

Optimizacija oblike osnosimetričnih gumijastih blažilnikov

Tamás Mankovits^{1,*} – Tamás Szabó² – Imre Kocsis¹ – István Páczelt²

¹ Univerza v Debrecenu, Tehniška fakulteta, Madžarska

² Univerza v Miskolcu, Fakulteta za strojništvo in informatiko, Madžarska

Gumijasti blažilniki, vgrajeni v sisteme zračnega vzmetenja avtobusov, opravljajo vrsto pomembnih nalog, konstruiranje gumijastih blažilnikov pa je zato precej zahtevno. V članku je predstavljena nova, praktično uporabna rešitev za zagotavljanje zahtevane karakteristike gumijastih osnosimetričnih blažilnikov.

Prava karakteristika podajanja pod obremenitvijo je osnovna zahteva pri snovanju gumijastih blažilnikov. Avtomobilska industrija mehkejšo ali tršo izvedbo gumijastih blažilnikov običajno zagotavlja s spremembo sestave gume. Cilj optimizacije je doseganje zahtevane karakteristike z geometrijsko obliko gumijastega blažilnika ob nespremenjenih lastnostih materiala. Namen raziskave je določanje vedenja gumijastih blažilnikov pri različnih delovnih pogojih. Gumijasti blažilniki se ne upravljajo aktivno, zato je zahtevano karakteristiko mogoče doseči z optimizacijo oblike.

Uporabljen je bil postopek z analizo po metodi končnih elementov (MKE) in regresija z metodo podpornih vektorjev (SVR). Za hiter in razmeroma natančen izračun karakteristike gumijastih blažilnikov je bila uporabljena koda končnih elementov, ki so jo avtorji razvili na osnovi funkcionala treh polj. Program za analizo po metodi končnih elementov omogoča preučevanje osnosimetričnih gumijastih delov in se ga lahko prilagodi za optimizacijo oblik. Optimizacija se začne s karakteristiko obstoječega blažilnika znane konstrukcije, formulirati pa jo je mogoče kot problem minimizacije v dani domeni. Ciljna funkcija podaja površino med želeno karakteristiko in krivuljo, pridobljeno po metodi končnih elementov za specifično obliko gumijastega blažilnika. Namen optimizacije oblike je iskanje take geometrije, kjer je razlika dela pod določeno mejno vrednostjo. Ker se uporabljajo numerične metode, dá proces približno vrednost optimuma.

Orodje za optimizacijo je metoda SVR, ki daje regresijsko funkcijo za razliko dela. Čeprav že obstajajo rezultati uporabe modelov SVR na področju tehnike, pa se ta metoda še ni uveljavila v inženirski optimizaciji. Prednost uporabe metode SVR pri nelinearnih modelih je v tem, da lahko transformacijska funkcija med vhodnim prostorom in t.i. prostorom značilnosti ostane skrita, primerna regresijska funkcija pa se poišče s postopki strojnega učenja.

Naloga optimizacije z metodo SVR je bila opravljena z odprtokodno programsko opremo. Z združitvijo obeh metod v en sistem sta bila rešena dva problema optimizacije oblike, s čimer je bila dokazana uporabnost predlaganega postopka za osnosimetrične gumijaste blažilnike. Metoda SVR potrebuje razmeroma malo časovno zamudnih točk učenja za obravnavo nelinearnih večrazsežnostnih optimizacijskih problemov. Točke učenja morajo seveda pokrivati območje optimizacije, gostota točk pa je odvisna od zahtevnosti problema.

Postopek učenja, ki dá majhno število točk učenja in se izvede po metodi končnih elementov, lahko šteje za kratkega. Programska oprema lahko po učenju dobro napoveduje več parametrov, pri čemer odpadejo časovno zamudni izračuni po metodi končnih elementov in se lahko zanašamo le na inženirsko intuicijo.

V članku sta predstavljena dva praktična primera z dvema in petimi konstrukcijskimi parametri, ki dokazuje hitrost in natančnost novega postopka optimizacije oblike. Kakovost izračuna je mogoče preveriti z izračunom po metodi končnih elementov. Upravičene bi bile tudi eksperimentalne meritve oblik blažilnikov, ki so bile določene z numeričnimi simulacijami, vendar to ni bil del tega projekta.

Prihodnje raziskave bi lahko bile usmerjene v večciljno optimizacijo, ki vključuje tudi skupno maso ali številko življenjskega cikla.

Ključne besede: optimizacija oblike, gumijast blažilnik, regresija z metodo podpornih vektorjev, metoda končnih elementov, karakteristična krivulja, funkcija jedra