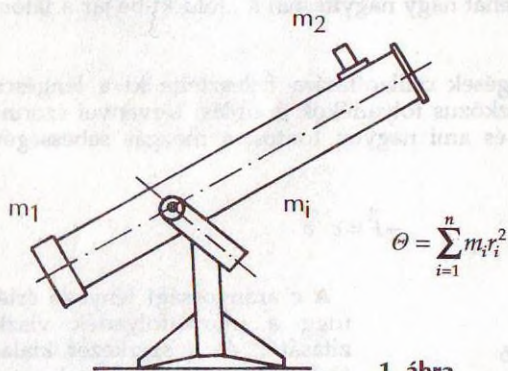


Távcsőkészítés

Távcsőépítés — Trabantból

A formabontó címválasztás ellenére a cikk szerzője már most leszögezi, hogy igen komoly dolgokról szeretne értekezni. Valójában egy autóalkatrész ügyes alkalmazásáról van szó, a címben jelölt modern, műanyag karosszériájú autó csak azért szerepel nálam donorként, mivel évek során több köbméter Trabant-alkatrész halmozódott föl udvaromban, bár ezek legtöbbje normális emberi mérce szerint inkább a "szemét" kritériumának felel meg.



1. ábra

kálások árai — stílszerűen — a csillagos éjig szöktek, márpedig egy bolygó megfigyelése 250-szeres nagyításnál komoly, stabil mechanikát igényel, főleg akkor, ha nem csak azt szeretnénk konstatálni, hogy a bolygó ott van... Az asztrofotósok ismerik azt az epilepsziás rohamhoz hasonló tüneteket okozó jelenséget, amikor a vezetés 25. percében egy éjszakai fuvallat kilódtítja a vezetőcsillagot a szálkeresztes okulár látómezejéből. Mindez visszavezethető a mechanika és a finommozgatás fogyatékoságaira. Ma már ritkán találkozhatunk a néhai Föld és Égben fel-feltűnő pálcikalábú 200/2000-es messzehordó lövegekkel, de a finommozgatáshoz használt kis átmérőjű csigakerekek vagy rövid ollójú tangenskarok bizony ma is sok kellemetlenséget okoznak.

Ha feltételezzük, hogy műszerünk lábazata, csapágyazása elegendően stabil ahhoz, hogy önmagában hibát nem okoznak, a rezgések, lengések az alábbi két forrásra vezethetők vissza:

Az amatőrcsillagászok népes családjának kelet-európai ága nem engedheti meg magának, hogy jól megtervezett, ráadásul szép kivitelű gyári műszereket vásároljon 1-2 évi keresetéből, ezért saját lehetőségeinek megfelelően maga építi műszereit. Elértünk arra a szintre, hogy már nem az optika a szűk keresztmetszet, hiszen elfogadható áron juthatunk jó minőségű tükrökhoz, okulárokhoz. Sokunk számára inkább a mechanika, a jó finommozgatás okoz gondot, nem beszélve a pontos órágepről! A gépipari megmun-

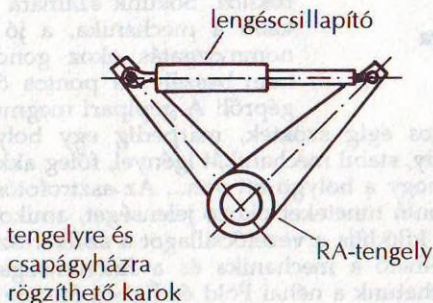
1. Egy nagyobb méretű műszer tubusa az optikák foglalataival nagy tömegű lengő terhet jelent (1. ábra), amelynek saját frekvenciája 0-10 Hz tartományba esik. Ezt szeretnénk "megfogni" egy viszonylag kis erőkaron dolgozó finommozgatással. Az erre vonatkozó dinamikai számítások meglehetősen bonyolultak, az azonban minden további nélkül belátható, hogy minél nagyobb átmérőjű a finommozgatás kereke (vagy az olló karja), annál inkább képes lesz ellensúlyozni a lengést.

