează principalele contribuții ale autorului, concluziile finale ale tezei și perspectivele de cercetare în domeniul folosirii biodieselului la motoarele cu aprindere prin comprimare.