

ANALÝZA NAPĚTÍ HLINÍKOVÉ SOUČÁSTI PŘI STATICKÝCH A DYNAMICKÝCH ZKOUŠKÁCH

P. Macura^{*}, M. Keller^{**}

Summary: *The paper is devoted to the analytical and experimental stress analysis in aluminum tube of car air – conditioner at static and dynamic loading at test equipment. After the preliminary numerical analysis by means of finite element method the strain gage measurements were used at the most stressed points at the specified static displacements and dynamic loading according to demanded vibration profiles.*

1. Úvod

Při startování a provozu automobilů jsou jejich součásti vystaveny různým způsobům zatížení, které jsou sledovány a analyzovány jednak při jízdě v terénu, jednak při zatěžování na zkušebních zařízeních. Obsahem příspěvku jsou některé výsledky, získané při zatěžování součásti klimatizačního zařízení automobilu ve zkušebním zařízení. Výsledky slouží jako podklad pro vypracování a ověření matematického modelu pro výpočty maximálních napětí v těchto součástech.

2. Návrh způsobu měření

Měřená součást a způsob jejího uchycení ve zkušebním zařízení jsou patrný z obr. 1. Jedná se o součást, složenou z hliníkových trubek a pryžových hadic. Pro experimentální analýzu napětí bylo nutno nejdříve zvolit vhodnou experimentální metodu. V úvahu připadaly buď reflexní fotoelasticimetrie anebo tenzometrie. Výhodou reflexní fotoelasticimetrie je snadné nalezení nejvíce namáhaných míst, nevýhodou náročné a pracné vyhodnocení dynamických měření. Výhodou tenzometrie je snadné měření a vyhodnocení při dynamickém zatěžování, problémem však je, kam tenzometry nalepit. Ideální je kombinace obou metod, zde však z časových důvodů byla použita pouze tenzometrická metoda a místa nalepení tenzometrů byla určena na základě předběžných numerických výpočtů pomocí metody konečných prvků. Výsledek těchto výpočtů je uveden na obr. 2. Z rozložení napětí dle obr. 2 nelze jednoznačně určit polohu nejvíce namáhaného místa podél obvodu hliníkové trubky, protože součást může kmitat podél tří os v prostoru. Největší ohybové napětí však lze vyhodnotit při vhodném nalepení a zapojení tenzometrů do tenzometrických mostů. Toto je naznačeno na obr. 3. Tenzometry se zapojily do dvou půlmostů, toto zapojení kompenzuje i vliv teploty na

^{*} prof. Ing. Pavel Macura, DrSc, katedra pružnosti a pevnosti FS VŠB – TU Ostrava, tř. 17. listopadu 15, 708 33 Ostrava – Poruba, tel.: +420 596 993 598, fax: +420 596 916 490, e-mail: pavel.macura@vsb.cz

^{**} Ing. Michal Keller, Visteon – Autopal, s.r.o., Lužická 184/14, 741 01 Nový Jičín, tel.: +420 556 780 886, fax: +420 556 780 463, e-mail: mkeller@visteon.com

výsledky měření. První půlmost tvoří tenzometry R1 a R2, které měří poměrné deformace v rovině XZ. Do druhého půlmostu jsou zapojeny tenzometry R3 a R4, měřící poměrné deformace v rovině YZ, kolmé na rovinu XZ. Ze změřených poměrných deformací v těchto dvou kolmých rovinách lze vypočíst ohybové momenty a ohybová napětí v těchto rovinách a jejich geometrickým součtem maximální ohybové napětí v řezu B-B na obr. 3. Poloha místa maximálního ohybového napětí v řezu B-B se může v závislosti na způsobu zatížení měnit, na základě známých výstupních signálů z obou půlmostů se však dá jednoznačně určit. K měření se použily tenzometry typu 1,5/120 LY 13 určené pro měření na hliníkových součástech.