2. A finommozgatás szükségszerűen sok alkatrészből álló készülék, amely illeszkedések mentén hézagokat tartalmaz, melyek a jól ismert kotyogást hozzák létre. Ha egy rendszer összegzett hibája pl. 0,3 mm, és ez a hiba 10 cm-es karon adódik át a műszerre, akkor $\text{arc tg } 0,3/100 = 0,17^\circ$, azaz kb. 10' elmozdulás jöhet létre külső hatásra (szél, meglökés, laikus szemlélő távcsőbe kapaszkodása stb.). Ez 1/3 Hold-átmérő, tehát nagy nagyításnál a Hold ki-be jár a látómezőben, a kép élvezhetetlen.

A járműipar káros lengések, rezgések csillapítására fejlesztette ki a lengéscsillapítót. Ez a működése során a viszkozus folyadékok áramlási törvényei szerint a mozgásával ellentétes erőt fejt ki, és ami nagyon fontos: a mozgás sebességével arányos mértékben:

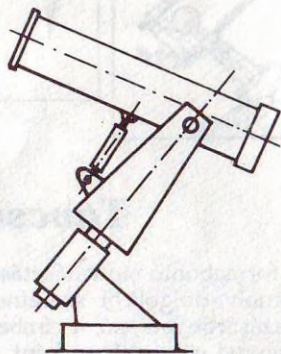
$$F = c \frac{dr}{dt}$$

$$-\vec{F} = c \cdot \vec{v}$$



3. ábra

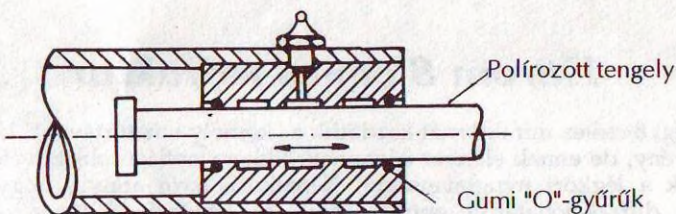
tapasztalatból tudjuk, hogy egy távcső lengése nagy szögsebességű, de kis amplitúdójú mozgás. Kézenfekvő, hogy lengéscsillapítóval vagy valami hasonló elvet hasznosító készülékkel hatástalanítsuk, de közben a finommozgatás és az órágép működését ne zavarjuk. A gyakorlatban ezt többféleképpen is megvalósíthatjuk.



2. ábra

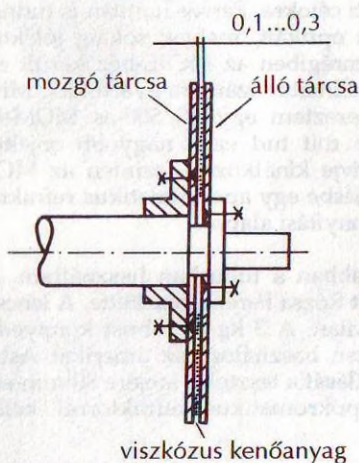
A c arányossági tényező értéke függ a munkafolyadék viszkozitásától, és a szerkezet kialakításától. Mindez magyarul azt jelenti, hogy ha egy lengéscsillapítót össze szeretnénk nyomni, akkor ez kis erő kifejtés esetén lassan fog sikerülni, nagy erő esetén azonban gyorsabban. Egyszerűbben szólva: egy autó lengéscsillapítóját nem tudjuk néhány cm/s sebességnél gyorsabban összenyomni vagy kihúzni.

Tapasztalatból tudjuk, hogy egy távcső lengése nagy szögsebességű, de kis amplitúdójú mozgás. Kézenfekvő, hogy lengéscsillapítóval vagy valami hasonló elvet hasznosító készülékkel hatástalanítsuk, de közben a finommozgatás és az órágép működését ne zavarjuk. A gyakorlatban ezt többféleképpen is megvalósíthatjuk.



