

Experimentální **A**nalýza **N**apětí **2005**

VERIFICATION OF BARKHAUSEN NOISE METHOD FOR RESIDUAL STRESS MEASUREMENT

OVĚŘENÍ METODY BARKHAUSENOVA ŠUMU PRO MĚŘENÍ ZBYTKOVÝCH NAPĚTÍ

Petr Krejčí¹, Tomáš Návrát²

This paper deals with verification of Barkhausen noise method for residual stress measurement. The aim is to verify functionality of commercial equipment which is using Barkhausen noise method for residual stress measurement by simple experiment. The experiment was realized by means of equipment for material testing with ability to load test sample by simple tension with known magnitude.

Keywords

Residual Stresses, Barkhausen noise, Experiment

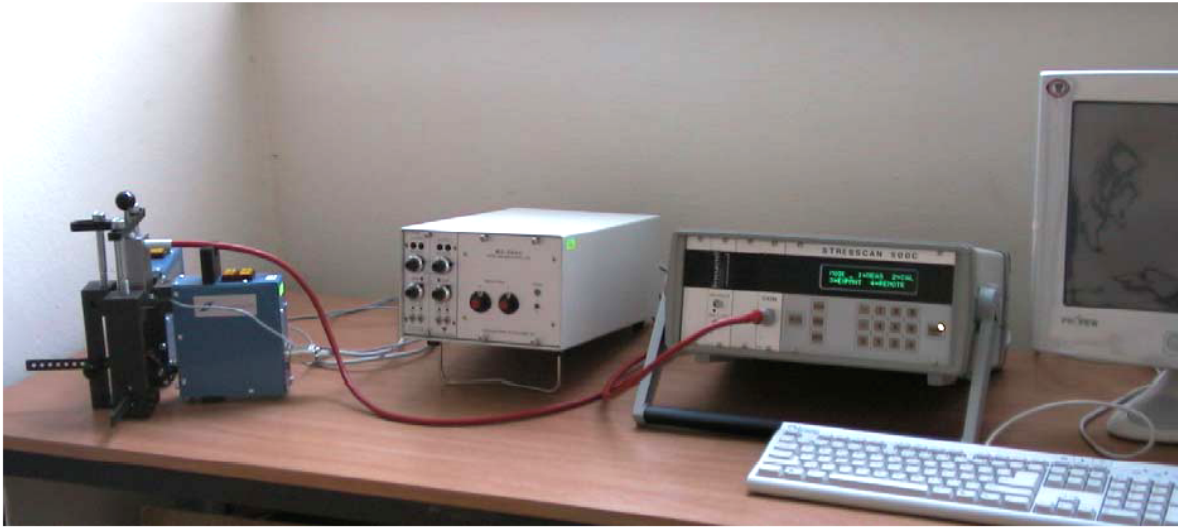
Úvod

Měření zbytkových napětí v materiálech patří bezesporu k problémům současné experimentální mechaniky. Jednou z metod používanou k měření zbytkových napětí je metoda založena na měření tzv. Barkhausenova šumu. Zjednodušeně se dá tato metoda popsat jako odezva materiálu na působení magnetického pole. Při působení magnetického pole na materiál dochází ke změně orientace Weissových domén. Ke změně orientace nedochází spojitě, ale po určitých skocích, které se v cívce, obklopující magnetovaný kov, projevují jako proudové nárazy. Ty lze po zesílení akusticky pozorovat jako tzv. Barkhausenův šum. Přítomnost a rozložení napětí ovlivňují cestu, po které se domény ubírají směrem ke snadné orientaci ve směru magnetizace. V důsledku toho u materiálů, jako jsou železo, většina ocelí, kobalt, tlakové napětí snižuje intenzitu Barkhausenova šumu, zatímco tahové napětí ji zvyšuje. Lze tedy měření intenzity Barkhausenova šumu použít ke stanovení zbytkových napětí. Z měření lze určit i směry hlavních napětí.

Použití této metody v praxi vyžaduje nemalé finanční nároky na zařízení schopné tuto metodu realizovat. Tento článek si klade za cíl provést ověření funkčnosti takového zařízení, které je dodáváno firmou Stresstech (Obr 1.).

