

Analiza dinamike linijske zobniške dvojice po numerični mnogoterostni metodi

Jiang Ding^{1,2,*} – Aiping Deng¹ – Liwei Liu¹ – Mengen Lu¹

¹ Univerza regije Guangxi, Kolidž za strojništvo, Kitajska

² Univerza regije Guangxi, Državni laboratorij regije Guangxi za proizvodne sisteme in napredno proizvodno tehnologijo, Kitajska

Linijski zobniki na podlagi teorije prostorskih ubirnic so drobni in lahki zobniki, ki so zelo primerni za miniaturne stroje. Zanje pa je značilen resen problem vibracij, saj morajo biti ti zobniki za doseganje skladnosti ubirnic oblikovani kot upognjene tridimenzionalne konzole. Za izboljšanje vibracijskih razmer je v članku predstavljen dinamični model linijske zobniške dvojice na osnovi numerične mnogoterostne metode (NMM).

NMM je metoda, ki uporablja koncept mnogoterostnega elementa za potrebe matematičnih in fizikalnih modelov. V primerjavi s tradicionalno metodo končnih elementov (MKE) je točnejša in manj občutljiva na deformacije elementov. Najprej je bila izpeljana funkcija premika za linijske zobnike po metodi NMM, nato pa so bile z Lagrangeovo enačbo določene dinamične enačbe mnogoterostnega elementa. Vibracije linijske zobniške dvojice so lahko posledica notranjih in zunanjih dejavnikov. Zaradi poenostavitve analize je privzeto, da linijska zobniška dvojica izpolnjuje vse zunanje pogoje, članek pa obravnava samo notranje dejavnike.

Vpliv dušenja je prezrt, glavni notranji povzročitelj težav z vibracijami linijske zobniške dvojice pa je vzbujanje z ubiranjem. Po analizi vzbujanja je bil določen dinamični odziv linijskih zobnikov v vseh treh ortogonalnih smereh. Iz dinamičnega odziva je razvidno, da so vibracije v aksialni smeri zobnika močnejše kot v smeri krivin.

Diferencialne enačbe vibracij linijskega zobnika so bile razrešene na podrobnem primeru in razkrita je bila odvisnost med konstrukcijskimi parametri in lastno frekvenco. Nato so bile preučene lastnosti vibracij ob ubiranju zobniške dvojice. Za zmanjšanje vibracij so bili prilagojeni konstrukcijski parametri linijskega zobnika in zmanjšana amplituda vzbujanja. Vibracijske lastnosti linijskega zobnika prvih štirih redov so bile ugotovljene po metodi NMM in nato primerjane z lastno frekvenco, določeno po MKE.

Opravljen je bil tudi primerjava napak pri prenosu linijskih zobnikov, izračunanih z metodama NMM in MKE. Izkazalo se je, da je metoda NMM primerna za odpravo težav z vibracijami teh zobnikov. V članku je predstavljena uporaba mnogoterostnega elementa za zmanjšanje vibracij linijskih zobnikov, kakor tudi točnejši teoretični rezultati.

Predstavljena teorija NMM bo lahko osnova za raziskave vibracij linijskih zobnikov, uporabna pa bo tudi na sorodnih področjih, npr. pri optimizaciji profila zob, analizi kontaktnih napetosti in analizi upogibnih napetosti v korenu zob. Teorija NMM zagotavlja osnovo za razširitev praktične uporabnosti linijskih zobnikov, s tem pa podpira razvoj industrije zobniških prenosnikov.

Ključne besede: linijski zobnik, dinamični odziv, vibracije, numerična mnogoterostna metoda, zobniški prenosnik, drobni zobniki, upognjena tridimenzionalna konzola, metoda končnih elementov