

SCANNING PHOTOELASTICIMETRY

Radek Šíkula

Master Degree Programme (2), FEEC BUT

E-mail: xsikul09@stud.feec.vutbr.cz

Supervised by: Pavel Škarvada

E-mail: skarvada@feec.vutbr.cz

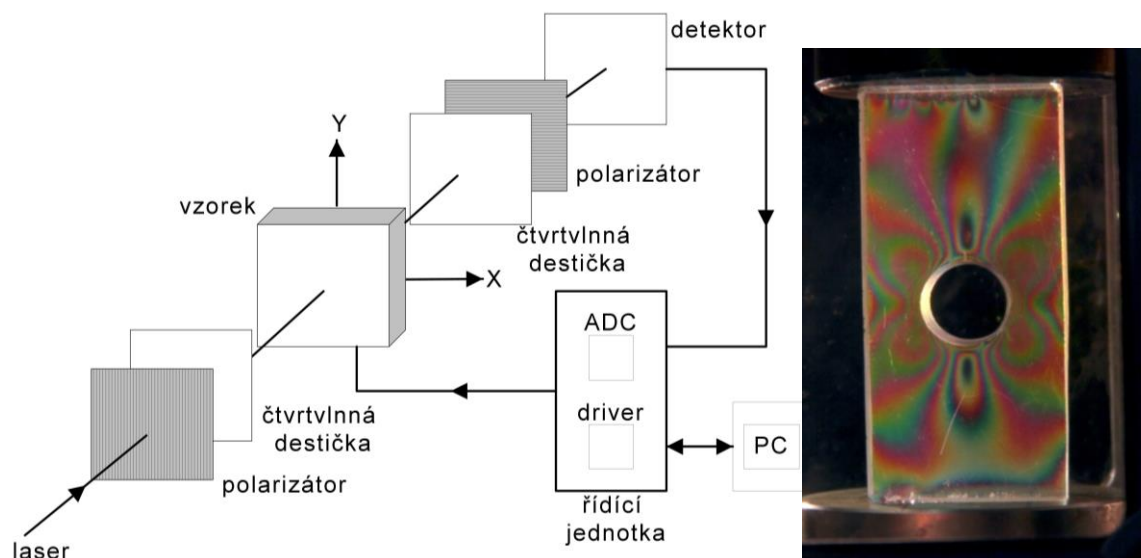
Abstract: This paper deals with the polarization of the light and its use in photoelasticity measurement. The principle of photoelasticity is shown in the theoretical part. Results of the measurement in visible range are shown in the practical part, where the design of the scanning system is also presented. Scanning system consist of two axis stepper motor driver controlled by microcontroller which also provides communication with computer via universal serial bus.

Keywords: light, photoelasticity, polariscop

1. ÚVOD

Nedestruktivní defektoskopie zahrnuje metody pro vyhledávání povrchových i vnitřních vad materiálu bez nutnosti jeho porušení. Využívá řadu postupů založených na rozdílných fyzikálních a chemických principech. Při výrobě jsou kladeny stále vyšší požadavky na dané součásti a tedy i použité materiály, často až na hranici jejich možností. Z toho vyplývá, že defektoskopie má zcela nezastupitelnou roli v kontrole a řízení jakosti ve všech výrobních průmyslových zařízeních, kterým záleží na kvalitě výrobků. Defektoskopie je běžně používána v soudním inženýrství, strojírenství, elektrotechnice, stavebnictví, leteckém inženýrstvím atd.[1]

Fotoelasticimetrie je defektoskopickou metodou založenou na dočasném dvojlomu mechanicky namáhaných materiálů. Dává poměrně přesný obraz o rozložení mechanického napětí i kolem nespojitostí materiálu. Tato metoda je významným nástrojem pro určení kritických míst zejména u součástek s nepravidelným tvarem. V dnešní době ale začíná fotoelasticimetrie ztrácet experimentální význam, protože jsou v široké míře dostupné simulační metody, které umožňují optimalizovat výrobek již ve fázi jeho návrhu.