K měření se použila měřicí ústředna PORT 2000 firmy DEWETRON. Využily se dva kanály pro měření a záznam výstupních signálů z obou půlmostů. Pomocí grafického programování DASYLAB se vypracoval program pro analogové i digitální sledování a záznam měřených poměrných deformací v obou na sobě kolmých rovinách a maximálního ohybového napětí v řezu B-B. Záznamy byly zapisovány v reálném čase, takže je možno vyhodnotit i okamžitou frekvenci kmitání při dynamickém zatěžování.

3. Výsledky měření

Měření se prováděla již při montáži součásti do zkušebního zařízení, dále pak při statické zkoušce „Engine Movement“ a nakonec při dynamických zkouškách při různých vibračních profilech.

Záznam průběhu maximálního ohybového napětí během montáže součásti do zkušebního zařízení je uveden na obr. 4. Při neopatrné montáži dosahují ohybová napětí mnohem vyšších hodnot než při vlastních zkouškách.

Zkouška „Engine Movement“ simuluje podmínky zatěžování při startování vozidla a provádí se při výchylkách jednoho konce součásti, která je spojena s motorem přes kompresor, o ± 25 mm ve všech třech osách X, Y a Z dle obr. 3.

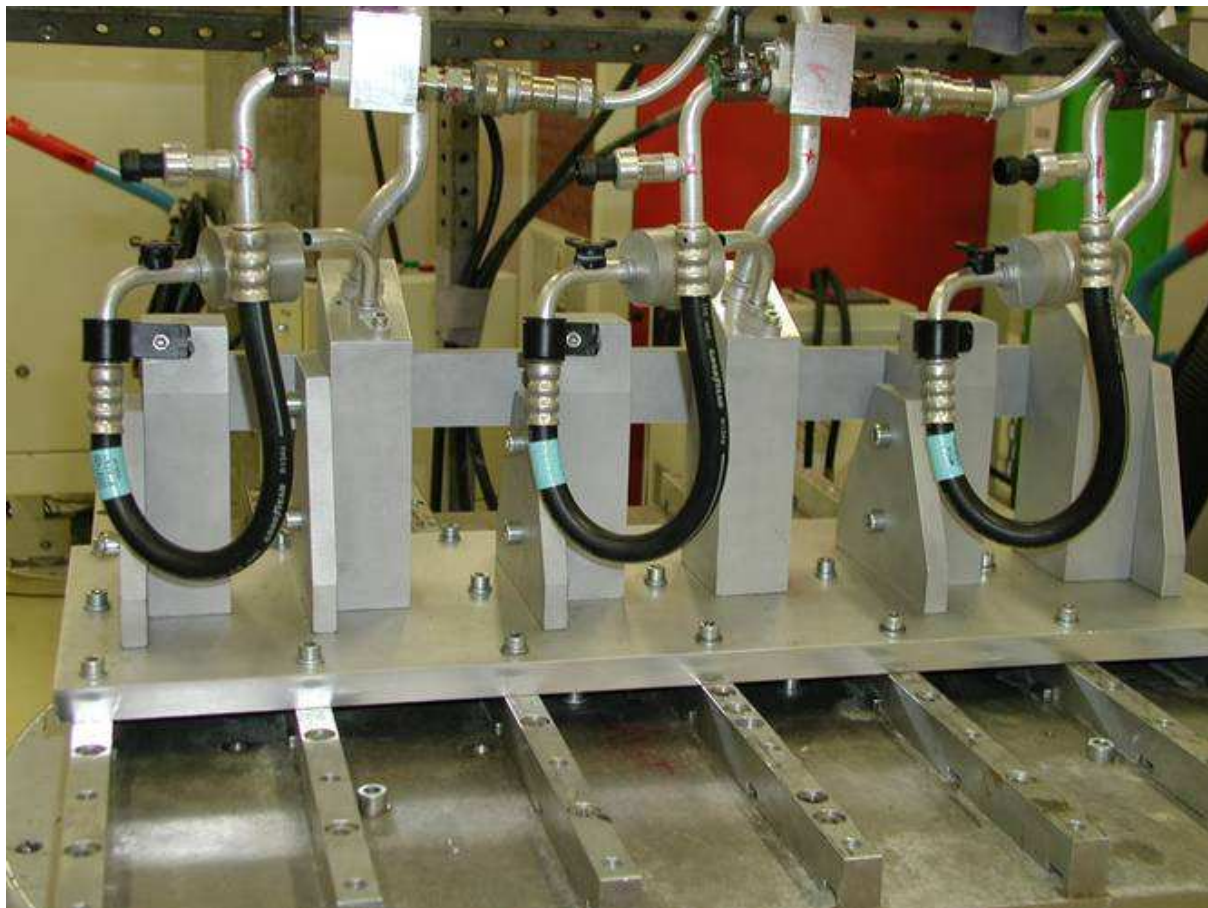
Dynamické zkoušky při různých vibračních profilech se prováděly při plynulých změnách frekvence kmitání v předem zvolených rozsazích. Jako příklad je na obr. 5 uveden záznam průběhu maximálního ohybového napětí při vibračním profilu PSA 250-25 Hz. Na obr. 6 je pak uveden roztažený záznam poměrných deformací v oblasti vlastní frekvence při stejném vibračním profilu jako dle obr. 5. Podrobné výsledky měření jsou uvedeny v práci Macura et al. (2006).

