



Akademie věd České republiky
Ústav teorie informace a automatizace

The Czech Academy of Sciences
Institute of Information Theory and Automation

RESEARCH REPORT

Ing. Petr TICHAVSKÝ, CSc., DSc.

Sledování creepových změn na tepelně a mechanicky
namáhaném vzorku oceli pomocí akustické emise

No. 2365

Červenec 2017

UTIA AV ČR, P. O. Box 18, 182 08 Prague, Czech Republic
E-mail: utia@utia.cas.cz

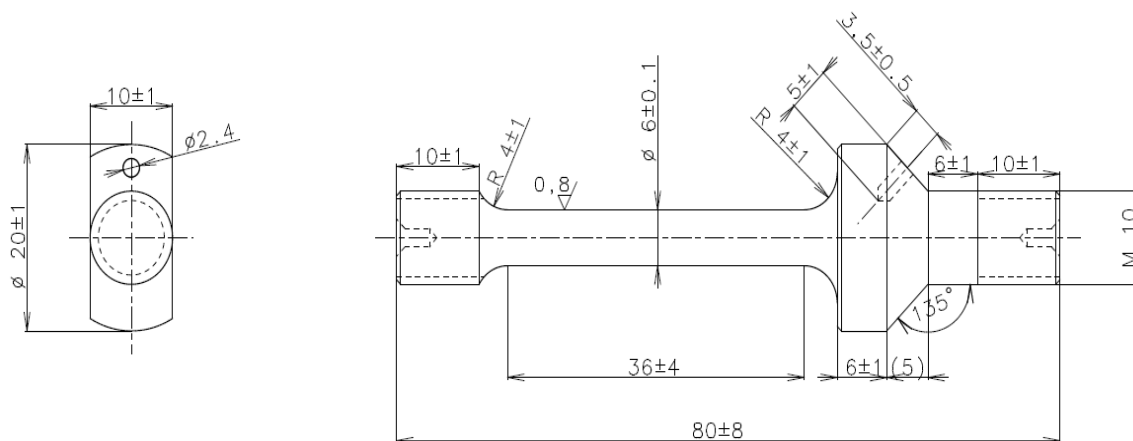
Úvod

Diagnostika šíření trhlin v materiálu, vznikajících v důsledku creepového poškození s využitím akustické emise (AE) je perspektivní metodou nedestruktivního testování.

Tato výzkumná zpráva popisuje experiment prováděný v UJP Praha za pomoci dat snímaných firmou DAKEL.

Na obrázku 1 vidíme vzorek materiálu, který byl připraven z již dříve namáhaného potrubí z nejmenované tepelné elektrárny. Tento vzorek byl na speciálním zařízení (obr. 2) ohříván na teplotu 540°C a natahován na napětí $90,5\text{ MPa}$. Tím byly vytvořeny podmínky pro zkoumání creepového poškození. Vzorek byl takto namáhán do té doby než prasknul, což trvalo cca 3 týdny.

Akustický signál emitovaný ze zkoumaného vzorku byl snímán z jednoho snímače – vlnovodu, který byl přivařen na dolním konci vzorku. Signál byl vzorkován na 16 bitovém převodníku s frekvencí 2 MHz .



Obr. 1: Vyrobní výkres zkušební tyče pro simulaci creepového poškození.



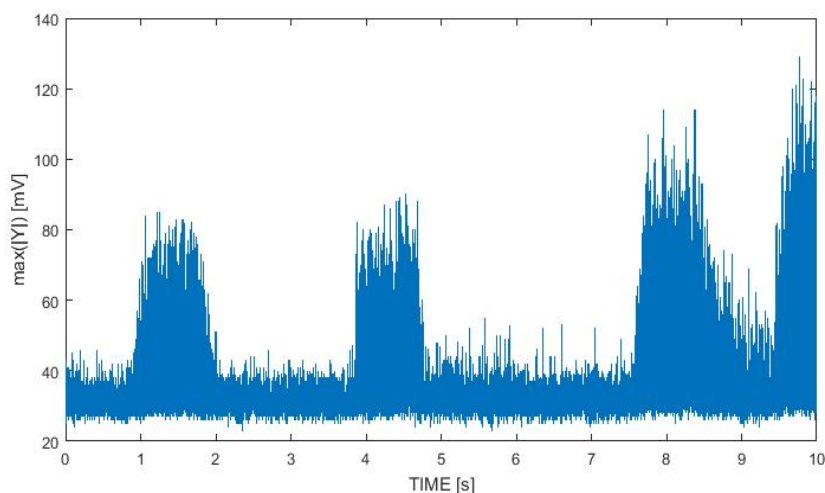
Obr. 2: Zařízení pro simulaci creepového poškození (UJP Praha).

