



Távcsőkészítés

Adalékok távcsőtükrök készítéséhez IV.

Parabolatükör készítése

Elvben csak parabolatükör adhat az égitestekről szférikus aberrációtól mentes képet. A gyakorlatban ha egy gömb- és egy parabolafelület egymástól való eltérése kisebb a fény hullámhosszának $1/8$ -ánál, akkor az a gömb is tökéletes képet ad. Viszont ha a tükör felülete forgási hiperboloid, ellipszoid vagy sferoid (kezdő tükörkészítőknél gyakran ezek kombinációja), a képalkotás rossz lesz.

Paraboloid felületek készítésénél előre kiszámított aberrációkkal dolgozunk. Az aberrációkat a parabola átalakított képlete alapján számoljuk ki:

$$\Delta R = \frac{y^2}{2R},$$

ahol y annak a zónának a tükör közepétől mért sugara, amelynek középpontjában a műcsillag van, R a tükör rádiusza, ΔR pedig az aberráció.

Zónáknak fogjuk nevezni azokat a félárnyékos körgyűrűket, amelyek a tükrön megjelenő árnyékképeken a fény-árnyék és az árnyék-fény határán vannak. A zónák szélessége a középponttól kifelé az y növekedésével négyzetgyökös arányban fokozatosan csökken.

Példaképpen kiszámítjuk egy 120 mm sugarú és 1600 mm fókusztávolságú tükör ($R = 3200$, $2R = 6400$) aberrációit. A teljes aberráció

$$\Delta R = \frac{120^2}{2 \cdot 3200} = 2,25 \text{ (mm)}.$$

A teljes aberráció a tükör közepének fókusza és a legkülső zóna fókusza közötti különbség.

A gyakorlatban úgy járunk el, hogy a kést magunktól elfelé mozgatjuk mindaddig, amíg a középrész sík profilt nem mutat. (A tükör többi részén az árnyék a késsel együtt mozog: „mélyedés”.) Most a kést lépésenként magunk felé mozgatva a középrész egyre szélesebb „dombot” mutat (az árnyék szembe mozog a késsel), végül az egész üveg „dombbá alakul”, csak a szélén látszik az utolsó zóna félárnyéka.

Kiszámítjuk a gyűrűk távolságát a tükör középpontjától 0,25 mm aberrációkkal (lépésekkel):

$$y = \sqrt{2R \cdot \Delta R}.$$

Itt y a körgyűrű sugara.

zóna sorszáma	R	$2 \cdot \Delta R$	y
0	0,00	0,0	0
1	0,25	0,5	40
2	0,50	1,0	57
3	0,75	1,5	69
4	1,00	2,0	79
5	1,25	2,5	89
6	1,50	3,0	98
7	1,75	3,5	106
8	2,00	4,0	113
9	2,25	4,5	120

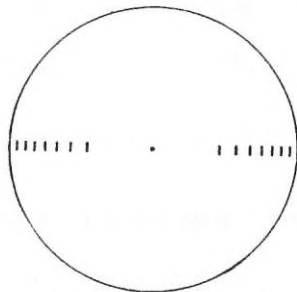
($2 \cdot \Delta R$ az aberráció akkor, amikor a fényforrás stabil, és csak a kés mozg.)

A készíthető tükör paramétereinek meghatározása a kedves amatőrtárs dolga, de ha rám hallgat, első parabolatükörének átmérője nem haladja meg a 175 mm-t, teljes aberrációja pedig az 1 mm-t. A munka nehézségei ugyanis az átmérő növekedésével gyorsan, a fókusz-távolság csökkenésével pedig rohamosan nőnek.

Egy 25 cm-es 1:5 nyílászórányú első osztályú parabolatükör elkészítése már meghaladja egy haladó tükörkészítő amatőr lehetőségeit. A munkához egy optikai üzem vagy egy vezető csillagvizsgáló optikai műhelyének műszerezettsége, lehetőségei és tapasztalatai szükségesek.

Ne lássunk az elkészült szférikus tükrünk parabolizálásához, mert csak elrontjuk a hosszas munkával elért felületet. Új korongot próbáljunk meg parabolizálni.

Ha a készülő tükör fényesedni kezd, azonnal győződjünk meg a különböző szerzők által ajánlott, a parabolafelület kialakítását úgymond elősegítő sablonok nemhogy használhatatlanságáról, hanem kimondottan káros voltáról. Készítsünk el egy ajánlott sablont (pl. a Kulin-félet, én is azzal kezdtem), tegyük a tükör elé, és a szokásos módon vizsgáljuk meg a felületet. A halvány fények, félárnyékok és árnyékok megkülönböztetéséhez szokott szemünk szinte beleakáprázik a rések szélein keletkező diffrakció által kiváltott fényáradatba. Ha most addig retusálnánk, amíg ebben a fényzónában mélyedésekre utaló nyomokat észrevennénk, úgy elrontanánk a tükröt, hogy amíg azt helyrehoznánk, legalább két újabb hibát políroznánk a felületbe.



