

Távcsőkészítés

Házi készítésű katadioptrikus távcső

Sokévi távcsőépítés és számtalan távcsőtípus kipróbálása után szántam rá magam egy katadioptrikus távcső építésére. A műszer, mely hosszas munka után elkészült, annyiban hasonlít a Schmidt-rendszerhez, hogy korrekciós tagot (amely igen kis görbületű) és külön segédoptikát tartalmaz. A korrekciós lencse azonban nem a Schmidt-nél megszokott nehezen elkészíthető negyedrendű felület, hanem házilag is könnyedén elkészíthető szferoid. A Makszutov-rendszerrel annyiban mutat rokonságot, hogy a korrekciós lencse negatív meniszkusz, amely ebben az esetben nem a homorú, hanem a domború oldalával néz az ég felé.

Távcsővemben minden optikai felület gömb, ami szobai vizsgálattal ellenőrizhető, és egy helyiségben tökéletesen elkészíthető. Mint minden műszerépítést, így ennek a távcsőnek a megvalósítását is tervezés és hosszas számolgatás előzte meg. A lecsiszolandó üvegmennyiség elképesztően soknak tűnt a Makszutov rendszerénél. Egy 4–500 mm gyűjtőtávolságú és 160 mm átmérőjű főtükörbe 3–4 mm középponti mélységet kellett volna csiszolni, a korrekciós lemez iszonyatosan kicsi rádiuszáról már nem is beszélve.

Úgy terveztem, hogy a szekunder fókusz 2000 mm lesz, a tubushossz pedig max. 600 mm. Okulárrevolvert — kényelmi szempontból — nem nélkülözhetek, tehát a főtükör mögötti leképezést kellett választanom. Cassegrain-rendszerrel az alábbi képlet alapján ki lehet számítani a főbb paramétereket a főtükör fókuszának ismeretében:

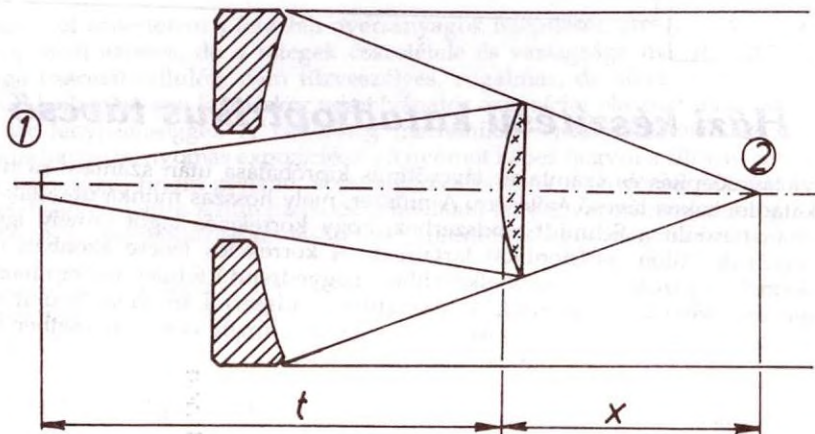
$$-R = \frac{2x \cdot n}{n-1}$$

$$\text{ahol } n = \frac{t}{x} \quad (\text{lásd 1. ábra})$$

Az én 600 mm fókuszú főtükörömtől ennek értelmében a segédtükör 450 mm-re fog kerülni akkor, ha a fókusz a főtükör távolságában lenne. Minthogy ki akartam hozni a szekunder fókuszt a főtükör mögé 200 mm-rel, ezért a főtükör és a segédtükör távolságának ismeretében meg kellett terveznem egy olyan segédtükört, amelynek a rádiusza kielégíti ezt az elvárást. Ezért a coudé-rendszer számításához kellett folyamodnom:

$$-f_2 = \frac{(d-f_1) \cdot f}{f-f_1}$$

A d a főtükör és a segédtükör távolsága, f a szekunder fókusztávolság, f_2 a segédtükör gyújtótávolsága, f_1 pedig a főtükör gyújtótávolsága.



