NOVÁ MODIFIKACE METODY AKUSTICKÉ EMISE PRO ZJIŠŤOVÁNÍ NAPĚTÍ V HORNICKÉM PROSTŘEDÍ

RNDr. Zdeněk Weber, CSc., Ing. Jaromír Karhánek, CSc.,
Stavební fakulta VUT Brno

Je popsána nově navržená akustická sonda pro stanovení původního napětí v hornickém prostředí, kombinující metodu akustické emise s měřením Goodmanova lisu.

1. Úvod

Potřeba nové akustické sondy pro stanovení původního napětí v hornickém prostředí vyplynula při ověřování zákonitostí, získaných v laboratoři [1,2] v terénu [5]. Velmi výhodné je spojení metody akustické emise s měřením pomocí Goodmanova lisu.

2. Goodmanův lis

Uniaxiálním Goodmanovým lisem se zajišťuje stěna vrtu o průměru 0,152 m, resp. 0,076 m až do tlaku okolo 30 MPa s hloubkovým dosahem několik set metrů [3]. Jeho sonda je v podstatě hydraulický lis, který je uzpůsoben do vrtu. Skládá se ze dvou zatěžovacích válcových segmentů, které jsou rozpínány soupravou tří hydraulických válců (obr. 1). Vzájemný posuv těchto dvou desek, při jejich roztlačování do stěny vrtu za určitého tlaku, je snímán indukčními snímači na obou koncích. Tlak oleje v pístech je vyvozován vysokotlakým čerpadlem. Sonda je s čerpadlem spojena dvěma tlakovými hadicemi a dále elektrickým kabelem, jímž je přenášen elektrický signál o měřeném posuvu ze snímačů dráhy. Při měření Goodmanovým lisem se postupuje stejně jako při ostatních zatěžovacích zkouškách ve vrtech, tj. zatěžuje se po stupních v závislosti na čase a provádí se jedna i více větví odlehčovacích. Ze závislosti zatížení a deformace v pracovním diagramu zkoušky lze získat obvyklým způsobem hodnoty modulu deformace resp. pružnosti

3. Metoda akustické emise

Podstata metody akustické emise (dále AE) spočívá v detekci, registraci a následné analýze signálů AE, na které byly transformovány napěťové vlny doprovázející lokální strukturní změny namáhané látky, v důsledku fyzikálních vlastností zkoumaného objektu [4]. Na rozdíl od ostatních tzv. aktivních nedestruktivních

zkušebních metod (ultrazvuk, radiometrie aj.) není metoda AE založena na interakci defektu s orientovaným tokem energie, kdy parametry vyzařovaného signálu jsou relativně dobře zámy a máme možnost výběru optimálních podmínek zkoušky. Je metodou pasivní, založenou na interakci defektu struktury s energií pole napjatosti. Defekt sám zde plní aktivní úlohu a je zdrojem akustických signálů při svoji evoluci [5].

Metoda AE má řadu předností před jinými nedostruktivními zkouškami: zvláště v jednoduchosti realizace měření a využívání Kaiserova jevu.

4. Kaiserův jev

Při vlastním měření lze využít platnosti Kaiserova jevu v horninovém prostředí. V procesu opakovaného zatěžování chybí AE až do okamžiku, kdy za ížení (sekundární) dosahuje maximální hodnoty zatížení předcházejících. V původní formulaci se předpokládá, že struktura materiálu po primárním zatížení nebyla jinak poškozena. Tento předpoklad však neodpovídá známým experimentálním faktům - hromadění poruch struktury se zvětšováním počtu zatěžovacích cyklů. Je třeba proto opravit formulaci Kaiserova jevu takto: V procesu opakovaného zatěžování dochází k podstatnému snížení AE ve srovnání s pozorovanou při primárním zatížení. Pásmo uvedeného poklesu je omezeno hodnotami maximální zátěže, docílené při primárním zatěžování a také stavem porušení struktury látky. Z praktického hlediska vyplývá, že v důsledku nevratnosti nelineární deformace většina materiálů vykazuje hodnoty tzv. "Stress of history" (Casagrande, A., 1935, K. Hruban 1945, V. Mencl 1965, R.M.Koerner 1979).

5. Návrh metody měření

Pro vlastní měření je možné upravit Goodmanův lis pro současné sledování aktivity signálů AE s působícím tlakem. Tuto kombinaci uvedených technik lze realizovat dvěma způsoby:

- vlastní snímač AE se upevní ve spodní části měřícího systému Goodmanova lisu a tak vznikne nová sonda "Acoustic Rock Kack" [6]. Uvedený způsob indikace signálů AE (umístěním snímače do vrtu) ne vždy zabezpečuje spolehlivý dotyk snímače s okolím, což zvyšuje ztráty informace velkým útlumem zvláště v závislosti na frekvenci a navíc hrozí jeho poškození či zničení při neopatrné manipulaci.

