

# Metoda za optimizacijo večparametrskeske sklopitve pri hidravlični valjalni oblikovalni napravi na podlagi factorske zasnove

Hongfei Li – Min Luo – Tingting Xu – Qiaozhen Li – Yanming Hou

Severovzhodna univerza za naftno industrijo, Šola za tehniške vede in strojništvo, Kitajska

Hidravlična valjalna oblikovalna naprava je napredno orodje za popravila deformiranih vrtin, konstrukcijski parametri naprave pa neposredno vplivajo na učinek oblikovanja vrtine. Predstavljen je predlog optimizacijske metode za preučitev stanja deformacij in porazdelitve napetosti v cevi vrtine med popravilom ter analizo stopnje vpliva konstrukcijskih parametrov oblikovalne naprave na učinek oblikovanja. Metoda je primerna za kompleksne večparametrskeske konstrukcije kot je dana naprava ter lahko izboljša njeno varnost in zmogljivost oblikovanja.

V članku je predstavljena optimizacija konstrukcije hidravlične valjalne oblikovalne naprave ob upoštevanju glavnih konstrukcijskih parametrov. Zaradi visoke stopnje nelinearnosti stika med oblikovalno napravo in notranjo steno vrtine je težko izračunati učinek oblikovanja po tradicionalnih metodah. Ob upoštevanju nelinearnosti materiala vrtine ter kontakta med oblikovalno napravo in vrtino je bil postavljen parametrični model po metodi končnih elementov za deformacije cevi vrtine med popravilom z oblikovalno napravo. Proces oblikovanja vrtine med popravilom je podrobno analiziran. Nato je bila pripravljena factorska zasnova z več geometrijskimi parametri za določitev signifikantnih faktorjev, razpon konstrukcijskih spremenljivk pa je bil določen glede na točnost in prileganje pri montaži. Za vzorčenje je bila uporabljena optimalna zasnova latinske hiperkocke, modeli odzivne površine pa so bili razviti s koračno regresijo. Nato je bil postavljen optimiziran matematični model in uporabljen je bil genetski algoritem za določitev optimalne kombinacije parametrov.

Iz rezultatov sledijo naslednji zaključki:

- 1) Ob upoštevanju dvojno nelinearnih karakteristik kontakta in materiala je bil razvit parametrični model po metodi končnih elementov za popravila deformacij na cevi vrtine s hidravlično valjalno oblikovalno napravo.
- 2) Opravljen je bil ortogonalni test za analizo in vrednotenje osmih geometrijskih parametrov oblikovalne naprave. Določenih je bilo pet parametrov, ki signifikantno vplivajo na oblikovanje.
- 3) Določeno je bilo območje vrednosti signifikantnih dejavnikov in opredeljena sta bila regresijski model odgovorov po metodi koračne regresije ter matematični model za optimizacijo oblikovalne naprave.
- 4) Po optimizaciji je bila opredeljena optimizirana konstrukcija oblikovalne naprave, ki bolje ščiti vrtino in izboljša učinkovitost popravil.

Numerične simulacije v študiji so bile nekoliko poenostavljene za lažje računanje. Upoštevati je mogoče več dejavnikov vpliva na oblikovanje, kot so: kotalni stik kroglice s cevjo in telesom oblikovalne naprave, visokotemperaturne lastnosti materiala, vpliv začetnih preostalih napetosti v vrtini na oblikovanje itd.

Upoštevane so nelinearnosti v materialu in kontaktu. Razvit je bil parametrični model deformacij vrtine pri popravilih s hidravlično valjalno oblikovalno napravo, preučena pa sta bila tudi deformirano stanje in porazdelitev napetosti v cevi vrtine. Z ortogonalnim testom so bili prvič analizirani konstrukcijski parametri oblikovalne naprave. Za konstrukcijske spremenljivke je bilo izbranih pet parametrov s signifikantnim vplivom, s čimer je bila v veliki meri poenostavljena optimizirana delovna obremenitev večparametrskeske konstrukcije. Določen je bil razpon konstrukcijskih spremenljivk z obravnavo sklopitve med več geometrijskimi parametri. Model odzivne površine je bil razvit s koračno regresijo in postavljen je bil ustrezen optimiziran matematični model. Za rešitev je bil uporabljen genetski algoritem. Rezultati raziskave izboljšujejo varnost in zmogljivost oblikovalne naprave ter omogočajo učinkovito optimizacijo hidravlične valjalne oblikovalne naprave oz. kompleksnih konstrukcij.

**Ključne besede:** hidravlična valjalna oblikovalna naprava, optimizacija konstrukcije, factorska zasnova, ortogonalni test, metoda odzivnih površin, obnova vrtin