



Távcsőkészítés

Közelebb a refraktorokhoz

A bolygók és kettőscsillagok megfigyelésében a tükrös távcsövek évekig alárendelt szerepet játszottak a lencsésekkel szemben. A gyengébb képalkotást leggyakrabban a reflektor központi kitakarásával magyarázták. Elméleti és kísérleti bizonyítékok azonban megmutatták, hogy a főtükör átmérőjének 15 százalékat (vagy talán 20 százalékat is) elérő mértékű központi kitakarás vizuálisan egyáltalán nem, vagy csak nagyon csekély mértékben vehető észre. Egy másik, gyakran emlegetett bűnbak a felületi pontosság. Habár ugyanolyan eredmény elérése érdekében a reflektorok tükreinek felületi hibái csak negyedakkorák lehetnek a refraktorok optikai felületeinek hibáihoz képest, az ilyen pontosság nem ritka a jó reflektorokban.

Akkor hát mi szorítja háttérbe a jól elkészített reflektorokat? Bryan Greer egy speciális infravörös kamera segítségével kimutatta, hogy a reflektortubus belsejében jelen levő meleg légáramlatok közül a tükrök felülete előtt lévők rendkívül intenzíven vannak jelen, ezzel jelentős mértékben rontva a képalkotást. Ez a meleg levegőréteg az eltérő törésmutató miatt úgy viselkedik, mint egy nagyon rossz minőségű lencse. Ráadásul a fénynek kétszer kell áthaladnia ezeken a hőhullámokon (a főtükörön való tükröződés előtt, majd a visszaúton ismét), ezáltal a torzító hatása összeadódik. (Az azt hiszem, ez a fő oka annak, hogy a reflektorokat mindig is csak a refraktorok szegény rokonának tartották.)

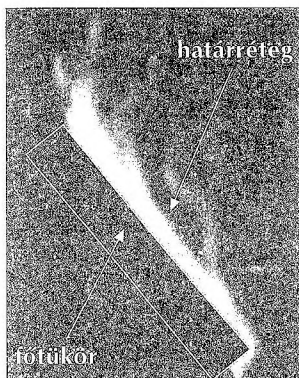
A hő elvezetése a tükrőről

Nem sokkal később, miután befejeztem feszített tükrű Newton-távcsövem építését (Sky and Telescope, 2000. november, 131. o.), jómagam közvetlenül is megtapasztaltam ezt a jelenséget. Habár a tükrök a próbapadon gyönyörűen teljesített, jó légköri nyugaltság mellett 300x-os nagyításnál az éles csillagok körül villódzásokat, sőt néha képkettőződéseket is láttam. Eljött tehát a javítás ideje.

Greer felvételei továbbá megmutatták, hogy a hőhullámok még akkor is jelen vannak, amikor a tükrök hőmérséklete már csak 1 °C-kal melegebb, mint a környező levegőé. Úgy gondoltam, hogy a tükrök hűtése nem lenne tökéletes megoldás, ezért elkezdtem gondolkodni a tükrök előtti meleg levegőréteg közvetlen homogenizálásának módszerein.

Először egy – a főtükör mögött elhelyezett – 7,6 cm átmérőjű ventilátorral a meleg levegőt megpróbáltam kiszívni a tubusból, de a javulás nem volt akkora, mint reméltem. Érdekes, hogy nagyjából fél perc kellett ahhoz, hogy a ventilátor hatása teljesen érvényesüljön. E javulást a fókusz kismértékű befelé tolodása kísérte. Greer is jelezte, hogy tapasztalt eltolódást, amit a tükrök előtti meleg levegőréteg vékonyodása okoz.

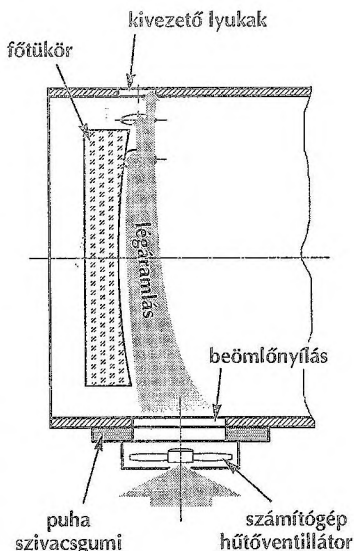
Egy másik éjszakán, amikor a tükröm kb. 8 °C-kal volt melegebb, mint a levegő, kiderült, hogy a megoldásom nem elég jó – a ventilátor nem képes ilyen nagy hőmérséklet-különbséggel megbirkózni. Bár bekapcsolva hagyva valóban hűtötte a tükröt, és valamennyire csökkentette a levegőréteg káros hatásait.



