

REZUMAT

Asupra tezei de doctorat intitulata:

„ STUDII ȘI CERCETĂRI PRIVIND NIVELUL NOXELOR MĂSURATE LA INSPECȚIILE TEHNICE PENTRU AUTOTURISME ÎN RAPORT CU TIPUL, DURATA ȘI CONDIȚIILE DE EXPLOATARE A ACESTORA”

elaborată de către inginer **PETRU NARCIS URICANU**.

1. IMPORTANȚA ȘI ACTUALITATEA LUCRĂRII

Domeniul abordat presupune observații și studii deosebite asupra fenomenelor și tendințelor ce apar în programele de cercetare pentru toate tipurile de motoare cu ardere internă utilizate pentru sistemele de transport. Creșterea performanțelor acestor motoare se realizează prin cercetări științifice asupra tehnicilor folosite în proiectare și fabricare, identificarea metodelor prin care energia să fie utilizată la maximum în beneficiul competitivității. Cercetările efectuate în această direcție preocupă marile companii constructoare de automobile interesate de perfecționarea continuă și de reducerea poluării mediului ambiant. Creșterea continuă a numărului de autovehicule va fi strâns legată de creșterea viitoare a populației globului, înmulțirea populației urbane și creșterea economică. Consumul anual de energie primară a crescut până la $7.8 \cdot 10^9$ tone petrol echivalent. Rezervele exploatabile de petrol sunt evaluate la $136 \cdot 10^9$ tone, ceea ce înseamnă că, în ritmul actual de consum, acestea ar putea ajunge până în 2040.

2. CONȚINUTUL TEZEI

Teza analizată este structurată în 7 capitole principale, dezvoltate pe 184 de pagini, într-o succesiune logică, judicios și echilibrat prezentată. Prima parte prezintă formularea problemei în cazul transporturilor. S-au ordonat conceptele, notațiile și relațiile de calcul utilizate la analiza funcțională a modelelor acceptate ca bază de studiu pentru sistemele de transport care utilizează motoare cu ardere internă alimentate cu diferiți combustibili.

Partea a doua a tezei prezintă echipamente și metode de cercetare pentru evaluarea performanțelor motoarelor și contribuția acestora la gradul de poluare. Se propune un model de studiu pentru determinarea condițiilor optime de funcționare folosind motoarele cu ardere internă în sistemele de transport.

Partea a treia a tezei prezintă rezultatele prelucrării datelor teoretice și experimentale obținute prin măsurări directe și se schițează noi direcții de cercetare.

Bibliografia tezei este selectivă și cuprinde 115 titluri de referință, fiind prezentată în finalul lucrării.

Capitolul 1, INTRODUCERE: Se prezintă un scurt istoric al evoluției societății omenești generatoare de poluare cu impact major. Este analizat impactul omului asupra mediului ambiant:

- modificarea radicală a peisajului geografic;
- exploatarea puternică a resurselor materiale;
- modificarea climei;
- schimbarea limitelor ecosistemelor peste limitele de refacere;
- distrugerea a numeroase specii;
- schimbarea compoziției atmosferei;
- alterarea fondului genetic al viețuitoarelor.

Sunt analizate tehnologiile utilizate pentru cercetarea performanțelor sistemelor de transport menite să reducă poluarea. O analiză specială este făcută asupra reducerii gradului de poluare prin tehnologii specifice de tratare a gazelor de ardere. Utilizarea sistemelor hibride cu scopul reducerii consumului de carburant reprezintă o soluție adoptată de tot mai mulți constructori pentru a îndeplini normele de poluare din ce în ce mai stricte. Dintre motoarele cu ardere internă, motorul cu aprindere prin scânteie este considerat ca cel mai reprezentativ poluant, nu atât datorită principiului de funcționare comparativ cu motoarele cu aprindere prin comprimare, cât datorită populației foarte mari de motoare de acest tip în trafic.

