

Universitatea Politehnica Timișoara

Rezumatul Tezei de Doctorat

**Studiul injectiei de apă în
interiorul unui cilindru al unui
motor cu ardere internă cu
aprindere prin scânteie**

Conducător de doctorat:

Prof. Dr. Ing. Dorin LELEA

Doctorand:

Ing. Andrei Tiberiu BORBOREAN

**TIMIȘOARA
2024**

Introducere

Teza analizează impactul injecției de apă asupra performanței și emisiilor unui motor cu ardere internă cu aprindere prin scânteie. Utilizarea injecției de apă este propusă ca o metodă pentru reducerea emisiilor de NO_x și îmbunătățirea eficienței termice, răspunzând astfel cerințelor tot mai stricte privind emisiile de poluanți și eficiența combustibilului impuse de reglementările internaționale.

Capitolul 1: Stadiul Actual al Cercetărilor

1.1 Introducere

Acest capitol oferă o revizuire detaliată a literaturii de specialitate privind tehnicile de injecție de apă și efectele acestora asupra motoarelor cu ardere internă. Se discută contextul actual al reglementărilor privind emisiile și tendințele de proiectare a motoarelor moderne.

1.2 Emisiile și Arderea cu Detonație

Se analizează impactul detonației asupra performanței motorului și metodele tradiționale de prevenire a acesteia, precum și efectele emisiilor de NO_x și strategiile de reducere a acestora, inclusiv utilizarea biocombustibililor și a tehnicilor de recirculare a gazelor de eșapament (EGR).

1.3 Tehnici de Injecție de Apă

Sunt prezentate diverse metode de implementare a injecției de apă, cum ar fi injecția monopunct în galeria de admisie, injecția multipunct în poarta supapei și injecția directă în cilindru. Fiecare metodă este evaluată în funcție de eficiența evaporării apei și impactul asupra distribuției amestecului aer-combustibil.

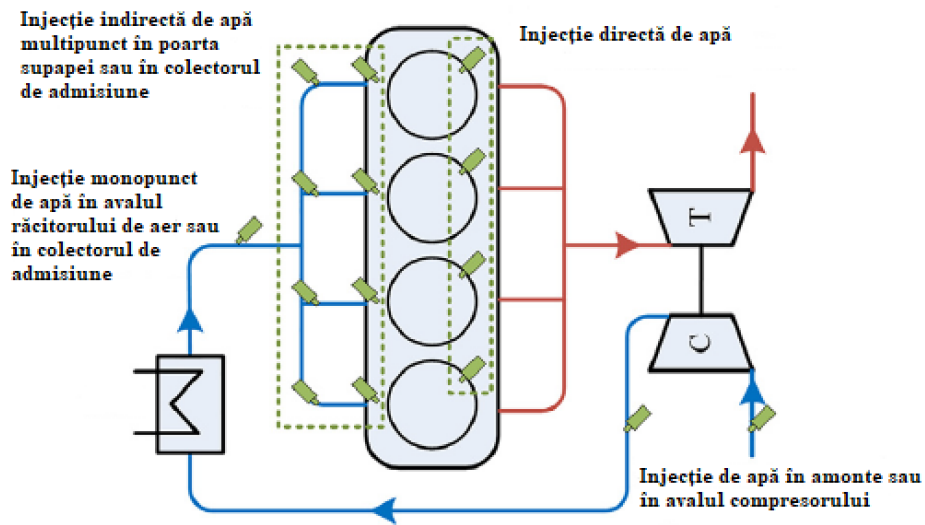


Figura 1.1 Posibile locații de amplasare a injectoarelor de apă

1.4 Concluzii ale stadiului actual

În urma analizei lucrărilor publicate în aria de interes a injecției de apă, observăm că în cazul motoarelor cu ardere internă cu aprindere prin scânteie injecția de apă în interiorul cilindrului aduce o serie de avantaje:

- Creșterea raportului de comprimare;
- Creșterea presiunii de supraalimentare;
- Creșterea avansului la producerea scânteii;
- Suprimarea fenomenului de apariție al detonației;
- Scăderea emisiilor de oxizi de azot, NO_x .

