

Metoda za določanje vpliva geometrijskih odstopanj na zmogljivost izdelkov

Frédéric Vignat¹ – Dinh Son Nguyen^{2,*} – Daniel Brissaud¹

¹ Laboratorij G-SCOP, Univerza v Grenoblu, Francija

² Tehnična univerza v Danangu, Vietnam

Robustnost je ključni dejavnik snovanja izdelkov ob upoštevanju negotovosti pri lastnostih materiala, proizvodnih operacijah in delovnem okolju. Vsak izdelek potuje skozi številne faze življenjskega cikla, od konstruktorjevih možganov do uporabnikovih rok. Variabilnost, ki je prisotna v vsaki fazi življenjskega cikla izdelka, očitno vpliva na njegove zmogljivosti. Realnih zmogljivosti izdelka, ki se razlikujejo od načrtovanih, zato ni mogoče verificirati. Obstaja tveganje, da zasnovani izdelek ne bo v celoti izpolnjeval zahtev strank in končnih uporabnikov.

Plod akademskih raziskav so številne metode in orodja za upravljanje z vplivi geometrijske variabilnosti na zasnovo izdelkov. Te raziskave pa se ukvarjajo samo s fazami življenjskega cikla izdelka, ki imajo opraviti s proizvodnjo ali montažo. Vplivi virov variabilnosti na zmogljivosti izdelka med življenjskim ciklom izdelka niso upoštevani zlasti če niso znane matematične povezave med zmogljivostmi izdelka in parametri virov variabilnosti. Te povezave v mnogih primerih niso ugotovljene in za določanje zmogljivosti se uporabljajo numerične rešitve. V članku je za aproksimativno določanje zveze med zmogljivostmi izdelka in parametri izdelka predlagano numerično reševanje v kombinaciji z načrtovanjem eksperimenta.

Pri preučevanju vpliva geometrijske variabilnosti na zmogljivost izdelka je treba upoštevati pomembne vidike:

- Kako ugotoviti razmerje med zmogljivostmi in geometrijskimi odstopanji izdelka?
- Kako upravljati z vzroki in posledicami teh odstopanj v fazi konstrukcije?

V članku je kot odgovor na prvo vprašanje predlagana metoda, ki omogoča določanje razmerij med zmogljivostmi in geometrijskimi odstopanji. Nastala in zbrana geometrijska odstopanja so popisana z geometrijskim modelom odstopanj. Predlagan je tudi delni odgovor na drugo vprašanje za identifikacijo in razvrščanje vpliva parametrov odstopanj.

Predlagane so tri različne strategije načrtovanja eksperimentalne metode, odvisno od zahtevnosti obravnavanega problema. Faktorski in Taguchijev načrt eksperimenta sta že dobro znana, v članku pa je predlagana nova strategija na osnovi naključne izbire vzorca načrta.

Izbor med tremi pristopi za določanje povezav med zmogljivostmi in geometrijskimi odstopanji izdelka je odvisen od zahtev glede natančnosti, časa in stroškov. Faktorska in Taguchijeva metoda načrtovanja sta primerni, če je ekspertno znanje učinkovito in število faktorjev ni preveliko. Naključni načrt se izbere, ko je težko določiti dejavnike z velikim vplivom na zmogljivost izdelkov, je število dejavnikov precej veliko ter je izračun zmogljivosti zahteven in časovno zamuden.

Povezava med zmogljivostmi izdelka in parametri geometrijskih odstopanj je določena z eno od treh različnih strategij. Slika populacije izdelanega izdelka je izračunana iz geometrijskega modela odstopanj (GDM) po metodi simulacij Monte-Carlo. Na osnovi rezultatov simulacije Monte Carlo in določene povezave je izračunana slika zmogljivosti populacije virtualnih izdelkov. Konstruktor lahko nato na osnovi rezultatov simulacije Monte Carlo identificira in klasificira vpliv vsakega parametra vira variabilnosti na zmogljivost izdelka, kakor tudi pripadajočo zmogljivost vsakega virtualnega izdelka. Končno je mogoče določiti še varianco zmogljivosti izdelka glede na variabilnost parametrov odstopanj. Robustno zasnovo je torej mogoče določiti z iskanjem minimuma variance variabilnosti zmogljivosti.

Ključne besede: življenjski cikel izdelka, zmogljivost izdelka, model geometrijskih odstopanj, simulacija proizvodnje, robustna zasnova, simulacija Monte Carlo