

konwergencja co dla punktu O' , natomiast osi główne tworzą w płaszczyźnie pionowej pewien kąt ψ , przy czym

$$\psi = \Delta\varphi w'_C$$

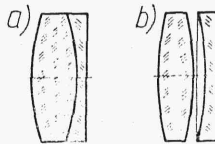
gdzie w'_C — kąt, pod którym widać punkty O' i C' .

Przy patrzeniu na punkt A lub B , jeżeli kąt skręcenia $\Delta\varphi$ jest mały, obserwator zgodnie z własnościami widzenia stereoskopowego, odnosi wrażenie przemieszczenia przestrzennego ich obrazów względem punktu O' . Następuje pozorne obrócenie płaszczyzny obrazu wokół osi poziomej. Dla większych kątów powstaje dwojenie obrazów.

W podobny sposób można udowodnić, że przy różnicy powiększeń obu lunet powstaje pozorne obrócenie płaszczyzny obrazu wokół osi pionowej oraz różnica kątów między promieniami głównymi w płaszczyźnie pionowej dla punktów A i B .

5.2.6. Typy obiektywów i okularów

Obiektywy lunet są układami mającymi małe kąty pola widzenia, w związku z czym wystarczy je zwykle korygować tylko na chromatyzm położenia, aberrację sferyczną i komę, czego konsekwencją jest ich względnie prosta budowa. Najczęściej spotykane rozwiązania pokazano na rys. 5.24. Dla typu (a) wystarczającą korekcję można osiągnąć przy otworach względnych 1 : 4, natomiast dla typu (b) — przy 1 : 3,5.



Rys. 5.24

Okulary lunet w porównaniu z obiektywami mają w przybliżeniu G razy większe obrazowe kąty pola widzenia. Ponadto pomijając wpływ układu odwracającego, dla lunet spełnione jest $|G| = \left| \frac{f'_1}{f_2} \right|$ oraz $\frac{\Phi_z}{\Phi'_z} = G$,

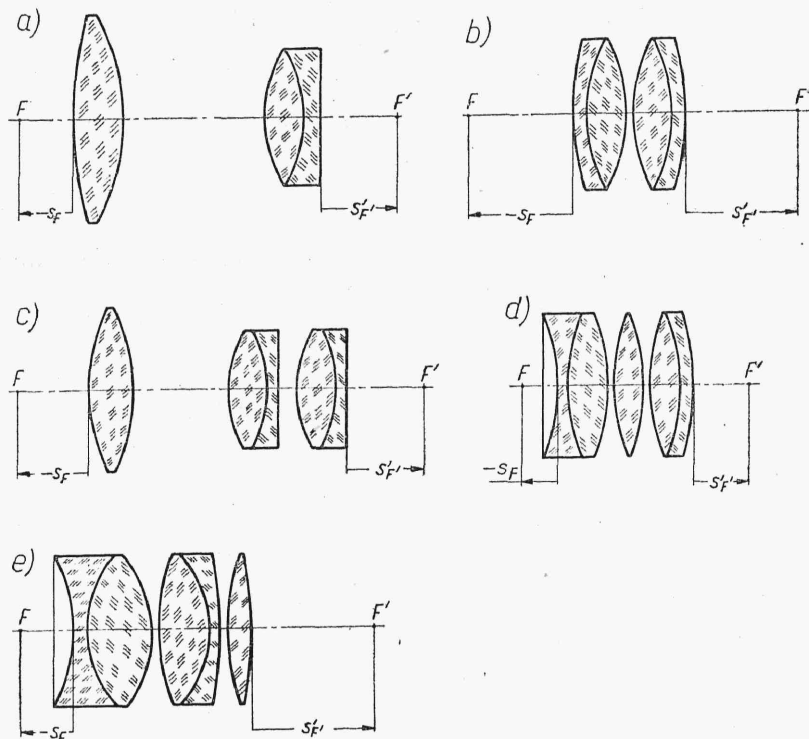
gdzie Φ_z i Φ'_z — odpowiednio średnice źrenicy wejściowej i wyjściowej lunety, co oznacza, że obiektyw i okular mają ten sam otwór względny $\left(\left| \frac{f'_2}{\Phi'_z} \right| = \left| \frac{f_1}{\Phi_z} \right| \right)$. Ale ponieważ dla $|G| > 1$, ogniskowa okularu jest $|G|$

