

Matematični model avtoklava

Aleksander Preglej^{1,*} – Rihard Karba² – Igor Steiner¹ – Igor Škrjanc²

¹ INEA d.o.o., Slovenija

² Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko, Slovenija

V prispevku je predstavljeno matematično modeliranje procesov segrevanja, hlajenja in spreminjanja tlaka v avtoklavu. Avtoklav je tlačna posoda cilindrične oblike in prostornine 5600 l, v katero se na kovinsko ploščo nad električne grelce postavijo polizdelki (kot so deli čolnov, kioskov, kopalnih kadi, letal, helikopterjev, avtomobilov, otroških igral itd.) iz kompozitnih materialov (kot so smola, kovina, keramika, steklo, karbon itd.), katere nato pod povišanim tlakom in pri določenih temperaturah segrevajo, da postanejo trši in kvalitetnejši.

Namen modeliranja je bil izgradnja podrobnega matematičnega modela, s katerim bomo lahko v okolju Matlab simulirali delovanje omenjenih procesov in izboljšali že izvedeno vodenje temperature (PFC-regulacija) in tlaka (ON-OFF regulacija) v avtoklavu. Nadalje bomo lahko na pridobljenem matematičnem modelu načrtovali in preizkušali različne napredne uni- in multivariabilne algoritme vodenja.

Matematični model avtoklava je zgrajen na podlagi teorij o prehodu toplote in spreminjanju tlaka. Medtem ko spreminjanje tlaka ni kompliciran proces, saj obsega le masno ravnotežno enačbo, parcialne odvode gostote zraka in masni pretok, pa procesa segrevanja in hlajenja obsegata kompleksne fenomene toplotne prevodnosti, prestopnosti in sevanja, kot so energijska ravnotežna enačba s toplotnimi tokovi, koeficienti toplotne prehodnosti, prevodnosti in prestopnosti ter brezdimenzijska Nusseltova, Prandtlava in Reynoldsova števila. V matematičnem modelu so bile upoštevane nekatere poenostavitve, zato so bile uporabljene korelacije prehoda toplote ob ravnih ploščah. Večina podatkov je realnih in pridobljenih od proizvajalca avtoklava, kjer pa realnih podatkov ni bilo mogoče dobiti, je bila uporabljena metoda prilagajanja odziva modela izmerjenim podatkom z uporabo kriterijske funkcije vsote kvadratov pogreška.

Na ta način smo pridobili simulirane odzive, ki so zelo podobni posnetim realnim odzivom procesa, med njimi pa so opazna le manjša odstopanja. Tako lahko sklenemo, da je pridobljeni matematični model uporaben za načrtovanje različnih aplikacij procesnega vodenja.

Matematični model avtoklava je bil izdelan na podlagi enega sklopa meritev z realnega procesa pri določenih pogojih, nato pa validiran na podlagi drugega sklopa meritev pri drugih pogojih. Izkazalo se je, da dobljeni matematični model pri drugih pogojih nekoliko odstopa od posnetih realnih meritev, kar pomeni, da matematični model dobro deluje v okolici pogojev, na podlagi katerih je bil izdelan, za dobro pokrivanje celotnega območja delovanja procesa pa bi bilo potrebno matematični model še nekoliko preizkusiti in dodelati.

Glede na pregled najnovejše literature je v prispevku nov koncept celotnega matematičnega modela delovanja procesov znotraj avtoklava, saj so se številni avtorji v svojih prispevkih že ukvarjali s procesi toplotne prehodnosti, nekateri tudi s procesi toplotne prehodnosti znotraj avtoklava, vendar so se le-ti osredotočili na prehod in distribucijo toplote znotraj kompozitnega materiala in določitev optimalnega temperaturnega profila. Drugi so toplotno prestopnost določili eksperimentalno in posebej upoštevali toplotno sevanje, ki v našem matematičnem modelu ni zanemarjeno, ampak upoštevano v koeficientih Nusseltovih števil. Že sam postopek izgradnje matematičnega modela je lahko uporaben za modeliranje podobnih procesov, dobljeni matematični model avtoklava in ugotovitve pa so uporabni za vse, ki se ukvarjajo z različnimi simulacijami in načrtovanjem najrazličnejših oblik vodenja enakih ali podobnih procesov.

©2011 Strojniški vestnik. Vse pravice pridržane.

Gljučne besede: avtoklav, matematični model, prehod toplote, toplotna prevodnost, toplotna prestopnost, temperatura, tlak

*Naslov avtorja za dopisovanje:

INEA d.o.o., Stegne 11, 1000 Ljubljana, Slovenija, aleksander.preglej@inea.si