

40. EAN

40. MEZINÁRODNÍ KONFERENCE
EXPERIMENTÁLNÍ ANALÝZY NAPĚTÍ
40th INTERNATIONAL CONFERENCE
EXPERIMENTAL STRESS ANALYSIS
3. – 6. VI. 2002, PRAHA/PRAGUE, CZECH REPUBLIC

JOINT TEACHING OF EXPERIMENTAL MECHANICS METHODS IN FME AND FNSPE CTU IN PRAGUE

SPOLEČNÁ VÝUKA METOD EXPERIMENTÁLNÍ MECHANIKY NA FAKULTĚ STROJNÍ A FAKULTĚ JADERNÉ A FYZIKÁLNĚ INŽENÝRSKÉ ČVUT V PRAZE

Stanislav HOLÝ, Nikolaj GANEV, Ivo KRAUS, Karel VÍTEK

¹⁾ Czech Technical University, Faculty of Mechanical Engineering, Technická 4, 166 07 Praha 6

²⁾ Czech Technical University, Faculty of Nuclear Sciences and Physical Engineering, Břehová 7, 115 19 Praha 1

E-mail: Holys@fsid.cvut.cz, Ganev@troja.fjfi.cvut.cz, Kraus@troja.fjfi.cvut.cz, Vitek@fsid.cvut.cz

Abstract: The presented papers deals with effective teaching of experimental mechanics methods by means of joint activities of professors and assistants working in different faculties or institutes. For a long time this cooperation has been existing between two workplaces of the Czech Technical University in Prague – Dept. of Mechanics and its Division of Strength of Materials in The Faculty of Mechanical Engineering and the Dept of Solid State Engineering of the Faculty of Nuclear Sciences and Physical Engineering. Mutual exchange of readers and possibilities, given by the official agreement, to use the laboratories enable to extend teaching as to the content and quality. The presented paper shows the results of this cooperation – lectures on the disc and experience from the join teaching.

Keywords: experimental mechanics of solids, experimental stress analysis, teaching, strain gauges technique, X-ray radiography

Postavení experimentální mechaniky

Na vysokých školách technického zaměření stejně jako v praxi setkáváme se dnes, v době běžného používání metod a prostředků numerické simulace pro řešení technických problémů, při tvorbě studijních programů s názory a pochybnostmi o užitečnosti experimentu. Postavení experimentu bylo a je stále diskutováno [1,2]. Je nesporné, že experiment omezil svoji aktivitu či úplně vyklidil pole v celé řadě oblastí analýzy konstrukcí, ale přesunul svoje působíště do jiných oblastí. V některých si pak ponechává dominantní postavení dodnes.

Jednou z problematik, která efektivně řeší své úlohy s pomocí experimentu, je stanovení technologických neboli zbytkových napětí, která vznikají převážně v důsledku technologických operací a která se pak v konstrukci superponují na napjatost vyvolanou vnějším silovým či tepelným zatížením. V případě nevhodné kvality (tahová) a velikosti zbytkových napětí, zvláště pak v povrchové vrstvě, může dosáhnout napjatost stavu, vedoucího k náhlému, často křehkému lomu anebo při opakovaném namáhání k lomu únavovému a ovlivňuje životnost konstrukce. Kvantifikace zbytkových napětí je stále více požadována jak výrobci tak i zákazníky. Podobná situace je i v určování napěťově deformační odezvy na vnější zatížení a stanovení kinematických veličin. Z uvedeného je nesporně zřejmá důležitost experimentální mechaniky a tedy i potřeba kvalitní odborné přípravy absolventů našich vysokých škol v této oblasti.

Experimentální mechanika v systému výchovy mladých inženýrů

Proto absolventi fakult technického zaměření (strojní, dopravní, stavební, technicko- provozní atd.) by měli mít základní znalosti a návyky pro možnou aplikaci experimentálního stanovení zbytkových napětí., které získají jen absolvováním určitého kurzu – předmětu.