4. Závěr

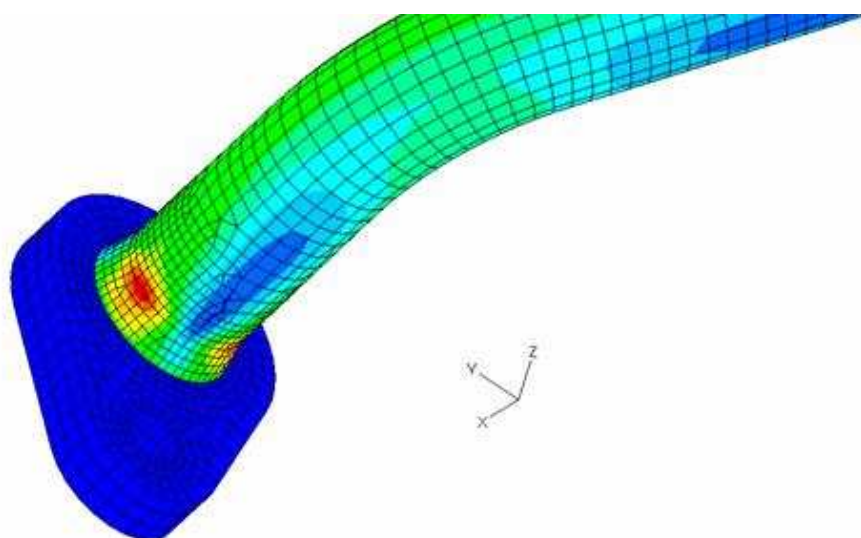
V příspěvku jsou stručně uvedeny některé výsledky, získané při tenzometrickém měření deformací a napětí ve zkoušené součásti klimatizačního zařízení vozidla při statickém i dynamickém zatěžování ve zkušebně. Byly změřeny průběhy napětí při montáži součásti jakož i předpětí po jejím zabudování, s kterým je nutno počítat při početní analýze napětí. Rovněž se změřila maximální ohybová napětí při vlastních frekvencích kmitání zkoušené součásti. Výsledky měření budou sloužit pro vypracování a odladění matematických modelů pro řešení životnosti navrhovaných součástí.

