

Integrirano snovanje za ocenjevanje utrujenostne trajnostne dobe konstrukcij

Radouane Akrache – Jian Lu

Laboratorij za inženirstvo, Univerza v Versaillesu, Francija

Snovanje izdelka ali mehanskega sistema je sestavljeno iz več faz, ki se začnejo z izdelavo produktnih specifikacij in končajo z njegovim dokončnim uničenjem. Cilj raziskave je razvoj ustreznih orodij oz. predstavitev predlogov novih delovnih metodologij in računalniških orodij za povezovanje procesa razvoja materialov z mehanskim konstruiranjem. Razvili smo računsko metodo za napovedovanje večosne utrujenostne trajnostne dobe konstrukcij po metodi končnih elementov (MKE), in drugo metodo za napovedovanje porazdelitve dovoljenih preostalih napetosti in porazdelitve varnostnega koeficienta za zahtevano življenjsko dobo. Razvili smo globalen pristop k računanju utrujenostne trajnostne dobe 3D-konstrukcij. Numerične rezultate, ki smo jih pridobili po MKE, smo skupaj z rezultati preizkusov vstavili v glavni program. Rezultati so podani v obliki grafičnega prikaza utrujenostne trajnostne dobe konstrukcije. Wöhlerjeve krivulje v našem primeru napovedujejo 50 % verjetnost loma. Pri kriteriju z dvema konstantama, kot ga predlagajo Crossland, Sines ali Dang Van, sta za izračun konstant potrebni vsaj dve Wöhlerjevi krivulji. Pri enostavnih ali kombiniranih fazno usklajenih obremenitvah je mogoče uporabiti kriterij Sinesa, Crosslanda ali Dang Vana. Pri kombinirani fazno neusklajeni obremenitvi se na seznam možnih kriterijev doda še Lujev kriterij. Ko sta izračunani obe konstanti za izbrani kriterij utrujanja, je mogoče izrisati ustrezno linijo za ta kriterij na diagramu. Ta linija ustreza določenemu številu ciklov.

Pristop je uporaben za enostavne in za kombinirane obremenitve (upogib in nateg, torzija in nateg), bodisi fazno usklajene ali neusklajene. Če je obremenitev fazno neusklajena, se uporabi Lujeva metoda za dokaz uporabnosti metode in upoštevanje vpliva fazno neusklajene obremenitve. Integracija preostalih napetosti v izračun mora biti postopna in jo je mogoče razdeliti na več faz. Z dvodimenzionalno MKE smo modelirali popuščanje preostalih napetosti in vpliv različnih dejavnikov. Podan je predlog kriterija za ugotavljanje stabilnosti preostalih napetosti kot funkcije cikličnih značilnosti materiala. Namen druge metode je napovedovanje varnostnih koeficientov konstrukcije za določeno utrujenostno trajnostno dobo za namene izboljšanja zmogljivosti. Uporabili smo enake preizkušance z zarezo kot pri napovedovanju utrujenostne trajnostne dobe. V tem delu je uporabljen samo Crosslandov kriterij. V kombinaciji z drugimi orodji, ki smo jih razvili, lahko optimiziramo komponente in mehanske sisteme. Za dano življenjsko dobo določenega materiala pri določenih obremenitvah lahko z modeliranjem ugotovljamo, ali so potrebne predobremenitve. S kartiranjem varnostnih koeficientov za določeno utrujenostno trajnostno dobo lahko napovemo območja z največjim tveganjem, ki jih je treba ustrezno spremeniti v fazi snovanja in proizvodnje. Ugotovili smo (Sl. 10), da je utrujenostna trajnostna doba najmanjša v področjih z visoko koncentracijo napetosti. Integriranih je bilo več dejavnikov, ki obsegajo optimizacijo mehanskih sistemov, modeliranje nelinearnih sistemov, eksperimentalne meritve, obdelavo površin ter raziskave novih materialov in novih proizvodnih procesov. Razvita je bila posebna metoda reševanja, zasnovana na več konceptih, ki kaže, da je konstrukcijski problem možno izraziti kot problem optimizacije. Na ta način je mogoče ustvariti računsko kodo za nelinearno optimizacijo z mešanimi spremenljivkami. Te koncepte je mogoče uporabiti za optimizacijo geometrije dela po kriterijih kot so stroški, vzdržljivost in življenjska doba. Mehanski sistemi so v trenutno razpoložljivi programski opremi predstavljeni kot vsota njihovih posameznih komponent. Takšna predstavitev pa uporabnikom ne omogoča enostavnega snovanja mehanskih sistemov. V trenutnih sistemih za CAD so izpuščeni tudi nekateri osnovni pojmi. Zato predlagamo, da se tem orodjem doda več modulov za modeliranje in optimizacijo.

©2011 Strojniški vestnik. Vse pravice pridržane.

Ključne besede: večosna utrujenostna trajnostna doba, integrirano snovanje, metoda končnih elementov, kriteriji utrujanja, dovoljene preostale napetosti, varnostni koeficient