

Analiza zmogljivosti hladiva R1234yf kot enakovredne zamenjave za R134a in učinek notranjega prenosnika toplote pri avtomobilski hladilni napravi

Mehmet Direk^{1,*} – Alper Kelesoglu² – Ahmet Akin²

¹ Univerza v Yalovi, Tehniška fakulteta, Turčija

² Univerza v Yalovi, Fakulteta za znanost in tehniko, Turčija

Globalno segrevanje zaradi povečanih izpustov toplogrednih plinov je danes eden največjih problemov človeštva. Študije omejevanja uporabe klorofluoroogljikovodikov (CFC), delno halogeniranih klorofluoroogljikovodikov (HCF) in fluoriranih ogljikovodikov (HFC) še potekajo, po Direktivah in regulativi Evropske komisije in Sveta (40/2006/ES, 206/2012/EU in 517/2014) pa bo od leta 2022 prepovedana uporaba hladiv, katerih potencial globalnega segrevanja (vrednost GWP) presega 150. Uporaba hladiva R134a (GWP = 1430) po letu 2022 zato ne bo več mogoča. Hladivo R1234yf (GWP = 4) je deležno velike pozornosti kot enakovredna zamenjava za R134a, saj ima podobne termodinamične in fizikalne lastnosti.

V predstavljeni študiji je bila opravljena analiza uporabe R1234yf kot enakovredne zamenjave za R134a v nemodificirani avtomobilski hladilni napravi. V ta namen je bila zgrajena eksperimentalna avtomobilska hladilna naprava, projektirana za hladivo R134a. Raziskan je bil tudi učinek notranjega prenosnika toplote (IHX) na delovanje sistema s hladivom R1234yf. Eksperimenti so bili opravljeni pri različnih hitrostih kompresorja in temperaturah zračnih tokov. Kompresor je deloval v območju vrtilne hitrosti 1000 vrt/min do 2000 vrt/min, temperatura zračnih tokov pa je bila v območju 27 °C do 35 °C. Primerjava zmogljivosti obeh hladiv je opravljena na osnovi parametrov kot so hladilna moč, hladilno število in temperatura na izstopu iz kompresorja. Rezultati so prikazani kot funkcija vrtilne hitrosti kompresorja in temperature zračnih tokov. Hladilna moč in hladilno število sistema, napolnjenega s hladivom R1234yf, sta bila za 13,9 % do 20,4 % oz. za 7,5 % do 16,5 % manjša kot pri hladivu R134a. Ko se v enaki meri poveča temperatura zraka na vstopu v uparjalnik in kondenzator, se hladilno število in hladilna moč zmanjšata. Zmogljivostne lastnosti hladiva R1234yf so torej slabše kot pri hladivu R134a.

Za izboljšanje zmogljivosti delovanja sistema s hladivom R1234yf je bil nato v sistem vgrajen 900 mm dolgi notranji prenosnik toplote zunanega premera 15.875 mm in notranjega premera 9.525 mm. Nato je bil ponovljen enak eksperimentalni postopek. Hladilna moč s hladivom R1234yf pri temperaturi zračnega toka 27 °C oz. 35 °C se je izboljšala za 6,3 % do 8,6 % oz. za 6,4 % do 9,9 %. Zaradi učinka pregrevanja IHX in s tem povezanega povečanega ekvivalentnega toplotnega toka kompresorja se je povečala tudi moč kompresorja. Hladilno število sistema pri temperaturi zračnega toka 27 °C oz. 35 °C se je povečalo za 2,8 % do 7,4 % oz. za 2,4 % do 4,8 %. Razlika v hladilni kapaciteti med sredstvoma R134a in R1234yf se je zmanjšala zaradi dosežene stopnje podhladitve ob uporabi notranjega izmenjevalnika toplote pri visokih hitrostih kompresorja. Notranji izmenjevalnik toplote je pri temperaturi zračnega toka na vstopu v uparjalnik in kondenzator 27 oz. 35 °C povzročil povišanje temperature na izhodu iz kompresorja za 4,2 °C oz. 5,2 °C. Sledi sklep, da je mogoče z notranjim izmenjevalnikom toplote občutno izboljšati parametre delovanja sistema.

Ključne besede: potencial globalnega segrevanja, R134a, R1234yf, avtomobilska hladilna naprava, notranji prenosnik toplote, hladilno število