



30th Conference of Experimental Stress Analysis
30. konference o experimentální analýze napětí
2. - 5. 6. 1992 ČVUT Praha Czechoslovakia

APPLICATION OF EXPERIMENTAL STRESS ANALYSIS FOR MINIMIZATION OF STRUCTURE FAILURE

PROSTŘEDKY EXPERIMENTÁLNÍ ANALÝZY NAPĚTÍ A JEJICH VYUŽITÍ K MINIMALIZACI RIZIKA SELHÁNÍ KONSTRUKCE

Holý S.

The article deals with applications of methods and means of experimental stress analysis in classic branches of technology, in biomechanics and on composite materials and outline future role of ESA.

Keywords: experimental stress analysis. Strain gauge. biomechanics, composite materials

Požadavky na racionální výrobu, narůstající všeobecná energetická náročnost a zajišťování požadavků na pohodlný život stále se zvyšující populace vedou k vytváření stále větších zařízení. V nich se akumulují výkony, které v případě poruch a havárií znamenají ohrožení širokého okolí. Bezpečný a spolehlivý provoz těchto velkých, stejně jako menších zařízení při vysoké bezpečnosti je základním požadavkem jak pro jejich návrh, vývoj, výrobu a provoz, případně i likvidaci. Posouzení provozuschopnosti se provádí na základě kvantitativních postupů, spočívajících v měření pro sledovaný proces důležitých veličin. Bohužel tento postup u celé řady případů není dodržován, proces či konstrukce je posuzována kvalitativně, navíc s možností subjektivního přístupu pozorovatele. To přináší nebezpečí překročení mezního stavu a vzniku poruchy. Současně je takový postup v rozporu s požadavkem, starým více než 400 let, který vyslovil Galileo Galilei: "Měřme vše, co je měřitelné a snažme se měřitelným učinit vše, co doposud není." Navíc dnes je po stránce technické možno tomuto požadavku prakticky ve všech případech vyhovět.

Metody i prostředky experimentální analýzy napětí jsou stále platným a účinným prostředkem pro ověření stavu napjatosti, provozních parametrů zbytkové životnosti. Rozvoj a nasazení moderních výpočtových metod znamená omezení některých metod nebo jejich přeměnu. Doplnění měřicí linky o bloky pro zpracování a vyhodnocení měřených signálů na bázi nejprve samostatných zařízení a dnes osobních počítačů se projevilo výrazným pokrokem při průběžné kontrole konstrukcí i technologií. Nejrozšířenější metoda EAN - tenzometrie se stala základem dnes běžných prostředků pro sledování technologií v chemických, energetických a strojnických provozech ve formě převodníků silových a kinematických veličin.

Přesto zůstává doposud celá řada součástí, konstrukcí i procesu bez možnosti průběžného sledování v kvantitativní formě. To může znamenat možnost poruchy. Porucha nosného systému letadla či integrity tlakové nádoby jaderné elektrárny představuje vysoký stupeň nebezpečí a proto nasazení měřicí techniky, a nejen na bázi prostředků EAN, je zaručeno. Ale v celé řadě případů se srovnatelnými následky (v hornictví, geomechanice a pod.) tomu tak není.

Pro predikci poruch důlního díla jsou rozhodující změny napjatosti v okolí důlního díla, které je možno postihnout měřením předpětí v kotevních šroubech, výtuzích a pažení chodeb a přímým měřením složek tenzoru napětí v horninovém masivu. Pro tato měření jsou využity prostředky tenzometrické techniky. Zpracování metoou časových řad dovolu je postihnout rychle tředaže malé či velké plizivé změny napjatosti, které mohou znamenat bližící výraznou změnu napjatosti v horninovém masivu. Navrhované snímače vyhovují podmínkám jiskrové bezpečnosti i důlního prostředí.

V technologických provozech jsou využívány metody EAN hlavně při výzkumech. Přestože zde není ohrožení životů a zdraví ve velkém, možné ekonomické ztráty při poruše či otupení obráběcího nástroje nejsou zanedbatelné. Sledováním amplitudových, frekvenčních a korelačních poměrů můžeme indikovat počátek nepřipustného stavu obráběcího nástroje.

Další důležitou oblastí pro užití metod EAN je určení zbytkové životnosti konstrukcí, provozovaných za nám neznámých podmínek. Výměna těchto konstrukcí znamená vysoké náklady, přitom životnost nemusí být vyčerpána. Experimentální určení napjatosti odpovídající stávajícím provozním podmínkám i mezních stavů vyňatých částí konstrukce dovolu je posouzení bezpečnosti a odhad zbytkové životnosti.

Velká oblast pro nasazení prostředků a metod EAN se otvírá v oblasti kompozitních materiálů, nejen pro jejich směrově výrazné vlastnosti, ale hlavně v důsledku nutného mikromechanického přístupu k řešení globálních otázek porušování kompozitů.

V biomechanice je i nadále počítáno s rozsáhlým uplatněním metod EAN a to jak pro kvantifikování interakce člověka s okolím tak i pro stanovení napjatosti náhrad např. pohybového aparátu. Kvantifikované veličiny neslouží dnes jen základnímu výzkumu, ale v některých případech indikují některé chorobné stavy nejen pohybového aparátu (např. skolioza páteře), ale i vnitřních orgánů (např. změny v rozložení tlaku plosky nohy odpovídají diabetické potíže). Dosažitelnost měřících zařízení, využívajících prostředků EAN, představuje nejen pomoc humánní, ale i vysoký ekonomický přínos včasné léčených pacientů.

Při všech aplikacích prostředků EAN je nutno mít na paměti teoretické základy a dodržení zásad vlastního experimentu. Nástupem výpočetní techniky do řízení vlastního experimentu a při zpracování a vyhodnocení naměřených dat se otevírají možnosti pro nasazení experimentu ve větších měřítkách a na rozsáhlejší objekty a ve složitějších podmínkách. Probíhající vývoj v měřicí technice zasahuje i do systémů užívaných v EAN. To se projevuje od automatizace měření až po inteligentní automatizované expertní systémy, vycházející z prostředků experimentální mechaniky.

Literatura:

- L1 Meyer M.L.: "Contribution of Experimental Stress Analysis to the Safety and Economy of Technical Systems, Strain Analysis Vol. 14, Nr.3, 1979
- L2 Souhrn referátu ve Sborníku provozní spolehlivosti potrubních rozvodů, CHEZA Litvinov, listopad 1991
- L3 Laermann K.H.: The Future Role of Experimental Mechanics under International Aspects, Proceedings of IMEKO TC 15 Conference "Testing Equipments for Experimental Investigations of Mechanical Properties of Materials and Structures", Moscow 1989

- L4 Mádi J.: New Aspects of Monitoring and Control of Machining Processes, Proceedings of Eighth World Congress on the Theory of Machine and Mechanisms, Prasha, 1991, Vol.1
- L5 Mádi J.: Tool Wear and Breakage monitoring in Machining, Proceedings of 3rd IMEKO/GESA Symposium "Risk Minimization by Experimental Mechanics, Duesseldorf 1992
- L6 Baumann W., Krabbe B., Farkas R.: The Application of In-shoe Pressure Distribution Measurements in the Controlled Therapy of Diabetes Patients, ibid
- L7 Holý S.: Použití tenzometrie pro sledování stavu důlního náraží 4. patra dolu Paskov, úvodní studie a projekt převodníků, část 1 a 2, 1991

Doc. Ing. Stanislav Holý, CSc.

ČVUT - fakulta strojní, Technická 4, 166 07 Praha 6

tel. 332 2510 FAX 311 2768