Prakticky od počátku aktivit v rámci EAN až do začátku osmdesátých let byla problematika výuky experimentálních metod na strojních a stavebních fakultách v celém tehdejší Československu sledována

Komisi pro výuku experimentálních metod v mechanice při Československé společnosti pro mechaniku. V rámci této komise docházelo hlavně ke koordinaci obsahu výuky, která tehdy stála na svém počátku. Dále pak sloužila k neformální výměně informací i přístrojového vybavení. Dvě tehdejší pracoviště (Fakulta strojní VŠST v Liberci a Technologická fakulta VUT v tehdejší Gottwaldově) zkonstruovala unikátní zařízení. Bohužel začátek sedmdesátých let byl poznamenán odchodem (dobrovolným i nuceným) několika pracovníků z oboru a z VŠ. Vybavení laboratorní a měřicí technikou zastarávalo jak fyzicky tak i morálně a kampaňovitá obnova vybavení laboratoří zatěžovala rozpočty školských organizací. Pořizovaná zařízení byla stále více složitá a tedy i finančně náročná. Pro efektivní využití investic je vhodné jejich vyšší časové využití spojením výuky z více pedagogických pracovišť.

Současný stav výuky experimentálních metod v mechanice a zvláště pak v analýze napjatosti je možno hodnotit jako ne zcela uspokojivý. V základním studiu lze s ohledem na vysoké počty posluchačů a malé „průchodnosti“ laboratoří poskytnout pouze stručné informace. Lepší situace existuje při studiu v oborech a specializacích, ale jen tam, kde jsou zařazeny předměty s totožnou či velmi příbuznou problematikou a pochopitelně v doktorandském studiu. Nižší počty studentů ve specializovaném studiu nedovolují někdy otevřít předmět sledující experimentální analýzu napětí obecně a zvláště pak zbytkových napětí. Přednášky vyžadují často jednosměrně orientovaného odborníka, jehož uplatnění je sice možné v rámci různých projektů, ale tyto vyžadují další specializované pracovníky, jako jsou elektronici, specialisté – řemeslníci atd.. Tyto nároky vyplývají z charakteristických rysů soudobé experimentální mechaniky. Současně narůstají nároky na organizaci experimentu, o které není možno pouze hovořit, ale kterou je nutno prakticky procvičit. Získané znalosti a návyky podle našich zkušeností se více než dobře uplatňují i v jiných oborech.

Toto řešení je možné pouze při propojení pracovišť podobně odborně orientovaných s rozdílnými metodickými a přístrojovými možnostmi (fakulty různého zaměření nebo VŠ a ústavy, dnes převážně Akademie věd ČR) či se zastoupeními zahraničních firem.

Sledovaná problematika

Obě pracoviště ČVUT se zabývají stanovením zbytkové napjatosti v konstrukčních materiálech a stanovením materiálových konstant. Rozpracovávají a propracovávají metodiku pro nové struktury, jako jsou kompozity, tenké vrstvy, proměnný povrchový gradient zbytkové napjatosti. Pokud podmínky dovolí, jsou prováděny porovnávací experimenty [4].

Na Fakultě strojní je používána semidestruktivní tenzometrická metoda odvrtáním otvoru [3], na Fakultě jaderné a fyzikálně inženýrské rentgenografie [5].

Dosažené výsledky

Za hlavní je nutno považovat prohlubující se spolupráci nejen odbornou, ale hlavně pedagogickou. Dochází k výměnným přednáškám pro studenty oborového studia a doktorandy, případně k jejich specializovanému vedení. Ve studiu oborovém i doporučeném je možno na základě propojení studentů z obou fakult otevřít předmět „Experimentální ověřování konstrukcí I a II“. Společným výstupem je výukový program na CD Rom

Ve vědecko výzkumné činnosti jsou to práce na řešení grantového projektu [6].

Literatura

- [1] Holý S., Beneš J.: Advanced Forms of Experimental Mechanics Education. *Proc CTU Workshop 94, Part B, CTU Prague 1994*
- [2] Holý S., Vlk M., Hrabovský M.: Experimental Mechanics of Solids –Today and Tomorrow (Metody experimentální mechaniky – dnes a zítra), *Proc 40th conference on Exper. Stress Analysis, CTU Prague, June 2002, pp.77-86*
- [3] Measurement of Residual Stresses by Hole Drilling Strain Gage Method, *Technical Notes TH-503-3 Vishay Measurement Group TN -503-3EN*
- [4] Holý S., Dejmál J., Ganév N., Kraus I.: Quantitative Comparison of Stress Evaluation Methods. *Proc 17th Danubia-Adria symposium on Exper. Methods in Solid Mechanics, CTU Prague, Oct. 2000, pp.129-130*
- [5] Kraus I., Ganév N.: Difrakční analýza mechanických napětí. *skriptum ČVUT Praha 1995*

Práce byly podporovány grantem GA ČR č. 106/00/1477 [6].