

ANALYSIS OF ACOUSTIC EMISSION SIGNALS

Alexandr KNÁPEK, Bachelor Degree Programme (3)
Dept. of Physics, FEEC, BUT
E-mail: xknape03@stud.feec.vutbr.cz

Supervised by: Dr. Lubomír Grmela

ABSTRACT

Acoustic Emission (AE) is one of the nondestructive techniques that experienced great progress during the last twenty years and still holding its significant position among other non-destructive evaluation (NDE) techniques. It is used mainly to localize crack in solid materials, especially in non-metallic ones that are mechanically stressed. During the material deformation (when a crack is generated) the electric charges are appearing at the faces of the cracks. The electric dipole system then becomes a source of voltage induced on metal electrodes. The recorded electric signal consists of crack walls self vibration given by crack length and vibration due to an ultrasonic wave given by sample dimension. This entry describes the use of the acoustic emitted and electromagnetic emitted signals from used piezo-ceramic sensors in order to localize the position of the crack in the granite sample. For computing position of crack were used algorithms developed in Matlab v7.0 which processed AE and EME signal data file.

1 ÚVOD

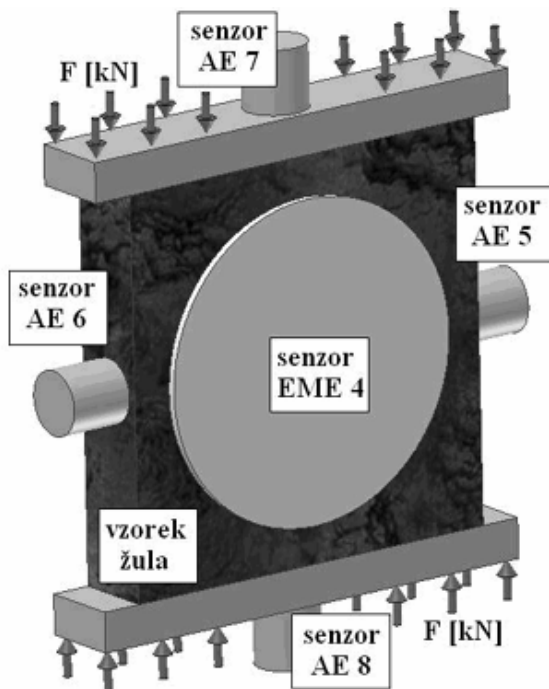
Akustická emise (AE) je jev související se vznikem a vysíláním elastických vln převážně v pevných látkách, které je vyvoláno náhlým uvolněním energie v materiálu. K uvolňování energie dochází při přeměně potenciální energie čerpané z vnějších nebo vnitřních sil na energii kinetickou. V současné době se však pod pojmem akustická emise zpravidla rozumějí mechanické vlny v ultrazvukovém pásmu, tj. nad 20 kHz. V této oblasti leží frekvence akustických vln spojených s vnitřními procesy v pevných látkách, které jsou důležité z hlediska moderní nauky o materiálu.

Metoda akustické emise patří k pasivním inkoherentním metodám využívajících postupných vlnových pulsů. Signály AE doprovázejí dynamické procesy v materiálu, projevují se jako postupné elastické vlnění, jímž jsou náhlá uvolnění energie v materiálu. Tento proces provází deformační, lomové, resp. fázové přeměny v materiálu. Metoda neovlivňuje měřený objekt a podává integrální informace o momentálním dynamickém stavu materiálu, což je její nesporná výhoda. Nevýhodou metody je malá energie mnohých akustických pulsů, čímž tyto pulsy zanikají na šumovém pozadí detektoru. Přesto lze tuto metodu s výhodou využít v mnohých defektoskopických měřeních při určování pozice trhliny v namáhaném materiálu.

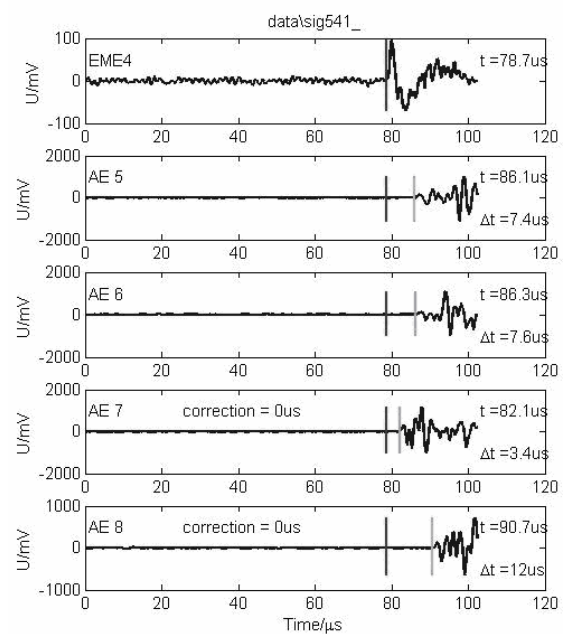
Metodu akustické emise jsme ve svém měření aplikovali na úlohu lokalizace trhlin, kde jsme simultánně měřili a analyzovali jak signály akustické, tak elektromagnetické emise. Závislost těchto jevů na mechanickém zatížení byla vyšetřována při zvyšování tlaku působícího na vzorek. Oba, AE a EME, signály byly souvztažné a jejich amplituda vzrostla právě před lomem vzorku.