¹ Ing. Petr Krejčí, PhD.: Ústav mechaniky těles, mechatroniky a biomechaniky, Vysoké učení technické v Brně a Ústav termomechaniky AVČR, tel.: +420 5 4114 2888, e-mail: krejci.p@fme.vutbr.cz

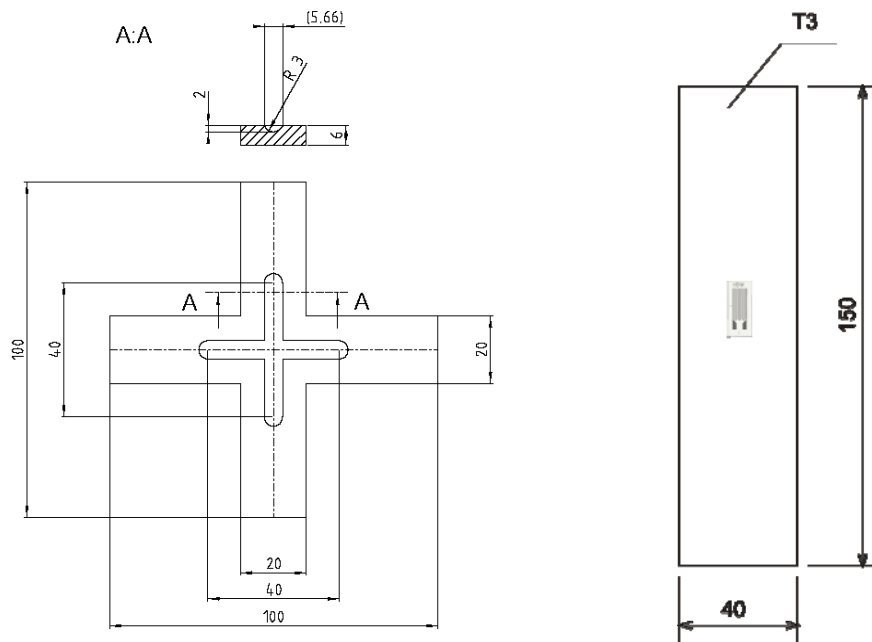
² Ing. Tomáš Návrát, PhD.: Ústav mechaniky těles, mechatroniky a biomechaniky, Vysoké učení technické v Brně, tel.: +420 5 4114 2857, e-mail:navrat@fme.vutbr.cz



Obr. 1 Zařízení pro měření zbytkového napětí firmy STRESSTECH

Experiment

K ověření metody využívající Barkhausenův šum pro měření zbytkových napětí jsme provedli experimentální měření. Experiment byl koncipován tak, že z vybraného kovového materiálu byl vyroben jak kalibrační vzorek (potřebný pro kalibraci zařízení firmy Stresstech) tak i vzorek, určený k namáhání prostým tahem. Vzorky jsou uvedeny na obr.2.



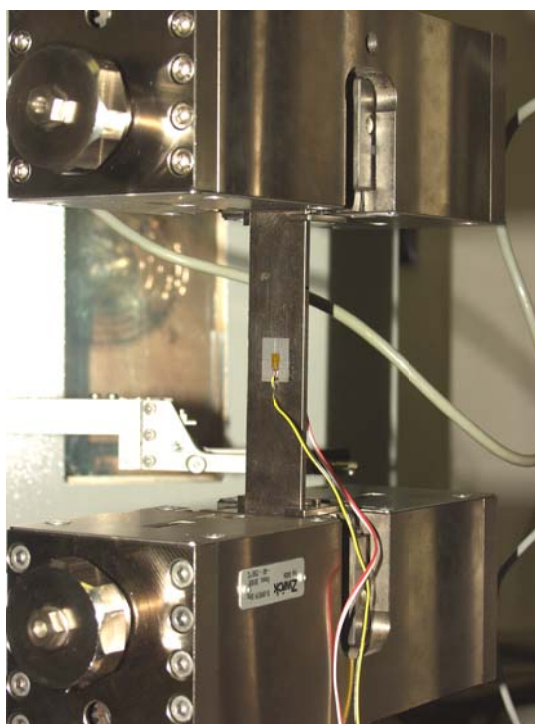
Obr.2 Geometrie kalibračního a testovacího vzorku

