

TECHNICKÁ UNIVERZITA v KOŠICIACH
STROJNÍCKA FAKULTA
ÚSTAV KONŠTRUKCIE STROJOV A ZARIADENÍ
KATEDRA KONŠTRUOVANIA, DOPRAVY A LOGISTIKY



Tatranská Lomnica 29. - 30. apríl 2004

OBSAH

Peter Bigoš, Juraj Ritók, František Trebuňa, Je potrebná kontrola času útlmu hlavného nosníka mostového žeriava?	5
Juraj Ritók, Peter Bocko On-line sledovanie únavovej životnosti oceľových konštrukcií	25
Peter Bigoš, Peter Bocko Metódy pre výpočet únavovej životnosti konštrukcií.....	32
Peter Bocko Využitie MBS pri výpočte únavovej životnosti konštrukcií.....	40
Miroslav Jirù Výpočty častí jeřábù a nosné konstrukce podle harmonizovaných norem EN	47
Juraj Tuhársky Nové riešenie pohonu traktorového lanového systému.....	51
Ján Marko, Miroslav Požgay Špecifická transmisia dopravných systémov pri ťažbe dreva.....	56
Jozef Kuľka, Melichar Kopas, Martin Mantič Otočná kladnica	64
František Lacko Analýza možností využitia veže stavebného žeriava s neotočnou vežou	69
Vratislav Rudický Automatizovaný mostový drapákový jeřáb	76
Marián Ivanov Mazanie oceľových lán	78
Milan Mikleš, Ján Holík Silová a momentová analýza hydromanipulátorov používaných v lesnej prevádzke	84
Karol Kubin, Tibor Bugár Návrh ekologickej žeriavovej kabíny.....	89
Béla Illés, János Németh Untersuchung der Biegeschwingungen an Stützpfählen für Schwebefähnen mit Sitzen	96
Martin Chovanec, Mikuláš Monoši Viackriteriálna optimalizácia tvaru a rozmerov veľkorozmerných stavebných strojov	102
Milan Zloch Otáčení lisovacích nástrojů pomocí jedno a dvouložiskových väzacích bodù	109
Leopold Hrabovský Pásový dopravník s podvěsným pásem.....	115

<i>János Németh</i>	
Eigenheiten des Ziehstärkediagramms von Zugseilen bei Personenseilbahnen	121
<i>Imrich Kiss, Eduard Kastelovič</i>	
K informačným tokom v prepravných procesoch	130
<i>János Németh</i>	
Hajtás- és feszítés elhelyezésének optimalizálása személyszállító kötélpályák esetén	144
Lektorovali	152

ON LINE SLEDOVANIE ÚNAVOVEJ ŽIVOTNOSTI OCEĽOVÝCH KONŠTRUKCIÍ

*Juraj Ritók, Peter Bocko*¹

1. ÚVOD

Analýza únavovej životnosti sa využíva pri určovaní doby do poruchy pri pôsobení prevádzkového zaťaženia. Na životnosť konštrukcií vplýva niekoľko faktorov, z ktorých najdôležitejšie sú únava, preťaženie, korózia, opotrebovanie, tečenie, atď. Dominantným faktorom spôsobujúcim porušenie je únava. Až 90% všetkých konštrukcií sa poruší vplyvom pôsobenia únavy.

Kritickým vstupom pre hodnotenie životnosti oceľových konštrukcií je história prevádzkového zaťaženia, ktorá je zvyčajne definovaná rainflow maticou. Môže byť ziskaná experimentálne alebo odhadom, napríklad s použitím MSS (mechanism system simulation / simulácia mechanických systémov). Ďalšími vstupmi sú materiálové vlastnosti (S-N a E-N krivky), povrchové spracovanie, vplyv koncentrátorov napäti a pomerných deformácií. Príspevok popisuje on-line spracovanie prevádzkového zaťaženia z dlhodobého tenzometrického merania. Dlhodobé sledovanie je dôležité pre určovanie zvyškovej životnosti, pretože umožňuje monitorovanie konštrukcie počas celej doby prevádzky, takže máme presné informácie o účinkoch jednotlivých zaťažení. [1] [2]