Korábban a tubus belsejében jelen lévő hosszanti hőáramlatokat tartották a reflektor legfőbb hő-problémájának. Bryan Greer és a szerző vizsgálatainak köszönhetően most világosnak tűnik, hogy közvetlenül a főtükör felülete előtt található meleg levegőből álló „határréteg” a felelős. Greernek egy meleg, 15 cm-es tükrőről készített Schlieren-módszeres árnyékdiagramja félreérthetetlenül mutatja ezt a képminőséget rontó réteget. (Kép: Bryan Greer)

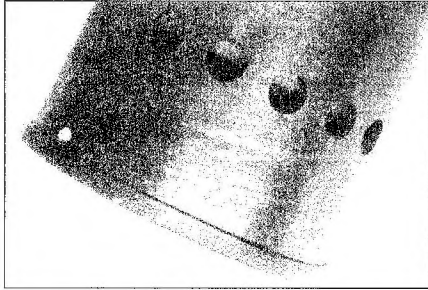
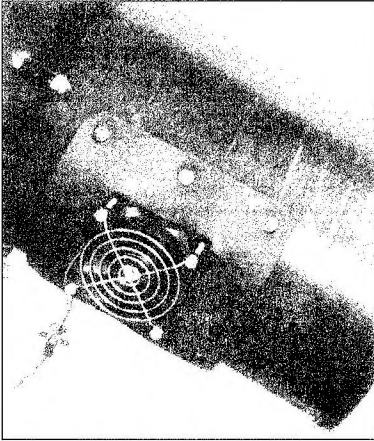
Ezután a tubusom oldalára vágtam egy 7,6 cm átmérőjű lyukat úgy, hogy a rászert ventilátor egyenesen a tükrö felülete felett fújja keresztül a levegőt. A csillag-tesztek az előző megoldáshoz képest mutattak javulást, de amikor a hőmérsékleti különbségek nagyok voltak, még mindig láttam némi képvillódzást. Megpróbáltam terelőlemez segítségével a tükrö elülső felületén ciklonszerű légáramlást előidézni, de ez csak a levegő sebességét mérsékelte, csökkentve ezzel a rendszer hatékonyságát. Egy másik ventilátort is szereltem a tükrö mögé, s egyidejűleg működtettem mindkettőt. Ez sem hozott lényeges változást.

Ez a vázlatrajz a szerző 20 cm-es Newton-távcsöve ventilátorának és kivezető lyukainak elhelyezkedését mutatja. Figyeljük meg, hogy a kivezető lyukak egy kicsit el vannak tolvá a tubus vége felé. Ez biztosítja azt, hogy az áramlás úgy súrolja a tükröt, hogy elérje a kivezető lyukakat



Végül a tubusom falába, a ventilátorral szemben vágtam öt darab, egy sorban lévő 2,8 cm-es lyukat. Ezt Richard Berry javasolta, aki amellet érvelt, hogy a távcsöböl a hőt a legrövidebb úton kell kivezetni. Eddig ez bizonyult a legjobb megoldásnak, és még most, egy évvel később is használatban van. Vizsgálatom és tapasztalatom sze-

rint közvetlenül a tükör felületére való levegőfúvás a legjobb mind a tükör hűtése, mind pedig a hóhullámok homogenizálása szempontjából. Nagyméretű tükrök esetében (30 cm-től felfelé) valószínűleg több ventilátor használata a legjobb megoldás.



Habár a távcsövet hűtő ventilátort hagyományosan a főtükör mögé szerelik – ha használják egyáltalán –, a szerző kísérletei azt mutatják, hogy a főtükör felszínén keresztül fújó, a tubus oldalára helyezett ventilátor sokkal hatékonyabb a tükör hűtésében és a hóhullámok szét-

zúzásában. A ventilátor aljáról lelógó vezeték egy fordulatszám-szabályzóhoz csatlakozik, amivel észlelés közben állítható a forgási sebesség. Közvetlenül a hűtőventilátorral szemben van a kivezető lyukak sorozata, amelyek lehetővé teszik a meleg levegő kilépését a tubusból, olyan helyen, ahol már nem árthat. E lyukak teljes felületének körülbelül meg kell egyeznie a ventilátor területével

A tükör hűtése

Az amatőr csillagászok általában olyan ventilátort használnak, amely a tükör hátoldalára fújja a levegőt. Habár ennek célja a tükör hűtése, a legtöbb távcsőben azonban áramlik némi levegő a tükör körül, ami segít a tükör elülső felülete előtt felemelkedő hóáramlatokat összekeverni. Függetlenül attól, hogy a ventilátor a tükör hátoldala felé fújja, vagy a csőből kifelé szívja a levegőt, ez az elhelyezés nem olyan hatékony, mint az oldalsó, mivel a levegő sebessége jóval alacsonyabb – annak eredményeként, hogy a ventilátor teljesítménye nagyobb áramlási keresztmetszeten oszlik szét.

