



# Távcsőkészítés

## Adalékok távcsőtükrök csiszolásához II.

### A szuroktárcsa

Elkészítése a nemszeretem munkák közé tartozik, de hanyagul kivitelezett szuroktárcsán nem lehet jó tükröt készíteni. Anyaga a képlékeny-szurok és az azt szilárdító gyanta. A tetők fedéséhez használt kőszénszurok jobb a cipészsuroknál, mert kevésbé érzékeny a hőmérséklet változásaira.

Gyenge tűzön olvasszunk gyantát, és állandó keverés közben dobáljuk bele a szurokdarabkákat. Ha felforma, akkor addig kavarjuk, amíg az utolsó buborékot is ki nem hajtuk belőle. A szurok/gyanta arányra tippet adni nem lehet, mert ahány szurok, annyiféle. Van, hogy arányuk 1:5, de van, hogy a fordítottja. A helyes keménység megítélésére még mindig a legjobban a régen bevált körömpróba. Cseppentsünk az összeolvadt keverékből néhány cseppet üveglapra, azt hűtsük le pontosan szobahőmérsékletre. Tegyük az asztalra. Álljunk melléje, és hüvelykujjunk körmét illesszük merőlegesen rá úgy, hogy körmünket csak az alkarunk súlya nyomja. Ha fél perc elteltével körmünk jól látható nyomot hagy a szurokban, annak keménysége közelít a jóhoz.

A szurkot A távcső világában ismertetett módon öntsük a csiszolókorongra úgy, hogy vastagsága 4–6 mm legyen (nagyobb átmérőjű üveghez vastagabb szurok kell), és simítsuk le a poliritos víztől csepegő tükörrel. Nem baj, ha a szurok túlfolyik, bár a fölösleget később célszerű nedves késsel eltávolítani.

Az így elkészített tárcsát 25–40 mm oldalú négyzetekre osztjuk. Nagyobb tárcsánál a négyzetek is nagyobbak legyenek. Elkészítésükhöz néhány módszert ajánlok.

Drótozzunk cinezópákánk végére egy, előlnézetben háromszög alakúra hajtogatott pléhdarabkát. A nedves szurokra ragasszunk azonos szélességű papírcsíkokat 5–6 mm-es közökkel. Most a szuroktárcsát kissé magunk felé döntve olvasszunk barázdákat alulról fölfelé haladva előbb az egyik, majd a papírcsíkokat átragasztva a rá merőleges irányba. A kiolvadt szurok a tárcsa elé helyezett papírlapra csorog.

Néha találhatók olyan gumi lábtörlők, amelyeket trapéz keresztmetszetű („kónuszos”) bordák osztanak egymással egybevágo négyzetekre vagy rombuszokra. Öntsük tele kellő számú, előzőleg vizes polirittal kikent mélyedést. Amint a szurok megdermed, hajlítsuk visszajára a lábtörlőt, és a szurokdarabok kipattognak belőle. A pontosságra ügyelve rakjuk őket az előmelegített csiszolókorongra. Odaragadnak.

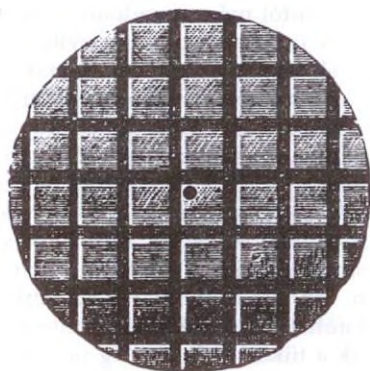
Kisebb tárcsák elkészítésénél ajánlhatom az általam kitalált cipőfűzős módszert. 6–7 db vastag, gömbölyű cipőfűzőt vásárolok, jól beáztatom őket poliritos vízbe, és úgy nyomom a tárcsába előbb hosszába, majd keresztbe. A procedúrát 6–7-szer meg kell ismételni, mert eleinte a képlékeny szurok visszanyomódik a barázdákba. Bármelyik módszert használjuk is, utána a barázdákat egyengessük ki nedves késsel, a szuroktárcsát pedig igazítsuk a tükör után. Ha kell, ezt többször ismételjük meg.

