

POSTUPNÝ VÝPOČET POŠKODENIA Z PRIEBEŽNÉHO SLEDOVANIA DEFORMÁCIE

Ing. Pavol Föleky, CSc., Ing. Ján Prohácka, CSc.,

Ústav materiálov a mechaniky strojov, SAV.

Februárového víťazstva 75, 836 06 Bratislava

Úvod

Metóda tečúceho dažďa je známou metódou na spracovanie náhodného procesu tak, že berie do úvahy len uzavreté hysterézne slučky zaťažovaného materiálu. Pribeh zaťažovacieho procesu, napríklad amplitúdy pomernej deformácie získame z uzavretého (ukončeného) bloku, s konečným počtom extrémov.

Modifikovanou metódou tečúceho dažďa je možné postupne vyhodnotiť amplitúdy pomernej deformácie procesu a vypočítať ich podiel na poškodení po zistení príslušnej amplitúdy a strednej hodnoty (rozskaitu) náhradného harmonického cyklu. Nie je potrebné vyhodnotiť konečný úsek procesu na získanie počtu amplitúd a príslušných stredných hodnôt ešte pred vstupom do hypotézy pre odhad životnosti.

Modifikovaná metóda tečúceho dažďa

Predkladanú modifikovanú metódu tečúceho dažďa použijeme za predpokladu, že analógový priebeh procesu navzorkujeme a pri zistení extrému začne vyhodnocovanie uvedenou metódou nasledovne.

Dynamický rozsah procesu rozdelíme na zvolený počet intervalov (obyčajne nepárny). Intervaly sú pre hodnoty extrémov (bodov) zdola otvorené. Skutočná hodnota bodu sa nahrá-

dza strednou hodnotou intervalu do ktorého extrém zapadne. Vzniká tým určitá chyba, ktorej veľkosť je závislá na počte intervalov [1]. Počet intervalov volíme v závislosti na výpočtovej technike, ktorá je k dispozícii, obyčajne 31 - 49. Na začiatku spracovania sa odporúča zosilniť proces tak, aby sa využil celý rozsah analógovo - digitálneho prevodníka. Pomocou mierkovacieho koeficientu zmeníme bezrozmerné hodnoty diskretných bodov z intervalu 1 strojovej jednotky na priebeh ekutočnej fyzikálnej veličiny. Určenie rozkmitov vyplýva z predstavy stekania dažďa po streche, ktorú tvorí časová následnosť lokálnych extrémov procesu v zmysle pôvodnej metódy podľa [1,2]. Započítame kladné rozkmity - polcykly, ktoré napríklad pri vytváraní ekvivalentného zaťažovacieho procesu nahradíme celými harmonickými cyklami. Pri spracovaní procesu sa uvažujú len kladné rozkmity, lebo pri dostatočne dlhej realizácii sa kladné a záporné polcykly svojím počtom vyrovnajú a spoja sa do celých harmonických cyklov. Každý, teda aj posledný, pretečenie vznikajúci kladný rozkmit sa zaráta po nasledovnom lokálnom minime, bez ohľadu na jeho hodnotu, s predpokladom uzavretia hysteréznej slučky. Po započítaní kladného rozkmitu zväčší sa počet harmonických cyklov, ktoré sú dané amplitúdami a príslušnými strednými hodnotami. Keď zaráčime hypotézu kumulácie poškodenia po každom prebehnutí kladného rozkmitu (amplitúdy so strednou hodnotou), je algoritmus vhodný na priebežné monitorovanie kumulácie poškodenia [3].

Zarátavanie kladných rozkmitov podľa algoritmu uvedeného v tab. 1 sa uskutočňuje rovnobežne s diagonálou v dvojrozmernom poli o počte riadkov a stĺpcov rovnou zvolenému

počtu intervalov. Lokálne minimum určuje číslo riadku v prvom stĺpci a nasledujúce lokálne minimum určuje číslo riadku v stĺpci udávanom prepínačom. Medzi týmito bodmi sa zmení pôvodný stav poľa pripočítania 1. Prepínač je vlastne jedno-rozmerné pole, v ktorom sa uchová väzba následných rozkmitov.

