

Lornetki

autor: Arkadiusz Olech

Z pozoru, lornetka może wydawać się kiepskim instrumentem optycznym. Pierwszy lepszy teleskop astronomiczny uzyska przecież większe powiększenie i dzięki swojemu dużemu obiektywowi zbierze więcej światła. Na szczęście, w przypadku lornetek nie chodzi o uzyskiwanie jak największych powiększeń. Mamy w nich bowiem do czynienia z pewnego rodzaju kompromisem pomiędzy rozsądnym powiększeniem, przy którym najczęściej bez problemów daje się obserwować „z ręki” i średnicą obiektywu, który najczęściej ma być takiej wielkości, aby całkowite rozmiary lornetki nie osiągnęły zbyt dużych gabarytów.

DLACZEGO LORNETKA?

Odpowiedź na to pytanie mogłaby być krótka i może na pierwszy rzut oka zaskakująca. Ten instrument wybrała po prostu natura, na długiej drodze ewolucji. Nasze oczy to nic innego jak doskonała lornetka o parametrach 1x7. Sprzęt to zaiste wspaniały charakteryzujący się polem widzenia kilkudziesięciu stopni, płynną regulacją ostrości, rewelacyjnym stabilizatorem obrazu i samoczyszczący się. Ma niestety jedną wadę: czasami się psuje. Z drugiej strony, proszę pokazać mi instrument optyczny, który się nie psuje lub jego parametry nie stają się gorsze z czasem. Każda osoba chcąc zaopatrzyć się w lornetkę boryka się z wieloma problemami. Oczywiście chcemy, aby nasz zakup był jak najbardziej korzystny ekonomicznie, a jednocześnie zaspokajał wszystkie nasze potrzeby. Wybierając lornetkę właśnie od potrzeb trzeba zacząć. Inne wymagania



postawi przecież lornetce ornitolog, inne turysta, inne myśliwy, a jeszcze inne miłośnik astronomii. Po etapie precyzowania potrzeb nadal pozostanie wiele pytań, na które będzie trzeba sobie odpowiedzieć. Aby jednak je umiejętnie postawić, musimy najpierw zapoznać się z podstawowymi prawami rządzącymi lornetkami i parametrami je opisującymi.

PODSTAWOWE PARAMETRY

Na początku możemy czuć się trochę zagubieni w mnogości terminów. Sięgając po instrukcję lornetki spotkamy się z określeniami takimi jak: powiększenie, średnica obiektywu, odległość żrenicy wyjściowej (ang. eye relief), kątowne pole widzenia, liniowe pole widzenia, żrenica wyjściowa, jasność czy sprawność zmierzchowa. Tak naprawdę najważniejsze są tylko pierwsze cztery z nich, bo resztę uzyskamy poprzez odpowiednie działania arytmetyczne na pierwszych trzech parametrach. Powiększenie mówi nam po prostu ile razy obiekt obserwowany przez lornetkę wydaje nam się większy od widzianego okiem nieuzbrojonym. Średnica obiektywu to średnica, najczęściej wyrażona w