2. SPRACOVANIE DÁT

On-line spracovanie dát dlhodobého merania je dôležité z niekoľkých dôvodov. Hlavným je množstvo nameraných dát ktoré môže byť radikálne znížené dekompozíciou

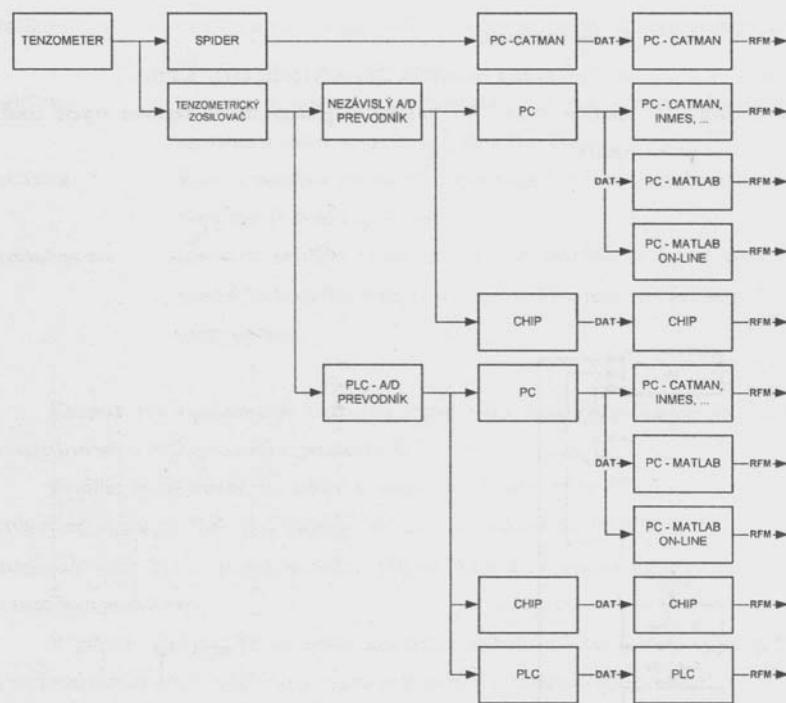
¹ Ing. Juraj Ritók, PhD., Ing. Peter Bocko, Technická univerzita v Košiciach, Strojnícka fakulta, Katedra konštruuovania, dopravy a logistiky, Letná 9, 040 01 Košice, Tel.: +421 55 602 2507, e-mail: juraj.ritok@tuke.sk, pbocko@szm.sk

s použitím rôznych metód (napríklad rainflow). Okrem toho je pri použití štandardnej metódy potrebná tenzometrická aparátura a PC počas celej doby prevádzky.

Príklad: 240 dní (1 rok) x 8 hodín (1 smena/deň) x 60 minút x 60 sekúnd x 10 Hz → 69 120 000 hodnôt napäť a pomerných deformácií → viac ako 650 MB miesta na disku.

Rainflow matica môže byť použitá ako vstup pre množstvo komerčných programov umožňujúcich výpočet únavovej životnosti alebo môže byť transformovaná na zaťažovacie bloky. Získaná rainflow matica je dvojparametrická, takže obsahuje aj strednú hodnotu napäť alebo pomerných deformácií. Nižšie popísaná metóda bola primárne navrhnutá pre mostové žeriavy, ale môže byť použitá pre všetky typy oceľových konštrukcií. S prihliadnutím na to bola testovaná na laboratórnom mostovom žeriave ovládanom pomocou PLC (Program Logic Control). [3]

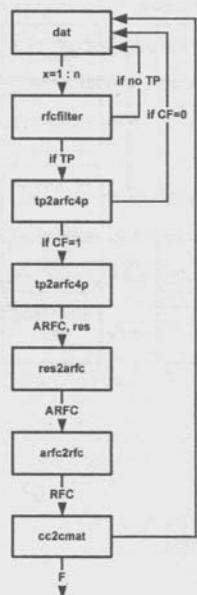
Obrázok 1 zobrazuje hlavné alternatívy pre merací reťazec. Ekonomicky najvhodnejšia je integrácia s PLC alebo použitie nezávislého čipu. Obidva koncepty vyžadujú špeciálny program pre spracovanie dát, ktorý je odlišný od programu popísaného ďalej, má však rovnaký algoritmus.



