



**MINISTERUL EDUCAȚIEI ȘI CERCETĂRII AL REPUBLICII
MOLDOVA**

**Universitatea Tehnică a Moldovei
Facultatea Inginerie Mecanică, Industrială și Transporturi
Departamentul Transporturi**

**STUDIU ÎN IMPLIMENTĂRI INOVATIVE "ECO"
ÎN PROPULSIILE DE PERSPECTIVĂ A
AUTOVEHICULELOR**

Student:

Golovin Iurie

Conducător:

**Gorobeț Vladimir
conf. univ., dr.**

Chișinău, 2025

ADNOTARE

Tema tezei de master: „**Studii în implementări inovative ECO în propulsiile de perspectivă la autovehicule**”

1. Proiectul este îndeplinit la departamentul Transporturi
2. Autorul tezei de master: **Golovin Iurie**
3. Conducător științific: conf. univ., dr., **Gorobeț Vladimir**,
4. Textul adnotării:

Teza de master aduce contribuții atât la modul de dimensionare a principalelor părți componente ale diferitelor grupuri motopropulsoare hibride, cât și la metodele de control al repartizării energiei în timpul deplasării autovehiculului. Această lucrare propune dezvoltarea și utilizarea unor sisteme auxiliare de stocare a energiei electrice, în scopul micșorării și optimizării consumului de combustibil, cât pentru MAI, atât și pentru sistemele auxiliare ale vehiculului.

În proiectul “ Studiu în implementări inovative "ECO" în propulsiile de perspectivă a autovehiculelor”, se vor reflecta orele de studii teoretice și practice, în care au fost studiate o serie de îmbunătățiri pentru părțile componente ale grupurilor de motopropulsoare hibride, motorul electric de tracțiune, generatorul electric, convertoarele aferente de putere, sistemul de transmisie a puterii la roțile motoare a vehiculului, mediile de stocare a energiei.

Obiectivul acestei teze de master este de a oferi o imagine generală a implementării inovative în propulsiile de perspectivă la autovehicule. Pentru a fi atins scopul sa propus, să se efectueze o analiză a situației energetice actuală și motivațiile tranziției către vehicule puțin poluante.

Există o mulțime de informații despre problema poluării, mai ales în orașele aglomerate, ce reprezintă o preocupare importantă de mediu, precum și de sănătate, dar vehiculele convenționale ar trebui înlocuite sau adaptate la sisteme de propulsie alternative, totodată este important ca această trecere să se realizeze sustenabil.

ANNOTATION

The theme of the project: " Study in innovative "eco" implementations in perspective propulsion of motor vehicles"

1. The project is carried out at the Department of " Transports ".
2. Project author: **Golovin Iurie**
3. Scientific adviser: PhD in Technical Sciences, Associate Professor **Gorobet Vladimir**,
4. Annotation text:

The master's thesis makes contributions both to the dimensioning of the main component parts of the various hybrid powertrains, and to the methods of controlling the distribution of energy during the movement of the vehicle. This paper proposes the development and use of auxiliary electrical energy storage systems, in order to reduce and optimize fuel consumption, both for the MAI and for the vehicle's auxiliary systems.

In the project "Studies in innovative ECO implementations in forward-looking vehicle propulsion" will reflect the hours of theoretical and practical studies, in which a series of improvements were studied for the component parts of the hybrid powertrain groups, the electric traction motor, the electric generator, the related power converters, the power transmission system to the driving wheels of the vehicle, the energy storage media.

The objective of this master's thesis is to provide an overview of the innovative implementation in perspective propulsions in motor vehicles. In order to achieve the proposed goal, an analysis of the current energy situation and the motivations for the transition to low-polluting vehicles should be carried out.

There is a lot of information about the problem of pollution, especially in congested cities, which is an important environmental as well as health concern, but conventional vehicles should be replaced or adapted to alternative propulsion systems, it is also important that this transition achieve sustainably.

Cuvinte-cheie: autovehicule cu propulsie ecologică, pile de combustie, surse energetice, pile pe bază de hidrogen, cercetări experimentale.

