

Primerjava med singularnimi polji na vmesniškem prostem robu in na konici razpoke v elastičnem – idealno plastičnem materialu

Liviu Marsavina^{1,*}, Andrew D. Nurse²

¹ Oddelek za trdnost materialov, Politehnična univerza v Temišvaru, Romunia

² Wolfsonova šola za strojništvo in proizvodni inženiring, Univerza Loughborough, Združeno kraljestvo

Namen članka je poiskati podobnosti med singularnimi polji na vmesniškem prostem robu in na konici razpoke v elastičnem – idealno plastičnem materialu.

Obravnavane geometrije so idealizirani izotropni elastični – idealno plastični materiali, prilepljeni na tog elastičen substrat. Rešitve osnovnih enačb ravnotežja in združljivosti daje numerična metoda Runge-Kutta četrtega reda. Za primerjavo stanja na vmesniškem prostem robu in konici razpoke so izrisana asimptotična polja za polarne napetosti in deviatorske komponente elastične napetosti.

Problem je za pridobivanje asimptotične rešitve formuliran s pomočjo napetosti $\tilde{\sigma}^{(0)}$ in premikov $u^{(0)}$, ki jih vstavimo v vodilne enačbe za ravnotežje, združljivost in napetostno-deformacijsko značilnico. Za elastičen – idealno plastičen material je bila s programsko opremo Mathcad pridobljena rešitev Runge-Kutta četrtega reda. Za določitev singularnosti napetosti so za nelinearni problem lastnih vrednosti in nadaljnjih porazdelitev napetosti in premikov, ki zadoščajo vodilnim enačbam in uveljavljenim robnim pogojem, je bila uporabljena iteracijska shema. Asimptotična rešitev je bila preverjena z visoko osredotočeno analizo po metodi končnih elementov so programsko opremo Lusas. Robni pogoji so bili definirani kot premiki, ki ustrezajo elastični rešitvi za modelni polmer $R = 5$ mm, in za idealen lepljeni spoj s togim substratom.

Polje plastične zdrsne je bilo sestavljeno po delih za elastično – idealno plastično obnašanje na vmesniškem prostem robu in primerjano z rešitvijo za vmesniško konico razpoke za Zvrst 1. Primerjava rešitev napetostnega polja na vmesniškem prostem robu in ob konici z elastičnim delom med $90^\circ \leq \theta \leq 180^\circ$ pokaže, da ni mogoče razlikovati med normaliziranimi deviatorskima napetostnima poljema v območju $0^\circ \leq \theta \leq 45^\circ$ za obe geometriji. Iz tega sledi možen zaključek, da ob iniciaciji vmesniške razpoke na spoju s prostim robom ni potrebna sprememba strukture asimptotičnega deviatorskega napetostnega polja, ki je gonilo mnogih vrst napredovanja razpok.

Članek skuša dati prispevek k razumevanju faz nastanka škode pri iniciaciji in napredovanju razpok pri spojih s prostimi robovi. Za določitev patološke povezave med iniciacijo razpoke na vmesniškem prostem robu in rastjo vmesniške razpoke je bila opravljena neposredna primerjava obeh polj.

Ko je dosežena raven meje plastičnosti, je v območju vmesniškega prostega roba psevdokonica razpoke, ki ima enako asimptotično polje za deviatorske napetosti kot za vmesniško razpoko. Podobnost se konča pri $\theta = 45^\circ$, kjer deli zdrsne za spoj preidejo iz centrirane pahljače v konstantno stanje. Pri razpoki se to zgodi približno pri 60° .

©2011 Strojniški vestnik. Vse pravice pridržane.

Ključne besede: vmesniški spoj s prostim robom, konica razpoke, singularno polje, elastično – idealno plastično