

# Praktické ověření teoretického rozboru činnosti interferometru typu Nomarski s jednou čočkou

R. Khaydarov

Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská, Břehová 7, 115 19 Praha 1

khaydarov@seznam.cz

## Abstrakt

Chtěl bych vás obeznámit s interferometrem, jeho činností a principem. Pokusil bych se to na interferometr typu Nomarski. S pomocí pána Doc. Ing. Milana Kálalova, CSc, který mne do téhle problematiky zasvětil, pokusím se vysvětlit všechny základní otázky týkající se interferometru, obecně a pak konkrétně interferometru typu Normarski.

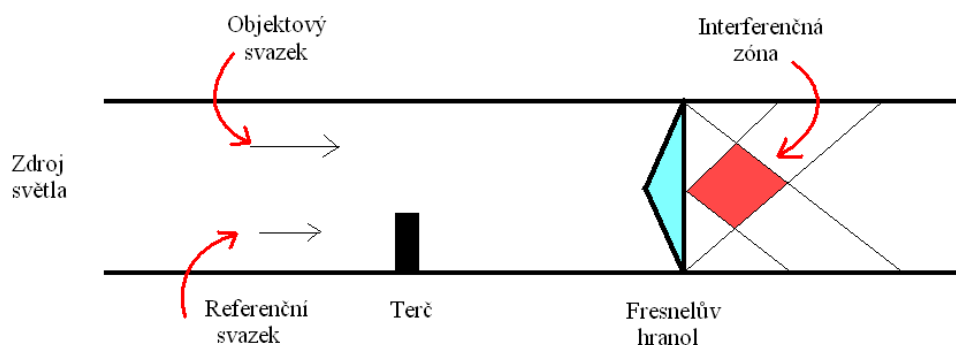
## 1 Interferometr obecně

Interferometr je optické zařízení, které způsobuje vzájemný překryv dvou světelných vln. Interferometry mohou také rozdělovat jeden svazek na dva, se kterými je možné pracovat odděleně a poté je znovu rekombinovat. Výsledný interferenční obrazec může při vhodném uspořádání nést informaci o prostředí (hustotu, fázový posun, index lomu), kterým se jednotlivé svazky před opětovným překrytím šířily.

Výhody interferometru jsou: Vysoká rozlišovací schopnost v čase a prostore, bezkontaktnost.

Dráhový rozdíl dvou světelných paprsků (přičemž jeden prochází prostředím s tělesem, o kterém se snažíme získat informaci a druhý paprsek prostředím bez tělesa) určujeme z interferografu, který vyniká interferencí světla.

Interference vzniká skládáním dvou světelných vln, které musí být koherentní (souvislé, spojité). Musí mít stejné frekvence a stály fázový rozdíl. Podmínku koherence nemůžou splnit světelné vlny z dvou různých zdrojů. Může se to dosáhnout rozdělením světelné vlny z jediného zdroje na dvě koherentní vlny. Rozlišujeme interferenci ohybem a interferenci lomem.



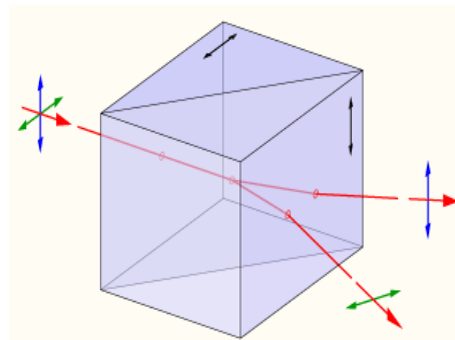
Obr. 1 Schéma interferometru [1]

## 2 Interferometr typu Nomarski

Interferometr typu Normarski je kompaktní varianta interferometru, která pracuje s jednou nebo dvěma čočkami, s Wolastonovým či Fresnelovým hranolem a paralelními svazky, které slouží zároveň jako svazek referenční i testovací.

Wolastonův hranol se skládá ze dvou pravoúhlých hranolů z islandského vápence. Hranoly jsou slepeny podél přepon. V prvním hranolu je optická osa rovnoběžná s odvěsnou, ve druhém je kolmá na přeponu.

Fresnelův dvojhranol je optický element, který svým tvarem odpovídá dvěma identickým hranolům spojeným kratšími podstavami. Používá se jako dělič svazků metodou dělení vlnoplochy.



Obr.2 Wolastonův hranol [2]

## 3 Teorie mého pokusu

Použitý interferometr je soustava Fresnelova dvojhranolu a jedné spojné čočky.

Zkušební svazek je svazek vstupující do interferometru. Jedna jeho část nese informaci o zkoumaném objektu, druhá je referenční. Tyto dvě části po vzájemném překrytí vytvářejí interferenční obrazec.

Objektový svazek je část zkušebního svazku procházející zkoumaným objektem.

Referenční svazek je část zkušebního svazku, která se šíří mimo zkoumaný objekt. Naším úkolem je nalézt způsob rozmístění jednotlivých komponent v interferometru typu Nomarski, tak aby výsledný interferogram splňoval předem zadané požadavky (zobrazení, zvětšení, počet interferenčních proužků, zobrazení relevantní části svazku.)

Počet interferenčních proužků resp. jejich hustota. Je potřeba, aby plocha, kterou zabírá zkoumaný objekt, obsahovala dostatečné množství interferenčních proužků, které o tomto objektu nesou informaci. Jedině v případě, že proužků je dostatečné množství, můžeme získat dostatečně detailní průběh zkoumané veličiny zakódované v interferenčním obrazci.

