



30th Conference of Experimental Stress Analysis
 30. konference o experimentální analýze napětí
 2. - 5. 6. 1992 ČVUT Praha Czechoslovakia

THE APPLICATION OF THE STRAIN-GAUGE MEASUREMENT FOR THE
 HIGH-PRESSURE TESTS OF GAS PIPELINES.
 APLIKACE TENZOMETRIE PŘI VYSOKOTLAKÝCH ZKOUŠKÁCH PLYNOVODNÍCH
 POTRUBÍ.

Jíra J., Gajdoš Ľ., Jírová J.

Using the strain-gauge measurement during high-pressure tests of gas pipelines enables to check the deformation of a pipe and to control the process of the stress-test in real conditions. It was also obtained the basic data about changes of hoop deformations depending on a distance from a spiral weld and welding bottoms of a pipe.

Strain-gauge measurement, influence of weld, strength of pipe.

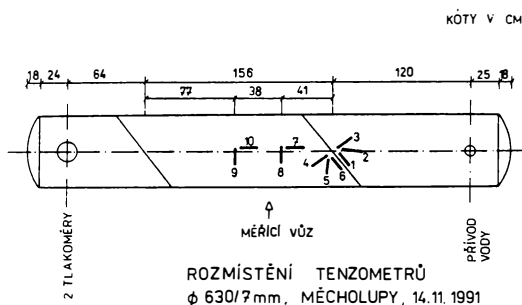
1. Úvod.

Rehabilitace vysokotlakých plynovodů po dlouhé době provozu je ekonomicky velmi efektivní technologie. Součástí řešené problematiky je vyšetřování mezních podmínek hydraulických zkoušek. Doposud byly provedeny čtyři komplexní vysokotlaké hydraulické zkoušky na reálných vzorcích potrubí, které připravily podklady pro dva projekty rehabilitace velkopřůměrových vnitrostátních plynovodů napětovými zkouškami a pro dodávku nové čs. produkce trub pro výstavbu nového vysokotlakého plynovodu. Těmito napětovými zkouškami není míněn stress-test tak, jak je znám z dosud prováděných praktických zkoušek. Napětovými zkouškami je v tomto případě míněna reparace potrubí hydraulickým přetlakem pohybujícím se mezi provozním tlakem a namáháním na mezi kluzu oceli použitého materiálu. Konkrétní hodnota reparačního přetlaku se určuje na základě zjištěné úrovně degradace materiálu a ve vztahu ke známým nebo

předpokládaným defektům provozovaného potrubí.

2. Metoda.

Vysokotlaké hydraulické zkoušky trubních vzorků plynovodních rour provádělo Sdružené pracoviště pro spolehlivost plynovodů Plynoprojekt/Ústav teoretické a aplikované mechaniky na spirálově svařovaných rourách ϕ 530/8 mm [1] a ϕ 630/7 mm (obr.1) a společně se Státním výzkumným ústavem materiálu na rouře s podélným svarem ϕ 630/9 mm [2] a na bezešvé rouře ϕ 530/9 mm [3]. Součástí přípravy zkoušek byly i komplexní materiálové zkoušky oceli potrubí [4]. Během hydraulických zkoušek byla prováděna měření: a) objemu přičerpávané vody společně s hodnotami tlaku, b) obvodové a podélné deformace roury ve vybraných místech pomocí odporových tenzometrů a strunových měřidel, c) akustických signálů. Při



Obr.1.

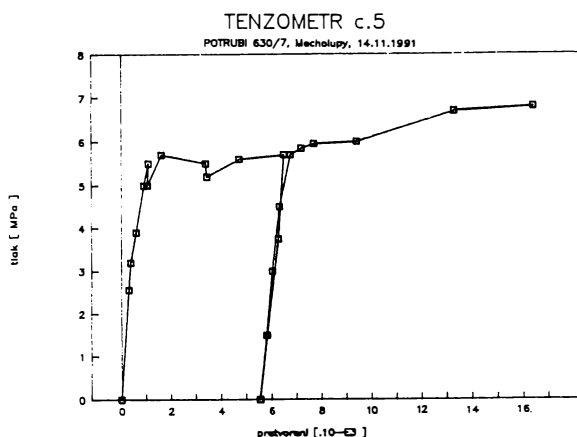
tenzometrických měřeních byly použity tenzometry od čs.zastoupení firmy Hottinger Baldwin Messtechnik a od firmy Mikrotechna. Nalepené tenzometry byly po vytvrzení chráněny proti vlhkosti povlakem vosku nebo speciální úpravou od fy HBM. Vždy byla kontrolována ohmická hodnota a izolační odpor. Pro měření byly použity tenzometrické aparatury fy HBM. Při měření jsme se soustředili na:

- stanovení základních informací o napjatosti a o deformacích na volné ploše zkušebního vzorku potrubí při postupném zvyšování tlaku v průběhu zkoušky,
- získání podkladů o změnách obvodových deformací v blízkosti svarů trubky (spirálový, obvodový),
- sledování ovlivnění rozvoje deformací v místě přivaření dna a na sledování těchto účinků.

