

Z K U Š E N Í Z P R O V O Z U 5

4000 I S R A I

Ing. Jiří Fiala, Jiří Hadr
Výzkumný a zkušební letecký ústav, Praha

ÚVOD

Jednomu ze základních problémů při navrhování leteckých konstrukcí a řešení otázek souvisejících s jejich dimenzováním a dobou života k dosažení optimálních parametrů z hlediska zajištění maximální spolehlivosti a bezpečnosti leteckého provozu patří měření napjatosti.

V současné době stále převládá metoda, která využívá pro měření mechanických napětí různých typů odporových tenzometrických snímačů.

Rozvoj a modernizace mechanických elektrohydraulických systémů pro řízené zatěžování kompletních konstrukcí vyžaduje adekvátní systém pro sledování průběhu degradace zkoušených konstrukcí. Současný trend měření dále vyžaduje, aby bylo snímáno namáhání až na několik tisících místech. Experimenty mají dlouhodobý a nepřetržitý charakter, přičemž je třeba velice rychle identifikovat poruchu kterékoliv partie zkoušené konstrukce.

Těmto požadavkům se přibližuje moderní a koncepční zařízení firmy Vishay Micro-Measurements, system 4000, které je v užívání oddělení Experimentální dynamiky VZLÚ od dubna 1983. Účelem tohoto příspěvku je podat stručnou informaci o ověření některých parametrů zařízení a o zkušenostech získaných z dosavadního provozu.

PŘÍSTROJOVÉ VYBAVENÍ

Vlastní měřicí ústředna je stavebnicová a může obsahovat až 1000 měřených kanálů. Jako snímač lze využít odporových tenzometrů ve všech konfiguracích, tenzometrických snímačů fyzikálních veličin, jako jsou fotoelastické, odporové teploměry, induktivní

snímače aj. Základní koncepce spočívá ve využití jednoduchých stolních kalkulátorů, v našem případě HP-35. Podrobné parametry technické specifikace jsou uvedeny v firemní literatuře.

Po ročním provozu lze konstatovat, že zařízení je velmi operativní a prakticky řeší danou problematiku. Za zvlášť významné považujeme ověření parametrů týkajících se přesnosti, reprodukovatelnosti, rozlišovací schopnosti a provozní spolehlivosti. Některé vlastnosti systému 4000 se jeví pro využití na našem pracovišti jako zvlášť výhodné.

Patří k nim zejména:

- kompenzace počáteční nevyváženosti můstku v rozsahu $+40,000 \mu\text{m/m} + -30,000 \mu\text{m/m}$
- standardní měřicí rozsah $\pm 16,384 \mu\text{m/m}$ při $GF=2$
Tyto vlastnosti umožňují plně využít odporových tenzometrů čs.výroby, které vykazují značný rozptyl nominálních hodnot.
- rozlišovací schopnost $1 \mu\text{m/m}$
Vysoká rozlišovací schopnost umožňuje separaci parazitních signálů, způsobených zvláště vlivem proměnné teploty v makrostruktuře.
- stabilita měřidla během 24 hodin $\pm 3 \mu\text{m/m}$
Dobrá stabilita je zárukou regulérnosti měření během dlouhodobých nepřetržitých experimentů.
- možnost monitorování kteréhokoliv kanálu
Je výhodně využíváno při počáteční kontrole tenzometrů na jednotlivých kanálech. Během experimentu je možno rychle rozhodnout, zda se jedná o závadu měřicího čidla, či jde o mechanickou poruchu konstrukce.
- plně automatické nulování a kalibrace snímačů
Značně urychluje měření s možností stanovení vadných měřicích míst.

nevýhodám Systému 4000 s využitím kalkulátoru HP-85 patří v současné době rychlost snímání. Lze dosáhnout maximální rychlosti 10 vzorků/s. Výrobce však slibuje zvýšení rychlosti přepínání na 25 kanálů/s při použití assembler ROM.

PROGRAMOVÉ VYBAVENÍ

Programové vybavení sestává ze dvou částí. V první řadě je to software dodávaný výrobcem, které umožňuje základní sběr dat. Další část tvoří náš vlastní program, který podle našich speciálních požadavků modifikuje dodávaný software a umožňuje další zpracování výsledků měření.

Základní měřicí program umožňuje tyto činnosti

- výběr tenzometrů, které mají být měřeny, zadání výpočetních konstant a korekcí libovolně pro každý kanál
- kalibraci vybraných tenzometrů; čísla kanálů které nelze zkalibrovat, jsou vypsaná
- měření poměrného prodloužení na jednotlivých zatěžovacích hladinách v základních jednotkách $\mu\text{m/m}$

Nabráním dat do paměti počítače končí spolupráce počítač - ústředna. Dále lze postupovat dvěma způsoby

- u menších souborů je možno vyhodnotit měření okamžitě a výsledky jsou tištěny vestavěnou tepelnou tiskárnou počítače
- u velkých a opakovaných měření je vhodnější nahrát naměřené hodnoty na datovou kazetu nebo disk a vyhodnocení uskutečnit až po ukončení celého měření

Naměřené hodnoty poměrného prodloužení na jednotlivých zatěžovacích hladinách jsou dále zpracovány lineární regresní analýzou. Metodou nejmenších čtverců je získána směrnice přímký a z ní statisticky vyrovnané napětí při 100% zatížení v [MPa] a rozptyl experimentálně zjištěných hodnot. U tenzometrů, kde rozptyl (nebo 95% mez spolehlivosti) nabývá velkých hodnot, lze vykreslit závislosti mechanického

napětí na je zatížení. To umožňuje rozhodnout o regularnosti výsledku měření.

Další programy zajišťují např.:

- vyhodnocování tenzometrických rozet
- pomocí externí tiskárny, která je periferií počítače HP-85, tisknout výsledky souborů měření ve formátu a úpravě, která je obvyklá při vydávání zpráv
- porovnávání jednotlivých měření v historii experimentu podle zavedených kritérií, což umožňuje rychle vytipo-
vat partie konstrukce, kde dochází ke zvýšené degradaci
- sledování a vykreslení grafu závislosti poměrného pro-
loužení ev.napětí v závislosti na čase, čehož je možno
využít i pro záznam pomalého dynamického děje

Mimo periodická měření celého souboru lze okamžitě mě-
vybrané skupiny tenzometrů v exponovaných místech nebo
v oblastech s šířícími se trhlinami, přičemž výsledek je
ihned znám.

Na závěr tohoto krátkého příspěvku je možno uvést, že
systém 4000 umožnil podstatně zvýšit operativnost měření a
tím i zkvalitnit sledování zkoušené konstrukce.
Zavedení systému 4000 na našem pracovišti představuje nejen
inovaci měřicího parku, ale i značný přínos v kvalitě získá-
vaných výsledků a v neposlední řadě i zvýšení efektivnosti
měřicího procesu.