Capitolul 2, STADIUL ACTUAL AL CERCETĂRILOR, PRIVIND CONTROLUL NOXELOR PENTRU MOTOARE CU ARDERE INTERNĂ CE ECHIPEAZĂ AUTOTURISME:

Se prezintă importanța temei analizate și încadrarea acesteia din punct de vedere științific în domeniul Științelor Inginerești. Utilizarea motoarelor cu ardere internă în sistemele de transport este în atenția firmelor constructoare care caută soluții pentru reducerea emisiilor poluante și a zgomotului. Sunt prezentate tehnologiile de obținere a motoarelor performante și metodele de eliminare a noxelor evacuate în atmosferă. Se face o analiză critică a soluțiilor pentru sistemele de transport utilizate de diverse firme. Normele legislației în domeniul poluării cu mijloacele de transport au fost stabilite pe zone geografice. Se prezintă influența compoziției combustibilului asupra gradului de poluare. Studii teoretice și experimentale mai recente au arătat că fenomenul de stingere a flăcării la perete generează cantități mai mici de HC decât s-a considerat inițial, alte fenomene, cum sunt imposibilitatea propagării flăcării prin spațiile înguste din camera de ardere, absorbția și desorbția în pelicula de ulei și în depozitele solide, fiind principalele generatoare de HC. Referitor la primul fenomen s-a constatat că o serie de zone ale camerei de ardere, cum sunt zona inelară de deasupra primului segment de compresie, zona locașurilor supapelor ca și zona bujiei, au condiții improprii propagării flăcării cu temperaturi mai mici ale gazelor și cu amestecare defectuoasă. Pentru reducerea riscului stingerii flăcării la perete se pot lua, individual sau combinat, următoarele măsuri:

- intensificarea reacțiilor de oxidare, prin asigurarea oxigenului și a unei temperaturi ridicate pentru componentele din stratul limită;

- micșorarea concentrației de hidrocarburi prin sărăcirea amestecului, până la limita stingerii flăcării în masa de gaze;
- reducerea grosimii stratului limită prin majorarea presiunii și mai ales a temperaturii gazelor care ard în apropierea peretelui;
- reducerea raportului dintre aria suprafeței camerei de ardere și cilindree;
- reducerea jocului piston – cilindru, a distanței dintre primul segment și capul pistonului și micșorarea raportului D/Vh (D-alezajul, Vh-cilindreea unitară);

Noxele la motoarele cu aprindere prin scânteie sunt determinate de:

- soluțiile constructiv funcționale adoptate la realizarea motoarelor cu ardere internă;
- condițiile în care motorul cu ardere internă este exploatat mai ales în cazul tracțiunii rutiere caracterizat printr-o variabilitate de sarcină și turație;
- calitățile combustibilului constau în faptul că prognozele stabilesc realizarea unui motor “curat” pentru un mediu “curat” care mai are rezerve de 75 % din posibilitățile legate de soluțiile perfecționabile de construcție a motorului și de 25 % legate de re-proiectarea combustibilului.

Capitolul prezintă o cercetare fundamentală asupra formării poluanților emiși în atmosferă de către motoarele cu ardere internă. Motorul cu aprindere prin scânteie este considerat cel mai poluant datorită răspândirii sale. Deosebit de important pentru analiza corectă a influenței motoarelor cu ardere internă asupra mediului este studiul emisiei de particule care reprezintă totalitatea materiei colectate pe un filtru de teflon la trecerea gazelor arse. Măsurătorile efectuate pe autovehicule de diferite mărci și ani de fabricație au relevat cât de importantă este starea tehnică. Experimentele numerice cu valorile indicelui de opacitate au demonstrat posibilitatea determinării concentrației de particule în gazele de evacuare ale motoarelor cu aprindere prin comprimare cu o precizie acceptabilă.