CUPRINS

Adnotare	3
Annotation	4
Cuprins	5
Lista figurilor și tabelelor	7
Introducere	9
1. Analiza tehnologiilor a propulsiilor ecologice	11
1.1 Motivațiile tranziției către autovehicule mai puțin poluante	11
1.2 Situația energetică actuală în Republica Moldova	12
1.3.Tendințe moderne către autovehicule mai puțin poluante	14
1.4.Eficiența și sustenabilitatea în producția de autovehicule	16
1.5. Analiza autovehiculelor cu combustibili alternativi	19
1.6 Pile și generatoare electrochimice	25
1.6.1. Principiul de funcționare a pilei de combustie	25
1.6.2. Clasificare pilei de combustie	26
1.6.3. Randamentul pilei de combustie	27
1.6.4. Soluții în domeniul pilelor de combustie	27
1.6.5. Generatorul Zinc-Aer	30
Concluzii la capitolului I	31
2. Necesitatea de optimizare în construcția, exploatarea și fiabilitatea a propulsiilor ECO la autovehicule	33
2.1. Optimizarea construcției propulsiilor ECO	33
2.2. Măsurarea parametrilor a motopropulsorului convențional	33
2.3. Analiza și identificarea soluției constructive a sistemului de alimentare cu hidrogen	36
2.3.1 Particularitățile injecției în poarta supapei	37
2.3.2 Particularitățile sistemelor de injecție directă	39
2.4. Dezvoltarea sistemului de recuperare a apei din gazele de evacuare ale motoarelor	40
2.4.1 Concepția sistemului de recuperare a apei din gazele de evacuare ale motoarelor	42
2.5. Motoarele cu funcționare într-un singur regim	43
2.6. Problematika implementării standardului de poluare EURO 7	44
2.7. Inteligența artificială în industria automobilelor	48
2.7.1 Aplicații ale inteligenței artificiale în optimizarea proceselor funcționale ale motoarelor cu ardere internă	51
2.7.2 Strategii de selectare a inteligenței artificiale în optimizarea funcțională a motoarelor cu ardere internă	52

Concluzii la capitolului II	53
3. Dezvoltarea surselor energetice utilizate în construcția autovehiculelor	54
3.1. Tehnologii avansate în domeniul combustibililor pentru autovehicule	54
3.2. Metode de modelare și simulare a vehiculelor cu pile de combustibil	56
3.3. Pilele de combustibil în sistemele de propulsie la automobilele	58
3.4. Cercetări experimentale a pilelor de combustibil pe bază de hidrogen (FCEV)	61
3.5. Perspective de dezvoltare a pilelor de combustibil în sistemele de propulsie	65
Concluzii la capitolul III	70
Concluzii	71
Bibliografie	73

INTRODUCERE

Situația energetică actuală la nivel global este caracterizată de o serie de provocări și tranziții importante, determinate de factori precum schimbările climatice, evoluția prețurilor la energie, conflictele geopolitice, dar și progresul tehnologic în domeniul energiilor regenerabile.

Principalele aspecte ale situației energetice actuale sunt: creșterea prețurilor la energie, criza gazului natural și securitatea energetică, tranziția către surse regenerabile de energie, revenirea energiei nucleare, hidrogenul ca soluție energetică viitoare, problemele legate de cărbune și decarbonizare, provocările legate de infrastructura energetică, tranziția energetică și impactul social.

Chiar dacă există reglementări în domeniu aproape de 50 de ani, problema poluării cauzate de autovehicule și a încălzirii globale, în special în orașe, este cunoscută de zeci de ani. Cu toate acestea, până în ultimul deceniu, nu s-au făcut progrese semnificative pentru a încetini acest fenomen.

Industria auto și-a redirecționat o mare parte din resursele acestor tipuri de grupuri motopropulsoare alternative, care, cel puțin aparent, sunt mai prietenoase cu mediul înconjurător, odată cu dezvoltarea bateriilor de acumulatori, care sunt relativ ieftine și au densități de energie suficientă, pentru a permite vehiculelor electrice să aibă o autonomie de câteva sute de kilometri.

