

## Model togosti in dušenja vijačne zveze s porazdelitvijo kontaktnega pritiska po neenakomerni površini

Yongsheng Zhao<sup>1,\*</sup> – Cheng Yang<sup>1</sup> – Ligang Cai<sup>1</sup> – Weimin Shi<sup>2</sup> – Yi Hong<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Institut za tehnologijo v Pekingu, Državni laboratorij za napredne proizvodne tehnologije, Kitajska

<sup>2</sup> Tehniška univerza v Pekingu, Kolidž za računalništvo, Kitajska

Vijačne zveze se množično uporabljajo pri konstrukcijskih komponentah, kjer so pogosto eden najšibkejših členov in lahko pomembno vplivajo na dinamične lastnosti obdelovalnega stroja. V tej raziskavi je bil ustvarjen model togosti in blaženja s porazdelitvijo kontaktnega pritiska po neenakomerni površini, ki točno napoveduje dinamične lastnosti sestava.

Normalno togost, tangencialno togost in dušenje kontaktne površine je mogoče izpeljati na podlagi teorije fraktalnega kontakta, ki je običajno enak za vse elemente togosti in dušenja po celotni kontaktni površini. Ta hipoteza pa ni primerna za vijačne zveze zaradi vpliva koncentracije sil pri sestavih z več vijaki. Zaradi neenakomerne porazdelitve pritiska se togost in dušenje spreminjata po kontaktni površini vijačne zveze.

Za opredelitev togosti in dušenja vijačne zveze je uveden pritisk kontaktne površine. Privzeta je bila domneva ravne kontaktne površine na makro nivoju in v tem primeru je porazdelitev pritiska po kontaktni površini mogoče ugotovljati po metodi končnih elementov (MKE). Najprej se izberejo vozlišča kontaktne površine in nato je mogoče določiti kontaktne napetosti v splošnem modulu Postproc programskega paketa ANSYS. Na podlagi vozliščnih napetosti kontaktne površine je mogoče opredeliti nelinearno odvisnost za togost in blaženje vijačne zveze ter za pritisk po kontaktni površini. Vrednosti togosti in dušenja so dodeljene elementu Matrix 27, ki povezuje vozlišča dveh kontaktnih površin.

Za validacijo predlaganega modela je bil zasnovan eksperiment s preizkušancem v obliki škatle. Ko je sila prednapetosti enaka, je lastna frekvenca v primeru neenakomernega pritiska bistveno bližja rezultatom eksperimenta kot v primeru enakomernega pritiska. Neenakomerna porazdelitev pritiska po kontaktni površini lahko resno vpliva na točnost analize vijačne zveze. Upogibni moment vpliva na porazdelitev kontaktnega pritiska in povzroči poslabšanje kontaktne togosti vijačne zveze. Glavni razlog je v tem, da upogibni moment še ojači neenakomernost porazdelitve kontaktnega pritiska. Ugotovljeno je bilo tudi, da je s povečanjem sile prednapetosti mogoče povečati prvo lastno frekvenco. Ta se počasi povečuje, ko je sila prednapetosti večja od 24 kN. Glavni razlog je v rasti kontaktnega pritiska blizu vijakov, ko se povečuje sila prednapetosti. Kontaktni pritisk na večji oddaljenosti od vijakov pri tem ostaja praktično nespremenjen.

Za merjenje površinske hrapavosti je potreben profilometer, izmerjena površina pa mora ustrezati preizkušancu v obliki škatle. Tedaj je hrapavost površine mogoče opisati s fraktalno teorijo in predlagani model je uporaben za točno napovedovanje dinamičnih lastnosti vijačne zveze.

Predstavljeni model je uporaben za učinkovito modeliranje vijačnih zvez, ki so ali niso pod vplivom zunanjih obremenitev, in lahko točno napoveduje vedenje vijačnih zvez na obdelovalnem stroju.

**Ključne besede:** vijačna zveza, kontaktna togost in dušenje, teorija fraktalnega kontakta, neenakomerna porazdelitev pritiska, obdelovalni stroj