1. ábra. 1= primer fókusztávolság, 2= szekunder fókusztávolság

Tudjuk, hogy a gömbtükör görbületi sugara kétszerese a gyújtótávolságnak, ezért az optikák fókusztávolságait és a gömbi mélységeket ezek ismeretében számíthatjuk ki. Az erre alkalmas képlet:

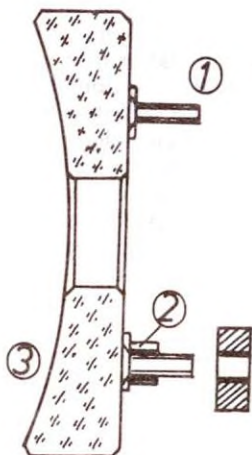
$$d_h = \frac{r^2}{2R}$$

ahol d_h a gömbi vagy hűrmélység, r a tükör átmérőjének sugara, R pedig a tükör görbületi sugara. Az én főtüköröm átmérője 160 mm, gyújtótávolsága 600 mm, ebből adódóan a gömbi mélysége 2,66 mm. Ezt már a kis, csigahajtású csiszológépen sem nehéz elérni.

A rendszer megépítését természetesen csak távcsőépítésben jártas személynek ajánlom. Olyannak, aki már készített saját csiszolású és polírozású tüköröt. Tapasztalatból ajánlom a forgó gépen polírozó amatőrnek, hogy a szurok keménységét érdemes kb. 30% fenyőgyantával fokozni. A szurok kinyomása után a korong rovátkolását a perem felé fokozatosan sűrítjük, ugyanis a perem felé fokozatosan nő a kerületi sebesség, ebből adódóan többet políroznának a széleken, mint középen. Emiatt — mire a tükör kifényesedik — lapos parabola vagy hiperbola alakul ki a felületről. A felületet természetesen állandóan ellenőrizzük ráccsal, okulárral. Ennek alaposabb ismertetése Kulin György *A távcső világa és Távcsövek házi készítése* c. műveiben megtalálható.

Amikor már elkészült a főtükör szférikus felülete, következhet a főtükör átfúrása. Előzőleg jó vastagon be kell lakkozni (oldható lakkal) a tükör optikai felületét, nehogy munka közben megkarcolódjon. Ezután ki kell jelölni a főtükör közepét. Ezt

szerkesztéssel vagy esztergagépen (gumibetéten) vidiafúróval kijelöljük. (A főtükör átfúrásának módját részletesen megtaláljuk az előbb említett két könyvben ill. a Meteor 1989/4. számában.) Minden esetben fontos, hogy a főtükör átfúrása után ellenőrizzük az optikai felületet, nincs-e feloldott feszültségből eredő deformáció. Szükség esetén a felületet korigálni kell. Ha a főtükör elkészült, akkor házilag ezüstözhetjük, ill. alumíniumoztathatjuk (az egyik legolcsóbb alumíniumoztatási lehetőség: Euratükör Kft., 1117 Budapest, Budafoki út 91–93. Tel.: 185-2755). A bevonat elkészülte után a főtükör hátlapján — 1/5 átmérőnél — 120°-os elosztásban jelölünk ki három pontot. Ide kerül majd a három tükörtartó, egyben jusztfúró csavar. A foglalat elkészítésénél ügyelni kell a sugárkúp átmérőjére, nehogy a hasznos fénynyaláb takarásba kerüljön. Ugyancsak ügyelni kell erre a főtükör furatának megtervezésekor.



