

Analiza vsiljenih vibracij šesteronožne mize rezkalnega stroja pod vplivom rezalnih sil

Siamak Pedrammehr^{1,2,*} – Mehran Mahboubkhah¹ – Mohammad Reza Chalak Qazani³ – Arash Rahmani⁴ – Sajjad Pakzad⁴

¹ Univerza v Tabrizu, Fakulteta za strojništvo, Iran

² Sabancijeva univerza, Naravoslovnotehniška fakulteta, Turčija

³ Univerza Tarbiat Modares, Oddelek za strojništvo, Iran

⁴ Islamska univerza Azad, Fakulteta za strojništvo, Iran

Šesteronožni mehanizmi s paralelno kinematiko od prihoda v 60. letih prejšnjega stoletja postajajo vse bolj razširjeni. Med drugim se uporabljajo v avtomobilskih in letalskih simulatorjih, za izolacijo vibracij in v napravah za nakladanje/razkladanje. Nove možnosti uporabe se pojavljajo tudi pri obdelovalnih strojih v sestavih miz in platform za vretena. Pomembna značilnost paralelnih šesteronožnih mehanizmov je njihova gibljivost, zaradi katere so zelo primerni za visokohitrostne obdelovalne stroje. Dodatna prednost šesteronožnih mehanizmov na obdelovalnih strojih je tudi šest prostostnih stopenj. Te možnosti šesteronožnih mehanizmov je mogoče uporabiti tako pri razvoju novih visokohitrostnih obdelovalnih strojev kakor tudi pri razmeroma poceni nadgradnji obstoječih ročnih strojev v napredne šestosne obdelovalne stroje.

Kinematika šesteronožnih mehanizmov je dobro raziskana, medtem ko je treba njihovo dinamiko in zlasti vibracijske lastnosti še podrobneje preučiti. To še posebej velja za uporabo šesteronožnih mehanizmov v okoljih, kjer je kritičnega pomena natančnost in kakovost površine. V predstavljeni študiji je bil razvit vibracijski model šesteronožne mize in izpeljane so bile ustrezne eksplicitne enačbe. Model upošteva maso, vztrajnost, togost in dušenje različnih elementov šesteronožne mize. Mize so v enačbi vibracij sistema popisane kot sistem vzmeti in dušilk, ekvivalentna togost in dušenje pa sta bila ovrednotena eksperimentalno z modalnimi preskusi šesteronožne mize. Natančnost eksperimentalnih preskusov je bila nato validirana z modalno analizo po metodi končnih elementov (MKE). Vsiljene vibracije šesteronožne mize obdelovalnega stroja v različnih smereh so bile analizirane ob predpostavki sinusne oblike rezalne sile. Rezultati analitičnega pristopa so bili preverjeni s simulacijo po MKE. Teoretični rezultati in rezultati po MKE imajo podoben trend in se dobro ujemajo. Vibracije platforme kot končnega izvršnega člana v različnih položajih so bile analizirane za grobo in fino isto- in protismerno rezkanje. Za podrobnejšo preučitev vsiljenih vibracij šesteronožne mize pri obdelovalnem procesu so bile modelirane rezalne sile, ob upoštevanju različnih sprememb sil in operacij rezkanja. Reševanje vsiljenih vibracij platforme in preučitev vsiljenega odziva pri harmoničnih rezalnih silah je ključnega pomena za odpravo resonance. Določitev resonančnih frekvenc ter razpona vibracij platforme zaradi delovanja rezalnih sil je najboljši način za opredelitev pogojev, ki privedejo do resonance. Z natančnim izborom parametrov obdelave se je tako mogoče izogniti pojavu močnih vibracij pri procesu rezkanja. Izračunan je tudi razpon resonančnih frekvenc in amplitud vibracij.

Ob analizi premikov gibljive platforme zaradi različnih rezalnih sil lahko zaključimo, da je razpon premikov platforme sorazmeren s silami, ki delujejo nanjo. Na amplitudo vibracij gibljive platforme torej vplivajo vsi tisti parametri, ki učinkovito spreminjajo rezalne sile, vključno s parametri odrezavanja in geometrijo. S povečanjem podajanja, globine reza in števila zob rezkarja se torej okrepijo tudi vibracije platforme med obdelavo. Omeniti je treba tudi to, da se s povečanjem hitrosti vretena zmanjša amplituda vibracij platforme. Ob znanih resonančnih frekvencah in vibracijah platforme zaradi rezalnih sil je končno predstavljena takšna konfiguracija gibljive platforme, ki odpravlja dinamično nestabilnost pri različnih pogojih obdelave.

Ključne besede: šesteronožni mehanizem, obdelovalni stroj s paralelno kinematiko, modalna analiza, rezalne sile