Obr. 1: Schéma uspořádání skenovací fotoelasticimetrie, barevné izochromaty (vpravo)

1.1. SKENOVACÍ FOTOELASTICIMETRIE

Skenovací fotoelasticimetrii (obr. 1) je výhodné použít, pokud potřebujeme zobrazit vnitřní napětí u vzorků, které mají větší rozměry, nebo je zapotřebí pracovat na neobvyklých vlnových délkách. Velké optické prvky s patřičnými parametry jsou například v oblasti infračerveného světla ekonomicky nákladné a lepší variantou proto může být použití menších jakostních optických prvků (polarizátor, čtvrtvlnná destička)[2]. Nevýhodou tohoto řešení je ovšem delší doba měření daná nutností skenování vzorku a související požadavek na zpracování měření s využitím PC.

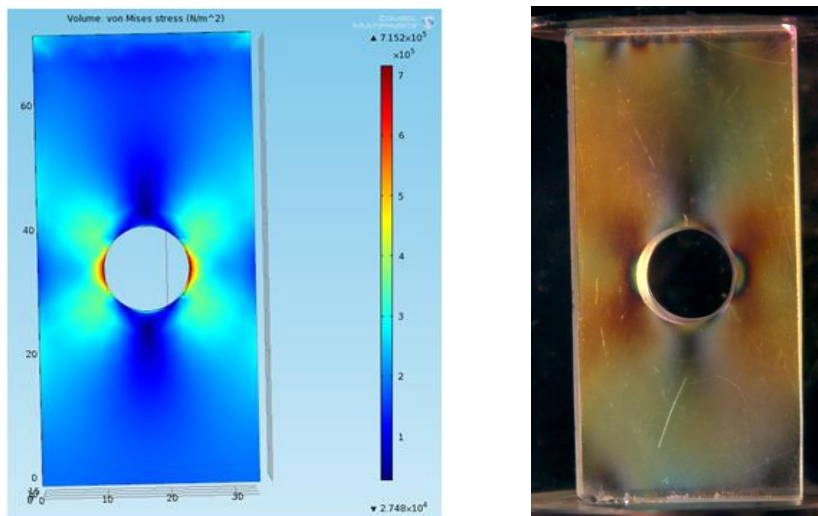
2. VÝSLEDKY

V rámci mé práce byla nejdříve ověřena metoda měření ve viditelném světle, dále navržen systém řízení skenování vzorkem a dále bude zprovozněn systém pracující v infračervené oblasti.

Ke zviditelnění vnitřního napětí zkoumaného vzorku, který je vytvořen z PMMA (plexisklo) byla použita neskenovací varianta s kruhovou polarizací. Vzorek má tvar kvádrů a uvnitř je vytvořena nehomogenita (otvor), který má jednoznačný vliv na rozložení vnitřního napětí. Vzorek je umístěn v lisu a postupně stlačován ve vertikálním směru. Jako zdroj světla byla použita halogenová lampa, takže rozložení rozdílu hlavního napětí vzorku je barevně zviditelněno. Díky použití uspořádání s kruhovou polarizací je zabráněno vzniku izoklín, které by narušily obraz izochromat. Při postupném zatěžování se sleduje pohyb izochromat respektive nárůst vnitřního napětí. Dochází k posuvu izochromat a k navyšování jejich počtu. Výstup z experimentu je možné vidět na obr. 1.