Cu toate acestea, dificultatea crescută în exploatarea resurselor de hidrocarburi va duce la creșterea semnificativă a prețurilor combustibililor fosili dacă tendințele referitoare la consumul de petrol continuă să crească. Astfel, devine din ce în ce mai evident că motoarele electrice, care sunt mult mai eficiente, vor trebui integrate în autovehiculele propulsate de motoarele cu ardere internă tradiționale cu care suntem obișnuiți de peste sau sută de ani.

Tranziția rapidă către autovehicule electrice are câteva dezavantaje. Acestea includ o greutate semnificativă mai mare decât autovehiculele convenționale, timpul lung de încărcare al bateriei de acumulatori și, de cele mai multe ori, lipsa autonomiei pentru călătorii lungi. În plus, reciclarea și exploatarea rezervelor de litium sunt dăunătoare mediului, iar infrastructura disponibilă în multe state este insuficientă. Mai mult decât atât, o mare parte din energia electrică este produsă prin arderea cărbunelui și a hidrocarburilor, ceea ce duce la poluarea orașului în zonele limitate unde sunt construite termocentralele.

Situația energetică de azi, este într-o perioadă de tranziție semnificativă, impulsionată de nevoia urgentă de a combate schimbările climatice și de a asigura securitatea energetică. În timp ce energiile regenerabile și tehnologiile inovatoare, precum hidrogenul și stocarea energiei, joacă un rol central, provocările geopolitice, prețurile volatile și modernizarea infrastructurii reprezintă obstacole majore. Cu toate acestea, decarbonizarea și tranziția către o energie mai curată și sustenabilă sunt inevitabile, iar investițiile în soluții noi și adaptarea la cerințele viitorului energetic sunt esențiale pentru succesul acestei tranziții.

Având în vedere afirmațiile anterioare, până la descoperirea unor soluții fezabile în întreaga lume, tranziția către motoare hibride ar trebui să se realizeze lent, probabil în câteva decenii. Aceste motoare hibride combină beneficiile motoarelor electrice (putere instantanee, eficiență ridicată și emisii scăzute de poluant) cu cele ale motoarelor termice tradiționale (autonomie crescută și timpi de realimentare scăzuți).

Încălzirea globală și poluarea cauzată de vehicule reprezintă provocări semnificative pentru mediu și sănătatea publică. Emisiile de gaze cu efect de seră și poluarea aerului contribuie direct la schimbările climatice și la deteriorarea calității vieții în orașele mari. Soluțiile pentru aceste probleme includ adoptarea de tehnologii de propulsie curate, îmbunătățirea infrastructurii pentru vehicule electrice și politici guvernamentale care să sprijine tranziția către transporturi mai sustenabile.

Teza de master "Studii în implementări inovative ECO în propulsiile de perspectivă la autovehicule" efectuează o analiză largă de tehnologii și soluții care vizează dezvoltarea unor sisteme de propulsie ecologice, eficiente și sustenabile pentru autovehicule. Aceasta ar putea aborda progresele în reducerea emisiilor de carbon, îmbunătățirea eficienței energetice și crearea unui viitor sustenabil pentru transporturi, utilizând propulsii inovative ce diminuează impactul asupra mediului înconjurător.

Cu toate acestea, timpul necesar pentru a trece la vehicule mai puțin poluante poate varia în funcție de locație, precum și de potențialul economic al fiecărui stat.