2. ábra. A főtükörtartó kialakítása. 1= 3 db 120 fokként elhelyezett M5-ös csavar, 2= gumicső darab, 3= főtükör

Ez lesz a korrekciós lencse egyik felülete. Ha átlátszó üveget használtunk, akkor ezt már csak polírozni kell, és a polírozás során állandóan ellenőrizni az optikai felületet. Ha felületünk már sferoid és tiszta, akkor következnek a lencse ellenkező felületének csiszolása, ami kisebb rádiuszú, de homorú felületű. Ez egy negatív meniszkusz lencse, melynek belső felülete kissé mélyebb, mint a külső, domború felületé. A tervezéskor arra kell törekedni, hogy a negatív meniszkusz gyújtótávolsága kerekén 90-szerese legyen a főtükörének! Ez illeszkedik úgy a fő- és segédtükör felületeihez, hogy tökéletesen korigálja azok szférikus aberrációit. A gyújtótávolság kiszámításának képlete a következő:

$$f = \frac{r_1 \cdot r_2}{n - 1 \cdot (r_1 + r_2)}$$

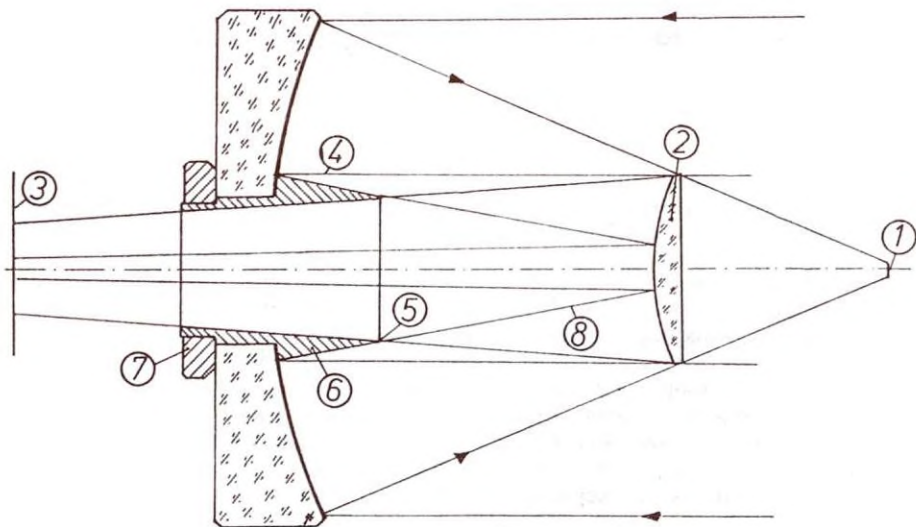
ahol f az eredő fókusz, r_1 a domború felület görbületi sugara, r_2 a homorú felület görbületi sugara, n pedig az üveg törésmutatója.

Ajánlatos papíron megszerkeszteni a sugárkúpot, ami a szekunder fókuszban a Nap átmérője kell hogy legyen — esetemben 2,25 cm. A szerkesztéskor kiderül a kiszámított távolságú segédtükör átmérője is, amit 1–2 mm-rel nagyobbra tervezünk. A szerkesztés menetét a 3. ábra szemlélteti. Látható, hogy a segédtükör és a főtükör között árnyékoló cső van elhelyezve. Ennek méretét a szerkesztés során kapjuk meg (mind a belső átmérőjét, mind pedig a hosszát). Az árnyékoló cső anyaga lehet műanyag, kartonpapír stb., fő, hogy ne mozogjon a főtükör furatában! Erre a csőre az oldalfények kiküszöbölése végett van szükség.

Elkészült a főtükör. Ha a főtükör csiszolásakor ellendarabként homogén, slírmentes üveget használtunk, akkor már van egy azonos görbületű felületünk, csak ez a felület most domború.