Sistemul de diagnosticare a noxelor trebuie să satisfacă următoarele condiții:

- monitorizarea tuturor componentelor importante ale sistemului de evacuare;
- capacitatea de diagnosticare a componentelor monitorizate;
- avertizarea vizuală în cazul apariției unei probleme;
- memorarea defectelor;
- posibilitatea accesării defecțiunilor memorate cu interfață de diagnosticare standardizată;
- protecția catalizatorului;
- coduri de eroare standardizate pentru toți constructorii de autovehicule;
- vizualizarea codurilor de eroare cu testere obișnuite;
- vizualizarea condițiilor de funcționare atunci când apare o problemă;

Capitolul 3, REGLEMENTĂRI INTERNE ȘI INTERNAȚIONALE PRIVIND LIMITE DE POLUARE ADMISE PENTRU AUTOVEHICULE ECHIPATE CU MOTOARE CU ARDERE INTERNĂ :

Specialiști din întreaga lume sunt preocupați de mult timp de calitatea aerului și de calitatea mediului înconjurător. Primele măsuri împotriva emisiilor poluante ale automobilelor au fost adoptate în S.U.A., în statul California, începând cu 1959. Statul California, datorită condițiilor geografice neprielnice, o depresiune puțin aerată și temperaturi relativ înalte, precum și datorită numărului mare de autovehicule care ducea la producerea smogului, mai ales pe străzile orașului Los Angeles, a fost inițiatorul unor legislații foarte aspre care, în decursul timpului, au prescris valori ale emisiilor sub cele conținute în legislația federală a S.U.A. Apoi, din 1960, s-au întocmit legislații la nivel federal, cuprinzând, în principal, limitarea emisiilor evaporative din carburator și rezervor. În 1963 s-au limitat gazele de carter, în 1965 NO_x , iar în 1968 toate autoturismele au devenit obiectul legislației pentru controlul emisiilor poluante, limitându-se CO și HC.

Efectul global al măsurilor adoptate în S.U.A. a fost evaluat în 1970 ca fiind remarcabil, totuși insuficient, de aceea s-a adoptat o altă orientare a evaluării emisiilor, pornind de la observația că poluarea aerului depinde de masa absolută de noxe deversate în atmosferă. Se renunța astfel la criteriul conținutului relativ de substanțe poluante din gazele arse (exprimat în procente sau ppm) și se adoptă criteriul absolut: exprimarea în grame / milă (care dezavantajează autovehiculele cu cilindree mare).

Europa a reacționat cu mare întârziere față de S.U.A., înaintea ei luând măsuri antipoluante Japonia și Canada. Cronologic, controlul emisiilor poluante a început în Europa în 1970 prin limitarea CO și HC la motoarele Otto, continuând cu limitarea fumului în 1972 la motoarele Diesel. A urmat reducerea emisiei de CO la mersul în gol și scăderea pragului CO și HC în 1974, iar în 1977 s-a introdus limitarea NO_x .

În anii '80 regulamentele au modificat numai valorile limită admise pentru m.a.s. , iar la m.a.c. s-a prevăzut controlul particulelor începând cu anii '90.

Se poate aprecia că prima perioadă în care s-a declanșat lupta împotriva emisiilor a fost caracterizată de creșterea consumului de combustibil, dovedindu-se că politica legislativă a emisiilor a fost foarte costisitoare. În 1975, o dată cu declanșarea crizei petroliere, s-au dezvoltat mijloacele de control a emisiilor fără creșterea consumului de combustibil.

În perioada 1975 –1990 eforturile scăderii consumului de combustibil s-au corelat cu cele făcute pentru scăderea emisiilor. Problema scăderii consumului de combustibil a devenit acută, nu numai din punct de vedere economic cât mai ales datorită emisiei de CO_2 .