2 POPIS MĚŘENÍ

Měřicí pracoviště, pro studium vzniku trhlin u vzorku žuly sestávalo ze 4 senzorů AE, 1 senzoru EME a lisu. Vzorek o rozměrech $50 \times 50 \times 10 \text{ mm}^3$ byl zatěžován lineárně vzrůstající silou 100 N/sekundu až do jeho zničení. Čtyři AE snímače (AE 5 – AE 8) byly umístěny ve středu stran vzorku. Senzor EME (EME 4) se skládal ze dvou vodivých ploch, které byly umístěny symetricky na stěnách vzorku tak, že tvořily deskový kondenzátor, jehož dielektrikum byl měřený materiál. Rozmístění senzorů je detailněji ukázáno na Obr. 1.



Obr. 1: Rozmístění senzorů AE, EME na testovaném vzorku horniny (žula)

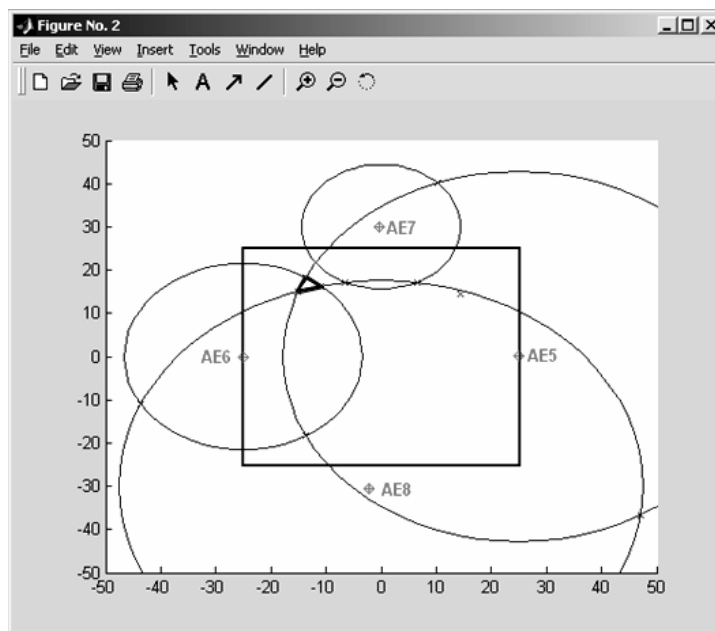


Obr. 2: Signály ze snímačů AE, EME v časové oblasti s vyznačeným časem nástupu signálu a jeho diferencí od počátku

Signál generovaný senzory AE a EME dále pokračoval do nízkošumových předzesilovačů, které byly z důvodu vlivu okolí elektricky i magneticky odstíněny. Takto upravený signál byl zaznamenán systémem Vallen AE, který pak jednotlivé události, tzn. vznik jednotlivých trhlin během zatěžování, rozeznal a separoval od sebe. Multifunkční systém Vallen AE zároveň slouží pro převádění analogového signálu do digitální podoby, tzn. na výstupu získáváme již diskrétní řadu hodnot se kterou dále pracujeme v Matlabu.

3 ANALÝZA SIGNÁLŮ A LOKALIZACE TRHLINY

Analýza signálů v časové oblasti nám dává informaci o pozici trhliny. Zde s výhodou využíváme signál EME, který vzniká v místě trhliny současně se signálem AE. Narozdíl od signálu AE, který se šíří přibližně rychlostí zvuku (s ohledem na nehomogenitu daného materiálu), naopak signál EME šíří rychlostí blízkou rychlosti světla. Elektromagnetický signál tedy předchází odezvu akustické emise a tato časová prodleva koresponduje s rozdílem mezi rychlostmi šíření zvuku a elektromagnetické emise ve vzorku, z čehož můžeme poměrně velice přesně určit počáteční čas šíření obou signálů, viz Obr.2.



Obr. 3: rozmístění snímačů AE v souřadnicovém systému společně s vyznačeným předpokládaným zdrojem signálů AE (černý trojúhelník)

Pokud je uvažována rychlost šíření akustického signálu na základě materiálových vlastností, lokace trhliny je stanovena na základě průsečíku, v našem případě, čtyř kružnic, jejichž poloměry jsou stanoveny pomocí elementárního vztahu pro výpočet dráhy, viz Obr. 3.

4 SHRUTÍ

Vzhledem k faktu, že rychlost šíření závisí na vývojové fázi trhliny a na homogenitě materiálu se hodnota rychlosti šíření může lišit až o 50%. Je tedy výhodnější lokalizovat pomocí tří časových diferencí. Pro přesnější hodnoty a případné korekce je vhodné použít více senzorů akustické emise, respektive více časových diferencí. Přesto se metoda AE jeví jako velice efektivní a univerzální. Je možno ji aplikovat i ve složitějších úlohách v rámci umělých neuronových sítí (ANN), kde již není zapotřebí znát rychlost šíření akustické vlny.

LITERATURA

- [1] Prosser, W.: Non Destructive Evaluation, Hampton, Virginia, 2003
- [2] Vallen, H.: AE Testing Fundamentals, Equipment, Applications, München 2002