



Universitatea Tehnică a Moldovei

**STUDIUL PARAMETRILOR ENERGETICI ȘI
TEHNICO-ECONOMICI LA UTILIZAREA
GAZULUI NATURAL ÎN CALITATE DE
COMBUSTIBIL PENTRU MAI**

Student:

CEBOTARENCO Ion

Conducător:

**GOROBEȚ Vladimir,
conf. univ., dr.**

Chișinău, 2024

MINISTERUL EDUCAȚIEI ȘI CERCETĂRII AL REPUBLICII MOLDOVA

**Universitatea Tehnică a Moldovei
Facultatea Inginerie Mecanică, Industrială și Transporturi
Departamentul "Transporturi"
Programul de studii: MFA**

**Admis la susținere
Șef departament:
Ceban Victor, conf. univ., doctor**

„_____” _____ 2024

**Studiul parametrilor energetici și tehnico-economici la
utilizarea gazului natural în calitate de combustibil
pentru MAI**

Teză de master

**Student: Cebotarenco Ion,
MFA -221 M**

**Conducător: GOROBET Vladimir,
conf. univ., dr.**

Chișinău, 2024

REZUMAT

Tema tezei: „*Studiul parametrilor energetici și tehnico-economici la utilizarea gazului natural în calitate de combustibil pentru MAI*”.

1. Teza este îndeplinită în cadrul Departamentului „Transporturi”, FIMIT, UTM.

2. Autorul lucrării - **CEBOTARENCO Ion**

3. Conducător științific: doctor în tehnică, conferențiar universitar - **GOROBEȚ Vladimir**.

4. Conținutul adnotării:

În calitate de scop a lucrării se apreciază creșterea eficienței utilizării combustibilului gazos într-un proces de lucru gaz-motorină, asigurând în același timp păstrarea indicatorilor de performanță în întreaga gamă de regimuri de viteză și sarcină prin conversia unui motor cu ardere internă a autovehiculului în gaz-diesel cu formare combinată de amestec.

Lucrarea respectiv îndeplinită constă din trei compartimente, concluzii și bibliografie. Prin expunerea materialului în măsura premărgătoare determină atingerea obiectivului propus în calitate de scop la formularea tematicii.

În calitate de sarcini de lucru:

- analiza și fundamentarea metodei de transformare a motorinei în gaz-motorină și a tipului de combustibil gazos utilizat, adaptarea metodei de sinteză pentru modelarea ciclului de lucru al gazului-motorină cu formarea amestecului combinat;
- determinarea evaluării influenței parametrilor de reglare și proiectare ai sistemelor de alimentare cu combustibil și aer asupra indicatorilor ciclului de lucru a motorinei pe gaz prin modelare matematică;
- efectuarea unei evaluări experimentale a eficacității îmbunătățirii ciclului de lucru al motorului cu ardere internă prin modificarea parametrilor sistemelor de alimentare cu combustibil și aer;
- Realizarea unui studiu de funcționare a motorului cu ardere internă pe ciclul gaz- diesel și determinarea încărcării termo-mecanice și a randamentului combustibilului.

ABSTRACT

Theme of the thesis: „*Studiul parametrilor energetici și tehnico-economici la utilizarea gazului natural în calitate de combustibil pentru MAI*”.

1. The thesis is completed within the Department of "Transport", TUM.
2. Thesis author - **CEBOTARENCO Ion**
3. Scientific coordinator: Doctor of Technical , associate professor - **Gorobeț Vladimir**.
4. Annotation content:

The aim of the work is to increase the efficiency of gaseous fuel use in a gas-diesel work process, while ensuring the preservation of performance indicators in the full range of speed and load regimes by converting an internal combustion engine of the vehicle into gas-diesel with combined mixture forming.

The respective accomplished work consists of three compartments, conclusions and bibliography. By exposing the material to the preceding extent, it determines the achievement of the proposed objective as a goal when formulating the theme.

As work tasks:

- analysis and substantiation of the method of transformation of diesel fuel into gas-diesel fuel and the type of gaseous fuel used, adaptation of the synthesis method for modeling the working cycle of gas-diesel with the formation of the combined mixture;
- determining the assessment of the influence of the adjustment and design parameters of fuel and air supply systems on the indicators of the gas diesel fuel working cycle by mathematical modeling;
- conducting an experimental assessment of the effectiveness of improving the working cycle of the internal combustion engine by changing the parameters of the fuel and air supply systems;
- Conducting an internal combustion engine operation study on the gas-diesel cycle and determining the thermo-mechanical load and fuel efficiency.