4. ábra

Autóból kisserelt lengéscsillapító beépítése



5. ábra

Némi átalakítás után bármilyen autó lengéscsillapítója alkalmas lehet. Bele kell piszkálni kissé a belsejükbe, mert a csillapítási tényező mozgásiránytól függő, de ezt könnyű kiiktatni. Ennek részletezése felesleges, mert minden esetben más-más változtatást kell eszközölni, ami szét-szerelés után azonnal nyilvánvalóvá válik. A beépítés egyik példája a 2. ábrán látható egyvillás műszer esetén, ahol a deklinációs tengely körüli rezgés csillapítása a cél. A szereléskor ügyelni kell arra, hogy a -35° – $+90^{\circ}$ -os szögtartományt be tudja járni a tubus. A beépítés a rektaszcenziós tengely mentén kissé bonyolultabb, és nem is mindig jár tökéletes eredménnyel, hiszen nem magát a tubust támasztjuk meg, hanem egy tengelyen keresztül az egész rendszert (3. ábra). Feltétlenül ügyelni kell arra, hogy a szereléskor felhasznált csuklók, alkatrészek szorosan illeszkedjenek, mert hézagos kapcsolat esetén hiába fáradoztunk!

Amatőr lengéscsillapító készítése

A folyadékok sűrűlódásos áramlását jól felhasználhatjuk a 4. ábrán látható egyszerű berendezéssel. A kenőanyag valamilyen méz sűrűségű, olaj alapú anyag legyen, lehet kísérletezni pl. olaj és szurok keverékével. Előnye e szerkezetnek, hogy "hozzátervezhetjük" műszerünkhöz, nem kell alkalmazkodni a kész alkatrész méreteihez.

Folytatás a 29. oldalon!

Három 8 cm-es refraktor

Egy minőségi 8 cm-es refraktornál kezdődik a "komoly amatőrtávcső" kategória. Az átmérő szerény, de ennek előnyei is vannak. Ekkora nyílású objektívek viszonylag érzéketlenek a légköri nyugtalanságra. Képkalkotásukról annyit, hogy nem ritka közöttük a diffrakcióhatárolt optika. Stabil és hordozható távcsövek, és nem utolsósorban mindezért nem kell nagyon sokat fizetnünk.

Magyarországon nem álldogálnak tucatszámra az optikai üzletekben a különféle távcsövek — így van ez a refraktorokkal is. Szerencsére a Zeiss kitűnő 80/840-es ill. 80/1200-as AS objektívjeiből a közelmúltban elég sok került amatőrkezdőbe. Más gyártmányú hosszú fókuszú refraktorok szinte egzotikumnak számítanak, persze nem beszélve azokról a ma már múzeális értékű refraktorokról, melyek mindmáig hűségesen szolgálják hazánk különféle csillagvizsgálóit.

Kevesen tudják, hogy régebben a Magyar Optikai Művek is gyártott 8–10 cm-es hosszú fókuszú akromátokat, bár nem csillagászati célokra. Persze honnan is tudnák, hiszen a MOM jórészt katonai célokra gyártotta optikáit, melyek sokáig jótékony homályban maradtak az amatőrök számára. Nemrégiben az MCSE-hez került egy 80/1260-as légréses akromát, melyet eredetileg kollimátor számára gyártottak. Mivel a múltkoriban meglepően jó tapasztalatokat szereztem egy 50/500-as MOM-akromáttal, felébredt bennem a kíváncsiság, hogy mit tud ez a nagyobb objektív. Szigorú mércének a Zeiss 80/1200-as AS objektívje kínálkozott (szintén az MCSE műszere). A teljesség kedvéért bevontam a tesztelésbe egy apokromatikus refraktort is, amely a Zeiss-objektív kvalitásaihoz adott viszonyítási alapot.

A két hosszú fókuszú objektívet ($f/15$) ugyanabban a tubusban használtam. Az igényes kivitelű tubust és a MOM-lencse foglalatát Rózsa Ferenc készítette. A lencsék tisztázása és az okulárkihuzat kivitele kifogástalan. A 3 kg-os tubust könnyedén elbírja a Zeiss Telemator mechanikája. Ugyanezen használok az amerikai Astrophysics APO-refraktort is. A 102 mm-es triplet nyílását a tesztelés idejére 80 mm-esre szűkítettem, így végsősoron egy 80/816-os apokromatikus refraktort kellett versenyeznük a hagyományos optikáknak.