5. Literatura

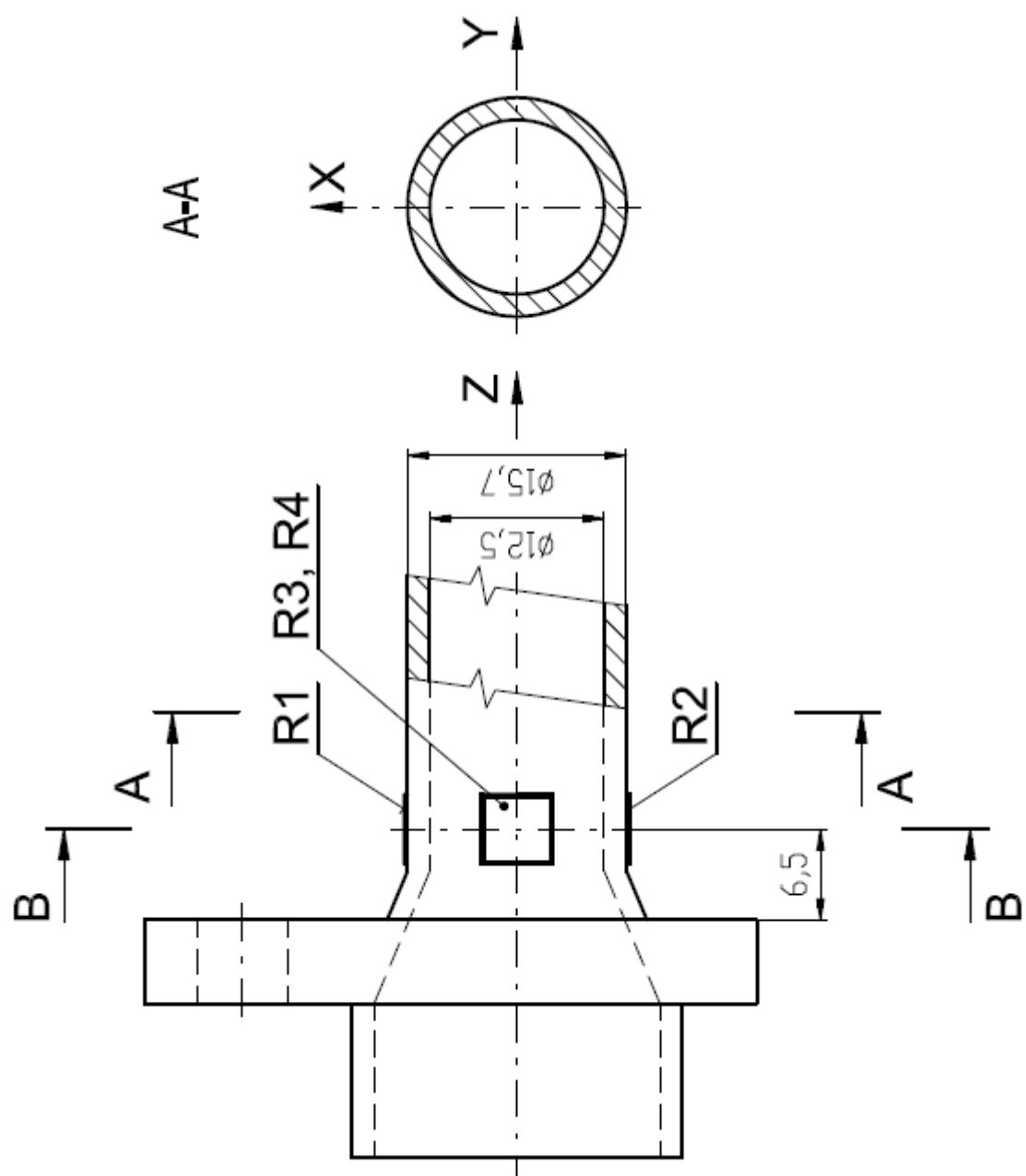
Macura, P. et al. (2006): Statická a dynamická měření na hliníkové trubce. Technická zpráva 02-06, VŠB-TU Ostrava