milimetrach, soczewki zbierającej światło. Te dwa parametry najczęściej spotyka się na lornetkach połączone w pary np. 7x50 czy 20x60. Pierwszy z wymienionych instrumentów powiększa 7 razy, a jego obiektywy mają średnicę 50 milimetrów, drugi powiększa 20 razy, a soczewki jego obiektywów mają rozmiary 60 milimetrów. Kolejny z ważnych parametrów to odległość lub odstęp żrenicy wyjściowej (ang. eye relief). Wielkość ta określa maksymalną odległość w jakiej może znajdować się oko od okularu i wciąż nie tracić niczego z pola widzenia lornetki. Oczywiście im wartość długiego oka jest większa tym lepiej. Jest to szczególnie ważny parametr dla osób z wadą wzroku zwaną astygmatyzmem. Osoby te, spoglądając przez lornetkę, nie powinny zdejmować swoich okularów. Okulary powodują jednak, że oko nie może przylegać do okularu lornetki. Jeśli więc lornetka ma małą wartość odstępu, to osoby te tracą możliwość widzenia całego pola widzenia uzyskiwanego przez instrument. Cztery ważny parametr to pole widzenia, mówiące o tym jaki fragment pola lornetka odwzorowuje w naszych oczach. Można go wyrazić w stopniach kątowych lub w metrach na 1000 metrów. Przelicznik od miary kątownej do liniowej jest bardzo prosty. Jeśli lornetka ma pole widzenia 6,5 stopnia, wystarczy policzyć tangens tego kąta, co daje 0,114. Ułamek 0,114 to tzw. liniowe pole widzenia, które przedstawia się jako „114 metrów na 1000 metrów”. Warto jeszcze zaznaczyć, że pole widzenia całej lornetki zależy od pola widzenia okularów. Aby uzyskać ostateczne pole widzenia naszego instrumentu, należy podzielić pole widzenia okularu przez powiększenie lornetki. Ponieważ typowe okulary stosowane w lornetkach mają pola widzenia na poziomie 5060 stopni, lornetki o powiększeniach 10x mają całkowite pola widzenia na poziomie 56 stopni, a te o powiększeniach 8x mają pola 68 stopni. Oczywiście w droższych lornetkach okulary mają bardziej skomplikowaną konstrukcję, przez co ich własne pola mogą sięgać nawet poziomom ponad 70 stopni, co owocuje dużymi polami widzenia całych lornetek. Inne terminy, z wyjątkiem żrenicy wyjściowej, są w pewnym stopniu wtórne, bowiem nie mówią nam nic nowego w porównaniu z informacjami zawartymi w powyżej opisanych parametrach. Omówmy je jednak pokrótce z kronikarskiego obowiązku.

*renica wyjściowa mówi nam jakiej wielkości jest krążek światła wytwarzany tuż za okularzem i wpadający do naszego oka. Można go łatwo zmierzyć bezpośrednio, najłatwiej

jednak po prostu podzielić średnicę obiektywu przez powiększenie. Tak więc lornetka 10x50 będzie miała żrenicę wyjściową 5 mm, a 8x56 da żrenicę o wielkości 7 mm. Parametr ten, choć w pewnym sensie wtórny, gdyż można



uzyskać go znając średnicę obiektywu i powiększenie, ma dość spore znaczenie przy wyborze lornetki, dlatego w późniejszej części tekstu poświęcimy mu więcej miejsca. Jasność (ang. relative brightness) to nic innego jak wielkość żrenicy wyjściowej w milimetrach podniesiona do kwadratu. Wyżej wymienione lornetki będą więc miały jasności 25 i 49. Oczywiście parametr ten nie mówi niczego nowego w porównaniu ze żrenicą wyjściową. Sprawność zmierzchowa to jeszcze większa żonglerka liczbami. Aby ją obliczyć należy powiększenie pomnożyć przez średnicę obiektywu, a następnie z wyniku wyciągnąć pierwiastek kwadratowy. Przykładowo lornetka 12x60 będzie miała sprawność zmierzchową wynoszącą 26,8.

JAK DZIAŁA LORNETKA?

Umiejąc już poruszać się w terminologii związanej z lornetkami cofnijmy się o krok i odpowiedzmy na pytania dotyczące zasad działania lornetki. Części optyczne lornetki możemy podzielić na trzy grupy. Są to:





obiektyw, pryzmaty oraz okulary. Obiektyw lornetki służy do zebrania jak największej ilości światła. Daje on obraz odległych przedmiotów, który jest rzeczywisty, odwrócony i pomniejszony. Aby powiększyć obraz uzyskany przez obiektyw i skierować go do naszego oka w formie równoległych wiązek światła używa się okularu, który w najprostszej postaci może składać się z jednej soczewki rozpraszającej lub skupiającej. W lornetce znajdują się jeszcze pryzmaty, które służą do odwrócenia obrazu uzyskiwanego przez obiektyw, tak aby po przejściu przez okular był on prosty. Ten obraz jest tylko prostym schematem. W rzeczywistości lornetka to dość skomplikowany instrument. Przede wszystkim obiektyw nigdy nie składa się z pojedynczej soczewki. W znacznej większości przypadków jest on układem dwóch sklejonych ze sobą soczewek, przy czym każda z nich jest wykonana z innego rodzaju szkła. Konstrukcja taka ma za zadanie jak najlepsze skorygowanie tzw. aberracji chromatycznej polegającej na różnym miejscu ogniskowania się promieni o różnej długości fali. Najdroższe lornetki mają obiektywy składające się nawet z trzech lub czterech soczewek, z czego część jest wykonana z niskodispersyjnego rodzaju szkła, co pozwala na prawie całkowite pozbycie się aberracji chromatycznej. Okulary stosowane w lornetkach zawierają najczęściej trzy soczewki ułożone w dwóch grupach. Lepsze modele składają się z czterech lub nawet pięciu soczewek ustawionych w dwóch lub trzech grupach. Także odwracające obraz pryzmaty można ułożyć na dwa najczęściej spotykane sposoby. System prostszy i bardziej popularny nazywany jest, od nazwiska włoskiego optyka systemem Porro. W tej konstrukcji pryzmaty są przesunięte względem siebie, co powoduje, że os obiektywu znajduje się na trochę innej linii niż os okularu. W drugim systemie, zwanym po polsku dachowym (ang. roof), obiektyw oraz pryzmaty i okular są ustawione w jednej linii. Daje to bardziej zwartą budowę i wyraźnie mniejsze rozmiary lornetki niż w systemie Porro.

WAŻNY OBIEKTYW

W zasadzie najważniejszą częścią lornetki jest obiektyw. Od jego rozmiarów i jakości wykonania zależy ilość zbieranego przez lornetkę światła, rozdzielczość i jakość uzyskiwanego obrazu. Ilość zbieranego światła zależy od powierzchni obiektywu. Jeśli do naszych w pełni rozszerzonych źrenic wpada pewna ilość światła, to przy wykorzystaniu lornetki o obiektywie 50 mm, zwiększymy ją ponad 50 razy. Z tej samej przyczyny lornetka o obiektywie 56 mm, choć jest tylko 12% większa od lornetki 50 mm, to zbiera aż 25% światła więcej. Rozmiar obiektywu przekłada

się także bezpośrednio na uzyskiwaną rozdzielczość. Im większy obiektyw tym większa rozdzielczość. Oczywiście chciałoby się konstruować jak największe obiektywy, aby zbierać nimi jak najwięcej światła. Ograniczeniem są tu jednak rozmiary i waga lornetki, oraz wady optyczne instrumentu, które rosną wraz ze wzrostem średnicy obiektywu. Opisane powyżej zasady pokazują wyraźnie, że najważniejszą rzeczą w instrumencie optycznym jest obiektyw. Obraz nim uzyskany powiększamy bowiem okularem. Jeśli uzyskany przez obiektyw obraz będzie złej jakości, jego powiększenie doprowadzi do jeszcze gorszych efektów. Nie ma więc sensu stosowanie monstrualnie dużych powiększeń. Zasada jest taka, że średnica obiektywu wyrażona w milimetrach odpowiada mniej więcej maksymalnemu możliwemu powiększeniu. W instrumencie o obiektywie 50 mm nie powinniśmy więc oczekiwać uzyskania dobrych obrazów dla powiększeń większych niż około 50 razy. Dodatkowo w przypadku lornetek ograniczeni jesteśmy drganiem naszych rąk podczas obserwacji. Uznaję, że maksymalne powiększenie, które jeszcze komfortowo daje się utrzymać „z ręki” wynosi około 12 razy. Dla powiększeń większych niż 15 razy wręcz oblatywo powinniśmy używać statywu. Między innymi dlatego niewskazane jest kupowanie lornetek typu zoom o parametrach np. 1580x70.

CO MA WIEK DO LORNETKI?

