

Ing. Vladimír H a v l í č e k

Ing. Josef K o l á ř

Výzkumný ústav Motorových lokomotiv, ČKD Praha

Využití systému ADT 7300 pro výpočtový odhad ukazatelů spolehlivosti.

1. Úvod

Článek podává pouze velmi stručnou informaci o výstavbě výpočtového systému pro predikci ukazatelů spolehlivosti únavově namáhaných konstrukcí ve VÚML ČKD Praha. Ukázky praktických aplikací s tímto systémem budou předneseny na konferenci.

2. Cíl práce.

Hlavním cílem práce bylo vytvoření a praktická realizace výpočetního modelu s jehož pomocí bude možné provádět výpočtový odhad ukazatelů spolehlivosti rutinním způsobem.

3. Metoda a postup řešení.

Pro teoretické řešení zadané úlohy s přímou návazností na jeho realizaci v konstrukční praxi bylo formulováno pět dílčích úloh:

- 1) vytvořit výpočtový model pro kvantitativní popis procesu kumulace únavového poškození
- 2) provést rozbor podmínky dosažení mezního stavu a jí odpovídajících ukazatelů spolehlivosti
- 3) vytvořit výpočtový model pro stanovení ukazatelů spolehlivosti
- 4) realizovat vytvořené výpočtové modely formou na sebe navazujících výpočetních programů
- 5) ověřit vytvořený soubor výpočetních programů při určování ukazatelů spolehlivosti konkrétních strojních součástí.

Z uvedeného postupu je patrné, že řešení předloženého problému spočívá v syntéze soudobých poznatků z teorie únavy kovových materiálů, teorie mezních stavů a obecné teorie spolehlivosti. Řešená syntéza je v obecné formulaci interpretována vývojovým diagramem na obr.1. Její provedení vede k prohloubení koncepce v modernizaci inženýrských výpočtů podle spolehlivostních hledisek z předem zadáných požadavků. Myšlenkový a metodologický algoritmus syntézy musí být nakonec realizován ve formě výpočetních programů.

3.1 Výpočtový model pro kvantitativní popis procesu kumulace únavového poškození.

Kvantitativní popis procesu kumulace únavového poškození vychází z hypotéz založených na fenomenologickém výkladu tohoto procesu. Kromě hypotéz vycházejících z napětové odezvy a schematizací jejího průběhu jsou do vytvořeného výpočtového modelu dále zahrnuty hypotézy vycházející z napětové odezvy materiálu a jejích statistických charakteristik a hypotézy vycházející z cyklické deformační odezvy materiálu.

Konkrétní realizací diskutovaného výpočetního modelu je soubor výpočtových programů, který umožňuje:

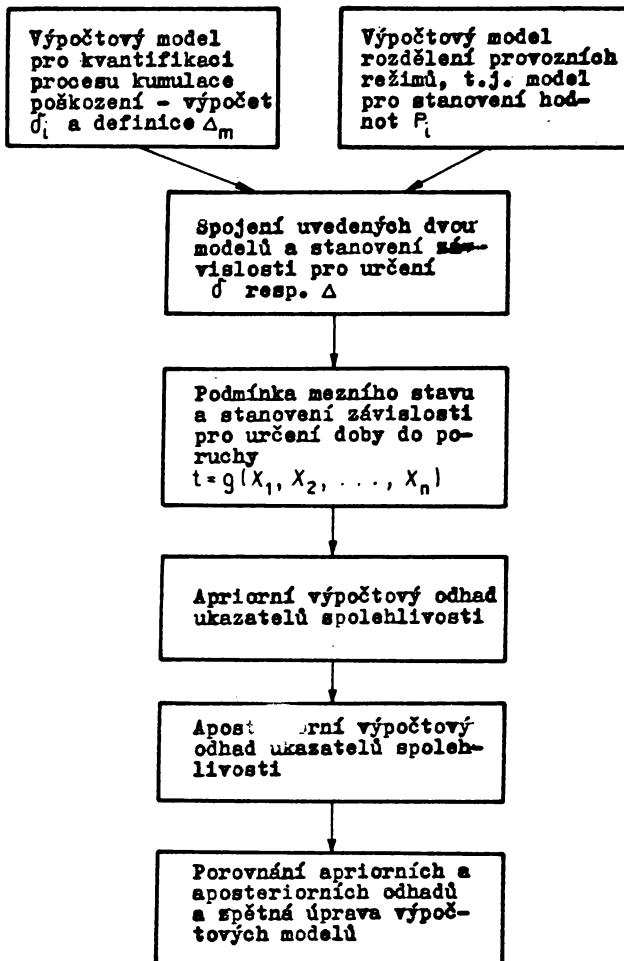
a) získat informace o procesu namáhání exponovaných míst strojních konstrukcí pro vybrané modifikace použitých hypotéz