Többször voltam a krími csillagvizsgáló optikai műhelyében. Egyik ottjártamkor öt, mérnöki pontossággal barázdált, 30 cm-es új polírtárcsát láttam. A barázdák V keresztmetszetűek voltak, sima oldalakkal. Aljuk mindent az üvegig ért. A szurok vastagságát 6 mm-re, a lapszökeket 75–80 fokra becsültem. Kérdeztem: hogy csinálták? Késsel faragtuk — válaszolták magától értetődően.

A tárcsa készítésekor légbuborékok maradnak a szurkon, bármennyire kergetjük is őket a tükör mozgatásával. A buborékok kis mélyedéseket hagynak maguk után, amik később zonális hibák okozói lehetnek. Egyes szerzők nedves tüllt ajánlanak nyomni a szurokba, hogy a buborékok kiszabaduljanak. Én szúnyoghálót szoktam belenyomni. A buborékok távoznak, és polírozás közben nem csak a nagy kockák dolgoznak szuveréren, idomulva a tükör formájához, hanem az aprók is, meggyorsítva ezzel a fényezést.

Nagyon ügyeljünk arra, hogy a középső kocka közepe soha ne essen egybe a korong mértani középpontjával, mert ha egybeesnek, polírozáskor ez gyakran zonális hibákat okoz. (1. ábra)

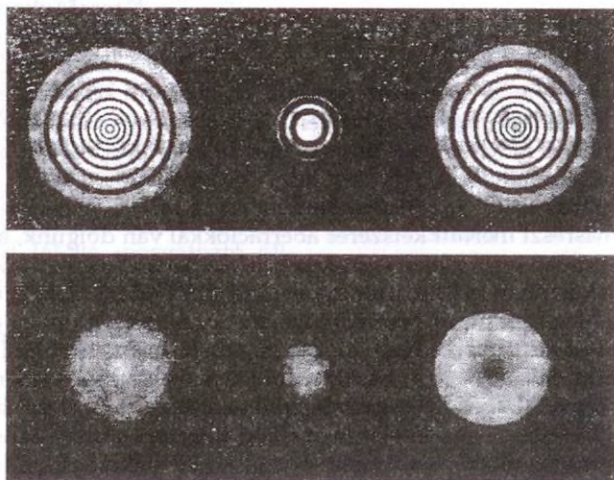
Ha tárcsánk kész, kenjük be tetejét polírral, mozgassuk meg rajta néhányszor a tükröt, és tükörrel a tetején tegyük el nejlontasakban másnapra, hogy a tükör, a szurok és a csiszolókorong azonos hőmérsékletre hűljön.



1. ábra

## A tükörfelület ellenőrzésének eszközei

Az okulárpróbát szférikus tükrök vagy Cassegrain-rendszerek tesztelésére használjuk. Alkalmazása közben a műcsillag képét 10 mm-nél nem nagyobb fókuszú okuláron át figyeljük. A műcsillagként szolgáló rész legnagyobb mérete nem haladhatja meg a 0,02 mm-t, különben nagyobb lenne a keletkező diffrakciós korongnál. Ilyen parányi rést tűhegygel ejthetünk üveglapra helyezett alufólián, vagy széthajtogatott sztaniolon keresünk megfelelően kis lyukat. A



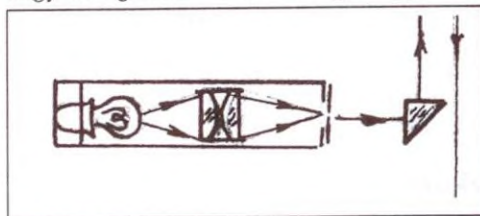
2. ábra

2. ábra felső sorának három rajza egy ideális tükör képét mutatja fókuszon belül, a fókuszon és fókuszon túl. Ha a körgyűrűk másképpen vastagodnának, a tükrön zonális hibák vannak, de a

tükör attól még maradhatós. Az alsó sorban egy, a közepén kimélyült tükör képét látjuk (a fókuszhoz viszonyított sorrend ugyanaz). Ellipszis alakú fókuszon kívüli képek asztigmatizmusra utalnak.