Jak wspomnieliśmy wcześniej, jedną z ważniejszych wielkości wtórnych jest źrenica wyjściowa. Aby zrozumieć wagę tego



parametru musimy zrozumieć zachowanie źrenicy naszego oka. Zanim światło dojdzie do detektora, którym w przypadku naszego narządu wzroku jest siatkówka, musi przejść przez źrenicę, która jest niczym innym jak naturalną przesłoną, której zachowanie nie różni się prawie wcale od przesłon stosowanych w obiektywach aparatów fotograficznych. Nasza źrenica płynnie zmieniając swój rozmiar reguluje ilość światła docierającego do siatkówki. Gdy jest bardzo jasno, na przykład w słoneczny dzień, źrenica potrafi zmniejszyć się do około jednego milimetra. Podczas bardzo ciemnej nocy, po kilkunastominutowej adaptacji wzroku do ciemności, źrenica młodego człowieka potrafi osiągnąć rozmiar nawet ponad 7 milimetrów. Zachowanie się źrenicy oka jest cechą wyraźnie osobniczą i dodatkowo zależy mocno od wieku. Ludzie młodzi, powiedzmy w wieku do 40 lat, nie mają pr z e w a ż n i e

problemów z osiągnięciem maksymalnych rozmiarów źrenicy wynoszących około 7 milimetrów. Po czterdziestce coraz o to trudniej i u osób w wieku powyżej 50 czy 55 lat, maksymalna średnica źrenicy rzadko przekracza 5 milimetrów. Dlaczego zachowanie naszej źrenicy jest tak ważne przy wyborze odpowiedniej lornetki? Otóż chcąc maksymalnie wykorzystać możliwości zakupionego przez nas sprzętu, musimy zadbać o to aby całe zebrane przezeń światło trafiło do naszej siatkówki. Tak stanie się tylko wtedy, gdy snop światła wytwarzany za okularzem lornetki (czyli tzw. źrenica wyjściowa) w całości zmieści się w naszej źrenicy. Mówiąc krótko źrenica wyjściowa lornetki powinna być co najwyżej taka sama jak źrenica naszego oka. W przeciwnym przypadku część światła zbieranego przez obiektyw lornetki jest tracona i nie wykorzystujemy w pełni jej możliwości. Z tego więc względu osoby, które chcą wykorzystywać lornetkę głównie w trakcie dnia nie powinny kupować lornetek typu 7x50 czy 8x56, które ze względu na dużą źrenicę wyjściową wynoszącą 7 mm, są przeznaczone do obserwacji w kiepskich warunkach oświetleniowych. Załóżmy bowiem, że w trakcie typowego dnia źrenica naszego oka ma rozmiar 4 mm. Używając w takich warunkach lornetki 8x56, aż 67% światła zbieranego przez obiektywy nie dociera do naszych oczu! Taki sam obraz, zarówno pod względem ilości zebranego światła jak i rozdzielczości, uzyskalibyśmy używając w tych warunkach lornetki 8x32! Po co więc kupować większą, cięższą i droższą lornetkę 8x56?

LORNETKA NA DZIEŃ

Z rozważań przedstawionych w poprzednim rozdziale jasno więc wynika, że lornetki o dużych źrenicach nie nadają się do obserwacji dziennych. Jaką więc lornetkę powinna kupić osoba, która jest zainteresowana turystyką, ornitologią czy polowaniami w trakcie dnia? Gdy jest jasno, nie musimy stosować lornetek o dużych obiektywach, które zbierają dużo światła. Niewątpliwą zaletą mniejszych lornetek jest fakt, że są one przeważnie ciut lepsze optycznie od swoich większych koleżanek, a dodatkowo mają mniejsze rozmiary i wagę. Oczywiście nie należy popadać w skrajności. Wraz ze zmniejszającym się obiektywem, maleje bowiem także rozdzielczość uzyskiwanego obrazu. Rozsądnym kompromisem wydaje się więc obiektyw o rozmiarach na poziomie 3542 mm. Ponieważ w typowych dziennych warunkach źrenica naszego oka ma rozmiar 34 mm, źrenica wyjściowa lornetki dziennej też





powinna mieć taką średnicę. Przy obiektywie 40 mm daje to powiększenia na poziomie 1012x. W ofercie każdego mniej lub bardziej renomowanego producenta bez problemów znajdzie się lornetki o takich parametrach. (....)

