



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

SIMPLE OPTICAL METHOD FOR SHAPE AND DEFORMATION CHECKING OF
 BODIES WITH REFLECTIVE SURFACE

JEDNODUCHÁ OPTICKÁ METODA KONTROLY TVARU A DEFORMACE PŘEDMĚTŮ
 S ODRAZNÝM POVRCHEM

Hrabovský M., Rudel Z.

Abstract

The contribution presents the description of optical phenomenon (described by R. Sarvant), being originated by image of a point source with cylindrical mirrored surface. This simple optical method can be utilized at non-contact inspection of shape, dimension and deformation of various surfaces. The method is applicated on technological inspection of shape and dimensions of cylindrical surface of stator of hydraulical drive.

Keywords: mirror, reflective surface, non-destructive inspection

1. Úvod

Je poměrně častým jevem, že starší měřicí metody bývají opomíjeny nebo i zapomenuty. Důvodů je celá řada, mimo jiné i to, že v době svého vzniku, vzhledem k technickým možnostem

jejich aplikace, byly používány pouze kvalitativně popřípadě při kvantitativním nasazení byla dosahovaná přesnost měřícího řetězce nedostatečná a později byly nahrazeny metodami schůdnějšími. Jejich pozdější renezance přináší zpravidla nové možnosti využití rozsahem i kvalitou.

Metoda popsaná v roce 1940 R. Sarvantem [1], známá také z běžné zkušenosti, umožňuje bezkontaktní nedestruktivní kontrolu tvaru, rozměrů nebo deformace válcových, kuželových popř. jin analogických ploch. Naopak při opticky definované ploše je možné metodu využít k testování prostředí - média, které je v tomto objemu obsaženo, např. CO_2 , CH_4 aj. [2].

2. Princip a popis metody

Z geometrické optiky je známé zobrazení bodového zdroje S zrcadlovou plochou. Je-li touto plochou například válcové zrcadlo (bez újmy na obecnosti), je pozorovatelem pozorován imaginární obraz S_m' . Umístíme-li zdroj S do osy válcového zrcadla nebo její blízkosti, pak oko pozorovatele pozoruje několik obrazů S_m' ve formě soustředných kruhů. Na obr. 1 je příklad válcové odrazné plochy o poloměru r , zdroj S je umístěn na ose válce na kraji plochy. Oko pozoruje čtyři soustředné kroužky S_1' až S_4' , přičemž průměr prvního kroužku je $2r$, druhého $4r$ atd. Počet kroužků je dán konkrétní optickou soustavou a její nejmenší vstupní pupilou ξ , v případě oka zpravidla pupilou oka ξ_0 - obr. 1. Jedná se tedy o velmi jednoduchou optickou soustavu a známý jev z běžné zkušenosti - vícenásobný zobrazovací optický systém.

Nahradíme-li oko pozorovatele objektivem O pak bodový zdroj S v předmětové rovině ξ je zobrazován tímto objektivem a zrcadlovou plochou do obrazové roviny ξ' .

Reálným obrazem jsou soustředné kroužky S_m . Počet kroužků je dán analogicky konkrétní optickou soustavou a její vstupní pupilou, tedy nejmenší vstupní pupilou jednotlivých prvků optické soustavy. Schéma této soustavy je na obr. 2. Je-li délka válcové plochy l pak při m kroužcích je poloha středního paprsku svazku na povrchu válce

$$\bar{l}_{mp} = \frac{2p - 1}{2m} l \quad (1)$$

kde p je pořadové číslo kroužku ve směru od zdroj S - obr. 2.

Analogicky poloha krajního paprsku svazku (pravý kraj na obr.2)

je

$$l_{mp} = \frac{lp - 1}{2m + 1} l \quad (2)$$

a šířka plochy válce v místě zobrazovaném příslušným kroužkem

$$\Delta l_{mp} = 2 |l_{mp} - \bar{l}_{mp}| = \frac{2p - 1}{2m(2m + 1)} l \quad (3)$$

Tato šířka Δl_{mp} charakterizuje povrch příslušné dílčí části válce a také jeho rozměry. Podle typu úlohy lze potom vyhodnocením obrazu v rovině ξ a ze známého reálného optického schématu vyhodnotit sledovanou veličinu. Mezi předmětovou rovinou ξ obsahující zdroj S (resp. zdánlivé zdroje S_m) a obrazovou rovinu ξ platí zobrazovací rovnice, která jednoznačně udává vztah obrazu a předmětu.

V případě zájmu o hodnocení média uvnitř tohoto válce je nutné rozebrat energetické vlastnosti tohoto optického systému [2], vzhledem k rozsahu tohoto sdělení není tato část problému dále diskutována.