Az okulárpróba komoly hátránya az, hogy nem mutatja meg, miként javíthatnánk ki tükrünk felületét. Erre csak a Foucault-féle késélpróba alkalmas. A próbához készítenő eszköz három fő eleme a fényforrás, a műcsillag és a mérőléc vagy skála, amellyel a késél hosszanti (a műszertől a tükör felé irányuló) elmozgatását mérjük.

Fényforrásul szolgáljon egy kis átmérőjű villanyégő, amit egy csődarabba szerelünk. A csőbe fúrt lyukakkal biztosítjuk az égő hűtését (azokat később leárnyékoljuk). A cső túlsó végét lemezzel zárjuk, amelynek közepébe előzőleg egy kb. 0,5 cm-es lyukat készítünk. Ide ragasztjuk majd a műcsillagot tartalmazó alufóliát. Ha a műcsillag pontosan az izzószáll és a tükör közé kerül, erős fénynyaláb esik a tükörre, de esetleg nem világítja meg azt teljes átmérőjében. Ezt elkerülendő szereljük a csőbe, a műcsillag és az égő közé gyűjtőlencsét vagy egy diavetítő kondenzorát, fókuszában a műcsillaggal. Ha van egy kisméretű prizmánk, szereljük azt a műcsillagon túlra, akár közvetlenül a műcsillaghoz, de jobb, ha kissé távolabb lesz tőle. Ekkor fényforrásunkat a tükör irányával keresztbe fordítva a prizmatól hosszanti irányban kiinduló fénynyaláb közvetlenül a műcsillag mellett érkezik, ami azért előnyös, mert kizárja a tükörfelület ellenőrzését zavaró esetleges kómát vagy asztigmatizmust, és az égő vagy a kondenzor méretét sem korlátozza.



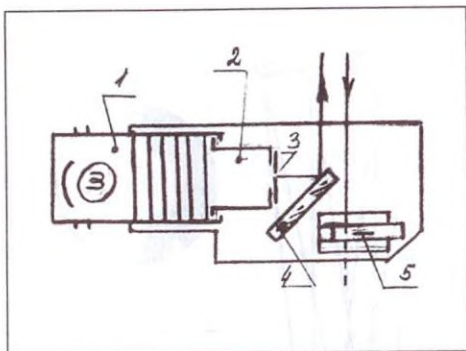
3. ábra

A Foucault-módszernél alkalmazott műcsillag mérete 0,1–0,3 mm (3. ábra), tehát a kilépő fénynyaláb legalább 100-szor erősebb, mint az okulárpróbánál. Elkészítése egyszerű. Erős nagyító alatt vizsgáljuk végig tűkészletünk vékony tűinek hegyét (meglepődünk változottságukon), és a legkevésbé kónuszossal beleszúrunk a keményfa-lapra kikészített alufóliába.

Mielőtt a mérőszerszemet és a Foucault-kés felszereléséhez fognánk, el kell döntenünk, milyen rendszerű lesz műszerünk. Mert elkészíthetjük azt stabil, nem mozgó fényforrással is, és a mozdulatlan kés mellett előre-hátra mozgó késsel, de megcsinálhatjuk úgy is, hogy a fényforrás együtt mozogjon a késsel. Kezdő tükrökészítők az első módszert részesítik előnyben, egyrészt egyszerűsége miatt, másrészt mert itt kétszeres aberrációkkal van dolgunk, amelyek mérésére egy iskolai vonalzó is megfelel. A módszer hátránya az, hogy a műcsillag mindig egyetlen zóna fókuszában marad, miközben a kést előre-hátra mozgatjuk, és mérés közben gyakran kell igazgatnunk a szerelvényeket. A kés és a műcsillag együttes mozgatása a haladó tükrökészítők kedvelt módszere, mert ha itt a műcsillag képét egyszer elcsípik, kizárólag az árnyékképek tanulmányozására és az aberrációk mérésére koncentrálnak. Viszont itt meg kell oldani az aberrációk biztonságos mérését.