Obr. 1 Uložení zkoušené součásti ve zkušebním zařízení

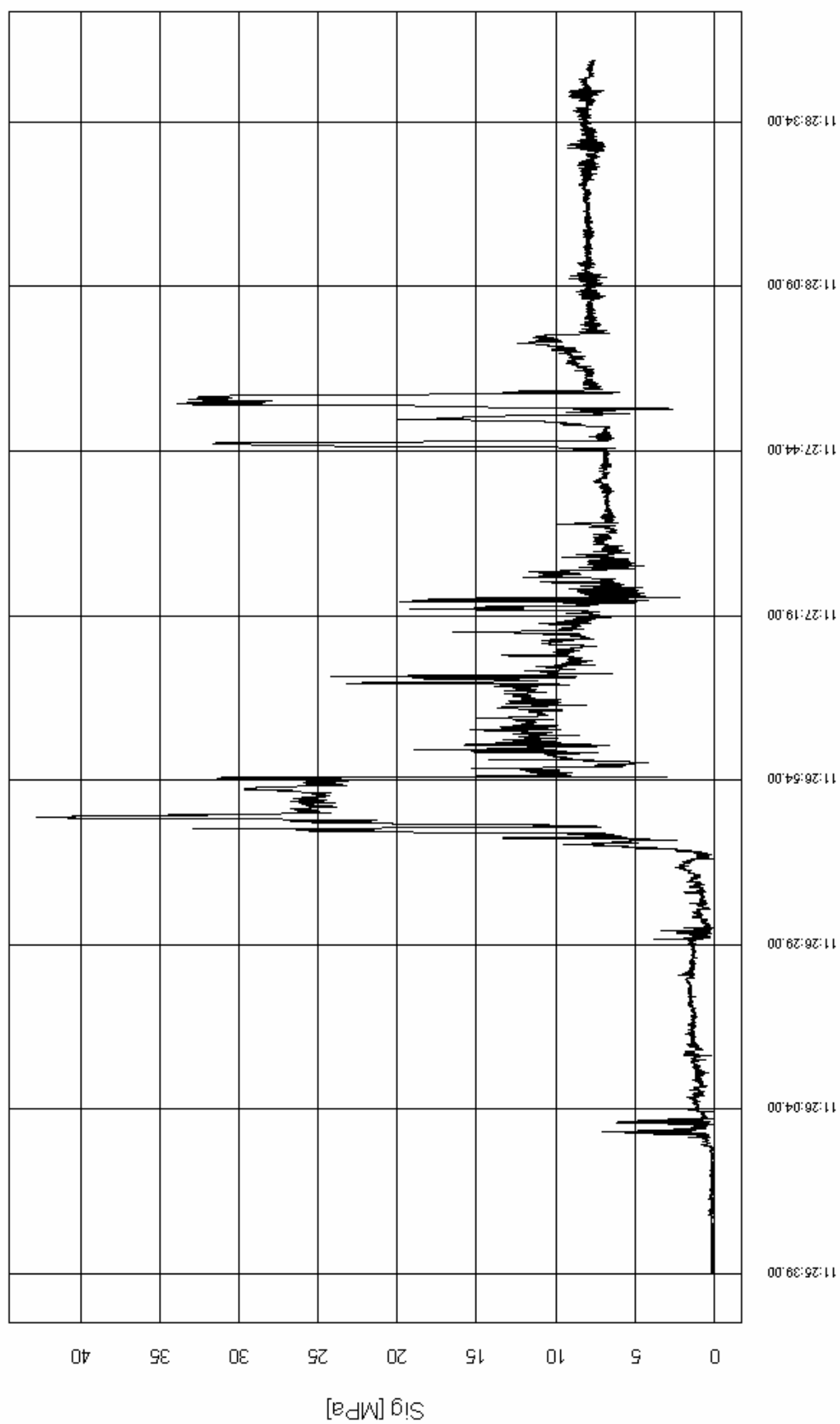


Obr. 2 Numerická analýza napětí ve zkoušené součásti



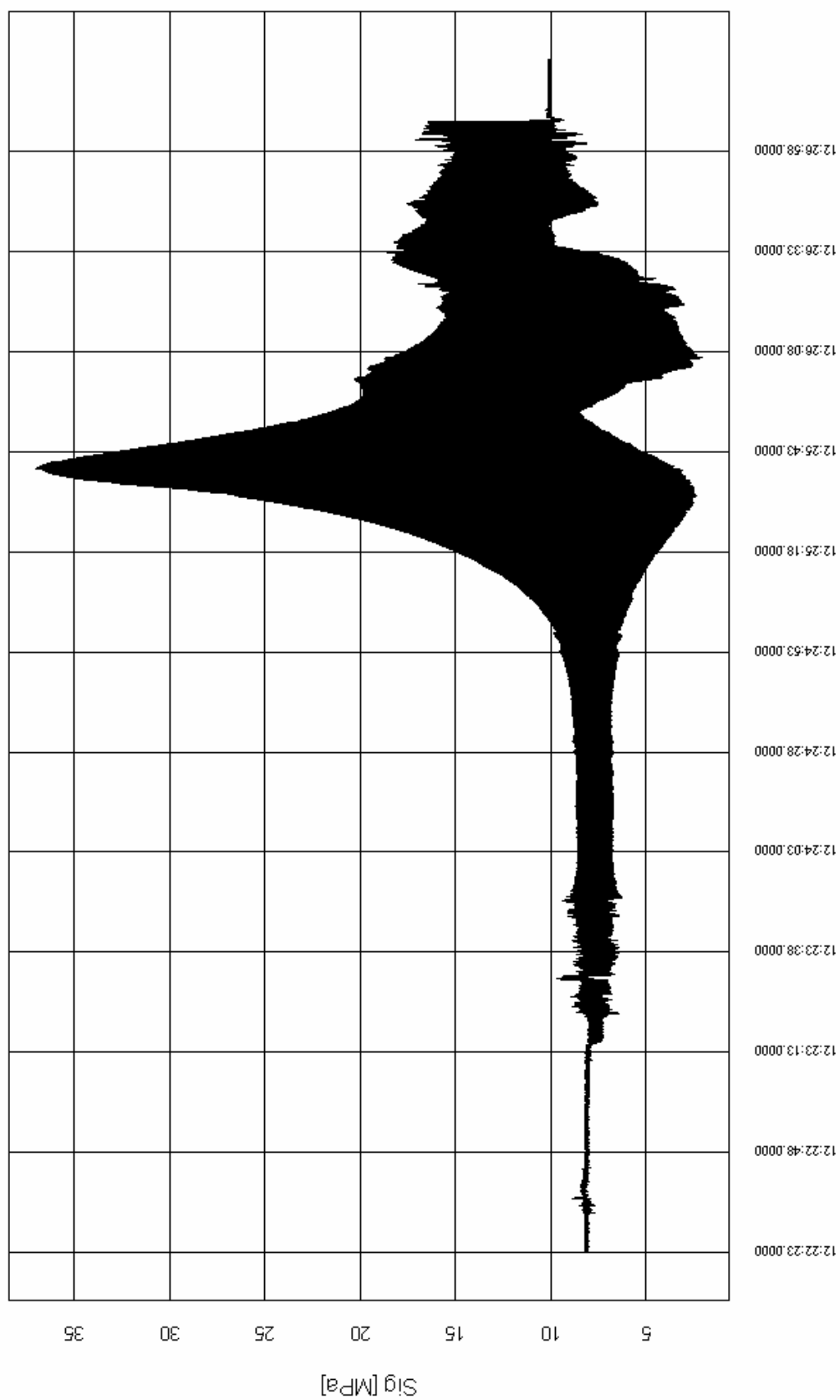
Obr. 3 Místa nalepení tenzometrů

