

E xperimentální A nalýza N apětí

2004

NON-STANDARD STRAIN GAUGES USING NETRADIČNÍ APLIKACE ODPOROVÉ TENZOMETRIE

Jan Řezníček¹ a Jitka Řezníčková²

Abstract: We are making use of strain gauges measurements for experimental stress analysis on our Institute of Mechanics Czech Technical University in Prague. Due to rich and long-term practices with strain gauges by typical engineering measurements in elastic range (pipes, chemical reactors, shafts, ...), we decided to use this method in non-standard fields.

Keywords: strain gauge, stress-strain analysis, experimental methods

Klíčová slova: tenzometry, analýza deformací a napětí, experimentální metody

Úvod:

Naše pracoviště - odbor pružnosti a pevnosti Ústavu mechaniky FS ČVUT v Praze - má dlouholeté zkušenosti s aplikací experimentálních metod za různých podmínek. Nejrozšířenější experimentální metodou uplynulých let se na našem pracovišti stala odporová tenzometrie, a to jednak zásluhou bohatých zkušeností řady pracovníků a jednak díky moderním měřicím aparaturám, kterými jsme se postupem času vybavili. Z těchto důvodů se snažíme „nasazovat“ tenzometrii ve většině experimentálních úloh, které řešíme. Tak docházíme kromě rutinních nasazení tenzometrů také k netradičnímu použití.

Měření velkých deformací:

Tato oblast měření bývala dříve doménou speciálních měřicích přípravků resp. extenzometrů. Dnes je zcela běžné měření velkých deformací (přes 10%) prakticky běžnými tenzometry. Většina výrobců kromě standardních tenzometrů se zaručenými měřicími rozsahy do 3% resp. do 5% nabízí i tenzometry s rozsahem do 10% resp. do 20%. Měření v těchto oblastech se tak stává zcela běžné, i když má i svá úskalí. Při těchto velkých deformacích začíná být nezanedbatelný vliv příčné citlivosti používaných tenzometrů. K vyhodnocení je tak třeba znát obě kolmé deformace a získaný signál korigovat příčnou citlivostí. Samostatnou kapitolou je způsob vyhodnocení tenzometrických dat a stanovení složek napětí v měřeném místě. Díky rychlosti výpočetní techniky se tento proces založený většinou na postupných iteracích markantně zkrátí a na výkonných počítačích jej lze zvládnout při quazistatických měřeních prakticky on-line.

¹ Ústav mechaniky - odbor pružnosti a pevnosti, Fakulta strojní, ČVUT v Praze, Technická 4, 166 07 Praha 6, tel.: 224 352 517, fax: 233 322 482, e-mail: jan.reznicek@fs.cvut.cz

² Katedra mechaniky a materiálů, Fakulta dopravní, ČVUT v Praze, Na Florenci 25, 110 00 Praha 1. tel.: 224 890 729, fax: 224 214 605, e-mail: reznickova@fd.cvut.cz

Měření za měnících se teplot:

Dříve bylo prakticky nemyslitelné měřit pomocí čtvrtmostového zapojení děj, při kterém se mění teplota. S moderními „samokompenzačními“ tenzometry se jedná o naprosto běžný postup. Jednak není třeba na součásti hledat nenamáhané místo stejně ohřívané a jednak se ušetří kompenzační tenzometr pro další měření. V případě malých změn teploty tak není třeba výsledky výrazněji upravovat. Pokud je změna teploty větší, je třeba s ní počítat a naměřené hodnoty deformací korigovat. V případech velkých teplotních rozdílů během vlastního měření se jeví jako vhodné „naladění“ tenzometru na teplotní charakteristiku materiálu měřené součásti. Pro takovéto naladění stačí i malý vzorek materiálu, který osadíme tenzometrem a kontrolovaně ohříváme. Při tomto naladění stanovíme vlastně rozdíl mezi skutečným součinitelem lineární teplotní roztažnosti α a součinitelem α_t , na který je kompenzován tenzometr. Přesné měření teploty v místě tenzometru nám umožňují miniaturní platinové teploměry Pt100, které lze bez problémů připojit k tenzometrickým aparaturám. Někteří výrobci dokonce takovýto teploměr přímo integrují do fólie tenzometru, a tak se celá instalace zjednodušuje. Při velkých změnách teploty je třeba kromě rozdílných součinitelů lineární teplotní roztažnosti korigovat nedokonalou linearitu samokompenzace (slušný výrobce tuto nedokonalost prezentuje formou grafu i výpočtové rovnice) a také změnu k -faktoru tenzometru.

Měření na netradičních materiálech:

Tato měření byla vyvolána rozvojem biomedicínského výzkumu na našem pracovišti. Klasické strojařské principy měření jsou aplikovány v určité modifikaci na „živý“ materiál. Jedná se zejména o měření na kostech. Ve všech těchto měřeních je důležitý faktor času. Zkušenosti však ukazují, že běžné odmaštění „živé“ (chápej čerstvé vepřové) kosti vydrží přibližně 15 až 20 minut a za tuto dobu je třeba tenzometr(y) nainstalovat a provést měření. V našem případě se jednalo o stanovení vlastností povrchové vrstvy kosti pomocí běžně známé odvrtávací metody. Vzhledem k jednoznačné časové omezenosti možného měření je třeba upravit i metodiku zpracování dat. Ve fázi měření je vhodné omezit se jen na sběr dat a vlastní vyhodnocení provádět až následně off-line, kdy již čas vykonal své a mastnota pronikající na povrch kosti znehodnotí přilepení tenzometrů. Následné zpracování takto získaných dat má pak svá vlastní specifika, která spočívají ve vlastnostech materiálu kosti.

Závěr:

V dnešní době prakticky padá jedno za druhým omezení, která limitovala použití odporové tenzometrie v některých oblastech experimentální analýzy napětí. Vždy je třeba mít na paměti technické parametry tenzometru a vhodně je začlenit do zpracování měřených dat.

Literatura:

- [1] Kuliš, Z., Řezníček, J.: **Experimentální analýza napětí v oblasti pružno-plastických deformací**,
In: sborník konference EAN 95. Třešť: Čs. společnost pro mechaniku, 1995, s. 153-158.
- [2] Řezníček, J., Valenta, J., Konvičková, S.: **Residual Strain in Cortical Part of Femur**,
In: Journal of Biomechanics. 2001, vol. 34, no. 1, s. 75. ISSN 0021-9290.
- [3] Řezníček, J., Holkup, T.: **Experimental Determination of the CTE using Strain Gauges**,
In: Abstracts of 20th Conference DAS on Experimental Methods in Solid Mechanics. Gyor:
Széchenyi István University of Applied Sciences, 2003, s. 212-213. ISBN 963-9058-20-3.

Tento referát vznikl za podpory Výzkumného záměru MŠMT ČR „Transdisciplinární výzkum v oblasti biomedicínského inženýrství“ – MSM 210000012.