Dezvoltarea durabilă (sustenabilitatea) este un obiectiv central al politicii Uniunii Europene. Prin integrarea în Uniunea Europeană, România adoptă automat acest obiectiv. Aceasta nu înseamnă că Uniunea Europeană ne furnizează și un „pilot automat pentru dezvoltarea durabilă”. Guvernul României, prin resursele uriașe pe care le gestionează, este singurul centru național credibil al managementului dezvoltării durabile a României. Dar misiunea guvernamentală în dezvoltarea durabilă poate fi susținută cu instrumente

conceptuale adecvate și existente, concepte care țin seama de realitate, concepte asimilate în acele universități care s-au transformat deja în veritabile comunități epistemice, asimilând paradigma raționalității instrumentale. În această paradigmă, instrumentele sunt mijloacele raționale folosite pentru atingerea unei ținte prestabilite. Aceste instrumente intelectuale sunt folosite în analizele, evaluările și interpretările pe care se sprijină deciziile politice în problematica dezvoltării economice cuplată cu salvagardarea calităților mediului înconjurător din țara noastră. Noile instrumente intelectuale pentru dezvoltarea durabilă constituie substanța discursivă a capitolelor acestei teze. Una dintre cele mai mari provocări ale societății noastre este reconcilierea transporturilor cu mediul înconjurător. La ora actuală, criza majoră este constituită de o deteriorare într-un proces continuu a stării sau „calității” mediului înconjurător.

Capitolul 4, METODE ȘI ECHIPAMENTE PENTRU EVALUAREA NOXELOR EMISE DE MOTOARELE CU ARDERE INTERNĂ UȘOARE ÎN RAPORT CU TIPUL, DURATA ȘI CONDIȚIILE DE EXPLOATARE A ACESTORA:

Teoriile care stau la baza studierii performanțelor motoarelor cu ardere internă au fost utilizate pentru conceperea sistemelor de injecție, de alimentare și adoptarea soluțiilor constructive pentru camerele de ardere în vederea reducerii poluării.

Tendința actuală în construcția motoarelor cu ardere internă este să permită reglarea mai multor parametri, fapt ce conduce la adaptarea acestora pentru mai multe tipuri de autovehicule. Reducerea consumurilor energetice și găsirea de noi surse de combustibili pentru realizarea unor motoare performante este o preocupare permanentă a cercetătorilor din acest domeniu.

Metoda numerică de determinare a temperaturii amestecului și a gradului de evaporare permite studiul formării amestecului și influențele principalilor factori. S-au efectuat studii pentru mai multe regimuri de funcționare și combustibili diferiți. Acest capitol prezintă numeroase considerații, atât în plan teoretic cât și experimental. Parametrii mășurați au vizat performanțele de putere cât și consumul de combustibil. S-au determinat noxele pentru diferite regimuri de funcționare, consumul de combustibili de origine petrolieră și combustibili neconvenționali.

Metodele de colectare a poluanților în vederea analizei lor chimice sunt:

- colectarea directă în saci;
- colectarea chimică umedă;
- colectarea cu filtrare de reținere;
- utilizarea de substanțe (capcană) absorbante.

Stabilirea rezultatului măsurătorilor trebuie să țină seama de influența specifică metodelor de colectare (de exemplu, trebuie considerate pierderile de depunere pe pereții incintelor). Pentru a evita alterarea caracterului probelor se impun adesea condiții speciale, de exemplu încălzirea probelor (care provine denaturarea lor prin condensarea apei), etc.

După efectuarea măsurătorilor se realizează o serie de prelucrări experimentale care cuprind, în principal, următoarele operații:

- calculul mărimilor măsurate pe baza înregistrărilor făcute de analizoare;
- compararea mărimilor măsurate cu valorile limită impuse;
- evaluarea statistică a rezultatelor;
- redarea grafică a informațiilor și stocarea lor în baze de date.

Se constată o creștere a oxizilor de azot ca urmare a unor excese mari de aer. Aspectele teoretice privind procesul de ardere sunt cuprinse într-un model de încercări propus în mare parte de autor și aplicat pentru motoarele utilizate avându-se în vedere parametri constructivi și funcționali:

- arhitectura camerei de ardere,
- calitatea combustibilului,
- modul de efectuare a reglajelor.

Prelucrarea datelor experimentale se propune sub forma unor algoritmi din literatura de specialitate comparând rezultatele obținute cu cele deduse de mai mulți autori.

