



Experimentální Analýza Napětí 2001

Experimental Stress Analysis 2001

39th International Conference

June 4 - 6, 2001 Tábor, Czech Republic

OPTIMIZATION OF MATERIAL ELASTICITY CONSTANTS

OPTIMALIZACE MATERIÁLOVÝCH ELASTICKÝCH KONSTANT

Karel VÍTEK

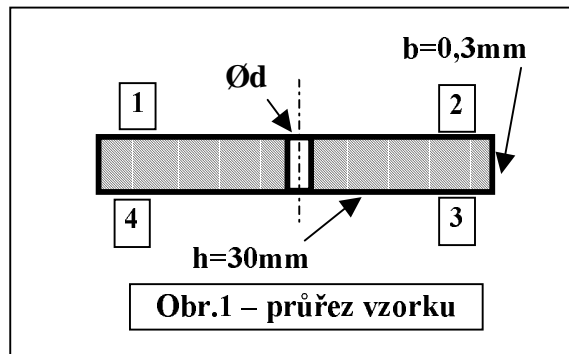
***Abstract:** Computational approaches to structural or limit state assessment require better knowledge of material qualities as one of the basic inputs. The methodology of determination of the construction materials' elastic constants is based on mechanical tests (mostly tensile tests) of partially loaded specimens (macro-specimens). To obtain deeper understanding of occurring phenomena it is necessary to find out the σ - ε distribution as far as to the ultimate strength of the specimen taken from various structure localities, instead of the simple knowledge of Young's modulus of elasticity and Poisson's ratio. The obtained elastic constants are applied mainly in computer-aided modeling of structures, which considerably advanced due to computer techniques development in last years. In order to utilize properly the expensive computational analytic-synthetic technologies, it is necessary to define more precisely the inputs introduced into the modeling processes. In this case, it is demonstrated how to correct results from special specimens by means of notch correction of measured strains. These corrections are based on the calculation which uses the finite element method.*

Keywords: elastic material constant, Young modulus, Poisson's ratio, notch correction

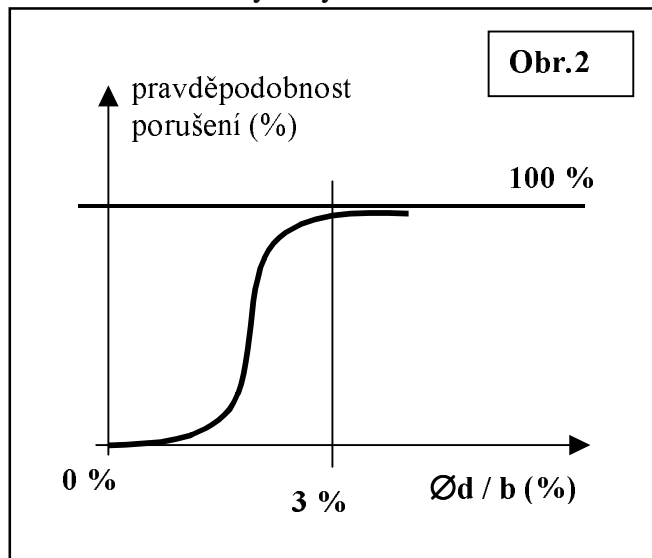
Mezi aspekty metodiky pro zjišťování materiálůvých charakteristik - elastických konstant konstrukčních materiálů - jsme pro tahové makrovzorky diskutovali v [1,2,3] využití vzorku s usměrňovacím vrubem, který vznikne symetrickým podbroušením kratších stran jeho obdélníkového průřezu. Parciálně namáhaný vzorek je pak v trhacím stroji dominantně namáhan tahovou silou, ovšem kromě této síly jsou průřezy dále namáhány ohybovou silovou dvojicí. Youngův modul pružnosti i eventuálně Poissonovo číslo je možno pro lineární testovaný materiál určit v případě znalosti lineární regresní plochy vytvořené nad průřezem (minimální počet měřících bodů v průřezu vzorku jsou 3, kvůli přesnějšímu zacílení však je lépe měřit více než 3 místa, protože úplnější informace umožňuje jak zpřesnit regresní dat, tak i kompenzaci ohybu, který způsobuje jednak geometrie vzorku a dále interakce uložení vzorku s čelistmi zkušebního stroje). Měřené signály je třeba v průřezu korigovat korekční poměrovou funkcí [3], kterou definujeme na základě analýzy v rubového vzorku metodou konečných prvků, čímž se v rubový vzorek z hlediska měřených signálů chová jako měřený vzorek, který je hladký - bez vrubu. Dále usměrňovací vrub navíc zajišťuje lokalizaci mezního stavu porušení v zorku do místa, kde jsou umístěny tenzometrické snímače (tím umožní experimenty provádět s vysokou pravděpodobností prakticky až k mezní pevnosti materiálu tahového vzorku). Ideální usměrňovací vrub by pouze inicioval porušení v zorku a neovlivňoval rozložení signálů tenzometrů, což prakticky není zcela možné,

Ing. Karel VÍTEK, CSc.: ČVUT v Praze, Fakulta strojní, Ústav mechaniky, Odbor pružnosti a pevnosti, Technická 4, 166 07 PRAHA 6. Tel.: 02/24352520, Fax: 33322482, e-mail: VITEK@FSID.CVUT.CZ.

