



APPARATUS FOR STRENGTH AND STRAIN MEASUREMENT ON THE CONDITION
OF UNIAXIAL STRESS BEHIND BREAKING POINT
APARATURA PRO MĚŘENÍ SÍLY A DEFORMACE PŘI JEDNOOSESÉM
ZATĚŽOVÁNÍ ZA MEZÍ PEVNOSTI

Ing. Zdeněk Rambouský, RNDr. Luděk Sosnovec

This contribution deals with the stress - strain behaviour of bodies, especially rocks, on the condition of uniaxial stress behind breaking point. Next, analysis of technical devices requirements is explained and brief description of suitable apparatus is given.

Teoretický základ:

Pro úplný fyzikální nebo matematický popis polyfázového materiálu je nutné znát kromě elastických konstant a pevnosti při pevně definovaném tenzoru napětí také historii zatěžování vzorku. Experimenty založené na měření deformací za mezí pevnosti dávají možnost požadované veličiny měřit.

Aparatura pro měření deformací za mezí pevnosti při jednoosém stavu napjatosti byla úspěšně vyzkoušena na vzorcích jemnozrnných pískovců z OKR. Z těchto deformací lze např. v případě jemnozrnných pískovců získat poznatky pro modelování distribuce trhlin, drcení zrn a porušování kontaktu pomocí jejich fraktálního rozměru (viz [1]) a crack tenzoru (viz [2]). Pomocí relaxačních experimentů (viz [3]) bylo prokázáno, že nositelem anelastické deformace jsou mikrotrhliny s Griffithovsky podkritickým rozměrem nebo kontakty mezi zrny, které se spolu s póry dají mikrotrhlinami modelovat. Měření za mezí pevnosti tyto poznatky podpořilo.

Pro složku tenzoru deformace lze psát

$$\epsilon_{ij} = \epsilon^e_{ij} + \epsilon^{dis}_{ij} \quad (1)$$

kde ϵ^{dis}_{ij} znamená diskontinuální a ϵ^{el}_{ij} elastickou složku tenzoru deformace. Pro diskontinuální složku ϵ^{dis}_{11} dostaneme pomocí první složky tenzoru σ_{11}

$$\epsilon^{dis}_{11} = F_{11} \cdot \sigma_{11} \quad (2)$$

přičemž složka crack tenzoru F_{11} je definována

$$F_{11} = \sum_{k=1}^{m(V)} r_k^3 \cdot \cos^2 \theta_k \quad (3)$$

kde $m(V)$ je počet trhlin v objemu V , r_k je délka k - té trhliny a θ_k je její sklon vůči vertikální ose.

Popis aparatury:

Na aparaturu pro uvedený typ experimentu jsou kladeny následující specifické požadavky:

- dostatečná tuhost použitého lisu,
- možnost přesného řízení experimentu, přičemž deformace je nezávisle proměnnou,
- schopnost aparatury pracovat v manuálním nebo automatizovaném systému řízení experimentu.

S tím souvisí rovněž zpřísněné požadavky na měřidla, resp. snímače síly a deformací:

- dobré dynamické vlastnosti snímačů
- situování snímačů co nejblíže, pokud možno v přímém kontaktu se zkušebním tělesem
- snímače deformací s citlivostí lepší než 1 % deformace na mezi pevnosti
- zanedbatelná hystereze
- nutnost měření příčné deformace alespoň ve dvou kolmých směrech
- krátkodobá stabilita, snadnost instalace na zkušební těleso, mnohonásobná použitelnost atd.

Uvedeným požadavkům vyhovují s rezervou technické prostředky používané v HOÚ AVČR v Ostravě, z nichž část byla pořízena vlastním vývojem:

1. lis fy ZWICK, 500 kN, tuhost $4.3 \cdot 10^8 \text{ Nm}^{-1}$,

2. aparatura pro měření deformací dle AO 241421 s induktivními snímači,
3. nově vyvinutá kompaktní měřicí komora dle obr. č.1 s tensometrickými snímači včetně vstup-výstupní jednotky pro spojení s počítačem.