2.1. OVĚŘENÍ SIMULACÍ

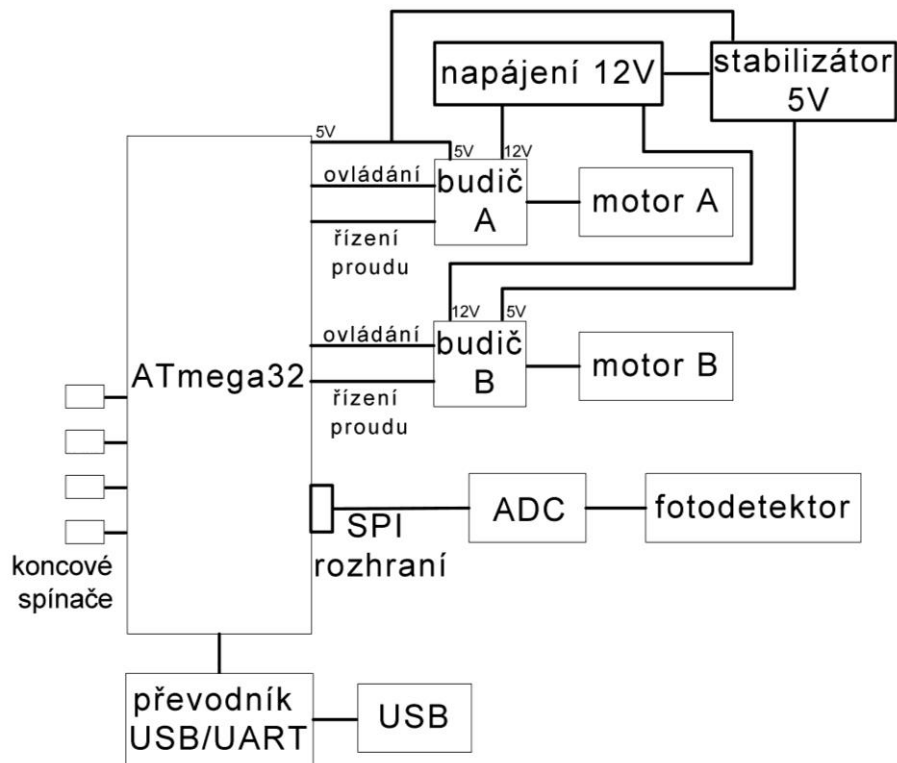
V programu Comsol byla provedena simulace zatížení kvádrů. Jednalo se o porovnání teoretického rozložení vnitřního napětí s experimentem při shodném zatížení. Síla byla v experimentálním uspořádání měřena tenzometrem s digitálním výstupem. Z obr. 2 můžeme velmi pěkně vidět, že při nastavení stejných parametrů se experimentální výsledky shodují se simulací.



Obr. 2: Simulace vnitřního napětí (vlevo), fotografie experimentu (vpravo)

2.2. NÁVRH ZAPOJENÍ OBVODU ŘÍZENÍ

V rámci práce bude zprovozněn skenovací polarimetr. Za tímto účelem bylo navrženo zapojení uvedené na obr. 3, které bude splňovat požadavky na zařízení. Hlavní požadavky na obvod řízení jsou: ovládání krokových motorků z PC, nezávislé řízení proudu jednotlivých motorků, koncové spínače posuvu, propojení s PC přes USB, textový komunikační protokol. K napájení bude využit externí zdroj stejnosměrného napětí 12V.



Obr. 3: Zjednodušený návrh zapojení obvodu řízení

3. ZÁVĚR

V praktické části práce je ověřena metoda měření a proveden návrh skenovacího zařízení k vytvoření skenovací fotoelasticimetrie. Z výsledku experimentů je patrné, že je možné zobrazit rozložení rozdílů hlavních napětí. Musím ale zdůraznit, i když se v hranolu na obr. 1 zobrazují stejné barevné složky, tak to neznamená, že v těchto místech je stejné napětí. Barevná škála v prostředí Comsol je zvolená a jako taková nesouvisí s barvami při experimentu.

Dále je proveden návrh elektroniky pro řízení krokových motorků, pomocí kterých bude možné s měřeným vzorkem pohybovat. Jedná se o návrh a jeho zkonstruování, oživení a naprogramování. Ovládací software PC bude následně naprogramován v rámci diplomové práce.

REFERENCE

- [1] MILBAUER, M. Fotoelasticimetrie a její použití v praxi. 1. vyd. Praha, Státní nakladatelství technické literatury. 1953. 140 s.
- [2] FUKA J., HAVELKA J., Optika, SPN, Praha 1961, str. 636-737.
- [3] JAMES F. DOYLE AND. JAMES W. PHILLIPS Manual on Experimental Stress Analysis, Fifth Edition. [online]. [cit.2012-11-23]. Dostupný z <<http://courses.washington.edu/me354a/photoelas.pdf>>