În cazul motoarelor cu ardere internă cu aprindere prin comprimare, lucrurile stau puțin diferit și anume că:

- Apare fenomenul de reducere a formării de oxizi de azot, NO_x ;
- Momentul de efectuare al injecției și amplasarea injectorului de apă este foarte importantă în vederea calității arderii.

În vederea scăderii emisiilor de oxizi de azot, NO_x , s-a observat că majoritatea studiilor efectuate sunt raportează doza de apă introdusă în motor, la doza de carburant introdusă în motor.

Cele mai bune rezultate se obțin în jurul valorii de 30-40 [%] doză de apă injectată raportat la doza de carburant injectată.

Capitolul 2: Constructia Standului Experimental

2.1 Introducere

Acest capitol detaliază construcția standului experimental utilizat pentru testarea injecției de apă. Standul include diverse componente esențiale pentru măsurarea și controlul parametrilor motorului.



Figura 2.1 Stand de probe pentru motoare cu ardere internă

2.2 Standul de Testare

Se descriu componentele principale ale standului, inclusiv motorul Daewoo A16DMS, frâna de testare și sistemul de achiziție de date National Instruments CompactRIO. De asemenea, sunt prezentate detalii despre echipamentele de măsură utilizate, cum ar fi analizorul de gaze CAPELEC CAP3201 și senzorii de presiune.