Zväčšením dvojrozmerného poľa tak, že bude mať počet riadkov a stĺpcov o jeden väčší než počet intervalov rozdelenia procesu, diagonálu využijeme ako os medzi dvomi polovicami poľa. Pri zarátavaní kladných rozkmitov sa využíva len naddiagonálna časť (ND) dvojrozmerného poľa. Druhá polovica, teda poddiagonálna časť (PD) slúži na uchovanie stavu ND časti po predchádzajúcom kroku. Tak sa umožní kontinuálne monitorovanie kumulácie poškodenia po prebehnutí každého jedného kladného rozkmitu. Algoritmus uvedeného postupu je zřejmý z tab. 1.

Závěrečné diskusia

Veľkosť poškodenia od každej novej amplitúdy pomernej deformácie je rádové $10^{-8} \div 10^{-12}$. Aby sme odstránili prácu s veľmi malými poškodeniami, je napríklad možné z vyhodnotenia odstrániť amplitúdy napätia (deformácie), ktoré sú pod určitou dohodnutou hodnotou (napríklad sú menšie ako zvolený násobok medze únavy). Je tiež možné zanedbať malé amplitúdy - rozkmity už v dvojrozmernej matici.

Výsledky poškodenia získané spracovaním pomocou metódy tečúceho dažďa a jej modifikáciou pri použití lineárnej hypotézy sú zhodné [3].

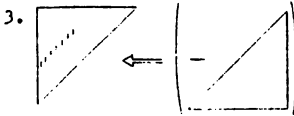
Uvedený postup spracovania procesu a sledovania poškodenia je vhodný pre pomalé deje v reálnom čase. Pripustná

Tab. 1 Algoritmus priebežného monitorovania kumulácie poškodenia

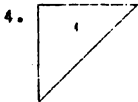
1. Vynulovanie celého poľa



Do ND časti sa zarátava kladný rozkmit

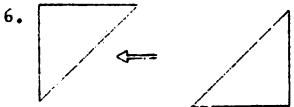


Z ND časti odčítame PD časť preklopením jej zápornej hodnoty okolo diagonály do ND časti a sčítaním s ňou

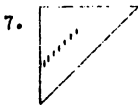


Vyhodnotíme ND časť t.j. určíme počet, amplitúdy a stredné hodnoty harmonických cyklov, ktoré odpovedajú zarátanému kladnému rozkmitu

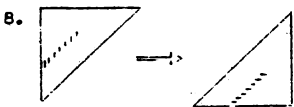
5. Dosadením získaného počtu amplitúd a stredných hodnôt do hypotézy kumulácie poškodenia určíme veľkosť poškodenia



Po nulovaní len ND časti, prepamätáme do nej PD časť a dostaneme tak stav, aký v nej bol pred zarátavaním predošlého rozkmitu



Do ND časti sa znovu zaráta predošlý kladný rozkmit, to znamená, že zopakujeme krok 2.



ND časť jednoduchým preklopením okolo diagonály sa prepamätá do PD časti

9. Prechodom na ďalší kladný rozkmit zopakuje sa postup od bodu 2, až kým nedôjdeme na koniec danej realizácie, alebo kým kumulácia poškodenia nás neupozorní na splnenie podmienky pre ukončenie priebehu zatažovania.

rýchlosť zariaden, horná medzná frekvencia procesu je závislá od operačnej rýchlosti použitého počítača v monitorovacom obvode.

Literatúra

- [1] RICHARDS, F.D. -LaPOINTE, N.R., -WETZEL, R.M.: A cycle counting algorithm for fatigue damage analysis. SAE Paper 740278, 1974.
- [2] FOLEKY, P.: Algoritmy schematizačných metód. Správa N 89 3103, ÚMMS SAV Bratislava, marec 1989.
- [3] FOLEKY, P. -PROHÁČKA, J.: Výpočtový systém pre odhad únavového poškodenia. Správa N 88 3104, ÚMMS SAV Bratislava, december 1988.