

Optimizacija listnate tekaške proteze z vraninim iskalnim algoritmom in podporo umetne nevronske mreže

Manuel Javier Rosel Solis¹ – José Omar Dávalos Ramírez^{2,*} – Javier Molina Salazar² –
Juan Antonio Ruiz Ochoa¹ – Antonio Gómez Roa¹

¹Avtonomna univerza Baja California, Mehika

²Avtonomna univerza Ciudad Juárez, Mehika

V članku je predstavljena metodologija za konstruiranje listnatih tekaških protez za ljudi, ki so izgubili spodnje ude. Proteze jim bodo pomagale, da se bodo lahko ponovno lotili rekreativnih dejavnosti, kot je tek. Izdelana je bila listnata tekaška proteza z jedrom iz akrilonitril butadien stirena in več plasti epoksi smole z ogljikovimi vlakni.

Razvit je bil postopek za optimizacijo, ki uporablja vranin iskalni algoritem. V podporo postopku so bile vključene umetne nevronske mreže, ki znatno skrajšajo računski čas. Za učenje umetne nevronske mreže so bili uporabljeni izračuni po metodi končnih elementov.

Cilj optimizacije je bil povečanje pomika proteze med procesom hoje. Pomik je omejen z mehanskim odporom proteze, ki je bil ocenjen s kriterijem porušitve Tsai-Wu za kompozitne materiale. Analizirane so bile tri različne usmeritve plasti ogljikovih vlaken ($-45^\circ/45^\circ$, $0^\circ/90^\circ$) in primer z mešano usmeritvijo plasti vlaken. Za določitev relativnega pomena konstrukcijskih spremenljivk je bila uporabljena Garsonova enačba. Ta enačba uporablja koeficiente umetne nevronske mreže.

Rezultati optimizacije so pokazali, da ima proteza z usmeritvijo vlaken $0/90^\circ$ najboljše razmerje med pomikom (9,19 mm) in varnostnim faktorjem (1,34) med vsemi tremi različicami. Usmeritev $-45/45^\circ$ sicer daje večje pomike, ker pa je varnostni faktor manjši od 1, pri njej pride do porušitve. Pri mešani orientaciji plasti vlaken je pomik samo 5 mm, varnostni faktor pa znaša 1,45. Škoda na protezi je koncentrirana v območju stika s podlago. Največji vpliv med konstrukcijskimi parametri imata število plasti in širina proteze.

V prihodnje bo mogoče izdelati fizično protezo in jo preizkusiti. Ostaja tudi raziskava možnosti optimizacije z enosmernimi vlakni v primerjavi z usmeritvijo plasti $0/90^\circ$. Naslednja možnost za analizo pomikov je povečanje širine proteze.

V članku je opisana metoda za hitro in preprosto konstruiranje listnate tekaške proteze, ki bo uporabna za izdelavo ortopedskih pripomočkov po meri. Izdelava proteze je poceni in nezahtevna.

Ključne besede: optimizacija, vranin iskalni algoritem, umetne nevronske mreže, tekaške listnate proteze, kriterij Tsai-Wu, metoda končnih elementov