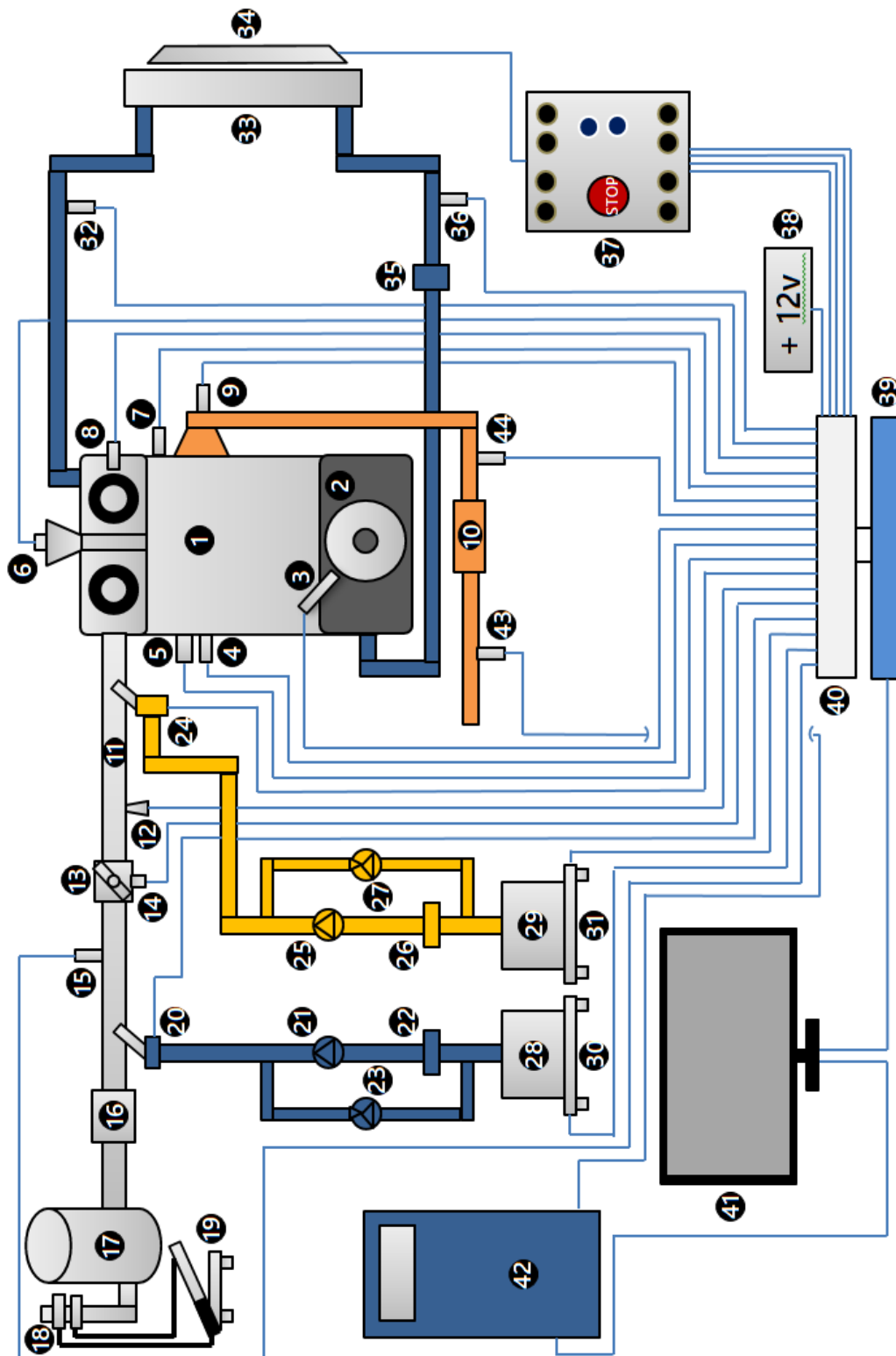


Figura 2.2 Schema standului experimental - vedere din față

Capitolul 3: Caracterizarea Funcționării Motorului în Regim Normal

3.1 Sistemul de Aprindere și Alimentare

Capitolul se concentrează pe funcționarea motorului fără injecție de apă, analizând parametrii de funcționare esențiali, cum ar fi avansul la producerea scânteii și timpul optim de deschidere al injectoarelor.

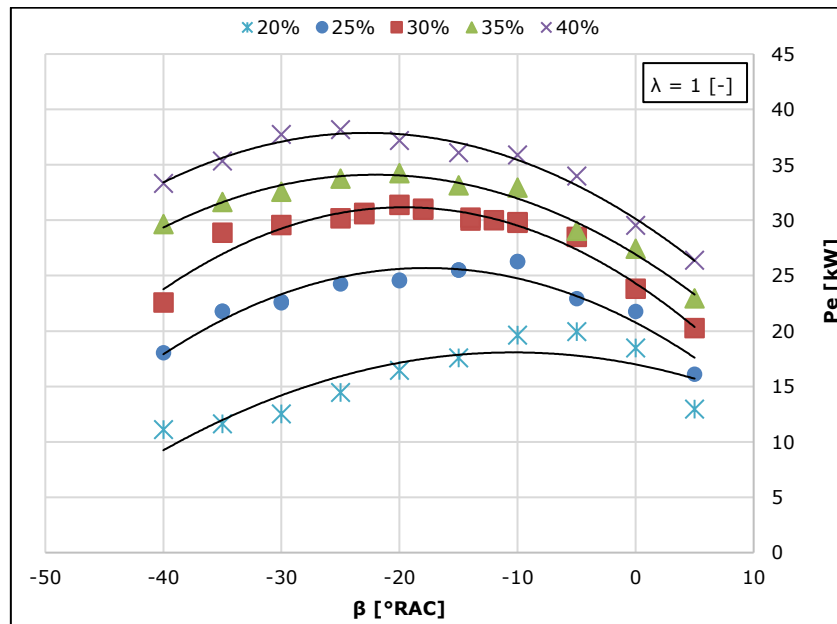


Figura 3.1 Curbe de avans pentru diferite sarcini la turația de 2400[rot/min]

3.2 Investigația Experimentală a Arderii Normale

Se prezintă rezultatele experimentale privind arderea normală, inclusiv diagramele de presiune și parametrii de performanță. De asemenea, sunt analizate emisiile poluante rezultate din arderea normală, cum ar fi hidrocarburile (HC) și oxizii de azot (NO_x).