b) provést pro kteroukoliv z těchto modifikací výpočet stupně únavového poškození pro různé provozní režimy posuzovaných strojních konstrukcí.

Stručný popis těchto programů je uveden v příspěvku Ing. Sixty a Ing. Rusa.

3.2 Rozbor podmínky dosažení mezního stavu.

Podmínka dosažení skutečného mezního stavu je při použití fenomenologického modelu procesu kumulace únavového poškození nahrazena formulací podmínky mezního stavu výpočtového. K únavové poruše dojde podle této podmínky tehdy, když hodnota nakumulovaného poškození dosáhne hodnoty po-



Obr. 1 - Vývojový diagram výpočtového odhadu ukazatelů spolehlivosti

škození mezního, jehož definice je nedílnou součástí hypotézy. Na základě podmínky mezního stavu se pro zvolený typ hypotézy kumulace únavového poškození odvodí vztah pro vyjádření doby do poruchy. Z něho se vychází při určování funkce hustoty pravděpodobnosti poruchy. Pomocí ní se určí i všechny ostatní časově závislé ukazatele spolehlivosti vyšetřovaných částí konstrukce. Podrobný rozbor podmínky mezního stavu a postupu stanovení funkce hustoty pravděpodobnosti je uveden v /1/ kde jsou uvedeny i použité literární prameny.

3.3 Výpočtový model pro stanovení ukazatelů spolehlivosti.

Úkolem výpočtového modelu pro stanovení ukazatelů spolehlivosti bylo vytvoření výpočetního postupu a výpočetních programů, jejichž trvalé používání povede k definitivnímu rutinnímu provádění odhadů daných ukazatelů.

Při stanovení funkce hustoty pravděpodobnosti poruchy se postupuje takto:

V případě kdy transformační vztah $t_L = g(X_1, X_2, \dots, X_n)$ má jednoduchý tvar, počet nezávisle proměnných je malý a funkce jejich hustoty pravděpodobnosti jsou jednoduché, funkce $f_t(\tau)$ se stanoví analyticky.

Ve složitějších případech se použije ke stanovení $f_t(\tau)$ statistického modelování ve formě tzv. přímých simulací. Postup aplikace metody přímých simulací pro určení $f_t(\tau)$ zahrnuje tyto kroky

- vlastní simulační procedura pro získání výběrového souboru dob do poruchy, která vychází ze statistického popisu vstupních veličin, které dobu do poruchy ovlivňují
- roztřídění výběrového souboru do tříd
- výpočet zhušťujících charakteristik
- odhad nejvhodnějšího statistického modelu na základě výběrového souboru a odhadu parametrů tohoto modelu.

Uvedený postup je převeden do formy výpočetního programu, který umožňuje rychlé a efektivní stanovení typu a parametrů funkce hustoty pravděpodobnosti poruchy, na jejímž základě jsou pak odvozeny i ostatní ukazatele

spolehlivosti /1/.

Závěr.

Celkově je možné shrnout, že vytvořený výpočetní systém podstatně rozšiřuje možnosti praktického provádění výpočtových odhadů ukazatelů spolehlivosti, které se v brzké době stanou jedním z rozhodujících kritérií při posuzování celkové jakosti a užité hodnoty výrobku.

/1/ Kolář, J.: Nový výpočetní model pro predikci ukazatelů spolehlivosti dynamicky namáhaných strojních konstrukcí.

Kandidátská disertační práce. ČVUT Praha,
1980.