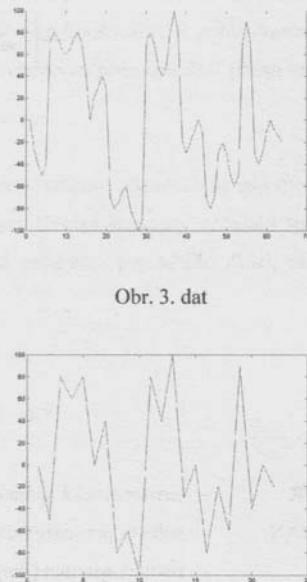
Obr. 1. merací reťazec

- | | |
|--------|---|
| SPIDER | - tenzometrická aparátura, |
| CATMAN | - softvér pre tenzometrickú aparáturu SPIDER, |
| PLC | - riadiaci automat (Program Logic Control), |
| CHIP | - nezávislý čip s pamäťou, |
|
 | |
| dat | - vstupný signál (tenzometrická aparátura), |
| TP | - lokálne maximum alebo minimum (turning points), |
| CF | - označenie nájdeného cyklu (cycle found), |
| RFC | - rainflow cyklus (rainflow cycles), |
| ARFC | - asymetrický RFC s alebo bez zvyšku (asymmetric RFC without residual or with residual included), |

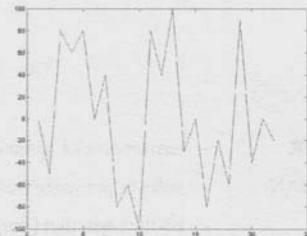
- res - zvyšok (residual),
 F (cmat) - rainflow matica vo formáte min-max (cycle count matrix),
 Frm (rmccmat) - rainflow matica vo formáte amplitúda-stredná hodnota (cycle count matrix),



Obr. 2. on-line výpočtová metóda



Obr. 3. dat



Obr. 4. TP

- rfcfilter - filtrácia signálu (rainflow filter of signal),
 tp2arf4p - výpočet asymetrickej rainflow matice z lokálnych extrémov /4 body/ a zvyšku (calculates asymmetric rainflow cycles from turning points /4-point/ and residual),

res2arf	- výpočet asymetrickej rainflow matice zo zvyšku (calculates asymmetric rainflow cycles for a residual),
arf2rfc	- konverzia asymetrickej rainflow matice na maticu symetrickú (converts asymmetric rainflow cycles to symmetric rainflow cycles),
cc2cmat	- výpočet rainflow matice zo započítaných cyklov (calculates the cycle count matrix from a cycle count),
cmat2rmemat	- konverzia rainflow matice z min-max formátu na format amplitúda-stredná hodnota (converts a cycle matrix from min-max format to Range-Mean format).

Vstupom pre algoritmus je analogový signál z tenzometrického zosilovača, ktorý je diskretizovaný v A/D prevodníku (premenná x).

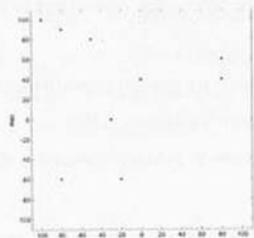
Rfcfilter je navrhnutý pre filtráciu vstupného signálu, ktorý je konvertovaný na TP (filtrovaný signál y). Dôležitou súčasťou rfc filtra je hodnota rainflow filtra, ktorá ignoruje amplitúdy nižšie ako nastavená hodnota h. Príklad: Ak $h=5 \rightarrow$ program odstráni všetky cykly s rozsahom nižším ako 5.

V prípade nájdenia TP je aktivovaný príkaz tp2arf4p a po nájdení cyklu (CF) je vytvorená matica ARFC a res. Nový cyklus je priradený k predchádzajúcej matici.

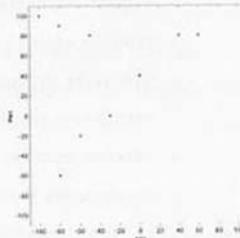
Program res2arf transformuje res na ARFC. Táto matica je pridaná k predchádzajúcej ARFC matici z tp2arf4p.