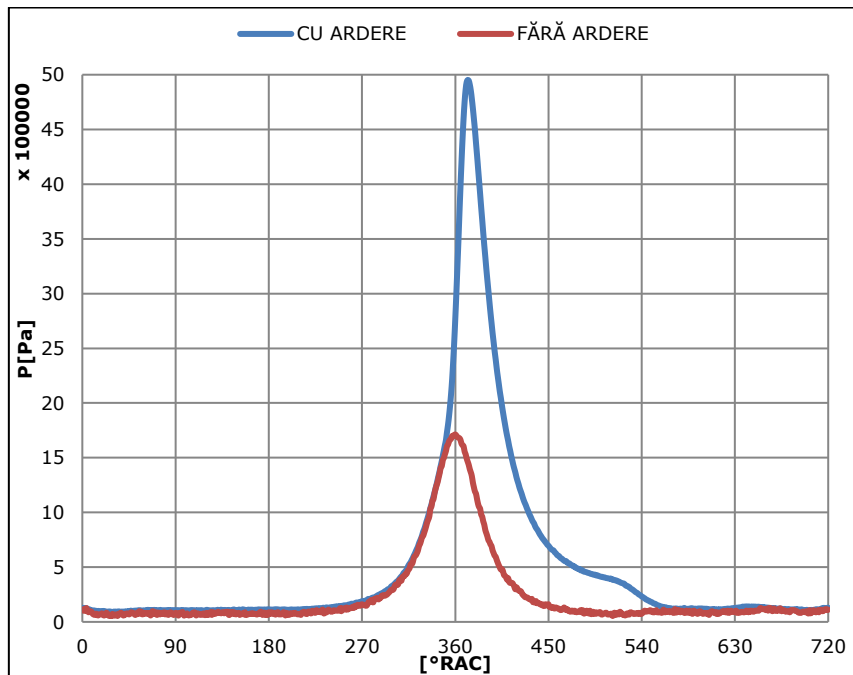


Figura 3.2 Diagrama indicată la sarcină 25% la turația de 2400[rot/min]

Capitolul 4: Caracterizarea Funcționării Motorului în Regim cu Injecție de Apă

4.1 Modul de Funcționare al Sistemului de Injecție de Apă

Se discută implementarea sistemului de injecție de apă și dozarea acestuia, precum și efectele injecției de apă asupra presiunii și temperaturii din cilindru.

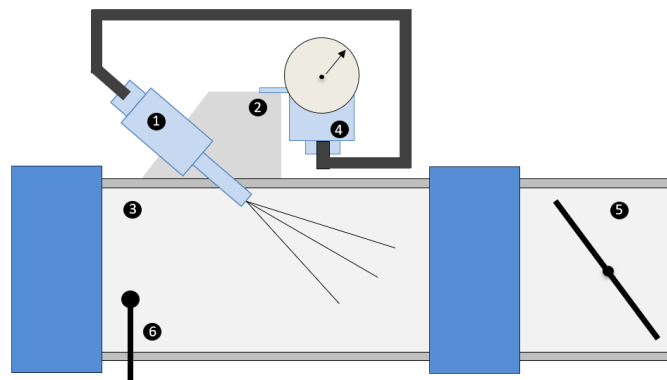


Figura 4.1 Schematizarea instalației de injecție de apă

4.2 Investigația Experimentală a Arderii cu Injecție de Apă

Rezultatele experimentale arată că injecția de apă reduce semnificativ emisiile de NOx și îmbunătățește eficiența combustiei. Sunt prezentate diagramele indicate pentru diverse sarcini și turații, evidențiind impactul diferitelor rapoarte apă-combustibil asupra procesului de ardere.