A legfőbb paraméter

Ez az ár, amely egy távcső jellemzői közül a legjobban érdeklí az amatőröket. Mivel e műszerek hazai kereskedelmi forgalomban nem kaphatók, nehéz konkrétumokkal szolgálni. A MOM-objektívet jelenleg nem is gyártják. A 8 cm-es Zeiss-lencsék 15 ezer Ft körül cserélnek gazdát, ám németországi áruk ennek többszöröse. Az Egyesült Államokban, a világ legnagyobb távcsőpiacán egy jó 80 mm-es akromatikus refraktor általában 4–500 dollárba kerül (ebben benne van az ekvatoriális szerelés és néhány okulár is). Ilyeneket gyárt — többek között — a Celestron, a Meade, a Vixen, az Unitron stb. A kis, 70–80 mm-es APO-refraktorok — a gyártótól függően — kétszer-háromszor drágábbak.

Diffrakciós képkalkotás

Egy refraktor legfőbb erénye a kontrasztos kép. Ezért elsősorban az objektívek képkalkotásának részletei érdekeltek. Január első felében néhány nyugodtabb

éjszakán végeztem a megfigyeléseket. A lencsék teherbírásának a határán, 168–180x-os körüli nagyításokat használtam, 4,7 mm-es Meade Ultra Wide és 7 mm-es Nagler-okulárral.

A 80 mm-esre blendézett *Astrophysics* triplet 168x-os nagyítással tesztkönyvszerű diffrakciós képet mutatott a fényes csillagokról. Zavaró halo nélkül ragyogtak a bársonyfekete látómezőben. Az objektív könnyedén bontotta az egyenlőtlen ζ Ori-t (2',6). A Rayleigh-határ közelében levő 1",5-es ϵ Ari valóban teljes bontás határán volt. Hasonlóan hibátlan diffrakciós képpel kényeztetett el a 80/1200-as *Zeiss*. 171x-es nagyítással a tesztelttűsök sem jelentettek problémát. A fényes csillagok extra- és intrafokális képe is szabályszerű volt, ugyanúgy, mint az *Astrophysics*énél. Korántsem volt ilyen elegánsan szép a 80/1260-as *MOM*-lencse diffrakciós képe. A diffrakciós gyűrű vastagabbnak, sőt az Airy-korong is legalább 30%-kal nagyobbak tűnt a két másik objektívénél tapasztalható képest. A fényes csillagokat 5"–6"-es zavaró kékes halo vette körül (180x). Mindez az objektív gyengébb színkorrigáltságára utalt. A ζ Ori 180x-os nagyítással nehéz, de egyértelműen kettős. A szoros ϵ Ari nyolcas alakú diffrakciós képet mutatott.

Színkorrekció

Az *Astrophysics*-objektív színi hibája gyakorlatilag észrevehetetlen. A legfényesebb csillagoknál sem látszik másodlagos szín. Csupán a fényes csillagok extra- vagy intrafokális képének enyhe elszíneződése jelzi, hogy voltaképpen lencses távcsővel észlelünk. A modern *Astrophysics*-objektívhez képest a korosabb *Zeiss AS* színkorrekciója kétségtelenül gyengébb. Viszont az $f/15$ -ös fényerő mérsékli a színi hibát. Ilyen kis nyílászórány mellett a hosszú fókuszu *Zeiss* a gyakorlatban alig színez. A csillagszínnek megfelelően tiszták. Csak a fényes csillagoknál tűnik fel némi elszíneződés. Az extra- ill. intrafokális kép már jól láthatóan színes. Sokkal gyengébb a 80/1260-as légréses *MOM*-akromát. A csillagszínnek a fókuszbán sem tiszták. Az extra- és intrafokális kép kifejezetten szivárványos. Bár az objektív felépítését nem ismerem, ilyen mértékű színi hiba inkább egy $f/8$ – $f/10$ -es Fraunhofer-objektívtől lenne elvárható.

Kontrasztviszonyok

A színi hiba a refraktoroknál törvényszerűen kontrasztsökkenést okoz, akár csak a reflektoroknál a központi kitakarás. A *MOM*-lencse kontrasztja egy jó Newton-reflektorénak felel meg. 180x-os nagyítással még elfogadhatóan éles képet adott a Hold terminátoráról. De a nagyítást 150x-os fölé felesleges fokozni, mert 100–150x-es között szebb a kép. A képesség újabb dimenziói nyílnak meg előttünk, ha a másik két refraktorba tekintünk. 168x-os ill. 171x-es nagyítással még tűzies a Hold képe. Ha a légkör elegendően nyugodt, akár 300x-os nagyítás közelébe is merészkedhetünk, anélkül, hogy megsínylené azt a képminőség.