Késél gyanánt én egy hosszában kettétört borotvapengét használok, amit függőlegesen gyurmával rögzítettem egy keskeny lécre. Ez a lécecske két másik léccel között mozog jobbra-balra. Mindezt egy iskolai favonalzóból alakítottam ki. Ha a szél-léceket egy téglalap alakú lapocskára ragasztjuk úgy, hogy az szabadon mozoghasson az első variáns műcsillagához erősített vonalzó mentén előre-hátra, 0,5 mm pontossággal mérhetjük vele az aberrációkat, ami számunkra megfelelő.

Saját műszeremet (4. ábra, felülnézet) eleve második típusúnak terveztem. Vásároltam egy lapos aljú satut, és azt egy kb. 40 cm hosszú deszkalap végéhez erősítettem. A satu mozgó részére egy vízszintes furnérlap került, arra szereltem egy Etüd diavetítőből kiserelt 150-es égőt + lencserendszert (1). Annak végére pléhből egy ötlapú kockaszerűséget hajtogattam, amely behajlítgatott két szemközti oldalával hatodik, hiányzó oldala mentén belepaszsol a lencserendszer falcába (2). A szemközti oldal 0,5 cm-es nyílására ragasztottam a műcsillagot (3). A 45°-ba állított külső borítású tükröt szintén két lécecske fogja közre (4). A Foucault-kés (5) tükrő mögötti távolsága megegyezik a műcsillag tükrőre vetülő fényfoltjának távolságával, így a kés a furnérlap felém eső szélére került, elegendő helyet biztosítva az orronnak szemlélődés közben. A mozgó rész a satu álló részére szerelt 0,01 mm beosztású indikátornak ütközik. Az indikátor megbízhatóan helyettesíthető egy a mozgó rész elejére ragasztott körtárcsával és a csavarorsóhoz rögzített mutatóval. A tárcsát az orsó emelkedésének ismeretében tetszőlegesen skalázzuk.



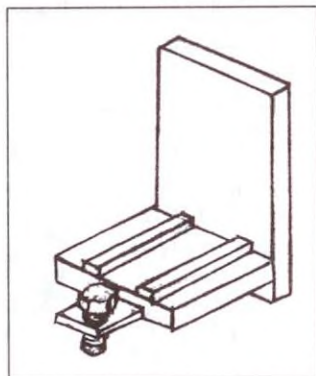
4. ábra

Ha a műszer tervezésében vagy kivitelezésében fennakadnánk, forduljunk bizalommal az eszünk tokjához. Ha az sem segít, hagyjuk a fenébe az egészet.

Ha kevés a fényünk, a műcsillagot optikai réssel helyettesíthetjük. Húzzunk borotvapengével egy zseb-tükör-darabka fonsorozott oldalára egy kb. 0,5 cm hosszú vonalat. Szélessége 0,1 mm körüli lesz. Ellenőrzéskor a keletkezett árnyékképek megegyeznek a műcsillagével. Viszont problematikus a rés és a kés szigorú párhuzamban tartása.

A Ronchi-Mobsby-módszert nem ajánlom senkinek, mert az általa nyújtott eredmény nem éri meg az előkészületekkel járó tömérdek fáradságot.

Végül készítsük el az 5. ábrán látható, két deszkalapból álló és egy csavarral fel-alá mozgatható állványt, amire vizsgálat közben a tükröt helyezzük.

