



DESIGN OF THE DISPLACEMENT TRANSDUCER FOR HIGH HYDROSTATIC PREASSURE

NÁVRH SNÍMAČE POSUNUTÍ DO PROSTŘEDÍ O VYSOKÉM HYDROSTATICKÉM TLAKU

Rambouský Z.

Necessity of strain or displacement measurement inside the triaxial cell appears when rock spacemens are tested in a laboratory triaxial apparatus. This contribution deals with the problems of design of the displacement transducer using strain gages for hydrostatic preasure up to 350 MPa.

Keywords: triaxial apparatus, displacement transducer.

1. Úvod

Při výzkumu statických přetvárných vlastností hornin v laboratoři je snaha modelovat skutečné podmínky v horském masivu, kde se hornina nachází ve víceosém napěťovém stavu. K tomuto účelu slouží triaxiální přístroje.

Pro stanovení přetvárných charakteristik je třeba v průběhu experimentu měřit zatěžovací síly, resp. tlaky a deformace zkušebního tělesa, rovněž bývá měřena teplota. V případě deformací se jedná o měření v prostředí o vysokém hydrostatickém tlaku a ve stísněném prostoru, jak je zřejmé z následujících parametrů tzv. nepravého triaxiálního přístroje, používaného v Hornickém ústavu ČSAV v Ostravě:

typ GTA 20/32,

válcová komora o světlém průměru 56 mm,

zkušební těleso v podobě válce o průměru 32 mm a délce 64 mm,

hydrostatický tlak oleje v komoře (plášťový tlak) do 400 MPa.,

2. Dosavadní způsoby měření fyzikálních veličin na triaxiálním přístroji

Z uvedených veličin, které je nutno měřit, představuje problém především měření příčné deformace, nebli změny průměru zkušebního tělesa. Existující metody měření deformace je možno zhruba rozdělit na přímé a nepřímé.

Přímé měření deformace se uskutečňuje pomocí tenzometrů lepených přímo na povrch tělesa. Problémy zde přináší pórovitá struktura, která spolu s plášťovým tlakem způsobuje značnou chybu měření až destrukci tenzometru (tenzometr sleduje reliéf povrchu). Z toho důvodu je metoda vhodná pouze pro nižší tlaky zhruba do 100 MPa. Ivrzení je opřeno zejména o zkušenosti VÚGI Brno. Nepřímé měření deformace spočívá v použití různých mechanických členů, které přenášejí deformaci na snímač posunutí. Ve srovnání s přímým měřením má tento způsob více výhod. Především je možno používat plášťové tlaky až několik set MPa. V následujícím je popsán snímač, který byl vyvinut a otestován v HOÚ ČSAV.

3. Návrh snímače posunutí

Dále popsaný snímač je třetím vývojovým typem navrženým na základě pečlivě zhodnocených vlastností předchozích typů. Teoretický i praktický návrh je předmětem samostatné výzkumné zprávy dostupné v HOÚ ČSAV.

Stěžejním problémem, který zásadně ovlivňuje vlastnosti snímače je v daných podmínkách hydrostatický tlak, částečně teplota, méně již chemický vliv prostředí. Z tohoto hlediska bylo třeba sledovat všechny nežádoucí efekty, které se projevují u tenzometrů, jako:

- creep - zpomalený přenos deformace do měřicí mřížky tenzometru,
- elastic after - efekt měrného členu, tj. materiálová relaxace, která následuje po spontánní deformaci,
- mechanická hystereze tenzometru v okolí nulové deformace měřená při cyklech $\pm 1000 \mu\text{m/m}$.

Na základě mnoha praktických experimentů je možno konstatovat jako doporučení následující nutné podmínky pro konstrukci snímače:

- kvalitní materiál měrného členu, např. antikorozi ocel ČSN 17022, zušlechtěná kalením,