Po provedené kalibraci byl zkušební vzorek uchycen do stroje pro mechanické zkoušky. V nezatíženém stavu bylo naměřeno zbytkové napětí v daném materiálu pomocí metody Barkhausenova šumu. Následovalo zatížení vzorku na předem definované napětí a opětovné měření zbytkového napětí ve směru zatížení vzorku a ve stejném místě jak před začátkem zatěžování. Zjištěný rozdíl napětí před začátkem zatěžování a po zatížení by měl být roven zatížení, které bylo aplikováno zatěžujícím zařízením. Při tomto měření byl zkušební vzorek zatížen silou **12025N** což při geometrii vzorku odpovídá napětí **100,21 MPa**. Výsledky měření jsou uvedeny v Tab.1.

Měření	Napětí před zatížením [MPa]		Napětí po zatížení [MPa]		Rozdíl [MPa]	
	T	L	T	L	T	L
1	-204	-157	-207	-68	3	89
2	-207	-160	-221	-73	14	87
3	-230	-161	-235	-69	5	92
4	-215	-158	-211	-54	4	104

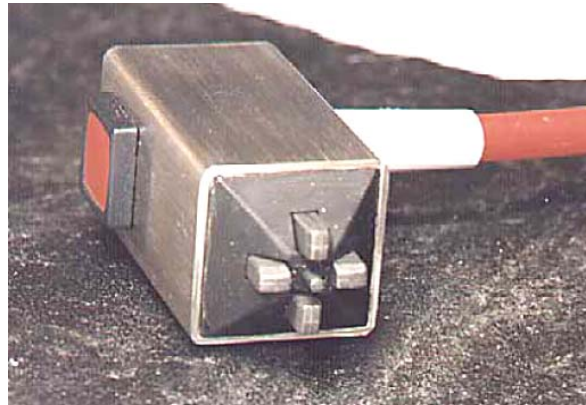
Tab. 1 Naměřené hodnoty napětí pomocí Barkhausenova šumu (T – příčný směr, L – směr tahového zatížení)

Zkušební vzorek byl opatřen dvěma tenzometry, které byly aplikovány na přední a zadní straně vzorku (Obr 3.). Tyto tenzometry byly použity ke kontrole zatěžování vzorku a ke zjištění případného ohybu v průběhu zatěžování.



Obr. 3 Uchycení zkušební vzorku ve zkušebním stroji

Protože byl pro kalibraci zařízení použit senzor měřící napětí ve dvou, na sobě kolmých směrech (obr. 4), byl tento senzor použit i pro samotné měření. Z tohoto důvodu je v tab.1 uvedeno i napětí ve směru příčném. Toto napětí by mělo být z důvodů jednoosého namáhání jak před zatížením tak i po zatížení stejné. Z uvedené tabulky je patrná určitá změna příčného napětí před a po zatížení. Tato změna může být způsobena nepřesným přiložením měřícího senzoru k měřenému místu nebo měření napětí před i po zatížení v nepatrně odlišných místech.



Obr. 4 Senzor, použitý pro snímání zbytkových napětí

Závěr

Z popsaného experimentu je patrné, že je uvedená metoda bezkontaktního měření zbytkového napětí použitelná v praxi s dostatečnou přesností v porovnání s jinými metodami. Je však nutné poznamenat, že dosažená přesnost měření ve velké míře závisí na zkušenostech obsluhy a možnostech při měření, kde malá změna náklonu použitého senzoru zapříčiní velké změny v dosažené přesnosti. V neposlední řadě je celé měření ovlivněno i správně provedenou kalibrací, kde povrch měřeného materiálu musí být ve stejném stavu jak povrch kalibračního vzorku.

Literatura

- [1] Stresstech: Operating instruction, January 2002, Tikkutehtaantie 1, 40800 Vaajakoski, Finland
- [2] Vlk, M., Houfek, L., Hlavoň, P., Krejčí, P., Kotek, V., Klement, J.: Experimentální mechanika, VUT FSI Brno, 2003

Poděkování

Tato práce vznikla za podpory projektu AV0Z20760514