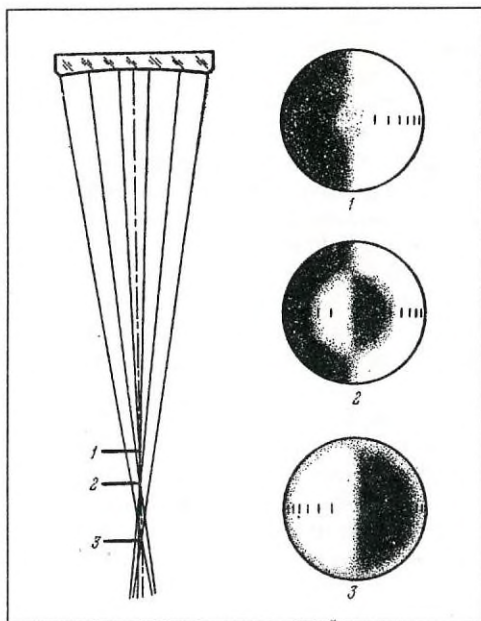
Hét zónára osztott parabolatükör

Maradjunk meg régi módszerünk mellett. Úgy dolgoznak az optikusok is.

Tükrünk felületét úgy kell majd alakítani, hogy az egyes zónák a részükre kiszámított rádiuszoknak a tükör középpontjához viszonyított szimmetrikus két végpontján haladjanak át. Ezeket a pontokat zsríkrétával is fel lehet vinni a tükör felületére, de aztán később minden egyes alkalommal fel kellene őket újítani. Én derékszögbe hajtok egy rajzlap-darabot. Annak alsó, vízszintes fele a tükrötartón nyugszik, függőleges felső oldalának széle pedig a tükör középpontjáig ér. A vízszintes él felezőpontjától jobbra és balra felviszem az y-ok megfelelő pontjait, és az első, harmadik stb. zónáknál $2F$ távolságból is jól látható

cakkokat vágok. Ha a vizsgálatok közben valaki az egész tükröt látni akarja, hajlítsd hosszabb drótdarabot megfelelő alakúra és azt függessze a tükre elé, ragasszon különböző hosszúságú zászlócskákat a zsinagré stb.

Parabolafelületet kétféleképp alakíthatunk ki: vagy a tükör belsejét mélyítjük, vagy a periferiákat laposítjuk. Mindkét esetben tetemes üvegmennyiséget kell leszedni a tükrőről: de figyeljünk fel táblázatunk adataira. Szembeötlő, hogy a teljes aberráció



Hat zónára osztott parabolatükrör árnyékképei (a kés balról jobbra mozog):

1: a kés a nulladik zóna fókuszában, 2: a második zóna fókuszában, 3: az ötödik zóna fókuszában

kításával a polírozás végére megpróbálkozni a tükrör paraboloidszerű ki-mélyítésével. E célból a tárcsa középpontjától úgy $1/4 R$ -nyi távolságon kezdve kaparással fokozatosan kiszélesítjük a barázdákat annyira, hogy a perem mentén a kockák élhosszúságából csak mintegy jó fele maradjon. Ezt minden barázdával megcsináljuk a peremig. Felújítjuk a polírozást és 10 percnként mint az előbb, most is ellenőrizzük a felszínt. Még legalább három óra tiszta munkaidőt kell polírral dolgoznunk ahhoz, hogy tükrünk teljesen kifényesedjen (polírrúzzsal esetleg a kétszeresét is). Ha közben annak a jeleit észlelnénk, hogy a polírozással egybekötött retus rossz irányba halad (puha a szurok), újítsuk fel a tükröt és eredeti barázdaszélességgel dolgozzunk tovább rajta.