BIBLIOGRAFIE

1. Z. Tan, Air Pollution and Greenhouse Gases – From Basic Concepts to Engineering Applications for Air Emission Control, Editura Springer, Singapore, 2014, ISBN: 978-981-287-211-1.
2. M. Ehsani, Y. Gao, S. Longo, K. M. Ebrahimi, Modern Electric, Hybrid Electric and Fuel Cells Vehicles – Third Edition, Editura Taylor & Francis Group, Boca Raton, Florida, Statele Unite ale Americii, 2018, ISBN: 978-1-4987-6177-2.
3. Vornicu V., Ulian T., Rakosi E, Manolache Gh., Gaiginschi L., Theoretical model for determination of the spark ignition engine thermo-gasodynamic parameters on various functional conditions, 11th International Congress of Automotive and Transport Engineering - Mobility Engineering and Environment (CAR), November 08-10, 2017.
4. X. L. Yue, Q. X. Gao, Contributions of natural systems and human activity to greenhouse gas emissions, Advances în Climate Change Research, Volume: 9, Issue: 4, Pages: 243-252, December 2018. Nicoară, I., Gruescu, C., Sticlaru, C., Fiabilitate și Terotehnică, Ed. Politehnică, Timișoara, 2008.
5. Novorojdin D., Autovehicule, Chișinău. Ed. Print-Caro, 2013.-244 p.
6. <http://www.auto-form.ro>;
7. POPA, G. D. S.A. Cercetări experimentale privind corelarea proprietăților combustibilului cu desfășurarea procesului de ardere pentru reducerea emisiilor de fum în gazele de evacuare
8. Directive 2006/40/EC of the European Parliament and of the Council of 17 May 2006 relating to emissions from air conditioning in motor vehicles and amending Council Directive 70/156/EEC.
9. E. E. (Stathis) Michaelides, Alternative Energy Sources, Editura Springer, Germania, 2012, ISBN: 978-3-642-20950-5.
10. Bai, Y., “Studies on SI engine simulation and air/fuel ratio control systems design,” 2013.
11. Aliramezani, M., Koch, C.R., and Shahbakhti, M., Modeling, diagnostics, optimization, and control of internal combustion engines via modern machine learning techniques: A review and future directions, Prog Energy Combust Sci 88, 2022,
12. . B. Anton, A. Florescu, Measuring vehicle's powertrain parameters using diagnostics interface, 2020 12th International Conference on ECAI, Bucharest, România, 2020.
13. ODYSSEE-MURE, “Final energy consumption by energy sector in EU,” <https://www.odyssee-mure.eu/publications/efficiency-bysector/overview/final-energy-consumption-by-sector.html>, Apr. 2023.
14. BP, “Statistical Review of World Energy,” Apr. 2023.
15. Emil Tudor, Ionuț Vasile, Ion Sburlan, Mihai-Gabriel Matache - Retrofitting a vehicle with an internal combustion engine by replacing it with an electric traction system, Prima conferință

internațională de inginerie electrică ICPE-CA, „Structuri, materiale și sisteme electrice avansate”, ASMES 2019, 20 - 22 Noiembrie 2019

16. Ramboll Group, “Power-to-X: paving the way for a greener future,” <https://ramboll.com/net-zero-explorers/explainers/power-to-xexplained>, Apr. 2023.

17. Kargbo, H., Harris, J.S., and Phan, A.N., “Drop-in” fuel production from biomass: Critical review on techno-economic feasibility and sustainability, *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 135, 2021, doi:10.1016/j.rser.2020.110168.

18. Chioreanu N., Mitran T., Bartfai Z., Blahunka Z. The main parameters of the monoregime thermal engines. Proceedings of the annual session of scientific papers IMT Oradea 2012

19. Robert Bosch GmbH, Bosch Automotive Handbook, 10th Edition, SAE International, 2018, pp. 940–945, ISBN: 978-0-7680-9567-8.

20. Olabi, A.G., Wilberforce, T., and Abdelkareem, M.A., “Fuel cell application in the automotive industry and future perspective,” *Energy* 214, 2021, doi:10.1016/j.energy.2020.118955.

21. Shekhawat, D., Spivey, J.J., and Berry, D.A., eds., “Fuel cells :technologies for fuel processing,” Elsevier, ISBN 978-04-44-6384-72, 2011.

22. Ferriday, T.B. and Middleton, P.H., Alkaline fuel cell technology - A review, *Int J Hydrogen Energy* 46(35), 2021, doi:10.1016/j.ijhydene.2021.02.203.

23. Fragiaco, P., Genovese, M., Piraino, F., Corigliano, O., and Lorenzo, G. De, “Hydrogen-Fuel Cell Hybrid Powertrain: Conceptual Layouts and Current Applications,” *Machines* 10(12), 2022, doi:10.3390/machines10121121.

24. AVL, “Simulation Solutions,” <https://www.avl.com/en/simulationsolutions>, Apr. 2023.