Vznik trhlin v materiálu v důsledku tepelného a mechanického namáhání materiálu je náhodný proces. Akustická emise byla měřena kontinuálně, ale pro účely měření byly uchovávány pouze ty části záznamu, které obsahovaly zvýšenou aktivitu creepového poškození, tj. vzniku mikrotrhlinek v materiálu. Tato aktivita je doprovázena zvýšením akustické emise.

Rozbor měření

Zabývali jsme se vzorkem dat akustické emise o délce 10 s, kde je patrná tato zvýšená creepová aktivita.

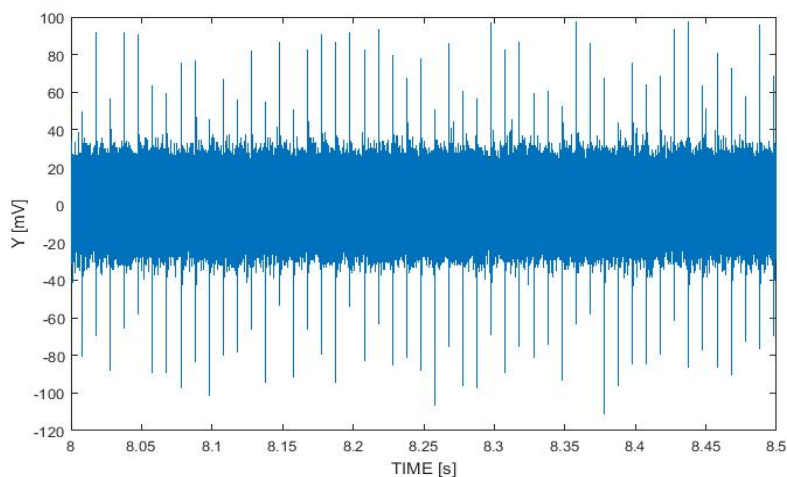
Na obrázku 3 jsou data akustické emise zobrazena následujícím způsobem. Signál je rozdělen na bloky o délce 1000 vzorků a na každém bloku je odečtena střední hodnota dat. V grafu je zobrazena maximální absolutní hodnota signálu na jednotlivých blocích. Celkem je zde 20000 bloků.