LORNETKA NA NOC

Mysliwemu polującemu w nocy i miłośnikowi astronomii obserwującemu niebo zależy najbardziej na tym aby lornetka zbierała jak najwięcej światła. Daje się to uzyskać zwiększając średnicę obiektywu lornetki. Oczywiście nie da się robić tego w nieskończoność, bo wraz ze wzrostem średnicy obiektywu szybko rośnie waga i rozmiary lornetki. Aby utrzymać ją wygodnie w ręku i nie cierpieć na chroniczny ból karku od noszenia jej na szyi, jej waga nie powinna przekraczać 1,5 kilograma. Z tego więc powodu za lornetki typowo nocne i do obserwacji z ręki uznaje się instrumenty o obiektywach 5663 mm oraz o powiększeniach nie przekraczających 12x. Optymalną lornetką nocną wydaje się więc klasyczny model 8x56 ze źrenicą wyjściową wynoszącą 7 mm. Proszę jednak pamiętać, że osoby w wieku powyżej 45 lat, nie powinny rozważać zakupu takiego sprzętu z powodów opisanych w rozdziale dotyczącym źrenicy wyjściowej. Model 8x56 jest łatwo dostępny u wszystkich renomowanych producentów (....).

LORNETKA UNIWERSALNA?

Czy istnieje lornetka uniwersalna? Niestety, odpowiedź na to pytanie brzmi: nie. Nie ma takiego instrumentu, którego możliwości wykorzystamy w pełni zarówno w trakcie dnia, jak i w nocy. Oczywiście dla osób, które chcą kupić tylko jedną lornetkę niejako do wszystkiego, istnieje łatwy do wyobrażenia kompromis, z którego można być zadowolonym. Wystarczy jeszcze raz zerknąć na poprzednie dwa rozdziały i wyobrazić sobie coś pośredniego pomiędzy najlepszą lornetką nocną, a typową lornetką dzienną. Ten udany kompromis to niewątpliwie model 10x50. Jego 50-cio milimetrowy obiektyw pozwala zebrać aż 56% światła więcej niż w przypadku lornetki 10x40, co powoduje, że bez problemów nadaje się ona do zastosowań nocnych. Z drugiej jednak strony będzie to nadal 25% światła mniej niż w modelu 8x56. Powiększenie 10x w połączeniu z obiektywem o średnicy 50 mm daje źrenicę wyjściową 5 mm. Model 10x50 jest więc dobrym sprzętem nocnym dla osób starszych, dobrą lornetką przegładową do obserwacji nieba, a jednocześnie bez problemów nadającą się do wykorzystania w dzień, bo pozwala dotrzeć do siatkówki całemu lub prawie całemu światłu zbieranemu przez obiektyw.

STAWIAĆ NA JAKOŚĆ

Osoba rozglądająca się za swoją pierwszą lornetką może czuć się na początku trochę zdezorientowana rozrzutem cenowym modeli dostępnych na rynku. Z jednej strony można kupić duże lornetki już za 100150 zł, a z drugiej, za małego Swarovskiego z serii EL trzeba zapłacić aż 7000 zł! Skąd takie różnice? Niestety zarówno praw fizyki jak i praw rynku nie da się oszukać. Chcąc wyprodukować wysokiej klasy optykę, trzeba dysponować doskonałą techniką, najnowszymi technologiami i stosować materiały najwyższej jakości. Nie łudźmy się więc, że uda nam się kupić świetną lornetkę za 200 zł. Doskonałym przykładem tego jak jakość technologii i zastosowanych materiałów wpływa na jakość uzyskiwanych obrazów mogą być warstwy antyodbliciowe. Na każdej granicy ośrodków następuje zarówno załamanie jak i odbicie wiązki padającego światła. O ile w przypadku obiektywu załamanie jest zjawiskiem jak najbardziej pożądanym, bo dzięki niemu działa nasz instrument optyczny, to odbicie jest tym czego chcielibyśmy uniknąć. Światło odbijające się od granicy ośrodków nie trafia bowiem do naszego oka powodując spadek efektywności sprzętu i pojawiając się wewnątrznych odbłasków. W przypadku typowej granicy powietrzszkło 95% światła przechodzi przez nią a niespełna 5% się odbija. Na pierwszy rzut oka nie wydaje się to dużo. Jeśli jednak uwzględnimy, że w dobrej lornetce mamy do czynienia z 1011 granicami ośrodków (obiektyw to dwie lub trzy sklejone soczewki, dwa pryzmaty i kilkuelementowy okular) to straty są znaczne. Wystarczy bowiem owe 0,95 wymnożyć przez siebie 11razy (czyli podnieść do potęgi 11) aby otrzymać, że przez zwykłą lornetkę przechodzi tylko 57% padającego na obiektywy światła (nie uwzględniając dodatkowych strat na optyce związanych choćby z pochłanianiem światła w szkłe). Aby zaradzić temu problemowi producenci lornetek i innych instrumentów pokrywają elementy optyczne tzw. warstwami antyodbliciowymi znacznie podwyższającymi transmisję światła na granicy ośrodków. W rzeczywistości warstwa antyodbliciowa to nic innego jak cieniutka powłoka materiału takiego jak fluorek magnezu (MgF₂), dwutlenek krzemu (SiO₂) czy dwutlenek tytanu (TiO₂). Zasada działania warstw antyodbliciowych opiera się na zjawisku interferencji fal elektromagnetycznych. Chodzi tu o to, aby tak dobrać grubość warstwy i jej współczynnik załamania, aby fale odbite od granicy powietrzewarstwa i od