Hustotu ( $\rho$ ) interferenčních proužků určíme jako podíl počtu proužků ( $m$ ) a rozměru interferografu ( $T$ ).

$$\rho = \frac{m}{T}$$

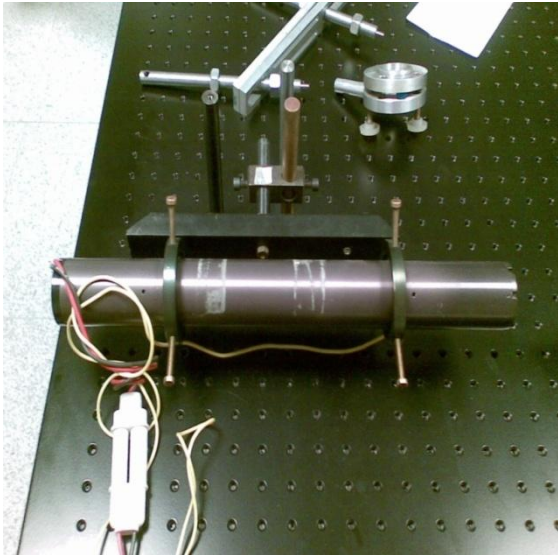
Rovnice 1: Hustotu interferenčních proužků [1]

## 4 Můj pokus

Můj pokus spočíval v získání informace o fázovém posunu, který vynikne při použití mého terče (drát), ne však všech informací, které je z interferografu možné získat. Konkrétních výsledků jsem se nedopracoval. Avšak fázový posun je dobře viditelný na výsledných záznamech, v podobě interferenčních proužků. Kdyby se v pokusu terč nevyskytoval, interferenční proužky by vůbec nevznikaly (na interferografu bychom viděli jednotnou plochu).

Použité pomůcky:

1. Laser Helium-Neon (červené světlo)
2. Beam Expandér (teleskop, který rozšiřuje svazek)
3. Terč - zobrazovaný předmět (drát)
4. Čočka (ohnisková vzdálenost 10 cm)
5. Hranol (Fresnelův dvojhranol)
6. Kamera



Obr. 3 Laser Helium-Neon [3]



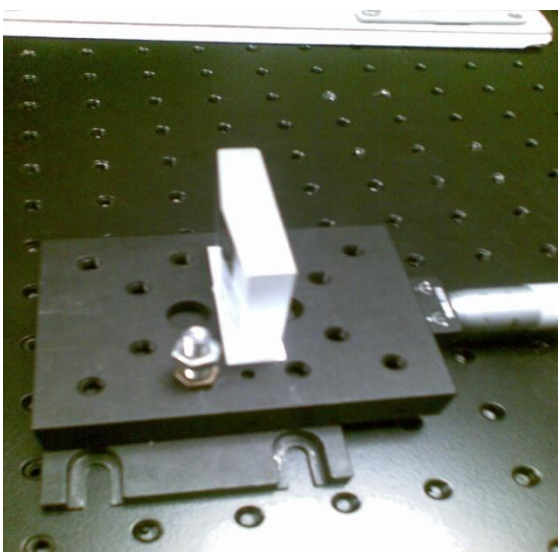
Obr. 4 Beam Expandér [4]



Obr. 5 Terč [5]



Obr. 6 Čočka [6]



Obr. 7 Fresnelův dvojhranol [7]



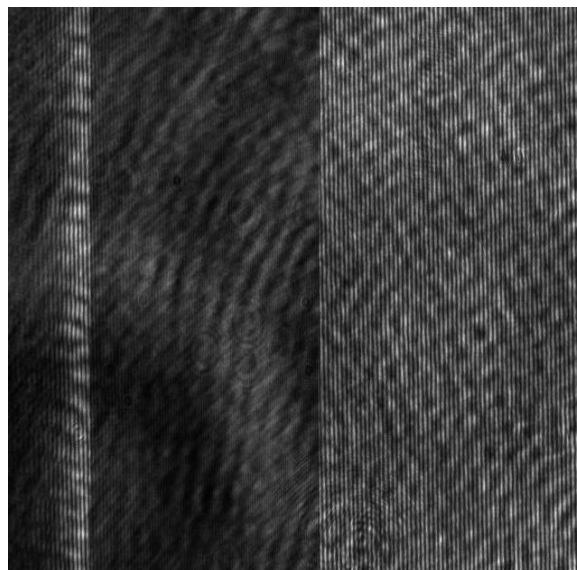
Obr. 8 Kamera [8]



Výsledný interferogram s interferenčními proužky:



Obr. 9 Výsledný interferogram na monitoru PC [9]



Obr.10 Interferenční proužky [10]

## Poděkování

Chci poděkovat:

Panu Doc. Ing. Milanu Kálalovi, CSc že mi umožnil částečně se podílet na experimentech, které provádí a zasvětil mě do fyziky interference světla.

Ing. Michaela Martínkové za pomoc.

Ing. Svobodovi za možnost se projevit.

## Reference

[1] KÁLAL, M. Komplexní interferometrie. In KLUIBER, Z., et al. Moderní směry ve fyzice.

[2] Onřej Slezák, Interferometr typu Nomarski a jeho aplikace v interferometrii

laserového plazmatu, Bakalářská práce

[3] Milan Kalal . Moderní směry ve fyzice, Komplexní interferometrie.