CUPRINS

REZUMAT	5
CUPRINS.....	7
INTRODUCERE	9
1. ANALIZA DE FEZABILITATE ÎN CONTEXTUL UTILIZĂRII GAZELOR ÎN CALITATE DE COMBUSTIBIL PENTRU MOTOARE.....	12
1.1. Aspecte generale la utilizarea gazului ca combustibil în MAI.	12
1.2. Conversiunea motoarelor tradiționale MAC la funcționarea cu combustibili gazoși	16
1.3. Majorarea indicilor dinamici al MAI ce lucrează pe combustibil gazos	18
1.4. Recipientele de gaz la automobile.....	19
1.5. Specificul utilizării și funcționării MAI cu combustibili gazoși.....	22
1.6. Diversificarea tipurilor de gaze utilizate în calitate de combustibili pentru MAI.....	23
1.7. Principii și uzuanță de exploatare al autovehiculelor alimentate cu combustibili micști	25
2.1. Conversiunea sistemului de alimentare Diesel la gaz-diesel	28
2.2. Diversificarea sistemelor alimentare cu GNC.....	30
2.2.1. Instalația de alimentare cu gaz natural comprimat, de capacitate sporită pentru autocamioane	31
2.2.2. Instalația de alimentare cu gaz comprimat de tip <i>SAGA-9</i>	33
2.2.3. Instalația pentru alimentare cu gaz comprimat de tip <i>Bedini</i>	35
2.3. Sistema de alimentare cu gaz conform ciclului gazo-diesel	37
2.4. Instalația cu ciclu gazo-diesel de tipul IVECO	42
2.5. Instalația cu ciclu gazo-diesel de tip <i>TARTARINI</i>.	47
2.6. Motoare Diesel aprovizionate cu gaz și aprindere forțată (cu scânteie electrică).....	48
3. CALCULUL TERMIC AL MOTORULUI AUTOMOBILULUI DACIA Dacia Logan MCV 1.5 dC ALIMENTAT CU COMBUSTIBIL MIXT PE BAZĂ DE MORTORINĂ ȘI METAN.....	50
3.1. Cerințele de securitate față de starea tehnică a automobilelor și echipamentului cu butelii de gaz comprimat.	50

3.1. Aprecierea parametrilor preliminari pentru calculul termic al MAI alimentat cu diferiți combustibili.....	50
3.2. Selectarea coeficienților și exponenților de calcul.	51
3.2.1. Gradul de creștere a presiunii - λ_p ;	51
3.2.2. Parametrii de mediului ambiant.	51
3.2.3. Coeficientul excesului de aer- α ,	52
3.2.4. Parametrii gazelor reziduale.	52
3.3. Indicii efectivi ai motoarelor cu ardere internă	53
3.3.1. Determinarea pierderilor mecanice.....	54
3.3.2. Presiunea medie efectivă - P_e	54
3.3.3. Randamentul mecanic η_m ,.....	55
3.3.4. Gradul de utilizare a căldurii disponibile.....	55
3.3.5. Consumul specific efectiv de combustibil- g_e	55
3.3.6. Determinarea puterii indicate - N_i	56
3.3.7. Determinarea puterii pierderilor mecanice- N_m	56
3.3.8. Determinarea indicatorului sub denumirea de putere efectivă- N_e	57
3.3.9. Determinarea cuplului motor- M_e	58
3.4. Determinarea parametrilor comparativi.....	58
3.4.1. Puterea specifică- N_s	58
3.4.2. Puterea litrică a motorului- N_l ;	58
CONCLUZII	60
BIBLIOGRAFIE.....	61
ANEXE	63

INTRODUCERE

Creșterea constantă de utilizare a motorinei și creșterea semnificativă a prețului acesteia în ultimii ani conduc la necesitatea transformării autovehiculelor din domeniu agricol, industrial și de construcții, rutiere și utilitare create pe baza lor, a mașinilor agricole autopropulsate, precum și a altor centrale electrice mobile și staționare în combustibili alternativi, în principal gaz natural comprimat și lichefiat.

Utilizarea gazului natural comprimat drept combustibil pentru MAI va îmbunătăți situația mediului în zonele în care funcționează autovehiculele sus menționate. În masa totală a substanțelor nocive care poluează mediul, ponderea emisiilor provenite de la autovehiculele diesel este relativ ne semnificativă și, de obicei, nu depășește 4% din emisiile totale ale tuturor surselor antropice de poluare. Cu toate acestea, emisiile respective cauzează adesea o poluare locală intensă, ceea ce reprezintă un pericol semnificativ nu numai pentru conducătorii de autovehicule, ci și pentru oamenii și animalele din vecinătate, precum și pentru plante și sol.