- V blízkosti Goodmanova lisu se do horninového prostředí vektne ocelový vlnovod, na který se přes redukci upevní snímač AE (obr.1). Na obr. 1 je schéma jednoho možného řešení navržené modifikace AE. Jako výhodné se ukázalo použití ocelového vlnovodu, pro snažší vetknutí je opatřeno břitem a umísťuje se do vrtu. Na volném konci je bočně upevněn piezoelektrický snímač AE signálů. Tato konstrukce má následující výhody [7,8]:

Chrání snímač před poškozením, umožňuje snadnou manipulaci a připojení měřících zařízení; zvětšuje velmi účinně dosah a citlivý objem materiálu, ze kterého snímáme signály AE (oproti polokouli je to silně protažený kužel viz obr. 1); oproti snímači, umístěném pouze na povrchu horniny se zvyšuje objem citlivé zóny 36 kráte (V polokoule je 2,5 m^3, V kužele je 90 m^3), dosah 50 kráte (oproti r = 1,2 m je to 60 m v ose kužele); výhodně snižuje frekvenční pásmo pro ohybové kmity do oblasti desítek kHz oproti podélnému vlnění (oblast MHz); snižuje impedanci zvukovodu pro ohybové vlny (více jak o 4 řady), což umožňuje použít pro detekci AE i obyčejných piezosnímačů, pokud je umístíme bočně na vlnovod.

Rovnoměrný tlak z Goodmanova lisu by měl produkovat signály AE rovněž rovnoměrně, pokud nebyla hornina dříve vystavena namáhání. V opačném případě dochází ke spojitému nárůstu signálů AE až při hodnotě napětí přesahující původní zatížení. A tak lze na základě platnosti Kaiserova jevu zjistit hledaná napětí.

Literatura

[1] Karhánek, J., Weber, Ž.: Akustická emise a pracovní diagramy mechanicky namáhaných horninových vzorků, čas. Inženýrské stavby č. 4/1985, str. 213 - 216.

[2] Karhánek, J., Weber, Z.: Aplikace metody akustické emise v podzemním stavitelství, In: 3. Mezinár. věd. konf. VŠB Ostrava 1985.

[3] Líbal, J.: Ročenka 84, Stavební geologie n.p. str. 147 - 159.

[4] Karhánek, J., Weber, Z.: Materiál pro "Seminář mechaniky zemin", pořádaný ÚTAM ČSSM při ČSAV Praha 1985.

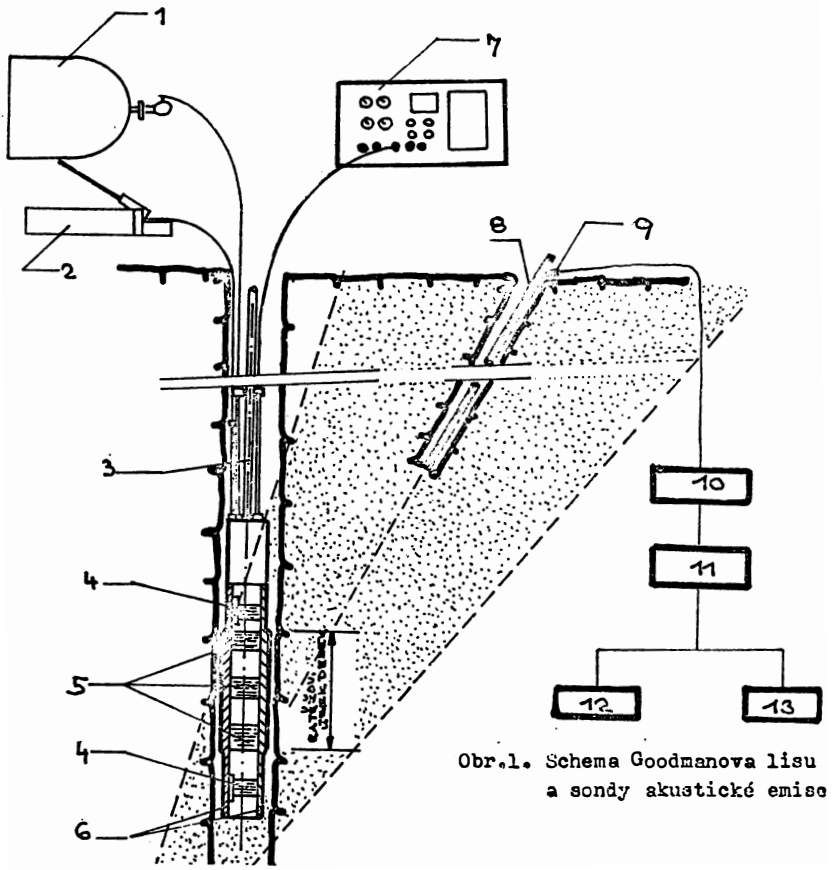
[5] Karhánek, J.: Kandidátská disertační práce, Brno VUT FAST 1984.

[6] McElroy, J.J., Koerner, R.M., Lord A.E.: An Acoustic Jack to Assess In situ Rock Behaviour, Int. J. Rock Mech.Min.Sci,Vo 122, 1985.

[7] Baranov, V.M., Molodcov, K.I.: Akustikoemissionnyje pribory jadernoj energetiky, Atomizdat, Moskva 1980.

[8] Lord, A.E.Jr., et al: Journal of the Geotechnical Engineering Division., Proc. of the ASCE, V 108, 1982, Ab.GT2,pp.300-305.

Legenda: 1- vzduchová pomba,2- pumpa,3- směrovací tyč, 4- indukční snímače, 5- hydraulický válec,6- dvě válc. segmentové zatěžovací desky,7- ovládací panel, 8- vlnovod, 9- snímač AE, 10- nábojový zesilovač BK 2626, 11- tranzistorový zesilovač M-60 T, 12- osciloskop BM 370, 13- čítač impulsů BM 520



Obr.1. Schema Goodmanova lisu a sondy akustické emise