Capitolul 5, CERCETĂRI EXPERIMENTALE ASUPRA NIVELULUI NOXELOR MĂSURATE LA INSPECȚIILE TEHNICE PERIODICE PENTRU AUTOTURISME ECHIPATE CU MOTOARE CU ARDERE INTERNĂ:

Cercetările făcute prin măsurători au fost efectuate utilizând un analizor de gaze de tipul VLT 4590. Aparatul de încercare este controlat prin intermediul unui microprocesor, ceea ce permite efectuarea unei analize rapide și exacte. Aparatul este foarte ușor de manipulat, fiind alcătuit din două componente, o cameră de fum și un sistem indicator.

Pe lângă opacitate sunt indicate pe patru afișaje mari (cu cristale lichide), temperatura uleiului, turația motorului, temperatura camerei de fum și diferența de presiune. Astfel, utilizatorul primește simultan toate informațiile respective. În vederea evaluării acestor rezultate ale încercării, în structura echipamentului este inclusă o imprimantă termoînregistratoare. În timpul funcționării aparatului, temperatura camerei de fum poate ajunge până la 100 °C.

Pentru determinarea valorilor măsurate experimental, la autoturisme echipate cu motor cu aprindere prin scânteie, s-a utilizat analizorul de gaze MAHA MGT5 – Eurosystem.

Cercetările experimentale au fost făcute prin măsurători, în paralel, pentru două autoturisme echipate cu motoare Otto de putere mare dar din clase diferite. Astfel, în prima parte se prezintă rezultatele măsurătorilor efectuate pe un motor ce echipează un autoturism marca Porsche, tip 928, extensie GTS urmând ca ulterior să fie supus studiului un motor ce echipează un autoturism marca BMW, tip 750, extensie iA.

În urma măsurătorilor efectuate se observă similitudinea comparării determinărilor efectuate pentru emisiile de bioxid de carbon, atât în raport cu temperatura ambientală, cât și cu distanța parcursă între inspecțiile tehnice. Prin urmare, s-a demonstrat că variația emisiilor

de CO₂ în regim de turație nominală are valori peste nivelul valorilor emisiilor de CO₂ eşapate în regim de turație la mers în gol.

Rezultatele încercărilor experimentale sunt prezentate grafic și tabelar.

Capitolul 6, SIMULAREA FUNCȚIONĂRII UNUI AUTOTURISM ECHIPAT CU MOTOR CU APRINDERE PRIN SCÂNTEIE:

Toate produsele au un anumit impact asupra mediului înconjurător. Întrucât unele produse folosesc mai multe resurse naturale virgine decât altele, produc mai multă poluare, ori generează mai multe deșeuri decât altele, este necesar să fie identificate acelea care sunt cele mai nocive pentru mediul înconjurător. Acesta este obiectivul analizei ciclului de viață. Să presupunem că se încearcă să se afle care este cea mai bună soluție pentru reducerea poluării atunci când se face alegerea între transportul cu automobilul electric și transportul cu un automobil pe benzină. Și nu este vorba numai despre calitatea aerului stradal în mediul urban, ci despre o comparație mai largă, care se referă la ansamblul impacturilor ambientale (consumul resurselor, emisii în aer, deversări în apă, producerea deșeurilor) create de două soluții de transport, pornind de la fabricarea mijlocului de transport respectiv, utilizarea lui și sfârșitul vieții sale de produs util. Emisiile în aer ale automobilului cu benzină se datorează în principal combustiei benzinei în motor, în momentul utilizării sale, în vreme ce emisiile indirecte în aer ale automobilului electric sunt datorate în principal arderii combustibililor fosili utilizați pentru generarea de electricitate. Cu scopul de a determina care dintre cele două tipuri de transport determină în realitate impactul ambiental cel mai mic, este necesar să se compare emisiile atmosferice ale fazei de utilizare a automobilului cu motor pe benzină care parcurge distanța de 1 km, cu emisiile atmosferice ce însoțesc generarea de electricitate prin arderea combustibililor fosili când se generează energia electrică necesară parcurgerii aceleiași distanțe, toate celelalte condiții rămânând identice. Poate părea ciudat, însă rezultatul comparației nu este evident de la sine. Este necesar să se utilizeze baze de date, să se efectueze calcule, să se determine și să se verifice ipoteze. Poluarea atmosferei cu gaze și particule determină modificări importante de concentrație nu numai local, dar care se pot manifesta chiar la nivel planetar. În atmosferă se deversează mari cantități de gaze, lichide și solide care, dacă ajung la concentrații mari, modifică condițiile de viață.