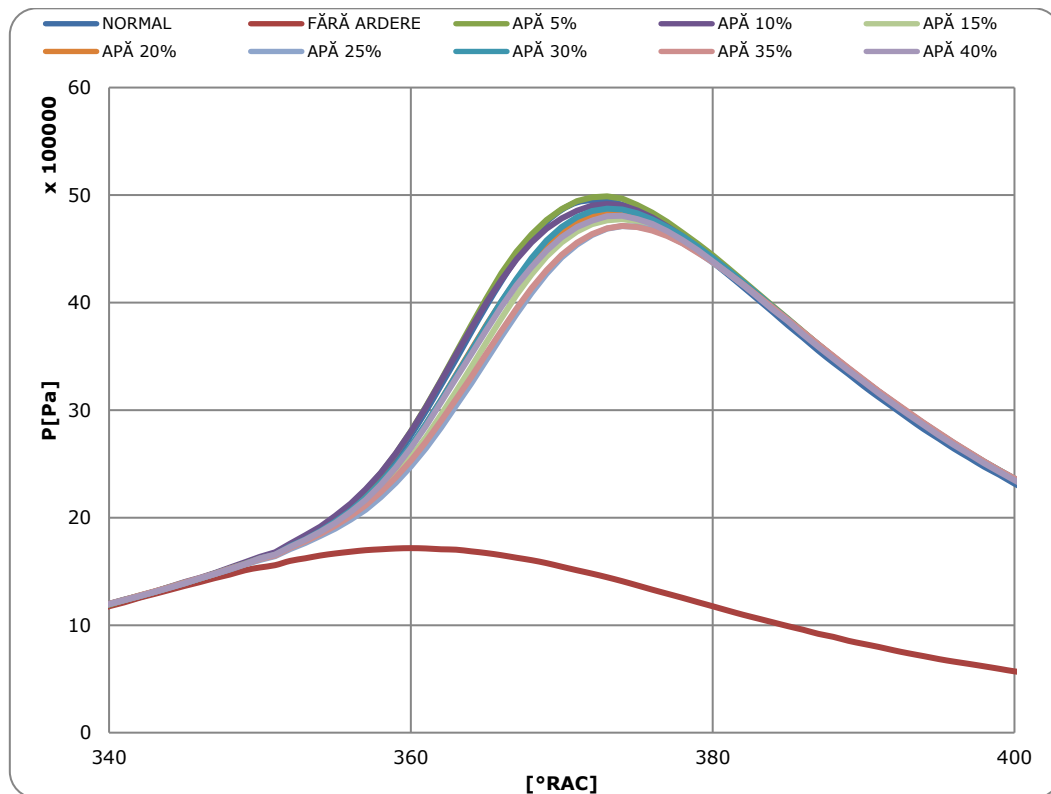


Figura 4.2 Diagrame indicate la sarcină 25% la turația de 2400[rot/min] cu injecție de apă

4.3 Investigația Experimentală a Emisiilor cu Injecție de Apă

Se analizează impactul injecției de apă asupra emisiilor poluante, incluzând emisiile de NOx, HC și CO. Rezultatele arată că injecția de apă poate reduce emisiile de NOx cu până la 40% în anumite condiții de funcționare.

