

Optimizacija energijskega izkoristka batnega motorja na stisnjen zrak

Qihui Yu – Maolin Cai – Yan Shi* – Zichuan Fan

Univerza Beihang, Šola za avtomatizacijo in elektrotehniko, Kitajska

Kurjenje fosilnih goriv je eden glavnih vzrokov resnih okoljskih problemov, kot so učinek tople grede, tanjšanje ozonske plasti in smog. V članku je predstavljena nova vrsta pogonske opreme, ki bi lahko pomagala pri odpravljanju teh problemov. Batni motor (CAE) poganja stisnjen zrak, ki ga je mogoče pridobiti z uporabo obnovljivih virov, kot so sončna svetloba, veter in biobivalja. Batni motorji CAE so okolju prijazna oprema in bi jih lahko vgrajevali v vozila prihodnosti, njihov razvoj pa je začasno zavrla nizka energetska učinkovitost.

Naša študija je posvečena optimizaciji energijskega izkoristka batnih motorjev CAE ob dani izhodni moči. Članek se začne z načeli delovanja batnega motorja CAE. Za analizo energijskega izkoristka in delovne moči batnega motorja CAE je nato razvit matematični model delovnega procesa batnega motorja CAE na osnovi energijske enačbe, zakona o ohranitvi mase, enačbe pretoka, enačbe stanja, enačbe strukture in enačbe gibanja. Nato sta opredeljena še energijski izkoristek in izhodna moč, vpliv razmerja premera valja in giba, sesalnega tlaka in dviga ventilov na zmogljivost batnega motorja CAE pa je bil ugotovljen s simulacijami v Matlabu ob upoštevanju omenjenega energijskega izkoristka in izhodne moči. Za optimizacijo energijskega izkoristka batnega motorja CAE pri dani izhodni moči in za iskanje primernejšega razpona rešitev je bil uporabljen izboljšani elitistični nedominirani urejevalni genetski algoritem (NSGA-II). Operatorji križanja in mutacije ostanejo konstantni, medtem ko operator izbire deluje na drugačen način kot pri enostavnih genetskih algoritmih. Za izbiro je bil uporabljen operator primerjave gruč na osnovi ranga (glede na raven nedominacije) in razdalje gručenja. Razdalja gručenja je bila izračunana z vrednostjo praga za posamezne izbire. Z izboljšanim algoritmom NSGA-II je bila nato izračunana vrsta sesalnih tlakov in dvigov ventilov za optimizacijo. Za ilustracijo izboljšane pristopa NSGA-II je bila uporabljena razdalja generacije (GD).

Rezultati so pokazali, da se pri razmerju premera valja in giba pod 1 izhodna moč in energijski izkoristek hitro povečata na 0,8761 kW in 40,25 %. Ko se omenjeno razmerje povečuje nad 1, izhodna moč in energijski izkoristek počasi naraščata. S povečevanjem sesalnega tlaka in dviga ventilov se povečuje izhodna moč ter zmanjšuje energijski izkoristek. Sesalni tlak in dvig sesalnih ventilov sta bila prilagojena za različne hitrosti in vozne pogoje. Za povečanje energijskega izkoristka z izboljšanim algoritmom NSGA-II je bila izbrana vrednost dviga sesalnih ventilov v območju od 9 do 10 mm, sesalni tlak pa je bil v območju med minimalno in maksimalno vrednostjo. Najvišji izkoristek 31,17 % pri izhodni moči približno 2 kW je bil dosežen s sesalnim tlakom 1,99 MPa in dvigom sesalnih ventilov 9,99 mm. Potrjeno je bilo, da izboljšani algoritem NSGA-II premaga NSGA-II po bližini in raznovrstnosti.

Raziskava bo uporabna pri optimizaciji batnih motorjev CAE in nadaljnjih študijah za optimizacijo energijskega izkoristka. Nadaljnje raziskave bodo usmerjene v snovanje prototipa in gradnjo testne platforme za merjenje zmogljivosti batnih motorjev CAE ter validacijo izboljšane algoritma NSGA-II.

Ključne besede: batni motor na stisnjen zrak, optimizacija energijskega izkoristka, razmerje premera valja in giba, sesalni tlak, dvig ventila, izboljšani elitistični nedominirani urejevalni genetski algoritem, razdalja gručenja