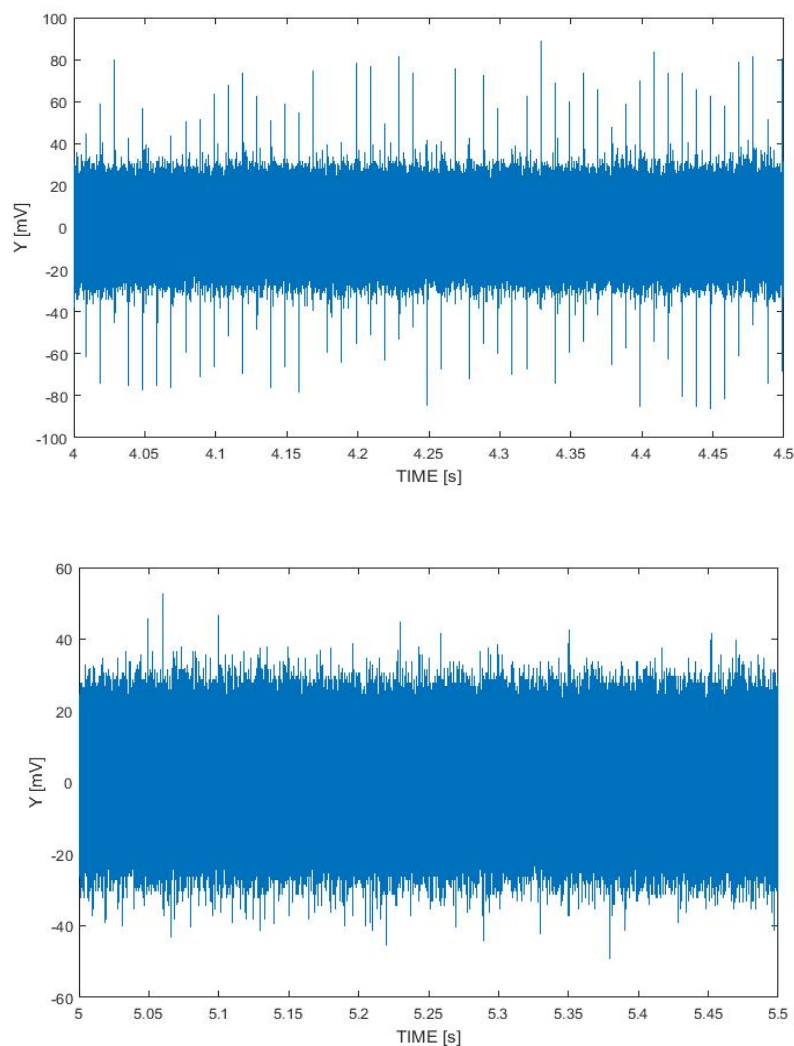


Obr. 3: Signál akustické emise o délce 10 s, maximální absolutní hodnota dat na blocích o délce 1000 vzorků.

Během těchto 10 sekund signálu vidíme nejméně čtyři úseky, kdy je aktivita zvýšená: první až druhá sekunda, čtvrtá až pátá sekunda, osmá až devátá sekunda, a poslední půlsekunda.

Způsob zobrazení dat v obr. 3 je motivován výřezy v obr. 4 níže. Zde vidíme tři půlvteřinové úseky originálních (neupravených) dat.





Obr. 4: Signál akustické emise: půl-sekundové úseky dat

Na prvních dvou diagramech vidíme úseky které odpovídají vyšší creepové aktivitě. Vidíme zřetelné čáry lupnutí, které mají krátké trvání (2-3 vzorky), a vysokou amplitudu, od 40 do 80 mV. Pokud bychom data přefiltrovali jak se běžně dělá za účelem odstranění vysokofrekvenčního šumu, tato charakteristická vlastnost signálu by se v datech ztratila. Zmíněná lupnutí se objevují téměř pravidelně po 10 ms, takže jejich frekvence je necelých 100 Hz. Při poslechu dat ve zpomaleném režimu můžeme pozorovat, že po lupnutí nastává dozvuk jako když se udeří do zvonu.

Lze se domnívat, že pozorovaná lupnutí odpovídají vzniku mikrotrhlinek v materiálu, nebo dislokaci zrn v materiálu, případně odlamování povrchových vrstev oxidu železa na vzorku.

V úsecích s nižší aktivitou creepových jevů se pravděpodobně stejné jevy vyskytují také, ale s nižší frekvencí a amplitudou, takže může být těžší odlišit je od šumu.

Závěr

Ze získaných měření je těžké udělat definitivní závěr. K tomu bude potřeba pokus zopakovat a pokud možno vylepšit jeho podmínky.

1. Bylo by vhodné snímat akustickou emisi současně alespoň dvěma snímači najednou, tj. bylo by potřeba navařit na zkoumaný vzorek dva vlnovody, na každou stranu vzorku jeden, a snímat akustický signál synchronně ve stereo záznamu. Tím by bylo možné lokalizovat zdroj lupnutí,

jestli leží uprostřed vzorku nebo někde jinde.

2. Bylo by žádoucí zopakovat pokus v inertní atmosféře, aby nedocházelo k oxidaci vzorku a odlupování zoxidovaných vrstev. Tento jev není předmětem zkoumání a bylo by dobré jej eliminovat, aby se tak usnadnila interpretace dat.
3. Bylo by dobré použít 18 bitový převodník pro zvýšení přesnosti měření, a také vyšší vzorkovací frekvenci, 10 MHz. Tím by jednotlivá lupnutí získala větší šířku, z dvou vzorků by se stalo deset, takže by bylo možné přesněji vidět tvar těchto lupnutí v časové oblasti a odhadovat je lépe i v zašuměném signálu.