Ďalším krokom je transformácia ARFC na symetrickú RFC, kde sú všetky dátá pod diagonálou rovné nule.

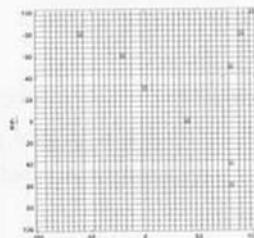
V závere je RFC diskretizovaná s použitím programu cc2cmat na maticu vo forme min-max (cmat). Táto matica môže byť transformovaná do tvaru amplitúda-stredná hodnota s použitím cmat2rmemat. [4]



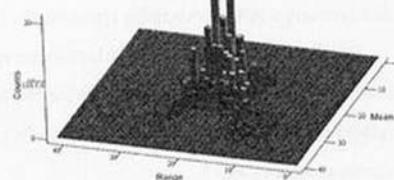
Obr. 5. ARFC (vrátane zvyšku)



Obr. 6. RFC (vrátane zvyšku)

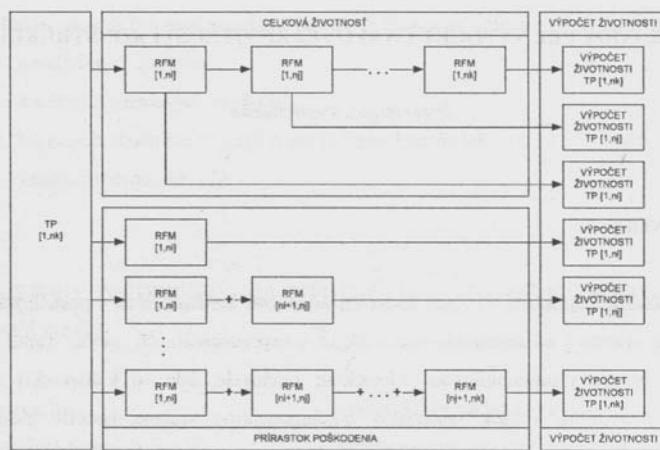


Obr. 7. cmat



Obr. 8. rmemat from long-run signal

Obrázok 9 zobrazuje alternatívy pre výpočet únavovej životnosti. Najlepším riešením je kumulácia čiastkových rainflow matic, ktorá dáva v každom okamihu maticu odpovedajúcu celkovej životnosti. Druhá metóda dáva len čiastkové matice medzi dvoma kontrolami (odčítanie hodnôt). Zvyšková životnosť môže byť odhadovaná komerčnými alebo špeciálne navrhnutými programami.



Obr. 9. Prístupy výpočtu únavovej životnosti

3. ZÁVER

Najoptimálnejšou koncepciou najmä s pohľadu zákazníka je on-line predpovedanie životnosti s použitím integrovaného zariadenia ktoré obsahuje všetky časti popísané vyššie. Môže byť navrhnuté ako nezávislý systém ktorý zobrazuje priamo hodnotu zvyškovej životnosti. Jednoduchším z hľadiska návrhu je variant bez posledného kroku. V tomto prípade získavame len rainflow maticu a vyhodnotenie musí byť vykonané nezávislým programom.

4. POUŽITÁ LITERATÚRA

- [1] Bigoš, P., Pidany, J.: Prevádzková spoľahlivosť. ALFA, Bratislava 1987
- [2] Bigoš, P., Trebuňa, F., Kastelovič, E., Ritók, J., Faltinová, E.: Zvýšenie nosnosti ľažkých mostových žeriavov na základe tenzometrického merania a teórie kumulácie únavového poškodenia. In: EAN 94, Sborník přednášek, Janov n. Nisou, 1994. s.22-25.
- [3] Trebuňa, F., Bigoš, P.: Intenzifikácia technickej spôsobilosti ľažkých oceľových konštrukcií. Vienala, Košice 1998
- [4] WAFO – A matlab toolbox for analysis of random waves and loads, Lund University, 2000

ISBN 80-88922-85-2



9 788088 922858

A standard linear barcode representing the ISBN number 80-88922-85-2.