Bioxidul de carbon este un produs natural al arderii tuturor combustibililor ce au în structura lor carbon, înregistrându-se propuneri de limitare a acestuia. Perturbațiile climatice tot mai severe datorită efectului de seră au făcut ca la Conferința Internațională de Protecție a Mediului de la Kyoto – Japonia, ce a avut loc la sfârșitul anului 1997, să se stabilească reducerea cantității de CO₂ ajunsă în atmosferă, cu 5.4% față de anul 1990, până în 2005. În lipsa posibilităților de măsurare directă a compoziției gazelor emise de către motoarele cu ardere internă, se propun metodologii pentru evaluarea aproximativă a acestora, care pot fi utile mai ales în studii de dispersie a noxelor în atmosferă, respectiv a emisiilor datorate motoarelor cu ardere internă.

În urma simulării funcționării unui autoturism echipat cu motor cu aprindere prin scânteie (m.a.s.), prin intermediul programului AVL – CRUISE, se pot trage concluziile următoare:

- rezultatele obținute sunt similare cazului funcționării unui autovehicul real, în condițiile de exploatare între inspecțiile tehnice periodice;
- în cazul eventualelor intervenții, ce au ca rezultat modificări ale parametrilor de intrare, programul poate simula funcționarea reală a autoturismului aflat în studiu;
- programul are posibilitatea de a simula condiții variate de funcționare, funcție de tipul autovehiculului analizat și durata de exploatare a acestuia.

Capitolul 7, CONCLUZII FINALE ȘI CONTRIBUȚII PERSONALE:

Concluziile acestei teze pot fi rezumate pe trei direcții:

- concluzii privind mijloacele și tehnologiile utilizate în sistemele de transport;
- concluzii privind cercetările teoretice și experimentele,
- contribuții personale.

Câteva dintre realizările autorului acestei teze trebuie subliniate:

- un studiu amplu al metodelor de cercetare a impactului sistemelor de transport asupra mediului;
- stabilirea unui model pentru determinarea poluării de către m.a.i.;
- evaluarea termodinamică a unui motor cu ardere internă;
- recomandări privitoare la regimurile optime de funcționare pentru mai mulți combustibili;
- conceperea unui model experimental pentru interpretarea mărimilor obținute prin determinări;
- efectuarea unui număr mare de măsurători care validează modelele de încercări folosite.
- în teza analizată s-a realizat aducerea la zi a informațiilor privind legislația antipoluare pentru autovehicule de tip autoturism.
- cercetările experimentale efectuate privind emisiile noxelor eșapate ale motoarelor cu ardere internă, între inspecțiile tehnice periodice și simularea ciclului real de funcționare cu programul AVL – CRUISE, se constituie în părți cu caracter ridicat de originalitate. Sunt expuse datele experimentale privind evoluția în timp a emisiilor de noxe pentru autovehiculele studiate, care sunt reprezentate și prin funcții pentru aceste automobile.
- prin utilizarea programului AVL - CRUISE, se pot realiza predicții privind producerea de noxe poluante în condiții reale de exploatare în intervalul de timp dintre inspecțiile tehnice pentru autovehiculele ce nu au integrat sistemul de diagnostică *On Bord* a noxelor emise.

- s-a dovedit experimental, pentru prima oară, influența mare asupra nivelului de poluare a scăderii densității aerului aspirat în sezonul cald și invers, în cazul sezonului rece.