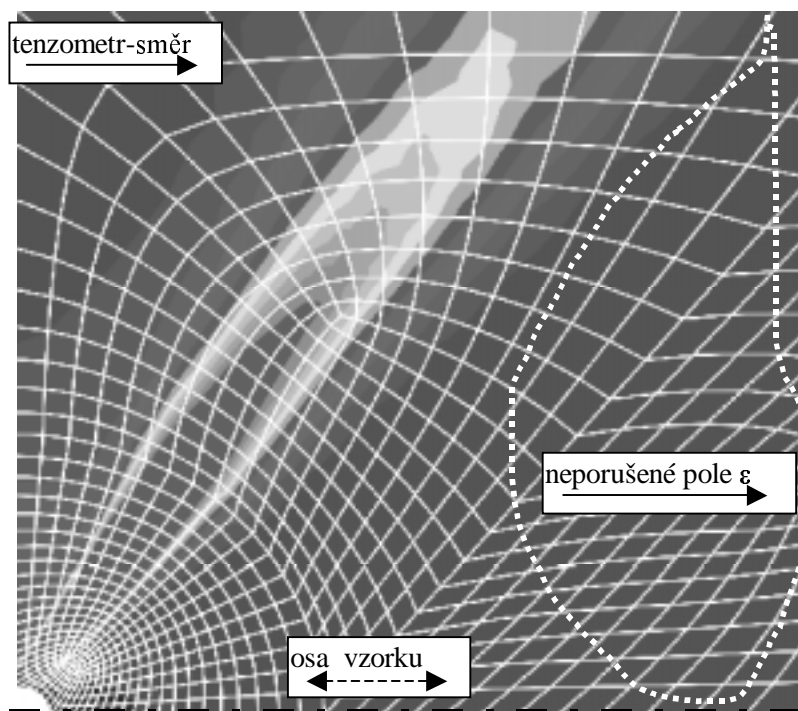
proto má smysl optimalizovat tvar i velikost usměrňov acího v rubu. Vzhledem k tvaru vzorku je vhodné volit umístění i tvar vrubu symetrický. U vzorků (vyrobených z plechů konstrukční oceli 11373 - viz obr.1) obdél níkového průřezu je vhodné vytvořit usměrňovací vrub odvrtáním díry o průměru d , umístěné v ose průřezu vzorku. Průměr díry by měl být co nejmenší, aby při aplikovaném tahovém namáhání vzorku v trhacím stroji byl i vliv díry na nominální napjatost a deformace snímané tenzometry malý.



Optimální průměr otvoru musí splňovat především kritérium jistého porušení při zkoušce vzorku ve vrubovém průřezu. Pravděpodobnost porušení jsme v tomto případě zjišťovali experimenty, ve kterých byly porovnávány vlivy vnitřní struktury bezvrubých průřezů s vrubovým průřezem na sadě vzorků. Pro vzorky s průřezem podle obr. 1 jsme volili pět sad (průměry podle průměru vrtáku: $d_1=0,45\text{mm}$, $d_2=0,69\text{mm}$, $d_3=0,99\text{mm}$, $d_4=1,18\text{mm}$, $d_5=1,39\text{mm}$) po 4 vzorcích. Výsledná pravděpodobnost odpovídá rozdělení v grafu na obr.2, kdy například pro průměr v rtáku d_2 ze 4 vzorků praskl ve vrubovém průřezu jen



jeden v zorek, ale u průměru d_3 a výše už všechny vzorky. Přesnější zacílení na optimum lze docílit zjemněním rozdělení průměrů jednotlivých sad a zvýšením počtu vzorků v sadě, což však prodražuje výzkum, proto je perspektivní vytvořit experimentálně databázi, ze které by bylo možné optimální rozměr vhodného vrubu získat. Závislost pravděpodobnosti porušení na tloušťce v zorku nebyla v této souvislosti ověřována, ale lze ji předpokládat. Díra vytvoří v průřezu pole poměrného prodloužení, které je na obr.3 po výpočtu metodou konečných prvků v elasticitě zobrazeno pro osovou - dominantní tahovou složku ϵ . Umístíme-li tenzometry na předpokládaná místa (dle obr.1), je z výpočtu patrné, že poměrné prodloužení těchto míst, které



Obr.3 – vliv vrubu na poměrné prodloužení

tenzometry měří, bude prakticky shodné s úrovní vrubem neporušené oblasti a to je i záměrem experimentu.

Tento úkol byl řešen s příspěvím v ýzkumného záměru J04/98 2112200008:
Rozvoj metod a prostředků integrovaného strojního inženýrství a grantem GAČR
106/01/0958: Optimalizace elastických konstant pro tenzometrické aplikace.

Literatura:

1. Vítek K.- Optimalizace tvaru tyčí pro tahovou zkoušku, Konference Experimentální analýza napětí - EAN 93, Měřín, 1993, sborník str.319-320
2. Vítek K., Holý S.- Identifikace materiálové tahové zkoušky, Konference Experimentální analýza napětí - EAN 99, Frenštát pod Radhoštěm, 1999, sborník str.213-216
3. Vítek K., Holý S, Štěrbá P. - Identifikace materiálové tahové zkoušky užitím vrubového vzorku, Konference Experimentální analýza napětí - EAN 2000, Třešť, 2000, sborník str.371-374