A távcső tubusa a hátulra szerelt ventilátortól származó légmozgást hosszirányú áramlássá rendezi. Ez a rendezett légáramlás beleütközik a tükörbe, majd sugárirányban szétszóródik kifelé. Ez a sugárirányú rész a légáramlás egyetlen hasznos összetevője, de ez jóval lassabb, mint az oldalra szerelt változat által előidézett keresztirányú légmozgás. Továbbá a hátulra szerelt ventilátor gyakorlatilag nem hoz létre légmozgást a tükör középpontjában, melyet (aerodinamikai szóhasználatlal élve) stagnációs pontnak neveznek.

Meglehetősen sok vizsgálatot és kísérletet végeztem a tükör hűtésével kapcsolatban. Ha a tükör hőmérséklete nagyon közel van a környező levegőéhez, akkor nyilvánvalóan nincsenek hóhullámok. Ebben az esetben az egyetlen cél a tükör hőmér-

sékletének a külső hőmérséklethez való igazítása. Az, hogy ez meddig tart (és hogy egyáltalán lehetséges-e vagy sem), könnyen kiszámolható az általam írt COOL.EXE program segítségével, ami szabadon letölthető a Sky and Telescope honlapjáról (<http://www.skypub.com>). Ez egy egyszerű DOS-os program, amit bármely PC-n könnyű futtatni.

A ventilátor által okozott rezgés és annak szigetelése

Elég sokat birkóztam a ventilátor rezgés-problémájával, ugyanakkor mások csak nagyon kicsi, vagy egyáltalán semmi rezgést sem vettek észre. Ennek ellenére érdemes ellenőrizni és minimalizálni – nincs értelme a képminőség romlásának egyik formáját becserélni egy másikra. A rezgés a csillagok képét nagy nagyításnál általában megnagyította teszi.

A rezgés hatásának orvoslása érdekében kísérleteztem a ventilátor cseréjével, és azt tapasztaltam, hogy némelyik példány sokkal finomabban forog, mint a másik. Az általam kipróbált több mint egy tucat ventilátor közül a legjobb eredményt egy 7,6 cm-es, közepes sebességű Sanyo modellel értem el. A ventilátort előállító cégektől azt hallottam, hogy a csúszócsapágyasak kevésbé rezegnek, mint a golyóscsapágyasak. Mindegyik típusból többet kipróbáltam, de ennek éppen az ellenkezőjét tapasztaltam.

A ventilátort szereljük puha szivacs gumira – ez olyan tulajdonsággal rendelkező anyag, ami lassan nyeri vissza alakját. Nagyon rugalmas szerelési anyag valójában erősítheti is a vibrációt. Néhányan sikert értek el öntapadó Velcro csíkokkal, vagy a ventilátor gumiszalaggal történő felszerelésével is.

A ventilátor fordulatszámának potenciométerrel történő állítása szintén segíthet, mivel a legtöbb modell a legnagyobb fordulatszáma esetén rázkódik a legjobban. Az észlelés kezdete előtt általában teljes sebességgel működtetem ventilátoromat, aztán később, ha nagy nagyításnál remegést veszek észre, csökkentem a fordulatszámot egészen addig, amíg a kép le nem csillapodik. Még mérsékelt légáramlás is csodákra képes. Bekapcsolva hagyom a teljes észlelési periódus alatt annak érdekében, hogy megőrizsem a képminőséget a levegő hőmérsékletének csökkenése közben is.

A tükör anyagának következményei

Az évek során rengeteg diszkuszió folyt a két általánosan használt üvegfajta lehűlési tulajdonságaival kapcsolatban: ezek a pyrex-, illetve a táblaüveg. A pyrex üvegnek kb. 10 százalékkal kisebb a fajsúlya és a fajhője, mint a táblaüvegnek. Ez a két tulajdonság együttesen azt eredményezi, hogy kb. 20 százalékkal kisebb a hőtároló képessége egy adott vastagság mellett. Ez azt is jelenti, hogy minden más feltétel azonosság esetén a pyrex-üveg 20 százalékkal gyorsabban hűl le, mint a táblaüveg. A pyrex legnagyobb előnye azonban valószínűleg csak a végső megmunkálás során mutatkozik meg, amikor jóval kisebb hőtágulása miatt sokkal könnyebb dolgozni vele.

