

***In-situ* obravnava realne kontaktne površine več vršičkov na submikronski skali**

Blaž Brodnik Žugelj – Mitjan Kalin*

Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo, Slovenija

V splošnem strojništvu se kontaktne pogoje pogosto računa z upoštevanjem nominalne kontaktne površine, ki je od realne kontaktne površine lahko bistveno večja. Ob takšni predpostavki so izračunani pogoji v kontaktu (kontaktni tlak, električna in termična prevodnost, obraba, trenje, idr.) milejši od dejanskih, kar lahko pri snovanju privede do pod-dimenzioniranja in posledično porušitve oz. odpovedi strojnih elementov in sistemov.

Zadnjih 60 let je težnja na področju obravnave realne kontaktne površine postaviti teoretični model, ki bi na podlagi topografskih in materialnih parametrov ter obremenitve, ki deluje na kontakt, natančno napovedal razmere v kontaktu kot so dejanski kontaktni tlak, deformacijo vršičkov in velikost realne kontaktne površine. Kljub vsem prizadevanjem pa zaradi kompleksnosti problema še vedno ostaja veliko vprašanj odprtih zaradi česar do danes še ni bilo razvitega modela, s katerim bi lahko natančno predvideli obnašanje v inženirskih kontaktih.

Težavo pri vrednotenju teoretičnih modelov predstavlja tudi dejstvo, da kljub nekaterim poskusom eksperimentalne obravnave realne kontaktne površine zaradi omejitev obstoječih metod do danes ni bilo mogoče direktno primerjati dejansko obnašanje znotraj inženirskih kontaktov z napovedmi teoretičnih modelov. Ključne pomanjkljivosti obstoječih metod predstavljajo bodisi nezadostna natančnost meritev ali pa nezmožnost zajema obnašanja celotnega nominalnega kontakta.

Zaradi omejitev obstoječih eksperimentalnih metod je bilo razvito novo namensko preizkuševališče, ki omogoča *in-situ* obravnavo realne kontaktne površine na stiku med togim safirnim steklom in deformabilno inženirsko površino. Sprotno spremljanje razvoja kontakta zagotavlja optični mikroskop. Dosežena ločljivost novega preizkuševališča je 700 nm v lateralni smeri in 20 nm v vertikalni smeri. Obenem razvita metodologija omogoča izdelavo vzorcev z dovolj majhno nominalno površino, ki jo je še mogoče v celoti ujeti v vidno polje mikroskopa. Na ta način se zagotovi obravnava celotne nominalne površine, kjer se lahko natančno spremlja obnašanje kontakta vsakega vršička.

V raziskavi so predstavljeni rezultati za površine iz materiala Al6026 in s hrapavostjo Ra 0,6 μm . Na podlagi testov se je določilo odvisnosti med kontaktnim tlakom, deformacijo vršičkov in realno kontaktno površino. Relevantnost razvitega namenskega preizkuševališča in metodologije se je ugotavljalo s primerjavo eksperimentalnih rezultatov z napovedmi dveh najpogosteje uporabljenih teoretičnih kontaktnih modelov, t.j. Greenwood-Williamsonov (GW) in modificiran Abbott-Firestonov (AF(H)) model. Pri tem GW model upošteva elastično deformacijo vršičkov, AF(H) pa služi za napovedovanje kontaktnih pogojev, ko v kontaktu prevladuje plastična deformacija vršičkov.

Rezultati so pokazali, da se AF(H) model relativno dobro ujema z eksperimentalnimi rezultati v primeru odvisnosti realna kontaktna površina – deformacija vršičkov, kjer so odstopanja med teoretičnimi in eksperimentalnimi rezultati manjša od 60 %, medtem ko GW model od eksperimentalnih rezultatov odstopa za več kot 10-krat. Nasprotno se GW model bolje ujema z eksperimentalnimi rezultati za zvezo med kontaktno silo in deformacijo vršičkov (odstopanja manjša od 20 %), medtem ko AF(H) model od eksperimentalnih rezultatov odstopa za približno 30 %. Eksperimentalni rezultati prav tako kažejo, da zveza med realno kontaktno površino in kontaktno silo ni linearna, kot predvideva večina teoretičnih modelov, ter da je velikost realne kontaktne površine pri meji tečenja zgolj 9 % nominalne kontaktne površine.

Primerjava teoretičnih in eksperimentalnih rezultatov je pokazala, da obstajajo med teoretičnimi modeli in dejanskim obnašanjem v kontaktu določena odstopanja. S pomočjo razvitega preizkuševališča in metodologije bo mogoče izvesti nadaljnje raziskave inženirskih kontaktov, na podlagi katerih bo mogoče pojasniti vzroke za ugotovljena odstopanja ter razumeti mehanizme, ki so prisotni v kontaktu več vršičkov.

Ključne besede: namensko preizkuševališče, *in-situ* eksperiment, optična tehnika, vršički, realna kontaktna površina