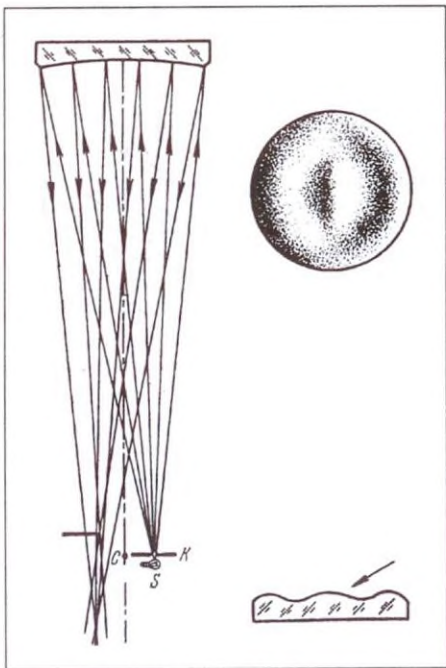
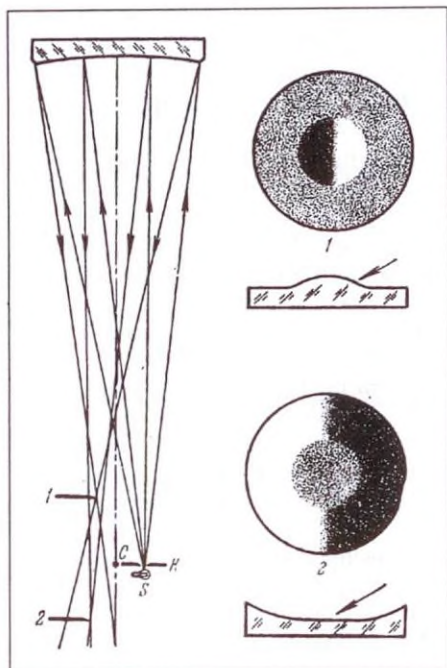
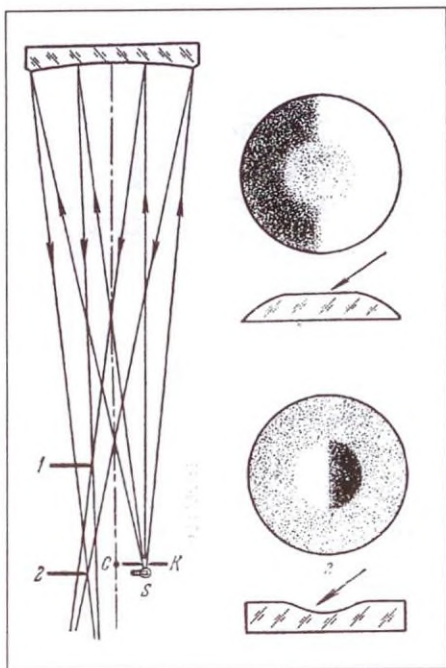


5. ábra

## Az árnyékképek értelmezése

Ha polírozás közben a tükrő fényesedni kezd, kezdjük a felület vizsgálatához, hogy mikorra szükséges, tisztában legyünk a tükrőn jelentkező fények és árnyékok adta információk értelmezésével.

Tegyük a tisztára törölt (soha nem mosott!) tükröt a tartójára, a műcsillagot és az élt állítsuk tőle 2F távolságra. Kapcsoljuk be a műszer világítását, és az elsötétített helyiségben keressük meg a tükrőről visszaverődő műcsillag kis fényfoltját. Ha ez szemmel nem sikerül, egy rajzlap mindig kisegít. A műszer és a tükrő mozgásával hozzuk a műcsillag képét az élhez, annak középmagasságába.



6/a ábra (balra fent), 6/b ábra (jobbra fent) és 6/c ábra (balra lent). C a tükör kétszeres fókusza; S a fényforrás; K a műcsillag. A kés helyzete: 1. fókuszon belül; 2. fókuszon kívül. Jobbról: 1. Ilyennek tűnik a tükör felülete fókuszon belülről; 2. Ilyennek tűnik fókuszon kívül

Úljünk a műszer mögé, és szemünkkel keressük meg a visszaverődő, ragyogó kis csillagot. Most közelítsünk szemünkkel az élhez (soha ne a kés élet nézzük, hanem a tükröt!). A csillag apránként koronggá alakul. A fókuszról 3-4 cm-re a fénylő korong mérete eléri tükrünk látszó átmérőjét, pereme éles.

