

3 darbas

FRENELIO LĘŠIO TYRIMAS

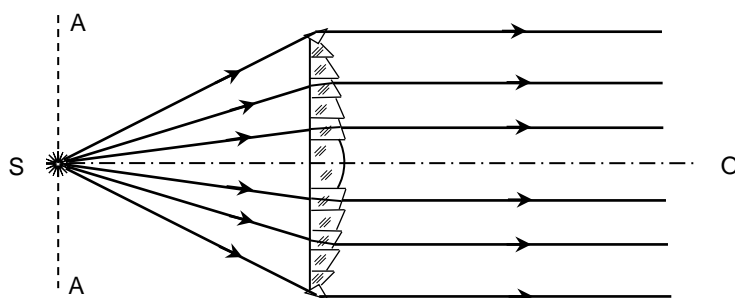
Užduotys

Išmatuoti lęšio židinio nuotolį, sferinę ir chromatinę aberaciją, astigmatizmą.

Teorija (Žr. 1 darbą “*Optinių sistemų parametrai*” ir 2 darbą “*Optinių sistemų ydos*”)

Optinėms sistemoms būdinga, kad jos nevisiškai tiksliai sukuria atvaizdus dėl ydų, vadinamų *optinių sistemų aberacijomis*. Gaminant optines sistemas iš lęšių (kondensorių) svarbu kuo labiau mažinti aberacijas. Tam naudojami įvairūs technologiniai gamybos metodai. Sferinę ir chromatinę aberaciją galima mažinti parenkant sistemas, sudarytas iš glaudžiamųjų ir sklaidomųjų skirtingo lūžio rodiklio lęšių. Kadangi šių lęšių aberacijos yra priešingo ženklo, tai sumonė aberacija sumažėja. Tačiau tokios sistemos yra sudėtingos, sunkios.

Serinę aberaciją galima mažinti, jei gaminama tam tikro profilio laiptuotas lęšio paviršius. Šiuo būdu gaminami *Frenelio lęšiai*. Frenelio lęšis yra specialus lęšis, sudarytas iš atskirų laiptuotų dalių. Jis dažniausiai naudojamas švyturių ir signalinių žibintų optinėms sistemoms. Kitaip negu įprastiniai lęšiai, kurie pagaminti iš vientiso stiklo gabalo, ribojamo sferiniais arba cilindriniais paviršiais, Frenelio lęšis sudarytas iš atskirų prigludusių vienas prie kito koncentrinų nedidelio storio žiedų, kurių pjūviai yra tam tikro profilio prizmės (3.1 pav.). Centrinėje lęšio dalyje yra žiedai, kurių išorinis paviršius yra toroido paviršiaus dalis, o lęšio kraštuose – žiedai, kuriuose be lūžio vyksta ir visiškasis vidaus atspindys. Tokios konstrukcijos Frenelio lęšis yra plonas ir lengvas. Žiedų skerspjūvio profilis parenkamas toks, kad lęšio sferinė aberacija būtų mažiausia, t.y. kad iš lęšio židinyje esančio taškinio spinduolio sklindantys šviesos spinduliai lūžę žieduose iš lęšio sklįstų lygiagrečiu pluoštu.



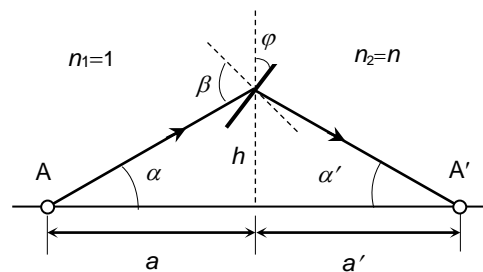
3.1 pav. Žiedinio Frenelio lęšio pjūvis

Frenelio lęšiai skirstomi į žiedinius ir juostinius. Žiediniai lęšiai gaunami sukant pavaizduotą 3.1 pav. profilį apie optinę ašį SO ir naudojami šviesai nukreipti kokia nors viena kryptimi. Juostiniai Frenelio lęšiai gaunami sukant paveikslė pavaizduotą profilį apie ašį AA, statmeną optinei ašiai. Juostiniai lęšiai šviesą skleidžia visomis horizontaliomis kryptimis nuo spindulio. Frenelio lęšiai dažniausiai gaminami iš plostmasių (polimetilmetakrilato) karštu presavimu.

Žiedų paviršiaus profilis skaičiuojamas pagal kokią nors sąlygą, pvz., beaberacinis daikto taško atvaizdas. Antrasis Frenelio lęšio paviršius gali būti plokščias arba sferinis. Žiedų laiptelių paviršiaus pokrypio kampas φ nusakomas išraiška:

$$\tan \varphi = \frac{n \sin \alpha' - \sin \alpha}{n \cos \alpha' - \cos \alpha}; \quad (3.1)$$

čia n – lęšio medžiagos lūžio rodiklis, o kampai α ir α' randami atskiroms zonoms h pagal atkarpas a ir a' (2.2 pav.). Išraiška (3.1) gaunama taikant sąlygą, kad sklindantis iš taško A šviesos pluoštelis po lūžio dviejų terpių sandūroje išliktų homocentrinis.



3.2 pav. Frenelio lęšio profilio dalis

Frenelio lęšio šviesinis skersmuo D , kuris lygus $2h$, esant didžiausiam spindulio kritimo kampui $\beta = 90^\circ$, nusakomas formule:

$$D = \frac{a - a' + \sqrt{(a - a')^2 - 4a a' (n^2 - 1)}}{\sqrt{n^2 - 1}}.$$

Frenelio lęšio židinio nuotolis

$$f = \frac{h n}{(n - 1) \tan \varphi_0};$$

čia $\tan \varphi_0$ – skaičiuojamas pagal (3.1) formulę mažai h vertei.

Frenelio lęšio chromatinė aberacija yra gana didelė palyginti su sferine.

Tyrimas

Lęšio židinio nuotolis nustatomas pagal 1 darbe “*Optinių sistemų parametrai*” 1 p. pateiktą metodiką; sferinė, chromatinė aberacija ir astigmatizmas– pagal 2 darbe “*Optinių sistemų ydos*” 2.1 p. ir 2.2 p. pateiktą metodiką.