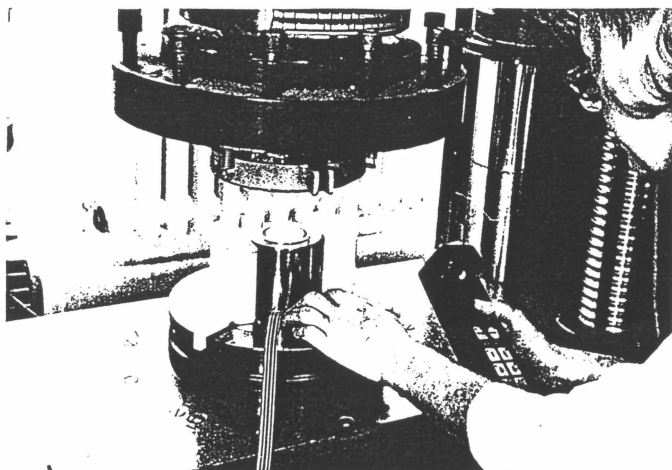
Měřicí komora (3) je pro daný typ experimentu zvláště výhodná zejména pro zanedbatelnou hysterezi a pro velmi jednoduchou přípravu k měření, která spočívá pouze ve vložení zkušebního tělesa.

Základní technické parametry komory včetně analogového zesilovače:

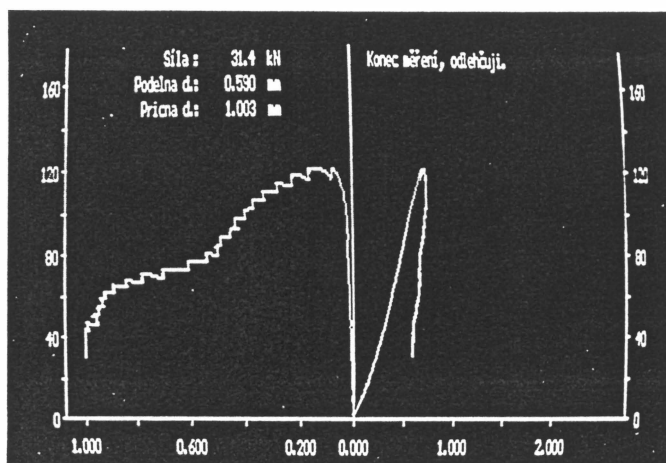
Zkušební těleso	$\varnothing 42 \pm 1 \text{ mm} \times 84 \pm 2 \text{ mm}$
Jmenovitý rozsah podélné deformace	2 mm
Šum výstupního signálu	$2 \cdot 10^{-3} \text{ mm}$
Stabilita výstupu (1 min)	$2 \cdot 10^{-3} \text{ mm}$
Jmenovitý rozsah příčné deformace	1 mm
Šum výstupního signálu	$0.5 \cdot 10^{-3} \text{ mm}$
Stabilita výstupu (1 min)	$0.5 \cdot 10^{-3} \text{ mm}$

Literatura:

- [1] Lee, Y.H., Carr, J.R., Barr, D.J., Haas, C.J.: The Fractal Dimensions as a Measure of the Roughness of Rock Discontinuity Profiles. International Journal of Rock Mechanics, Vol. 27, No. 6, pp. 453 - 464, Pergamon Press, 1990
- [2] Oda, M.: Experimental Study of the Elasticity of Mylonite Rock with Random Cracks. International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences, Vol. 25, No. 2, pp. 59 - 69 Pergamon Press, 1988
- [3] Sosnovec, L.: Nové aspekty reologického chování pískovců v OKR. Uhlí č.6, ročník 39/1991 SNTL Praha, 1991
- [4] Rambouský Z.: Zařízení pro měření změny obvodu těles při zatěžování silou, AO 241421
- [5] Hoffmann K.: An Introduction to Measurements using Strain Gages, HBM, GmbH, Darmstadt, 1989



Obr. č.1 Kompaktní měřicí komora, lis ZWICK



Obr. č.2 Závislost osové síly na podélné a příčné deformaci
Pískovec jemnozrnný, Ø 42 x 84 mm

Zdeněk Rambouský/Ing.. Sosnovec Luděk/RNDr.
HOÚ AVČR Ostrava, Studentská 1768, Ostrava 8
tel. (069) 448651 / fax (069) 449452