

Eksperimentalna študija in numerična analiza izgub moči zaradi ventiliranja pri letalskih stožčastih zobniških prenosnikih s spiralnimi zobmi, mazanih z vbrizgavanjem olja

Linlin Li – Sanmin Wang

Severozahodna politehnika, Šola za strojništvo, Kitajska

Pri izgubah ventiliranja gre za pojav, ko vrtenje zobnikov povzroči pospeševanje fluida, s katerim so obdani zobniki. Izguba moči zaradi ventiliranja je moč, ki je potrebna za vrtenje zobnikov v fluidu in se prišteva k izgubam moči zaradi ubiranja. Moč, ki se izgublja v sistemu prenosnika, se kaže v povečanju turbulentnosti in segrevanju fluida. Zaradi izboljševanja izkoristka prenosa in varčevanja z gorivom obstaja stalna potreba po omejevanju izgub in povečanju obremenljivosti prenosnikov, zlasti v aeronavtiki.

Z vse večjimi vrtilnimi hitrostmi stožčastih zobnikov s spiralnim ozobjem v letalstvu na izkoristek prenosnikov vedno bolj vplivajo od obremenitve neodvisne izgube ventiliranja, ki jih povzročajo hidrodinamični pojavi.

Glavne metode preučevanja izgub ventiliranja pri zobnikih so teoretična analiza, numerične simulacije in eksperimentalna verifikacija. Teoretična analiza omogoča preučevanje osnovnih zakonitosti problema in daje jasne smernice. Eksperimentalne raziskave so bila glavna znanstvena metoda pred razvojem tehnologije simulacij in omogočajo neposredno preverjanje teorije. Numerične simulacije omogoča simuliranje in analizo tokov fluida v prenosnikih po metodi CFD. Ta metoda omogoča vizualno analizo pretočnih polj in nekatere kompleksnejše eksperimentalne študije, ki v običajnih pogojih niso izvedljive.

Izdelano je bilo preizkuševališče za merjenje izgub ventiliranja pri stožčastih zobnikih s spiralnim ozobjem, mazanih z vbrizgavanjem olja. Predstavljen je predlog metode za merjenje izgub ventiliranja pri zobniških dvojicah. Z ortogonalnimi eksperimenti so bili preučeni interaktivni vplivi različnih parametrov vbrizgavanja olja na izgube ventiliranja. Nato je bil na podlagi metode premika površine zoba postavljen model mazanja omenjenih zobniških dvojic z vbrizgavanjem olja. Trenutna porazdelitev dvofaznega fluida ter spremembe tlačnega in hitrostnega polja v prenosniku so bile simulirane in analizirane s pomočjo programske opreme Fluent in tehnologije dinamičnega mreženja. Opredeljene so bile mehanske in energijske značilnosti izgub ventiliranja pri stožčastih zobnikih s spiralnim ozobjem in mazanjem z vbrizgavanjem olja.

Na podlagi izmerjenih vrednosti momenta v različnih delovnih pogojih sta bila izračunana moment ventilacijskih izgub in moment pogonske gredi preizkuševališča. Rezultati so pokazali, da ima največji vpliv na ventilacijske izgube zobniške dvojice vrtilna hitrost gredi. Drugi dejavnik po vrsti je tlak vbrizgavanja, s prilagajanjem katerega se spreminja količina vbrizga, ki vpliva na volumski delež mazalnega olja v okolici zobnikov. Najmanjši vpliv ima temperatura vbrizgavanja. Opravljena je bila brezdimenzijska analiza momenta ventiliranja in izračunana je bila variabilnost brezdimenzijskega količnika momenta ventiliranja z rotacijskim Reynoldsovim številom. Primerjava med brezdimenzijskim količnikom momenta ventiliranja na podlagi eksperimentalnih podatkov in simulacij je pokazala, da se rezultati simulacij dobro ujemajo z izmerjenimi podatki.

Pričujoča raziskava tako ne pripomore le k razvoju teorije in metod za analizo izgub moči ventiliranja pri letalskih visokohitrostnih stožčastih zobnikih s spiralnim ozobjem in mazanjem z vbrizgavanjem olja, temveč podaja tudi teoretično osnovo za snovanje pristopov k zmanjšanju izgub ventiliranja. To pa ima veliko uporabno vrednost pri razvoju tehnologije visokoučinkovitih zobniških prenosnikov.

Ključne besede: stožčasti zobnik s spiralnimi zobmi, mazanje z oljnim curkom, izgube zaradi ventiliranja, preizkus ventiliranja, eksperimentalna potrditev, računalniška dinamika fluidov, mehanizem oblikovanja, lastnosti ventiliranja