

# Raziskava korekcij porazdelitve podatkov $S-N$ pri analizi utrujanja zvarov na osnovi enakovredne napetosti v konstrukciji po metodi Battelle s teorijo grobih množic

Yibo Sun<sup>1,2</sup> – Xinhua Yang<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup> Univerza Dalian Jiaotong, Fakulteta za materiale in strojništvo, Kitajska

<sup>2</sup> Univerza Dalian Jiaotong, Fakulteta za železniško tehniko in vzdrževanje, Kitajska

Odpoved zvarov je ključni problem na področju stabilnosti in varnosti varjenih konstrukcij. Trenutno se pri analizi in napovedovanju utrujanja zvarov najpogosteje uporabljajo metoda imenskih napetosti, metoda vročih točk in metoda glavne krivulje  $S-N$  na osnovi enakovredne napetosti v konstrukciji po organizaciji Battelle. Metoda enakovredne napetosti v konstrukciji po Battelle v primerjavi s preostalima dvema metodama odpravlja težave z nedoslednostjo pri izračunavanju napetosti in izbiri krivulje  $S-N$ .

Članek obravnava korekcijo porazdelitve podatkov  $S-N$  za zware z enakovrednimi napetostmi v konstrukciji po Battelle. Najprej so predstavljene formule za izračun enakovrednih napetosti v konstrukciji po Battelle. Nato so opredeljene grobe množice podatkov za porazdelitev  $S-N$  pri zvarih delov iz titanove zlitine v odvisnosti od imenskih napetosti, napetosti v konstrukciji in enakovredne napetosti v konstrukciji po Battelle. Podatki o utrujanju zvarov pri delih iz titanove zlitine so bili razporejeni po varilskih dejavnikih; vrsta zvara, debelina plošč, razmerje obremenitve, razmerje napetosti, varilski proces in vrsta materiala pa so bili zapisani v podatkovne baze grobe množice kot atributi pogojev. Stopnje odstopanja vsake podatkovne točke  $S-N$  od krivulj  $S-N$  na osnovi imenske napetosti, napetosti v konstrukciji in enakovredne napetosti v konstrukciji po Battelle so bile diskretizirane kot atributi odločitev. Glede na imensko napetost in referenčne geometrije spojev sta bili po metodi končnih elementov za vsako skupino podatkov o utrujanju izračunani napetost v konstrukciji ter enakovredna napetost v konstrukciji po Battelle. Iz podatkov o treh vrstah napetosti so bile po metodi najmanjših kvadratov izračunane srednje krivulje  $S-N$ , izračunani pa so bili tudi standardni odkloni. Nato so bile izrisane srednja krivulja  $S-N$  in krivulje odstopanj s povečavo od  $-3$  do  $+3$ . Sedem karakterističnih krivulj tvori šest območij, ki veljajo za domene odločanja in so označena z D(1) do D(6) od kratke do dolge dobe. Atributi odločanja vseh skupin podatkov o utrujanju zvarov so bili opredeljeni z območji, kjer se nahaja točka  $S-N$ . Nato je bila opravljena redukcija grobe množice z genetskim algoritmom na podlagi treh napetosti. Rezultati kažejo, da so točke  $S-N$  pri napetosti v konstrukciji bolj zgoščene v bližini srednje krivulje  $S-N$ , pri enakovredni napetosti v konstrukciji pa so enakomerneje porazdeljene na eni in drugi strani krivulje. Enakovredna napetost v konstrukciji po Battelle zato zmanjšuje standardni odklon porazdelitve  $S-N$ .

Nato so bile preučene korekcije z ozirom na debelino plošč in razmerje napetosti v metodi glavne krivulje  $S-N$ . Opravljena je bila tudi primerjava standardnega odklona podatkov o utrujanju za vrsto debelin plošč oz. razmerij napetosti. Postavljena sta bila modela grobe množice z enim samim atributom pogoja, t. j. debelino plošče oz. razmerjem napetosti. Rezultati kažejo, da sta stopnji odločanja pri debelini plošč in razmerju napetosti na podlagi imenske napetosti razmeroma večji kot pri ostalih dejavnikih, iz tega pa sledi, da dejavniki varjenja enostavno vplivajo na porazdelitev  $S-N$  na podlagi imenske napetosti. Izkazalo se je tudi, da je stopnja odločanja dejavnikov varjenja pri enakovredni napetosti v konstrukciji po Battelle oslABLJENA in harmonizirana. Odstopanja podatkov  $S-N$  od srednje krivulje  $S-N$  so kompenzirana v dveh korekcijskih stopnjah za napetost v konstrukciji in enakovredno napetost v konstrukciji, zato je porazdelitev  $S-N$  bistveno bolj zgoščena in enakomerna. Utrujanje zvara je tako z veliko gotovostjo mogoče napovedati samo z eno krivuljo  $S-N$ , ki predstavlja vse podatke  $S-N$ .

V članku je podrobno analiziran mehanizem za korekcijo napetosti na glavni krivulji  $S-N$  s teorijo grobih množic. Razkrito je, zakaj so podatkovne točke  $S-N$  pri enakovredni napetosti v konstrukciji po Battelle bistveno bolj zgoščene in enakomernejše. Z dvema korakoma korekture se oslABLJETA in harmonizirajo stopnje odločanja dejavnikov varjenja. Analiza po metodi grobih množic v tej raziskavi je bila opravljena na podlagi dobro dokumentiranih podatkov o utrujanju titanovih zlitin, količina podatkov o utrujanju zvarov iz ene same vrste poskusov pa za te namene ni dovolj. Zato je težko analizirati nekatere druge posamezne dejavnike, kot so vrsta materiala, postopek varjenja itd. V prihodnjih raziskavah bodo potrebni dodatni podatki, za izboljšanje modela grobe množice pa bodo izvedeni tudi dodatni eksperimenti. Preučena bo tudi izboljšana metoda za diskretizacijo nekaterih atributov pogojev.

**Ključne besede:** utrujanje zvarov, enakovredna napetost v konstrukciji po Battelle, metoda glavne krivulje  $S-N$ , teorija grobih množic, korekcija, porazdelitev podatkov

\*Naslov avtorja za dopisovanje: Univerza Dalian Jiaotong, Fakulteta za železniško tehniko in vzdrževanje, Dalian, Kitajska, yangxhdl@gmail.com