

# Večciljna optimizacija tribološkega vedenja kompozitov na osnovi PTFE pri manjših obremenitvah s sivo relacijsko analizo po Taguchiju

Musa Alhaji Ibrahim<sup>1, 2,\*</sup> – Hüseyin Çamur<sup>2</sup> – Mahmut A. Savaş<sup>2</sup> – Alhassan Kawu Sabo<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Znanstveno-tehniška univerza zvezne države Kano, Tehniška fakulteta, Nigerija

<sup>2</sup> Univerza Bližnjega vzhoda, Tehniška univerza Mersin, Ciper

<sup>3</sup> Znanstveno-tehniška univerza zvezne države Kano, Enota za projektiranje in razvoj, Nigerija

Polimerni kompoziti so se uveljavili v avtomobilski in letalski industriji ter v gradbeništvu zaradi svoje visoke specifične trdnosti in togosti. Prav zaradi teh dveh glavnih lastnosti so v prednosti v primerjavi z monolitnimi kovinami oziroma z njihovimi zlitinami. Zanje so značilni tudi obstojnost proti koroziji, majhno trenje, preprosta izdelava ter dušenje hrupa in vibracij. Abrazivna obraba je pogosta pri rudarski opremi, gradbeni mehanizaciji in transportnih drčah v termoelektrarnah.

Glavni cilj pričujoče študije je optimizacija triboloških parametrov (sila, velikost zrn ter drsna razdalja) in njihovega vpliva na abrazivne tribološke lastnosti kompozitov na osnovi politetrafluoroetilena (PTFE) pri lažjih obremenitvah s hibridno sivo relacijsko analizo po Taguchiju.

Oblikovano je bilo ortogonalno polje Taguchi  $L_9$  in izvedenih je bilo devet nizov eksperimentov na tribometru. Pri vsakem eksperimentu sta bila zabeležena količnik trenja ( $\mu$ ) in specifična stopnja abrazivne obrabe ( $A_w$ ). Nato je bila opravljena analiza variance (ANOVA) za določitev parametra z največjim vplivom na abrazivne tribološke lastnosti kompozitov. Glede vpliva sila, drsne razdalje in velikosti zrn na vrednost  $\mu$  je bilo ugotovljeno, da se količnik trenja povečuje od 5 N do 8 N in nato zmanjšuje od 8 N do 10 N. Povečanje velikosti zrn in drsne razdalje je povzročilo linearno zmanjšanje vrednosti  $\mu$ . Povečanje sile, velikosti zrn in drsne ojačitve je podobno povzročilo zmanjšanje vrednosti  $A_w$ . Enkratna optimizacija po metodi Taguchi je pokazala, da so optimalni pogoji za zeleno vrednost  $\mu$  doseženi pri sili 10 N, velikosti odprtine 1000 in razdalji 350 m. Napovedana optimalna kombinacija procesnih parametrov je bila kodirana z oznako L3G1D3. Tudi ocenjeni optimalni parametri za minimalno vrednost  $A_w$  so sila 10 N, velikost odprtine 1000 in drsna razdalja 350 m (koda L3G1D3).

Rezultati analize ANOVA so pokazali, da na vrednost  $\mu$  najbolj signifikantno vpliva velikost zrn, temu pa sledita sila in drsna razdalja. Prispevki sile, velikosti zrn in drsne razdalje znašajo 14,62 %, 69,34 % in 6,94 %. Podobno tudi na vrednost  $A_w$  signifikantno vplivajo velikost zrn, drsna razdalja in sila, njihovi prispevki pa znašajo 42,64 %, 23,40 % in 15,05 %. Rezultati sive relacijske analize po Taguchiju so pokazali, da je optimalna kombinacija parametrov sila 10 N, velikost zrn 1000 in drsna razdalja 350 m (koda L3G1D3). Analiza variance je razkrila, da je velikost zrn s prispevkom 67,69 % najpomembnejši parameter abrazivnega tribološkega vedenja ojačenih kompozitov na osnovi PTFE. Validacijski preskusi z optimalno kombinacijo parametrov so pokazali 55,22-odstotno izboljšanje sive relacijske stopnje.

Študija je bila omejena le na manjše obremenitve. V prihodnjih raziskavah bo mogoče preučiti tribološke lastnosti pri večjih obremenitvah ter zbrati več podatkov za razvoj modelov umetne inteligence za napovedovanje sive relacijske stopnje. Študija daje prispevek k raziskavam obrabne obstojnosti polimernih kompozitov s kombiniranjem odzivov  $\mu$  in  $A_w$  v enem samem odzivu.

Sledi sklep, da je optimalna kombinacija parametrov za ta odziv enaka optimalni kombinaciji za zmanjšanje  $\mu$  in  $A_w$  in s tem prinaša prihranek pri stroških, energiji in času.

**Ključne besede:** PTFE, ogljikova vlakna, bronasta vlakna, abraziv, Taguchi, siva relacijska analiza