A penge éle baloldalt legyen. Toljuk a kést jobbról bal felé (M. Sz. Navasin, akinek az illusztrációit átvettem, balkezes lehetett, mert nála a kés balról közelít, ezért az árnyékképei is fordítottjai azoknak, amiket mi látni fogunk). Függőleges egyenessel határolt árnyék kezd kúszni a tükrökre. Ha az árnyék mozgása a kés mozgásával egyirányú, fókuszon belül vagyunk, de ha ellentétes, akkor fókuszon

túl. Közelítsünk a késsel a fókusz felé: az árnyék mozgása is felgyorsul. Végül elérkezünk ahhoz a ponthoz, ahol már nem is a tükröt mozgatjuk. Elég a műszert tartó deszkát megnyomni a bal kezünkkel, és az árnyék szeli a képet. Fókuszban vagyunk!

Ha ez egyből még nem sikerülne, mozdítsuk akár 10 cm-t is előre-hátra a műszert, mindig megkísérelve a két irányú árnyék fülöncsípését. Tükrünk kétszeres fókusz-távolságát eddig amúgy is csak közelítően ismertük.

Ha mozdulatlan fényforrással dolgozunk és a késsel a fókuszra leltünk, hozzuk kölcsönös mozgatással a műcsillagot egyvonalba a késsel. A műcsillag ezen túl ott is marad, mindig a fókuszban.

Ha tükrünk ideális gömb lenne, képe a fókuszban egyenletesen megvilágított síkot mutatna, mely a műcsillag mozgására teljes egészében halványulna és eltűnne (mert a műcsillag nem pont, hanem síkbeli kiterjedése van). A pontos gömb képét ezentúl síknak fogjuk tekinteni, amelyen a fények és árnyékok váltakozása „mélyedéseket” vagy „dombokat” fog jelezni.

Tanuljuk meg „olvasni” az árnyékképeket. Lássuk a legelterjedtebb hibát, a középben kimélyült tükröt! (6/a. ábra)

Menjünk a késsel fókuszon belülre, és apránként mozgatva húzzuk magunk felé. Az árnyéknak a kés mozgatásával egyirányú mozgása egyre gyorsul. Végül elérjük azt a pontot, ahol a tükrő közepe egyszerre elsötétül, de kijebb az árnyék továbbra is együtt mozog a késsel. Tükrünk valóban mély, a középrész rádiusza kisebb a széleknél. A kés a közép fókuszában van. Nagyon finom mozgatással tovább távolítsuk a tükrőtől az élt. A perem mind vékonyabb gyűrűjének árnyéka mozog együtt a késsel, a középén mozgó árnyék iránya ellentétessé válik. Végül a perem sötétül egyenletesen, a közép árnyéka mind szélesebb és fordított. A perem fókuszába értünk. Menjünk még néhányszor végig az árnyékokon, gyakorlásképpen mérjük a két aberráció közötti különbséget.

Meglehet, hogy a tükrő közepén „domb” van, vagyis a közép sugara nagyobb a széleknél (6/b. ábra). Toljuk a kést ismét fókuszon belülre, és mozgassuk azt megint felénk. Ha most a perem alszik ki egyenletesen, míg a közép árnyéka együtt mozog a késsel, valóban ott a domb. Egyre távolítva a kést a tükrőtől, végül a közép mutat sík profilt, a szélek árnyjátéka ellentétes. A közép fókuszában vagyunk. Ismét mérjük aberrációkat. Figyeljük meg, hogy az egymással szembe mozgó fények és árnyékok nincsenek élesen elhatárolva egymástól. Közöttük egy halványabban megvilágított gyűrűt észlelünk, amelyet a kés egyszerre olt ki.

Ennyi gyakorlás után tükrünkön egyszerre több hibát is észrevehetünk. Általában van belőlük. A 6/c. ábra egy olyan tükrő árnyékképét mutatja, amelynek a közepén domb van, és a széle felé is a sík profiltól kiemelkedő körgyűrű észlelhető. Ha legközelebb parabolatükröt akarunk készíteni, koncentráljunk már most a halványabban megvilágított, alig észrevehető, keskenyebb-szélesebb gyűrűkre, amelyeket a kés egyből kiolt, tehát műszerünk azok fókuszában van.

Ha megtanuljuk helyesen olvasni az árnyékképeket, biztosak lehetünk abban, hogy jó tükröt készítünk.

PALKÓ GYULA