Průběhy maximálních napětí při montáži součásti



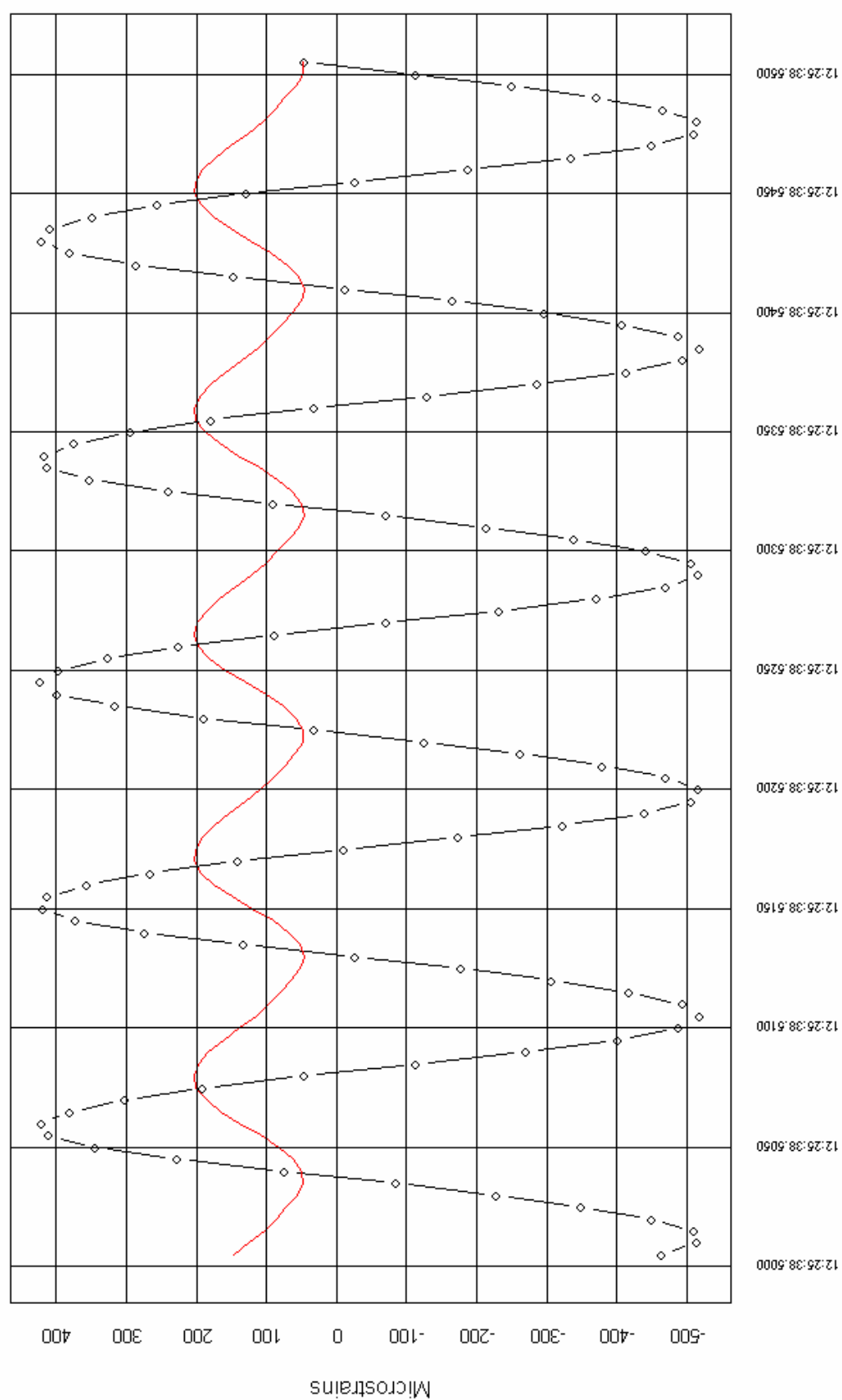
Obr. 4 Oscilografický záznam maximálních napětí při montáži

Průběhy maximálních napětí při vibračním profilu PSA 250-25Hz



Obr. 5 Oscillografický záznam maximálních napětí při dynamické zkoušce

Průběhy deformací ve dvou rovinách při PSA 250-25Hz



Obr. 6 Oscillografický záznam poměrných deformací ve dvou kolmých rovinách