Ha már a hőtároló képesség témakörénél tartunk, ne felejtjük el a tükör mögé szerelt, plusz hőt tároló ellensúlyokat sem (ami általában a Dobson-távcsöveknél és néhány villás-parallaktikus mechanikákra szerelt reflektornál), amik a tükröt sokkal hosszabb ideig melegen tarthatják. A Dobson-távcsövek esetében javasolom azok áthelyezését a tubus vagy a tükrőtartó ház külső oldalára.

A bizonyíték a látványban van

A nagy reflektorok kiábrándító felbontása vezetett ahhoz az általánosan elfogadott tévhithez, hogy a nagy nagyításokhoz tartozó legkedvezőbb átmérő a 25–30 cm-es sávba esik. Az érv az volt, hogy a komolyabb felbontást kínáló, nagyobb átmérőjű távcsöveket jelentősebb mértékben befolyásolja a légköri nyugtalanság, mint a kisebb műszereket. Ám most Bryan Greernek köszönhetően világossá vált, hogy a képalkotást zavaró legtöbb baj a tükrök előtti első néhány centiméteren történik. Biztos vagyok benne, hogy a hő megfelelő kezelésével az amatőrcsillagászok a nagy távcsöveket sokkal gyakrabban fogják jó teljesítményűnek találni, mint eddig. Persze ehhez a műszer kiváló optikai minősége nélkülözhetetlen követelmény.

A hő kezelésének jótékony hatásai sokkal nyilvánvalóbbak, amikor a légköri nyugodtság is jó. Emlékszem, hogy 2001. június 10-én, a Mars-szembenállás alkalmával nagyon jó volt a seeing. 20 cm-es távcsöveget a Lick Observatóriumnál, a híres 91 cm-es refraktor kupolája mellett állítottam fel, és élveztem életem eddigi legnagyobb Mars-látványát. Kb. 20 helyi amatőrcsillagász volt a kupolában. Valaki arra sétált, s távcsövemmel egy pillantást vetett a Marsra, majd felkiáltott: „Nahát, ez a legjobb, amit valaha láttam! Ez egy reflektor? Nem gondoltam volna, hogy egy ilyen műszer ennyire jó lehet!”. Mielőtt szavait felfogtam volna, a hír kitudódott, és kitartó ember-áradat indult el a kupolából, hogy megnézzék „a kiváló minőségű Mars-látványt nyújtó távcsövet”.

Nem csoda, hogy őket és másokat is, akik valaha belenéztek a távcsövembe, meglepett és lenyűgözött a képalkotása. Nem túlzás azt állítani, hogy ez a műszer olyan, mint egy tökéletes színhüségét produkáló nagy refraktor. Ezeket az előnyöket bárki élvezheti, szerény anyagi befektetéssel és néhány munkaóra ráfordításával.

ALAN ADLER

(*Sky & Telescope*, 2002. január. Fordította: Rosanics György)

Távcsövekkel, asztrofotózással, képfeldolgozással kapcsolatos fordítások olvashatók Rosanics György honlapján, melynek címe: <http://gyroscope.txo.hu/>

MCSE 2003

A korábbi évek gyakorlatához hasonlóan már októberi számunkkal kiküldjük a jövő évi tagdíj postai befizetésére szolgáló csekket. Kérjük tagjainkat, minél előbb fizessék be a tagdíjat, ezzel is megkönnyítve a nyilvántartás munkálatait és 2003-ra szóló Évkönyvünk gördülékeny postázását. A **rendes tagdíj összege 2003-ra 4200 Ft. Tagjaink illetménye a Meteor 2003-as évfolyama és a Meteor csillagászati évkönyv 2003 c. kötet. Nem tagok számára a Meteor 2003-as évfolyamának előfizetési díja 4480 Ft, a Meteor csillagászati évkönyvé 1800 Ft. A szomszédos országok amatőrcsillagászaik számára a magas postaköltségek miatt a tagdíj összege 5000 Ft (a postaköltségek egy részét átvállalja az MCSE). A Magyarországgal nem határos országokban élő tagjaink számára a tagdíj összege 2003-ra 8000 Ft.**

Budapestiek személyesen is rendezhetik tagdíjukat a Polaris Csillagvizsgálóban a keddi ügyeleteken (18–22 ó. között), vagy bemutatási napokon (csütörtök és szombat 18 órától).