- pečlivá příprava povrchu před lepením s použitím technologie a chemických přípravků, např. fy Measurement Group Ltd,
- použití kvalitních foliových tenzometrů určených pro nejvyšší teplotní rozsah. Tyto tenzometry mají zároveň velmi dobré vlastnosti v tlakovém prostředí,
- aktivní délka tenzometru spíše větší, např. 5 mm,
- kvalitní tmel, např. EP 250 fy Hottinger Baldwin nebo M610 fy Measurement Group, v co nejtenčí vrstvě,
- výběr shodných tenzometrů co do odporu (rozdíl hodnot odporů má za následek zvýšenou tlakovou závislost),
- zapojení tenzometrů do přísně symetrického mostu jak po elektrické, tak po konstrukční stránce,
- tenzometry situovány zásadně na rovinných plochách,
- ochrana nalepených tenzometrů proti působení tlakového prostředí, zde olej 400 MPa, např. dle doporučení fy Measurement Group, Catalog A-110-4: 1xM-Coat O, 3xM-Coat B,
- shodná délka a druh přívodů, které se nacházejí v tlakovém prostředí,
- kontaktní terminály situovány mimo aktivní oblast měrného členu.

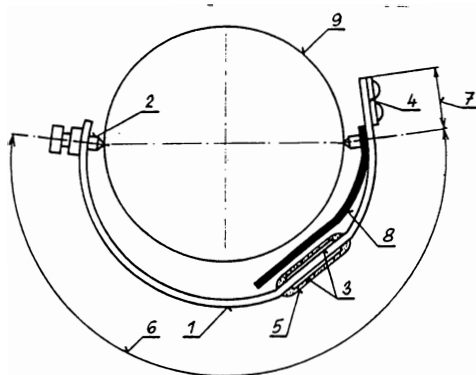
4. Závěr

U dvou vyrobených funkčních vzorů byly dosaženy následující parametry:

- jmenovitý rozsah posunutí na průměru 32 mm	+5 mm
- nedestruktivní rozsah posunutí	+10 mm
- linearita ve vzduchu	$\pm 0,2$ %
- linearita v tlakovém oleji 0 až 350 MPa	$\pm 0,6$ %
- tlaková závislost (0 až 350 MPa, 25°C, 0 až 5mm)	+1 %/100 MPa
- teplotní drift nuly	-0,003 %/°C
- teplotní závislost přenosové konstanty	neměřitelná
- časová stabilita výstupu (2,5 mm, 200 MPa, 25°C)	$\pm 0,2$ %/hod.

Poznámka: průběhy linearity a tlakové závislosti jsou patrné z cejchovních křivek.

Vývojem snímače bylo prokázáno, že měření posunutí odporovými tenzometry v tlakové kapalině je prakticky uskutečnitelné do tlaku minimálně 350 MPa. Při měření přetvárných charakteristik hornin v triaxiálním lisu je možno při obvyklém způsobu práce dosáhnout přesnosti měření deformace ± 1 %.



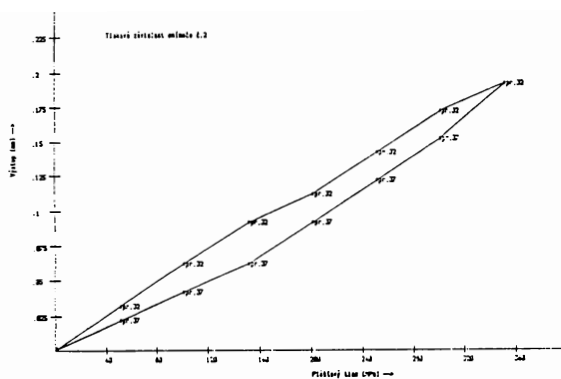
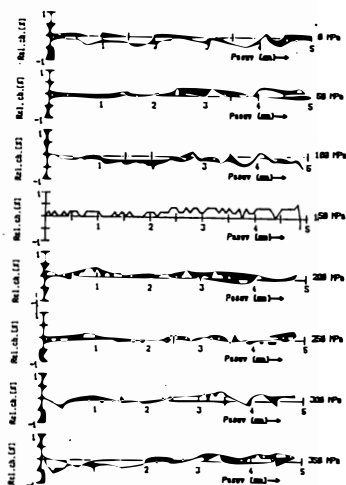
1. snímač
2. dotýkový hrot
3. tenzometr
4. terminál
5. ochranný povlak
6. aktivní část
7. pasivní část
8. mechanická ochrana snímače
9. zkušební těleso

Osový pohled na snímač

Toleranční křivky snímače posuvu pro 32 mm, č. 2

Teplota v komoře 35°C

Opisov posuvu 32 - 37 mm



Zdeněk Rambouský, Ing.

Hornický ústav ČSAV, Studentská 1768, 708 00 Ostrava-Poruba

Telefon 44 86 51, fax 44 94 52