

Raziskava zmogljivosti štiriventilskega motorja na stisnjen zrak

Qihui Yu* – Xin Tan – Jianguo Meng – Fei Shang – Xueqing Hao
Znanstvenotehniška univerza Notranje Mongolije, Šola za strojništvo, Kitajska

Motorji z notranjim zgorevanjem (MNZ) v transportnih vozilih so eden glavnih virov onesnaževanja zraka. Onesnaževala iz MNZ po nekaterih poročilih predstavljajo do 30 odstotkov vseh onesnaževal v zraku. Z namenom zmanjševanja teh vplivov se porajajo številne alternative za MNZ, med njimi tudi motorji, ki jih poganja energija iz baterij. Zanimivo možnost za transportna vozila predstavlja tehnologija motorjev na stisnjen zrak (MSZ), ki lahko obratujejo praktično brez onesnaževanja. Vozila, ki jih poganja stisnjen zrak, so bila v prvih preizkusih omejena z zmogljivostjo rezervoarjev. Da bi lahko začeli uporabljati MSZ v vlogi glavnih avtomobilskih pogonov, bodo potrebne še določene spremembe na sistemu za distribucijo stisnjenega zraka. V članku so opisani štiriventilski MSZ, ki lahko izkoristijo več energije v delovnem procesu. Problem, ki ga obravnava študija, je izboljšanje energijskega izkoristka, za reševanje pa je bila uporabljena metoda večkriterijske optimizacije. Študija zajema MSZ z energijskim izkoristkom nad 20 % in izhodno močjo nad 5,5 kW.

V članku je opisan izkoristek tradicionalnih MSZ. V izračunu moči motorja je upoštevana kinetična energija toka zraka, energija izotermne ekspanzije in moč v izpuhu. Kadar je učinkovitni presek majhen ter je razmerje med vhodnim in izhodnim tlakom pod kritično vrednostjo, je treba upoštevati kinetično energijo. Učinkovit ukrep za izboljšanje zmogljivosti pri visokih hitrostih je povečanje učinkovitega preseka in v ta namen je predlagan štiriventilski MSZ. Vrtilno gibanje ročične gredi MSZ se prenaša na sesalno in izpušno odmično gred prek krmilnega jermena in jermenic. Za analizo energijskega izkoristka in izhodne moči batnega MSZ je bil razvit matematični model batnega MSZ na osnovi energijske enačbe, zakona o ohranitvi mase, enačbe pretoka, enačbe stanja, enačbe strukture in enačbe gibanja. Zmogljivost štiriventilskega MSZ je bila določena s simulacijami, za eksperimentalno preverjanje teoretičnega modela pa je bil zasnovan prototip štiriventilskega MSZ. Vpliv parametrov je bil analiziran s pomočjo matematičnega modela. Za optimalen energijski izkoristek in moč so bili s pomočjo ortogonalnega načrta in sive relacijske analize optimizirani parametri kot zapiranje sesalnega ventila, premer izpušnega prehoda, največji dvig sesalnega odmikala, največji dvig izpušnega odmikala in kot zapiranja izpušnega ventila.

Rezultati so zbrani v nadaljevanju:

- 1) Izhodni navor in izhodna moč štiriventilskega MSZ sta večja kot pri dvoventilskem MSZ. Ko je sesalni tlak nastavljen na 0,6 MPa in je vrtilna hitrost 450 vrt./min, je izhodni navor štiriventilskega MSZ približno 2,7-krat večji kot pri dvoventilskem MSZ. Ko je sesalni tlak nastavljen na 0,7 MPa in je vrtilna hitrost 450 vrt./min, je izhodni navor štiriventilskega MSZ približno 2,2-krat večji kot pri dvoventilskem MSZ. Razlika v izhodnem navoru in moči obeh izvedb se strmo povečuje z višanjem vrtilne hitrosti.
- 2) Na energijski izkoristek in na izhodno moč pomembno vplivata kot zapiranja sesalnega ventila in premer izpušnega prehoda. Ko se kot zapiranja sesalnega ventila poveča s 70° na 130° , se energijski izkoristek zmanjša z 28 % na 20 %. V prvem primeru se izhodna moč povečuje s povečevanjem kota zapiranja sesalnega ventila do 110° , nato pa se začne izhodna moč spet zmanjševati.
- 3) Pri vhodnem tlaku 3 MPa, vrtilni hitrosti 600 vrt./min, dvigu sesalnega ventila 3,5 mm, dvigu izpušnega ventila 4 mm, kotu zapiranja sesalnega ventila 105° , kotu zapiranja izpušnega ventila $337,5^\circ$ in premeru izpušnega prehoda 12 mm je optimalna izhodna moč 5,95 kW, delovni izkoristek je 23,1 % in povprečna temperatura v cilindru je 249,9 K.

V predstavljenem delu je podan predlog novega MSZ, ki zmanjšuje kinetično energijo zračnega toka. Rezultati raziskave bodo uporabni pri projektiranju batnih MSZ in podajajo metodo za optimizacijo energijskega izkoristka.

V prihodnjih raziskavah bo razvit prototip avtomobila s štiriventilskim MSZ. Izdelan bo regulator hitrosti in vozilo bo preizkušeno na cesti.

Ključne besede: štiriventilski motor na stisnjen zrak, energijski izkoristek, izhodna moč, prototip, ortogonalni načrt, siva relacijska analiza