A korrekciós lencse anyagául ajánlom az Euratükör Kft. 12–17 mm vastagságú táblaiüvegeit, melyek törésmutatója 1,5. Kívánságra kivágják a szükséges korongméretet, és ki is fúrják. Slírmentes üveg. A korrekciós lencsét is ki kell középen fúrni — 8–10 mm-es furat szükséges. Ebbe a furatba kell ragasztani egy esztergált alumínium vagy bronz betétet, amelynek a közepén M 6-os furat van. Ez tartja majd a segédtükör foglalatát, de egyben a gyújtópont korrigálását is ennek segítségével oldhatjuk meg. Ajánlatos még a csiszolás előtt beragasztani a betétet, az M 6-os furatot pedig kemény szurokkal ideiglenesen betömni. Ha már elkészült a meniszkusz domború felületének polírozása, akkor azt is vastagon bekenjük lemosható lakkal. Elkezdhetjük a homorú felület csiszolását. Nagyon ügyeljünk az azonos peremvastagságra, ugyanis igen kicsi a két felület közötti különbség, de nagy a negatív gyújtótávolság. Ha polírozás közben leszáradt a polírozóanyag (cériumoxid), máris ellenőrizni kell a felületet. Megéri, mert felesleges munkától óvhatjuk meg magunkat.

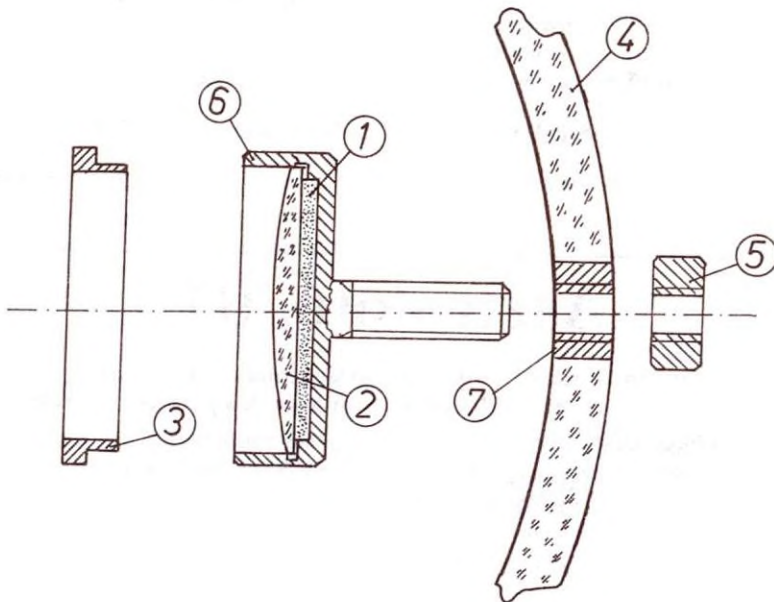
Természetesen amikor már kialakult a homorú felület, akkor már ugyanebben az állásban ellenőrizhetjük — kissé távolabbi diafragmával — a domború felületet is. Elméletileg a hátsó, domború felületnek nem lenne szabad szférikus felületet mutatnia a fénytörési különbség miatt, de ez a különbség annyira elenyésző, hogy nem érzékelhető a leképezésben. Ha a domború felület nem mutat egyenes rácsalakat, hanem a peremen alig érzékelhetően kifelé hajlót, akkor bizonyos, hogy a felület szferoid. Arra kell gondolni, hogy a hátsó felületet most egy törőfelületen keresztül nézzük. Amikor a korrekciós lencsét már több esetben levizsgáltuk, akkor következik a segédtükör méreteinek kiszámítása és a tükör csiszolása.



3. ábra. 1= primer fókusz, 2= segédtükör, 3= szekunder fókusz, 4= segédtükör árnyéka, 5= árnyékoló cső hosszútűzópont, 6= árnyékoló cső, 7= finom menetű anyacsavar, 8= belső árnyékkúp

