

Teoretična in eksperimentalna študija trajne dinamične trdnosti kompozitnega materiala steklo/epoksi v platnovi vezavi

Ali Movaghghar* – Gennady Ivanovich Lvov

Državna politehnika v Harkovu, Fakulteta za strojništvo, Ukrajina

Z naraščajočo uporabo kompozitnih materialov je vse večja tudi potreba po poznavanju njihovega obnašanja pri utrujanju. Namen tega članka je predstavitev energijskega modela za napovedovanje trajne dinamične trdnosti in vrednotenje poškodb kompozitnih materialov. Izvedena je bila tudi eksperimentalna študija za razvoj in preverjanje teoretičnega modela napredovanja poškodb.

Energijski model na osnovi konceptov mehanike poškodb v kontinuumu (CDM) in principov termodinamike omogoča napovedovanje trajne dinamične trdnosti z upoštevanjem glavnih smeri napetostnega tenzorja glede na ravnine elastične simetrije materiala. Pri materialih s šibko odvisnostjo utrujenostnih lastnosti od smeri napetosti se vedno uporablja izotropni poškodbeni model. V tem delu je uporabljena predpostavka, da je hitrost akumulacije poškodb pri izotropnih poškodbah kompozitnega materiala odvisna od maksimalne vrednosti specifične energije elastičnih deformacij na cikel W^e , parametra cikla R in ravni poškodb D . Naslednja predpostavka je bila, da obstaja povezava med maksimalno vrednostjo specifične energije elastičnih deformacij na obremenitveni cikel in hitrostjo rasti poškodb.

Za praktično uporabo predlaganega modela je bilo treba identificirati neznane parametre modela. Zato je bila opravljena vrsta preizkusov utrujanja na 10-plastnem kompozitnem laminatu iz steklene tkanine, impregnirane z epoksi-fenolno smolo. Vzorci za preizkuse utrujanja so bili odrezani v smeri osnovne in votkovne niti. Za določitev ravninskega vzdolžnega elastičnega modula različnih preizkušancev je bila uporabljena tehnika resonančne frekvence. Vsi preizkusi utrujanja so bili opravljeni pri različnih konstantnih amplitudah deformacij pri sobni temperaturi, razmerje med spodnjo in zgornjo mejo obremenitve je bilo $R = -1$. Za vrednotenje in ocenjevanje napetosti je bila uporabljena analiza po metodi končnih elementov s programskim paketom ANSYS 11.

Eksperimentalni rezultati utrujenostnih preizkusov so bili obdelani po metodi najmanjših kvadratov za določitev neznanih parametrov predlaganega modela. Po določitvi neznanih parametrov modela je bila izrisana krivulja teoretične trajne dinamične trdnosti v smeri osnovne in votkovne niti. Izkazalo se je, da se teoretične krivulje trajne dinamične trdnosti dobro ujemajo z eksperimentalnimi podatki. Možno je modeliranje razvoja skalarne parametra poškodbe v ustreznih smereh.

V članku je prikazana metoda praktičnega reševanja pomembnega problema določanja trajne dinamične trdnosti kompozitnih materialov. Predlagan je teoretični model razvoja poškodb v kompozitnih materialih. Teoretične odvisnosti, pridobljene s pomočjo modela in rezultatov eksperimentov, so uporabne za analizo utrujanja tehničnih konstrukcij.

Ključne besede: kompozitni materiali, utrujanje, mehanika poškodb, lom, modeliranje po metodi končnih elementov, mehanske lastnosti, razvoj poškodb