granicy warstwazskło wygaszały się wzajemnie tzn. Były przesunięte w fazie o 180 stopni. Aby uzyskać ten efekt za pomocą jednej warstwy jej grubość optyczna musi być nieparzystą wielokrotnością 1/4 długości fali padającego światła. W praktyce, w przypadku jednej warstwy, najczęściej stosuje się fluorek magnezu (MgF₂), który działa skutecznie dla długości fal od 400 do 750 nm i dla szkieleń o współczynniku załamania od 1,45 do 2,4. Na lornetkach spotykamy następujące oznaczenia zastosowanych warstw antyodbliciowych:

- **Uncoated** – brak powłok. Straty światła (jak policzyliśmy wcześniej) na jednej granicy 5%, na całej lornetce około 40%.
- **Coated** – warstwa pojedyncza lub podwójna, najczęściej z najtańszego fluorku magnezu (zabarwienie fioletowe). Strata światła na jednej granicy to średnio 1,5%. W typowej lornetce oznacza to, że 34 granice są pokryte, a reszta już nie. Straty światła na całym instrumencie wyniosą więc około 3035%.
- **Fully coated** – wszystkie granice ośrodków pokryte warstwą pojedynczą lub podwójną. Straty światła na całej lornetce wynoszą typowo: 1520%.
- **Multi Coated** lub „MC” – powłoki wielowarstwowe obniżające straty na jednej powierzchni do średnio 0,6%. Oznacza to, że 35 powierzchni ma warstwę MC, co powoduje, że straty na całym instrumencie sięgają małych kilkunastu procent. Najlepsze powłoki MC renomowanych producentów są w stanie obniżyć straty światła na jednej granicy do tylko 0,2%!
- **Fully multicoated** – oznacza, że wszystkie granice ośrodków zostały pokryte warstwami MC. Straty na całym instrumencie wynoszą wtedy około 510%. W najdroższych modelach renomowanych firm, gdzie zastosowano wysokiej jakości powłoki MC na wszystkich elementach optycznych straty światła na całym układzie wynoszą tylko około 5%.
- **Ruby coatings** – czyli powłoki rubinowe, zabarwiające obiektyw na ostry róż lub pomarańcz, to coś czego należy unikać jak ognia. Stosowane są w najtańszych lornetkach i w zasadzie są zupełnie bezużyteczne, bo wycinają znaczną część wpadającego do obiektywu światła i fałszują kolory.

Różnice w jakości materiałów zastosowanych w tanich i drogich lornetkach są tak duże, że często mały i drogi instrument da znacznie lepsze obrazy i zobaczy się nim więcej niż wyraźnie większą, lecz tanią lornetką. Dlatego jeśli finanse nie są dla nas ograniczeniem, nie należy się wahać kupować sprzętu renomowanych firm. (....)



Źródło:
Magazyn Arsenał
nr 2 (13) 2005

AROCAL