3. Příklad aplikace.

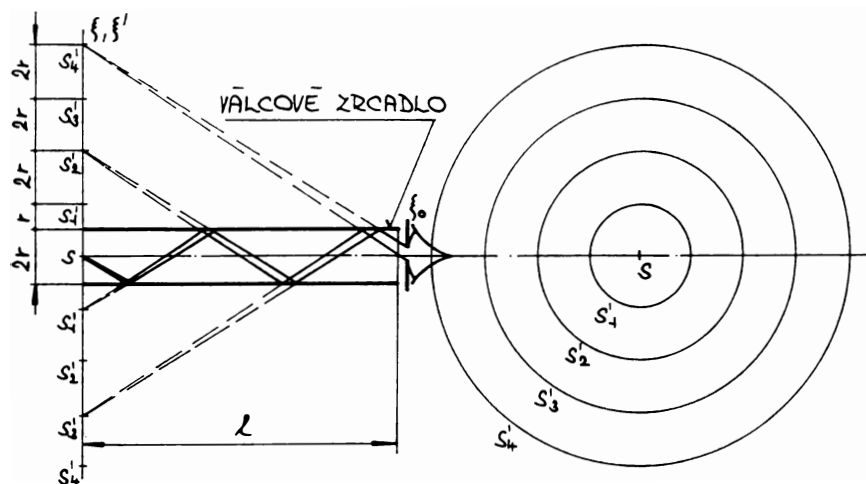
Příkladem aplikace této metody je kontrola vnitřního tvaru a průměru tělesa hydropohonu čerpadla a tělesa čerpadla IZTV.

Jedná se o speciální čerpadlo určené pro dotěžování surové ropy z nejhlubších vrtů v komplikovaných geologických a přírodních podmínkách (výrobce s. p. Sigma Hranice). Těleso hydropohonu a čerpadla je ve tvaru trubky délky cca 1000 mm s vnitřním průměrem 38 mm s tolerancí H8. Vnitřní kontrolovaný povrch tělesa je technologicky zpracován tak, že by měl vyhovovat této toleranci po celé délce, z hlediska optického je povrch dostatečně odrazný. Záměrem tedy bylo navrhnout a realizovat výrobní kontrolu těchto ploch pomocí uvedené metody. Byla navržena konkrétní optická sestava umožňující realizovat tuto úlohu, popis technického řešení funkčního vzorku (podle obr. 2) je předmětem sdělení. Vyhodnocením obrazu v obrazové rovině ξ' získáme hodnoty průměru válce v definovaných úsecích trubky a lze také posoudit souosost těchto jednotlivých řezů. Proměření rozměrů obrazce v rovině ξ'' je provedeno fotodetektozem s přesným měřením jeho polohy, proces je řízen počítačem typu PC IBM. Přesnost měření závisí především na preciznosti a optimálním návrhu optického řešení a možnostech technické realizace tohoto návrhu.

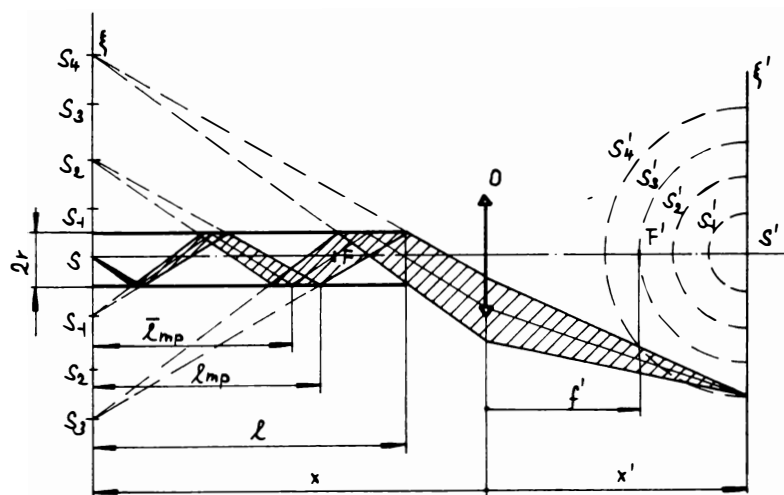
4. Literatura.

- [1] Sarvant, R.: Experiences sur les réflexions multiplexes de la lumière dans les tubes cylindriques.
Revue d'optique, 19, 1940, p. 218.
- [2] Andrychuk, O.: A multi - image optical system.
App. Opt. Vol. 3, No. 8, Ang. 1964, p. 933.
- [3] Rudel, Z.: Bezkontaktní metoda kontroly vnitřních válcových ploch. Jemná mechanika a optika 9, 1991, p. 221.

Hrabovský Miroslav, RNDr. CSc ; Rudel Zdeněk, RNDr.
SLO UP a FzÚ ČSAV, Pasteurova 8a, 772 07 Olomouc
Telefon: 068/239 36; FAX: 068/317 71



Obr. 1



Obr. 2