

Vpliv mešanja na prenos toplote pri hlajenju v olju ISORAPID 277HM

Bohumil Taraba* – Steven Duehring – Ján Španielka – Štefan Hajdu

Slovaška tehnična univerza v Bratislavi, Fakulteta za materiale in tehnologijo,
Inštitut za proizvodne sisteme in aplikativno mehaniko, Slovaška

Članek obravnava področje toplotne obdelave. Z eksperimentalno meritvijo temperature in statistično obdelavo rezultatov so bile pridobljene ohlajevalne krivulje za Isorapid 277HM, skladno s standardom ISO 9950 (Wolfsonov test). Hladilno olje Isorapid 277HM je bilo mešano z različnimi intenzivnostmi (vnosom dela) pri konstantni temperaturi 50 °C. V drugem delu članka je predstavljen izračun temperature površine v odvisnosti od kombiniranega prenosa toplote. Uporabljena je bila metodologija inverznega prenosa toplote. Za interpretacijo je bila uporabljena programska oprema ANSYS in ORIGIN.

Kalilna olja ISORAPID so olja za pospešeno kaljenje z zelo dobro stabilnostjo uparjanja in omogočajo hitro kaljenje. Ta olja so zasnovana posebej za uporabo v zaprtih kalilnih pečeh ter omogočajo hitro in homogeno hlajenje vseh delov pri kaljenju v šaržah in hitro razgradnjo parne blazine v šarži. Eksperimentalni sistem je bil sestavljen iz elektrouporovne peči tipa LM 212.10, cilindričnega preizkušanca, 28 kg olja Isorapid 277HM, prenosne USB-naprave za digitalni zajem podatkov o izmerjenih temperaturah NI USB 9211, frekvenčnega pretvornika MICROMASTER 440 (MM440), osebnega računalnika in pnevmatskega manipulatorja za premikanje preizkušanca. Preizkušavec je bil izdelan iz avstenitnega nerjavnega jekla DIN 1.4841. Termofizikalne materialne lastnosti so bile izmerjene z aparati NETZSCH: LFA 427, DSC 404 C Pegasus in Dilatometer 402 C. Geometrijski in začetni pogoji preizkusa so bili izbrani po kalilnem testu ISO 9950. Preizkušavec je bil pred ohlajevanjem segret na začetno temperaturo 850 °C. Temperatura je bila merjena s standardnim termoparom 304SS tipa K in premera 1,53 mm, nameščenim na sredi preizkušanca. Temperatura je bila izmerjena petkrat na sekundo. Meritve so bile ponovljene po šestkrat za vsako stanje olja. Vsak nabor izmerjenih ohlajevalnih krivulj je bil nato povprečen v ohlajevalno krivuljo jedra. Izmerjeno je bilo sedem stanj olja, eno brez mešanja in šest z mešanjem. Meritve temperature so se začele v trenutku, ko je težišče preizkušanca doseglo gladino olja. Parametri moči (moment in številu vrtljajev) vrtinčnih naprav so bili pridobljeni iz podatkov frekvenčnega pretvornika MM440.

Za interpretacijo numerične simulacije je bil uporabljen inženirsko-znanstveni paket ANSYS. Temperaturna krivulja za izbrane koeficiente prenosa toplote je bila določena z reševanjem simulacijskega modela termičnega nelinearnega in prehodnega primera v paketu ANSYS. Temu je sledila primerjava z izmerjeno temperaturno krivuljo in ponovitev postopka. Pri postopku iskanja najboljšega priloga krivulje je bila upoštevana temperatura in krivulja hitrosti ohlajevanja. Pri reševanju naloge morajo biti izpolnjeni naslednji kriteriji: absolutna vrednost relativne napake izmerjene in izračunane temperature v času i ne sme presegati 1,0%, absolutna vrednost relativne napake hitrosti ohlajevanja za izmerjeno in izračunano temperaturo ne sme presegati 5,0%, koeficient korelacije med izmerjenimi in izračunanimi temperaturami v času hlajenja pa mora biti večji od 0,99. Ovrednotena je absolutna in relativna napaka med izmerjenimi in izračunanimi vrednostmi ohlajevalne krivulje. Največja vrednost je bila 1,09%, povprečna vrednost pa je bila v vseh primerih manjša od 0,45%. Koeficient korelacije med izračunanimi in izmerjenimi temperaturami je bil pri vseh rešenih primerih 0,9998. Prisilno gibanje olja Isorapid 277HM vpliva na proces hlajenja preizkušanca v parni fazi. Parna faza je krajša pri višjih temperaturah površine, koeficient prenosa toplote pa dosega višje vrednosti kot v primeru brez mešanja olja. Vpliv mešanja olja pri prenosu toplote s konvekcijo je največji, ko je temperatura površine nižja od 317 °C. Koeficient prenosa toplote se spreminja s količino energije, ki se dovaja olju. Uporaba koeficienta prenosa toplote pri mešanju olja je primerna tako za numerične eksperimente s paketi SYSWELD in DEFORM kakor tudi za realne eksperimente na področju toplotne obdelave.

Ključne besede: kaljenje, ohlajevalna krivulja, mešanje olja, prenos toplote, Wolfsonov preizkušavec, ANSYS