A Jupiter légköréről nagyjából olyan részletes képet ad a *MOM*-refraktor (180x), mint egy 10 cm-es Newton. A fősávok és a feltűnőbb irregularitások (főleg a sötétebbek) feltűnnek, de a kép korántsem olyan tiszta rajzolatú, amiért a bolygóészlelők a refraktorokat kedvelik. A *Zeiss* sokkal több részletet mutat, a képrajzolat kemény. A 171x-es nagyítás éppen ideálisnak tűnt. Árnyalatnyival még szebb Jupitert varázsol elénk az *Astrophysics*-refraktor 168x-osnál. A sávok színeit is sejteni lehet.

Fénygyűjtőképesség és látómező

Valószínű, hogy aki elsősorban mély-ég objektumokat kíván foglalkozni, nem egy 8 cm-es refraktort választ főműszernek, hiszen fénygyűjtő képességét egy hasonló árú 15 cm-es Newton-reflektor alaposan túlszárnyalja.

Budapest fényszennyezett ege alkalmatlan határmagnitúdó-becslésre. Korábban évekig használtam egy 80/840-es Zeiss-refraktort. Sötét égen ezzel 13^m,5-ig lehetett csillagokat látni.

A három 8 cm-es refraktor fénygyűjtő képességében elvileg nincs jelentős különbség. A gyakorlatban a MOM-refraktorkor néhány tized magnitúdóval elmarad a másik kettőtől rosszabb leképezése miatt. Az *Astrophysics*-objektív csekély előnyhöz jut, mert csupán két üveg-levegő határfelülete van, míg a légréses objektíveknek négy. A gyártók szerint a ragasztott *Astrophysics* a fény 97%-át, a légréses *Zeiss* a 90%-át engedi az okulárhoz. (Ezek nagyon magas értékek, a reflektoroknál — az optikai elemek számától, a kitakarás méretétől és a bevonattól függően — ez az érték 58–85% közötti).

Mindhárom refraktor 5,5 magnitúdós határfényességű égen 168–180x-os közötti nagyításokkal meglepően részletgazdag képet adott az Orion-köd centrumáról. A fényszennyezett égen a hosszú fókuszú Zeiss némileg jobban érvényesült, mint a fényerős amerikai lencse. Ebből is kitűnik, hogy egy városi amatőrnek jó vétel egy kis fényerejű refraktor.

Összegzés

Igazán kár, hogy a 80/1260-as MOM-objektív nem sikerült olyan jól, mint az 50/500-as. A hosszú fókusz keltette várakozásuktól elmarad. Tulajdonképpen ezt a nem csillagászati célokra készült objektívet nem sportszerű drága és világhírű márkákkal versenyeztetni. Képalkotása átlag szinten mozog, amely a mindennapi észlelések 90%-ánál megfelelő.

Az *Astrophysics* optikailag hozta a papírformát. További jó pont: sokoldalú műszer. De egyetlen centiméter objektívátmérő 10 ezer Ft-ba kerül, és ez alaposan lehűti a lelkesedést. Ennyiért azért másfajta, nagyon jó távcsövek is szóba jöhetnek. Egy APO-refraktorkor a képminőség megszállottjainak való, meg azoknak, akik sokat utaznak egy nagy teljesítményű műszerrel. Még a 15 cm-es távcsövek is könnyen hordozhatóak.

A triplethez képest jól megállta a helyét a Zeiss. A Zeiss AS refraktorok nem csak a hazai amatőrök köreiből származnak minőségi optikának. A 80/1200-as különösen jó. Igazi diffrakcióhatárolt optika. A nagyobb Zeiss-refraktorok (8–10 cm) bolygó- vagy kettőscsillag-megfigyelőknek ajánlhatók. Egyetlen komoly hibájukat nem is a fényútban találjuk. Sajnos a német optikák minőségénél csak az árak jár előbbre.

BABCSÁN GÁBOR