La stadiul actual al progresului tehnic, aprovizionarea cu energie, a creșterii producției nu poate fi realizată în detrimentul carburanților obținuți din petrol. O soluție alternativă la această problemă este posibilă prin utilizarea gazului drept combustibil pentru tractoare și mașini agricole autopropulsate [1,2].

Oportunitatea utilizării gazului ca combustibil pentru autovehicule este determinată și de faptul că este un combustibil de înaltă calitate. Gazul are o cifră octanică de 90...110. Acest lucru permite creșterea raportului de compresie al motorului diesel, ceea ce va duce la o îmbunătățire a performanței acestuia.

Avantajele gazului ca combustibil pentru motor față de motorină includ formarea mai bună a amestecului, absența fracțiunilor lichide în amestec, intrarea în cilindru și reducerea uzurii motorului. De asemenea, este foarte important să se reducă conținutul de componente chimice dăunătoare oamenilor în produsele de ardere [3]

Studiile teoretice au stabilit efectul funcționării motorului cu ardere internă asupra gazului și compoziția diferită a amestecului de combustibil nu afectează încărcarea termomecanică a motorinei pe gaz.

La trecerea MAI în funcționare pe combustibili gazoși în loc de combustibil tradițional lichid este apreciat prin aparența câtorva avantaje:

- foarte mari rezerve în natură;
- extragerea dar și obținere ușoară;
- proprietăți-antidetonaante mari (CO 90...120);
- poate fi păstrat în stare lichidă și gazoasă;
- poate fi utilizat în amestecuri de combustie completă steochimice (unde $\lambda = 1...1,05$), încredințând un randament termic și temperaturi de ardere majorate;
- practic nu este prezent efectul de condensare la ardere, astfel preântâmpinând reducerea uzurii pieselor setului motor de 1,4...2,0 ori și majorarea duratei de funcționare din lipsa depunerilor de calamină, dar și lichefierea (întrepătrunderea) peliculei stratului de ulei aflat pe cămașa cilindrului;
- mărirea periodicităților de schimbare a uleiului de circa 2,0...2,5 ori;
- reducerea toxicității a gazelor evacuate: NO_x de 1,3...2,0 ori, CO de 3...4 ori, CH de 1,1...1,4 ori, reducerea fumegării de 2...5 ori și un preț redus la aceeași disponibilitate termică, fiind la moment de 30% ori mai ieftin decât benzina dar și de mai eften cu 22% decît motorină.

Metoda de lucru a motorului cu ciclul gaz-motorină a fost brevetată de R. Diesel la începutul anului 1898 și a devenit baza pentru diferite scheme structurale de mișcare ale motoarelor gaz-diesel. Construcția motorului a suferit multe modificări și anume:

- metodica amestecul de gaze,
- posibilitatea și metoda reglării debitării gazului,
- interconexiunea dirijării dozatorului instalației pentru combustibil de presiune înaltă și alimentarea cu gaz natural;
- metoda de protecție.

Datorită acestei metode, nu doar aerul intră pe traseul sistemului de admisie ca la un motor Diesel tradițional, ci un amestec de gaz și aer, care este parțial comprimat de aprinderea lichidă care este injectat prin injectoarele sistemului de alimentare cu combustibil diesel.

Cantitatea inferioară de lichid care este determinată pentru a aprinde este apreciată de energia necesară pentru autoaprinderea combustibilului și de energia necesară pentru arderea finală. De obicei, la utilizarea motorinei, doza focusului nu depășește 10...15% din debitul maxim la motor tradițional Diesel.

Pornirea unui MAI- Diesel de obicei are loc cu combustibil pur (motorină) după metoda tradițională, ulterior se debitează amestecul de gaz - aer.

În timpul deplasării autovehiculului în funcție de forța de tracțiune, este necesară și modificarea volumului proporțional de combustibil (motorină -aer). Acest lucru este necesar pentru reglarea automată a sistemelor interconectate, a distribuitorilor de pompe care direcționează combustibilul și gazul de înaltă presiune și pentru determinarea raportului optim al componentelor, care determină scopul principal al unui autovehicol atunci când îndeplinește diverse sarcini.