A segédtükör számításához a 3. ábra ad útmutatást. Az ábrán látható a sugárkúp, amely meghatározza a segédtükör átmérőjét. Az átmérő ismeretében a már ismertetett képlet alapján kiszámítjuk a tükör gyújtótávolságát és görbületi sugarát. A görbületi sugár meglepően kicsi, ezért a durva csiszolást én Sc 150-es csiszolóporral kezdtem, elkerülve ezzel a nagyon mély karcokat. Aki igazodik távcsövem optikai adataihoz, az az üvegvastagságot 6 mm-re, az átmérőt 50 mm-re, a gyújtótávolságot 200 mm-re kell hogy válassza. Itt is arra kell törekedni, hogy az üveg jó minőségű legyen, mert ezt is a hátoldalán kell majd ellenőrizni, és a hibás, rosszul hűtött, síres táblaüveg alkalmatlanná teszi a pontos ellenőrzést. Csiszolás előtt világítsuk át az üveget sötét helyiségben valamilyen sugárkúpon keresztül. Az üveg hibái az okulárral vizsgálva azonnal jelentkeznek a sugárkúp fókuszában. Nagyon kell ügyelni arra, hogy a polírozáskor a felület tökéletes sferoid legyen.

Ha már elkészült a segédtükör, és a főtükör fémgözölve van, akkor elkezdhetjük a tubusba szerelést, a jusztirozást és a főpróbát.



4. ábra. A segédtükör-tartó kialakítása. 1= szivacsalátét, 2= segédtükör, 3= finom menetű szorítógyűrű, 4= korrekciós lencse, 5= műanyag anya, 6= segédtükör-foglat, 7= menetes bronzbetét

A 4. ábrán egy segédtükör-megoldást ajánlok. Okuláron át nézve az extra- és intrafokális képek telifényűnek, teljesen körkörösnek kell lennie, középen fekete árnyékkal, amit a segédtükör takarása okoz. A rácsvonalaknak párhuzamosaknak és egyeneseknek kell lenniük. Minden igyekezet ellenére azonban mégis előfordulhat, hogy a segédtükör felületét korigálni kell (a hiba a hátoldalon át történő vizsgálódás miatt adódhat). Tudni kell azt, hogy a domború segédtükör rácsképe domború, hordós, akkor tovább kell domborítani a segédtükört. Ha a rácskép kifelé haj-

lik (párnás), akkor a segédtüköröt laposítani kell. Ha domborítani kell a segédtüköröt, akkor az üveg alul legyen, a szurokkorong felül, és hosszú húzásokat alkalmazzunk. Ha laposítani kell a tükröt, akkor a tükrő legyen felül és a szurokkorong alul, közepes húzásokkal korrigáljunk.

Elkészült távcsövem részletes adatai

A főtükrő átmérője	160 mm
A főtükrő fókusza	600 mm
A főtükrő vastagsága	17 mm
A furat átmérője	35 mm
A főtükrő és a korrekciós lencse távolsága	480 mm
A korrekciós lencse átmérője	160 mm
A korrekciós lencse fókusza	-5400 mm
A korrekciós lencse vastagsága	14 mm
A segédtükör átmérője	50 mm
A segédtükör vastagsága	6 mm
A segédtükör fókusza	-200 mm
A főtükrő és a segédtükör távolsága	455 mm
A távcső fókusza	2250 mm

Akit részletesebben érdekel a bemutatott műszer, annak válaszborték ellenében adok további tájékoztatást.

DUCHAJ ISTVÁN
2721 Pilis, Katona J. u. 5.

Asztrofotó '94

A Meteor asztrofotós rovata pályázatot hirdet, melyen bárki részt vehet, aki tagja az MCSE-nek. Az alábbi kategóriákban várjuk a pályamunkákat:

1. Az asztrofotózás alapjai (alap- vagy kis teleobjektíves, állókamerás vagy vezetett fotók egy-egy jól körülhatárolható témában).
2. Asztrofotózás nagy műszerekkel (300 mm-es vagy ennél nagyobb teleobjektíves és távcsöves fotók, pl. Nap-, Hold- vagy bolygófotók).
3. A természet jelenségei (északi fény, naplemente, meteorológiai jelenségek stb.).

Lehetőség szerint saját kidolgozású képeket várunk. A beküldött fotók mérete legalább 13x18 cm legyen, egy pályázó több képpel is indulhat. **Beküldési határidő: 1994. március 31.** A pályamunkákat **Kocska Tamás** címére kérjük elküldeni (3662 Ózd-Somsály, Vörösmarty u. 7.).