Ha a szurok keménysége megfelelő, és a tükrör ellenőrzés közben síkhoz közelítő reliefet mutat, a közép mélyítésével és a szélek laposításával folytassuk a munkát. Két módszer is kínálkozik:

- A tükrör közepétől számítva $0,7 R$ távolságban keressük ki azt a szuroktárcsát, amelynek közepe a legközelebb esik a $0,7 R$ -es körvonalhoz. Kaparással csökkentsük a teljes kocka magasságára legalább $0,5 \text{ mm}$ -rel úgy, hogy a kocka belsejében levő szurok egyáltalán ne érintse a tükröt. Folytassuk a polírozást.
- Ha kissé megkéstünk a retussal, gyorsabban ható tárcsafaragást alkalmazzunk. Kaparjuk meg a szurkot egy $0,7 R$ -es körgyűrű mentén. A gyűrű szélessége 20 cm -es átmérőnél kb. $2,5\text{--}3 \text{ cm}$. A foltszerű kaparások a gyűrű középvonalában legyenek a legsűrűbbek, a foltok mérete kiskörmünk és nagykörmünk közötti.

fele $0,7 R$ -nél mutatkozik. Célszerű tehát egyidejűleg mélyíteni a közepet és laposítani a perifériákat.

Ha a tükrör fényleni kezd és a közepén kis mélyedést látunk, amely alulról közelít a teljes aberráció feléhez, állítsuk meg a további mélyülést és fényesítsük ki a tükröt. Utána a perifériák laposításához fogunk. Vágjunk ki újabb csillagot R külső és $0,7 R$ belső sugárral, és azt nyomjuk az előmelegített szurokba. Préseléskor nyomhatjuk a tükröt, súlyokkal is nehezíthetjük, vagy erőteljesen nyomva a tükröt, azt a szokott húzásokkal polírral nélkül mozgathatjuk is a nedves csillagon. Elvégre csak saját tapasztalatainkból okulhatunk, hogy miként és mennyi ideig hathatunk a tükröre. Ha a csillag kellően benyomódott a szurokba, folytassuk a polírozást, de 10 percnként ellenőrizzük a felületet.

Ha fényesedő tükrünkön a fentebb említettől nem mélyebb, de átmérőjében szélesebb mélyedés mutatkozna, és a szurok sem puha, érdemes megszakítani a polírozást, és a tárcsa ala-

Kaparjuk még meg a szurkot itt-ott a gyűrűn kívül ill. belül is. A középvonal mentén akár a szurokfelület felét is megkapharhatjuk

Ákárhogy is alakítjuk a szurkot, munka közben 10 percenként ellenőrizzük a felületet. Ha úgy találjuk, hogy a retus a kívánt irányban halad, folytassuk a munkát, de ha azt tapasztaljuk, hogy nem, hagyjuk abba és folytassuk valahogy másként. Talán a bepréselendő csillag méretén kellene változtatni? Vagy kaparjuk meg másképp a szurkot? Engem egyszer egy, a külső átmérővel egyenlő gyűrű segített ki, amit belülről cakkoztam be. Vagy esetleg helyi retushoz kell folyamodnunk? Helyi retusnál magunk elé tesszük a tükröt, polírozott oldalával felfelé, és ott, ahol szükségesnek találjuk, kis bőrdarabkával, körkörösén dolgozunk a tükrön, de csak 2-3 percig. A munka vége felé gyakran már több ideig gondolkozunk, mint dolgozunk. Isten tudja miért, de ha két tükrő felülete majdnem egyforma, a szuroktárcsa anyaga is azonos, és legjobb tudásunk szerint is egyformán alakítottuk a szurkot, a végeredmény mindig más és más.

Ha a felületet végül is késznek ítéljük (tudni kell mikor abbahagyni), tükrünkön, különösen annak a periferiáján még sok kisebb egyenetlenség van: forintos vagy másfélszer forintnyi átmérőjű, alig észrevehető kifényesedések vagy homályok, az előbbi erőteljesebb ráhatások nyomai. Ezeket még el kell távolítani, különben tönkretethetik a leképezést. Búcsúzásképpen a retustól még egyszer hozzuk rendbe a szuroktárcsát, és dolgozunk rajta még néhány percet, hogy az egyenetlenségek eltűnjenek. Utána kezünkbe foghatjuk munkánk gyümölcsét, azt az első osztályú tükröt, amely még annyira örömet fog okozni nekünk.

PALKÓ GYULA

NAPVADÁSZ

1999. augusztus 11.



Előadók kerestetnek!

Csillagász, amatőr csillagász előadókat keres a Napvadász Kft. augusztus 10-11-ére, programjaink helyszíneire (Szombathely, Siófok, Szeged, Ópusztaszer, Bükkfűrdő, Székesfehérvár, Paks, Nagyvácszony), illetve utazási irodák által igényelt helyszínekre. A programban augusztus 10-én este tartandó előadás és távcsöves bemutatás, ill. augusztus 11-én a teljes napfogyatkozás bemutatása és magyarázata szerepel. Az előadás tiszteletdíja: 20 000 Ft.

Első Magyar Napvadász Kft.
tel.: (1) 208-8024