

Linearizacija diagrama pretoka šobe za vbrizgavanje plinastega goriva pri motorju z vžigalnimi svečkami na podlagi eksperimentalnega modela

Emiliano Pipitone* – Stefano Beccari – Marco Cammalleri – Giuseppe Genchi
Univerza v Palermu, Italija

Eksperimenti avtorjev na področju vbrizgavanja plina pri avtomobilskih motorjih so pokazali močno nelinearnost diagramov pretoka nekaterih šob za vbrizgavanje plina. Te nelinearnosti lahko vplivajo na nadzor razmernika goriva, ki se izvaja v elektronski krmilni napravi motorja, ter povzročijo nestabilne korekture vbrizgane mase goriva. Posledično se poveča poraba goriva, zaradi nizke učinkovitosti katalizatorja pri nestehiometričnem mešalnem razmerju pa se pojavijo tudi visoke emisije onesnaževalcev. Avtorji so v predhodnih raziskavah že preučili in reproducirali nelinearno vedenje šobe za vbrizgavanje plina. Postavili so matematični model za vrednotenje kompleksnega gibanja igle med postopkom vbrizgavanja, pri tem pa so se osredotočili predvsem na fazi odpiranja in zapiranja, ki sta ključni pri uvajanju nelinearnosti. Kljub temu, da znanstvena literatura dobro pokriva modeliranje vbrizgavanja goriva, pa ni bilo mogoče najti prispevkov, ki bi se ukvarjali z nelinearnostmi zaradi odbojev igle med fazo odpiranja in zapiranja šobe za vbrizgavanje plina.

Postavljeni model je bil validiran z eksperimentalnimi podatki in dosežena je bila visoka stopnja ujemanja, saj model točno replicira nelinearnosti iz eksperimentalnega diagrama. Točnost vrednotenja modela je bila v vseh primerih primerljiva z negotovostjo testnih meritev, ki je povezana z značilnim raztrosom meritev vbrizgane mase okrog srednje vrednosti.

Avtorji so se na podlagi svojih izkušenj v tem delu odločili uporabiti model za preučitev predloga primerne strategije vbrizgavanja, ki odpravlja nelinearno vedenje realne šobe za vbrizgavanje plina, linearizira diagram pretoka ter razširja uporabnost tudi na območje krajših časov vbrizgavanja. Analiza gibanja igle ob upoštevanju ohranitve energije je privedla do opredelitve primerne ciljne funkcije, ki je avtorje pripeljala do možne rešitve problema. Glavna prednost rešitve je v enostavni implementaciji v današnjih elektronskih krmilnih napravah motorja, ki ni povezana z nobenimi spremembami strojne opreme ali z dodatnimi stroški: s prekinitvijo vbrizgalnega impulza se energija, ki se dovaja igli, modulira tako, da ne prihaja do odbojev.

Strategija prekinitve impulzov je bila uporabljena v matematičnem modelu, ki je z opredelitvijo minimuma ustrezno opredeljene ciljne funkcije omogočil določitev optimalnih vrednosti parametrov prekinitve in s tem učinkovito linearizacijo diagrama pretoka simulirane šobe za vbrizgavanje.

Optimalna strategija vbrizgavanja, določena s simulacijami, je bila nato še eksperimentalno preizkušena. Dokazano je bilo, da je z njo mogoče linearizirati diagram pretoka realne šobe za vbrizgavanje.

Avtorji so v naslednjem koraku opravili vrsto eksperimentov na ustrezno opremljenem preizkuševališču. Strategija prekinitve impulzov je bila udejanjena z zrakom na realni šobi za vbrizgavanje goriva, začetni parametri pa so bili nastavljeni na optimalne vrednosti, ki izhajajo iz simulacij. Diagram pretoka vbrizgalne šobe je bil občutno izboljšan z eksperimentalno optimizacijo: odstopanje od linearne karakteristike se je v primerjavi z izhodiščno karakteristiko zmanjšalo za dve tretjini. Rezultat je po mnenju avtorjev nedvomno dober, še posebej ob upoštevanju merilnega raztrosa vbrizgane mase.

Predlagano strategijo vbrizgavanja bi bilo torej mogoče učinkovito uporabiti za linearizacijo vedenja šobe za vbrizgavanje goriva in s tem boljši nadzor nad razmernikom goriva v širšem delu diagrama pretoka, s tem pa bi se zmanjšala emisija onesnaževalcev in izboljšala poraba goriva.

Ključne besede: modeliranje vbrizgavanja goriva, motor z notranjim zgorevanjem, motor z vžigalnimi svečkami, plinasta goriva, optimalna strategija vbrizgavanja