3. Výsledky a závěr.

Tenzometrická měření obvodových a podélných deformací byla až do

dosažení meze kluzu v souladu s teoretickými poznatky. Oba typy spirálově svařovaných trub měly shodný poměr meze kluzu k mezi pevnosti, i když hodnoty $R_{t0,5}$ a R_m byly pro DN 500 a DN 600 různé. Z toho vyplývá, že oblast plastického přetváření k vytvoření bariér proti ostrým defektům byla pro oba typy potrubí stejně příznivá. V případě potrubí DN 500 se jednalo o nově vyrobenou rouru, kdežto v případě DN 600 o troubu, která byla již 24 let v provozu. U spirálově svařované roury DN 500 se tenzometrickým měřením a akustickou emisí prokázalo, že toto nové potrubí z počátku zatěžovacího procesu vnitřním tlakem výrazně formuje tvar příčného průřezu k ideálnímu kruhovému tvaru. Původní tvar se vyznačuje určitou nekruhovitostí, což je důsledkem výroby. Existence počátečních vysokých vnitřních pnutí byla nezávisle prokázána rozříznutím úzkého prstence, který se rozestoupil o 118 mm. Při hydraulické zkoušce se při zatěžovacím cyklu rovněž prokázaly u obou potrubí podstatné rozdíly v deformačním procesu. Zatímco u DN 500 spirálový svar ztužoval válcovou skořepinu potrubí a rozhodující deformace byly ve stěně mezi spirálovým svarem, u DN 600 došlo k rozhodujícímu rozvoji obvodové deformace v místech spirálového svaru (obr.2.), kde bylo i místo vzniku porušení. Rozdíl se projevil i ve velikosti



Obr.2.

tlaku, při kterém došlo k porušení. U vzorku, který byl vyroben z roury DN 600, došlo během celého procesu tlakování ke zřetelnému zeslabování stěny v bezprostředním okolí spirálového svaru. Z tohoto důvodu zde vznikla destrukční trhlinka a tlak, při kterém

došlo k porušení, měl relativně nízkou hodnotu $p=8,6$ MPa, kterému odpovídá obvodové napětí $R_m=387$ MPa. Změřená mez pevnosti oproti přepočtené tahové zkoušce je nižší o 8%.

U trubky DN 500 došlo k porušení při vnitřním tlaku $p=16,4$ MPa [5] a tato hodnota je o 2% menší než změřená pevnost při tahové zkoušce. I když se jedná o potrubí, která byla zhotovena z různých materiálů, nelze u potrubí DN 600 pominout okolnost, že se jedná o potrubí již dlouhodobě provozované.

Výraznou geometrickou imperfekci zkoušených trub bylo přesazení hran u spirálového svaru a převýšení svarů spirálového i obvodového. Zvýšená tuhost se v místě svarů s převýšením projevila u většiny zkušebních vzorků brzdícím účinkem na rozvoj deformace, zejména v oblasti vzniku plastických deformací. Z tenzometrických měření vyplývá, že v místě spirálového svaru dochází pravděpodobně ke vzniku lokálních ohybových napětí, která ovlivňují velikost celkových napětí ve stěně potrubí.

Podle měření obvodových deformací se výztužný účinek den po vzniku plastických deformací projevil cca do vzdálenosti dvou průměrů potrubí. U podélných deformací se vliv den uplatňuje složitějším způsobem, neboť při přípojných svarech den vznikají záporné podélné deformace-zkracování [3].

Provedené hydraulické zkoušky dokumentují pespektivnost a užitečnost tenzometrie pro řízení reparace potrubí plynovodů přetížením a tím prodlužovat jejich životnost či umožnit zvyšování jejich provozních tlaků.

Literatura:

1. F.Pařízek: Zavedení výroby trub v NH Ostrava. Plyn č.2, 1992.
2. V.Linhart: Spolupráce při napětové zkoušce zkušební nádoby DN 600. Výzkumná zpráva SVÚM 1991.
3. V.Linhart, I.Černý: Měření deformací na zkušebním tělese z potrubí DN 530/9 mm při pevnostní tlakové zkoušce. Výzkumná zpráva SVÚM 1991.
4. Ľ.Gajdoš, J.Jíra: Materiálově-mechanická analýza šroubovicové svařovaného potrubí ϕ 530/8. Výzkumná zpráva ÚTAM 1991.
5. J.Jíra, J.Jírová, M.Srnc, B.Stránská: Přetvoření šroubovicové svařovaného potrubí namáhaného vnitřním přetlakem. Výzkumná zpráva ÚTAM 1991.

Doc.Ing.Josef Jíra,CSc., Ing.Lubomír Gajdoš,CSc., Ing.Jitka Jírová,CSc., Ústav teoretické a aplikované mechaniky ČSAV, Vyšehradská 49, 128 49 Praha 2, tel. 29 64 51, FAX 29 59 03.