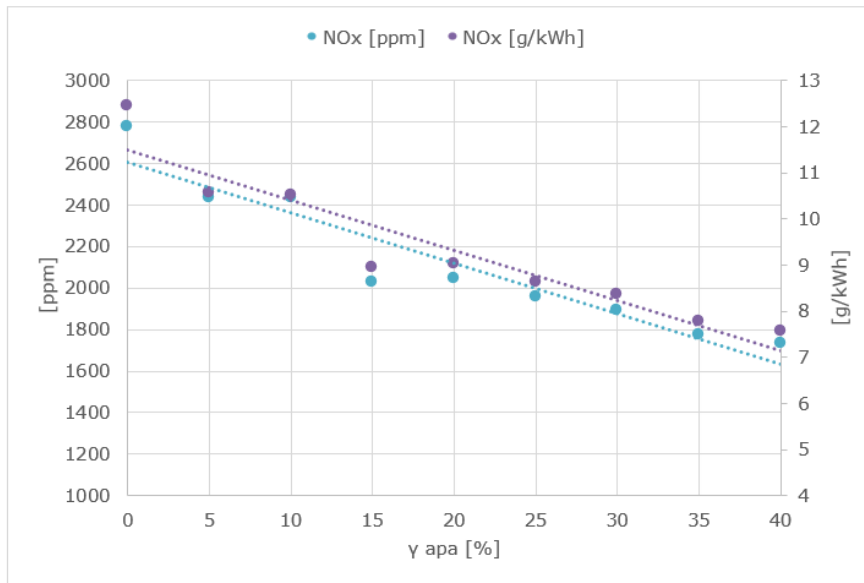


Figura 4.3 Variația emisiilor de NO_x la sarcină 25% la turația de 2400[rot/min] cu injecție de apă

Capitolul 5: Concluzii și Contribuții Personale

5.1 Concluzii

Lucrarea concluzionează că injecția de apă în motoarele cu ardere internă cu aprindere prin scânteie este o metodă eficientă pentru reducerea emisiilor și îmbunătățirea eficienței termice. Se subliniază necesitatea unor cercetări suplimentare pentru optimizarea proceselor de injecție și evaporare a apei.

5.2 Contribuții Personale

- **Dezvoltarea Standului Experimental:** Autorul a creat un stand de testare inovativ, care permite testarea detaliată a injecției de apă în diverse condiții de funcționare.
- **Metodologia de Testare:** A fost implementată o metodologie riguroasă de testare, incluzând parametri optimi pentru cantitatea și momentul injecției de apă.
- **Analiza Detaliată a Arderii:** Autorul a realizat o analiză experimentală detaliată a proceselor de ardere în prezența apei injectate, contribuind la o înțelegere mai profundă a impactului acestei tehnici asupra performanței motorului.
- **Optimizarea Sistemului de Injecție:** A fost dezvoltată o strategie pentru controlul precis al injecției de apă, contribuind la îmbunătățirea performanței și reducerea emisiilor.

- **Evaluarea Impactului:** Evaluările calitative și cantitative ale impactului injecției de apă asupra emisiilor și performanței motorului au fost publicate și prezentate în reviste și conferințe de specialitate.

Concluzie Generală

Teza aduce o contribuție semnificativă la domeniul ingineriei mecanice prin investigarea detaliată a injecției de apă în motoarele cu ardere internă cu aprindere prin scânteie. Rezultatele obținute oferă o bază solidă pentru cercetări viitoare și dezvoltarea unor soluții inovative pentru reducerea emisiilor și îmbunătățirea eficienței motoarelor moderne.

Bibliografie:

1. B. Grunwald, Teoria, calculul și construcția motoarelor pentru autovehicule rutiere, București: Editura didactică și pedagogică, 1980.
2. J. Heywood, Internal combustion engines fundamentals, New-York: McGraw-Hill, 1988.
3. A. Borborean , V. Stoica și D. Lelea, „Test bench for studying the effects of water injection inside an internal combustion engine,” în *Materials Science and Engineering* 477 (2019) 012012, 2019.
4. V. Stoica, A. Borborean , A. Ciocan și C. Manciuc, „Minimal algorithm for running an internal combustion engine,” în *Materials Science and Engineering* 294 (2017) 012036, 2017.
5. A. A, „Internal combustion engines: progress and prospects,” *Renew Sustain Energy*, vol. 38, pp. 561-571, 2014.
6. J. Nicholls, I. El-Messiri și H. Newhali, „Inlet manifold water injection for control of nitrogen oxides- theory and experiment,” *SAE Technical Paper*, nr. 690018, 1969.
7. A. Harrington, „Water addition to gasoline effect on combustion, emissions, performance and knock,” *SAE Technical Paper*, nr. 820314, 1982.
8. C. Tornatore, D. Siano, I. Marchitto, A. Iacobacci, G. Valentino și F. Bozza, „Water injection: a technology to improve performance and emissions of downsized turbocharged spark ignition engines,” *SAE International Journal of Engines*, 2017.