

Izboljšana momentna metoda za nadzor predobremenitve pri natančni montaži miniaturnih vijčnih zvez

Xiwen Zhang – Xiaodong Wang* – Yi Luo

Laboratorij za mikro/nanotehnologije in sisteme province Liaoning, Tehniška univerza v Dalianu, Kitajska

Pri montaži miniaturnih preciznih komponent lahko pride do poslabšanja zmogljivosti zaradi neenakomernih napetosti, nastalih zaradi raztrosa predobremenitve miniaturnih vijčnih zvez. Pri montažnem procesu je zato pomembna natančnost predobremenitve, ki zagotavlja kakovost in zanesljivost vijčnih zvez. Večina obstoječih metod pa ni primerna za natančen nadzor nad zategovanjem miniaturnih vijčnih zvez zaradi njihove majhne velikosti in nizke ravni predobremenitev.

Najpogostejši način nadzora nad zategovanjem vijakov je z določanjem vrednosti momenta. Razmerje med momentom in predobremenitvijo pri miniaturnih navojnih zvezah pa je močno odvisno od trenja kontaktnih površin, in celo zmerna variabilnost ali netočnost pri določanju zateznega momenta pomembno vpliva na predobremenitev. Zato je podan predlog izboljšane momentne metode na osnovi matematičnega modela za nadzor predobremenitve pri precizni montaži miniaturnih vijčnih zvez. Model odvisnosti med momentom in predobremenitvijo je bil razvit za napovedovanje zateznega momenta ter upošteva togost sistema, kot vrtenja matice, predobremenitev in momentni gradient. Pri zategovanju vijčnih zvez obstaja linearna povezava med kontrolnim momentom in momentnim gradientom. Momentni gradient ima linearen potek s koeficientom momenta, na katerega močno vplivata površinska hrapavost in mazanje ter se izračunava v realnem času iz zateznega momenta. Predlagani matematični model je zato mogoče uporabiti za napovedovanje s trenjem kompenziranega kontrolnega momenta in izboljšana momentna metoda bi zmanjšala vpliv trenja na predobremenitev ter raztros predobremenitve vijakov zaradi tornih spremenljivk vijakov.

Razvit je bil eksperimentalni sistem za samodejno montažo miniaturnih vijakov premera pod 2,5 mm. Sistem je bil razvit posebej za dinamičen nadzor nad procesom zategovanja s trajnim napovedovanjem zateznega momenta iz izračunanega momentnega gradienta. Za vrednotenje momenta in predobremenitve med zategovanjem vijakov sta bila uporabljena senzorja momenta in sile. Obremenjevanje je bilo izvedeno s koračnim motorjem, za linearno podajanje pa je bila uporabljena linearna pogonska stopnja. Ključ zateguje matico in linearna pogonska stopnja izvaja med obračanjem ključa sinhrono linearno gibanje po osi vijaka. Za izračunavanje momentnega gradienta in krmiljenje procesa montaže vijčnih zvez je bila razvita programska oprema v okolju LabVIEW. Togost sestavljenih delov je bila ugotovljena eksperimentalno.

Poskusi montaže vijčnih zvez so bili izvedeni z eksperimentalnim sistemom. Izvedene so bile tri vrste poskusov montaže miniaturnih vijakov dimenzije M1,4, M1,6 in M2. Pri poskusnih montažah sta bili uporabljeni izboljšana momentna metoda in momentna metoda. Zategovanje vijakov je potekalo s fiksno hitrostjo vrtenja matic, ciljne predobremenitve pa so bile izbrane tako, da so bili miniaturni vijaki v elastičnem območju, kjer je odvisnost med predobremenitvijo in vrtilnim kotom matice linearna. Rezultati poskusov kažejo, da je raztros napovedanega momenta večji od dejanske predobremenitve vijakov, izboljšana momentna metoda pa daje manjšo porazdelitev predobremenitev in manjši raztros okrog srednje vrednosti predobremenitve vijakov. Rezultati tudi kažejo, da premer vijakov vpliva na raztros izboljšane momentne metode. Pri enaki ravni predobremenitve je ob večanju premera vijakov predobremenitev v primerjavi z zateznim momentom razmeroma nižja in lahko povzroči večji raztros predobremenitve. Raztros predobremenitve je bil manjši od $\pm 13,00\%$ v elastičnem območju, kar je doslednejši rezultat kot pri običajni momentni metodi. Napaka nadzora predobremenitve je bila pri večini vijakov manjša od 10% .

Izboljšana momentna metoda je priročna in ne zahteva posebne opreme, zato se izkaže kot zelo praktična za nadzor predobremenitve pri precizni montaži miniaturnih navojnih zvez. Če pa dimenzija vijaka presega M2, je za boljši nadzor predobremenitve mogoče uporabiti tudi druge postopke, kot je postopek nadzora kota, postopek indikacije napetosti ali celo ultrazvočni postopek.

Ključne besede: nadzor predobremenitve, precizna montaža, miniaturne vijčne zveze, momentni gradient, elastično območje, kompenzacija trenja