BIBLIOGRAFIE

1. GHEORGHISOR M. „Combustibili și lubrifianți pentru autovehicule”. Pitești 2012, p. 280
2. VOLEAC. P. **Research of the period of a delay of ignition of a gas mixture of the tractor diesel engine converted in gas-diesel.** În: *Materialele simpozionului științific cu participare internațională*. Universitatea de Științe Agricole și Medicină Veterinară. Iași: Ion Ionescu de la Brad, 2008, Soil issues, Plant and Environmental Protection, p. 1221-1234, 0,25 c.a. ISSN 1454-7376.
3. CERNOBRISOV. S., VOLEAC. P. Unele realizări de transformare a motoarelor diesel în „Gazo-Diesel”. În: *Analele ATIC-2005*, ATIC. Chișinău, 2006, vol I (VIII), p. 102-103, 0,10 c.a. ISBN 978-9985-942-26-3.
4. CERNOBRISOV. S., VOLEAC. P. Studiul cu privire la utilizarea policarburanților în motoarele cu ardere internă. În: *Materialele conferinței a II-a practico-științifică*, UTM, Chișinău, 2006 (Inginerie și Management în mecanică), p. 16-17, 0,1 c.a. ISBN 979-9975-45-009-6
5. NOVOROJDIN. D., VOLEAC P. Studiul utilizării combustibilului la motoarele cu aprindere prin comprimare. În: *Materialele conferinței științifice*, ATIC, Chișinău, 2008 (Transportul și mediul ambiant), p. 37-40, 0,25 c.a. ISBN 978-9995-942-64-5.
6. VOLEAC. P. Studiul utilizării policarburanților la motoarele cu aprindere prin comprimare. În: *Materialele simpozionului științific internațional*, UASM 75 ani, Chișinău, 2008 (Ingineria Agrară și Transport Auto) p. 236-238, 0,25 c.a. ISBN 978-9995-64-132-6.
7. VOLEAC. P. Cercetări privind reținerea perioadei de inflamare a amestecului carburant la motoarele cu aprindere prin comprimare convertite în motoare dual fuel (Gazo-Diesel). În: *Materialele simpozionului științific internațional „Agricultura Modernă-Realizări și perspective” consacrat aniversării de 80 de ani de la înființarea Universității Agrare de Stat din Moldova*, UASM, Chișinău, 2013, p. 276-279, 0,25 c.a. ISBN 978-9995-64-251-4.
8. ЛУПАЧЕВ. П.Д., ФИЛИМОНОВ А.Л. (НАТИ) Создание и внедрение газовых и газодизельных тракторов // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2001. - №. 1.
9. MOREV, A., ș.a. - *Perevod avtotransporta na prirodni gaz. Normativno-spravocnoe posobie*. M., 1995.
10. MOREV, A., ș.a. - *Ăcspluatația i tehnicescue obslujvanie gazobalonnih avtomobilei*. – M.:Izd. „Transport”, 1998.

11. ЛУПАЧЕВ. П.Д., ФИЛИМОНОВ А.Л. Перевод тракторов на жижёный природный газ // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 1994. - №. 2.
12. МЕЛЬКУМОВ. Г.М. „Теория быстроходного двигателя с самовоспламенением”. – М.: Гос издательство обороны промышленности, - 1983.
13. BEKKERMAN, I., ş.a. – „Perevod transporta na gazovoe toplivo”. – М., Editura „Nedra”, 1998. – 220 pag.
14. ВОЛОДИН. В.М., ЛУПАЧЕВ. П.Д., КООРНИЦКИЙ. В.В., и другие „Использование газа в качестве топлива для тракторов”. Обзорная информация. -М.: „ЦНИТЭИ” Тракторсельмаш. – 1989 – 28 с. II ий- (сер. I. Тракторы и двигатели; Вып. I).
15. ВОЛОДИН. В.М., ДАВЫДОВ В.Н. „Некоторые возможности улучшение показателей дизелей с камерой сгорание расположенной в поршне” // Тракторы и сельхоз машины. – 1970. - №. 12.
16. BOCSERMAN, IU., ş.a. - „Ispolizovanie prirodnogo gaza v cacestve topliva dlea automobilei”. Obzornaia informația VNIIPK tehorgneftegazstroi. М., 1987. -41 p.
17. [DIRECTIVE 2003/30/CE DU PARLEMENT EUROPÉEN ET DU CONSEIL du 8 mai 2003 visant à promouvoir l'utilisation de biocarburants ou autres carburants renouvelables dans les transports](#)