razy mniejsza od ogniskowej obiektywu, to wpływ okularu na aberracje związane z otworem układu, a więc na chromatyzm położenia, aberrację sferyczną i komę jest znacznie mniejszy niż wpływ obiektywu. Dlatego okular korygowany jest przede wszystkim na aberracje pozaosiowe (astygmatyzm, krzywizna pola, dystorsja i chromatyzm powiększenia), natomiast pozostałe aberracje mogą być skompensowane przy korekcji obiektywu lunety.

W zależności od przeznaczenia stosowane są różne typy okularów (rys. 5.25) różniące się między sobą stopniem skomplikowania budowy. Im układ jest bardziej złożony, tym są lepsze możliwości jego korekcji i tym samym mogą być osiągnane większe kąty pola widzenia. Wadą złożonych

układów jest jednak wyższy koszt wykonania. Przy decyzji wyboru typu okularu w zależności od przeznaczenia przyrządu czynniki kosztów i jakości obrazu powinny być odpowiednio wyważone.

Bardzo istotnymi parametrami okularu są odległości s_F i s'_F jego ognisk od pierwszej i ostatniej powierzchni okularu. Pierwsza wskazuje na możliwy zakres ruchu dioptryjnego okularu przy wstawionej płycie ogniskowej, druga ustala odległość oka od przyrządu.



Rys. 5.25

Zgodnie z wyrażeniem (5.16) oraz oznaczeniami na rys. 5.6 i 5.25 odległość źrenicy wyjściowej lunety od ostatniej powierzchni okularu wynosi

$$s'_z = s'_{F'} + x'_z = s'_{F'} - \frac{f'_2}{G}$$

Jeżeli G jest dostatecznie duże to odległość s'_z zależy praktycznie tylko od $s'_{F'}$. Nie może ona być w okularach zbyt mała (poniżej 7 mm), gdyż źrenica wejściowa oka musi się pokrywać ze źrenicą wyjściową lunety (p. 5.2.4), a szczególnie duża musi być w przyrządach optycznych zainstalowanych na ruchomych pojazdach, lub urządzeniach podlegających wstrząsom z uwagi na możliwość urazów oka obserwatora.

Zestawienie najczęściej stosowanych typów okularów pokazano na rys. 5.25, natomiast w tabl. 5.1 podano ich typowe parametry konstrukcyjne.

Z uwagi na swą prostą konstrukcję najczęściej stosowany jest okular *Kellnera*. Układ symetryczny szczególnie nadaje się do budowy okularów krótkoogniskowych, gdyż przy względnie prostych kształtach ma dość znaczne odległości czołowe s_F i $s_{F'}$.

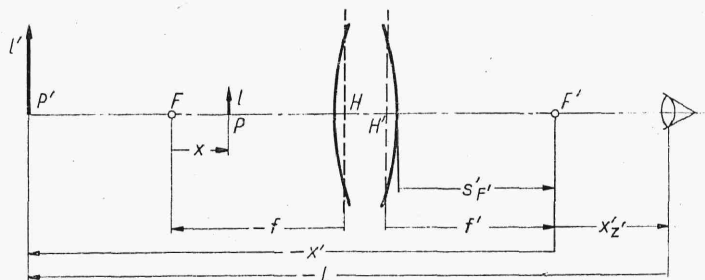
Tablica 5.1. Okulary lunetowe i ich typowe parametry konstrukcyjne

Rysunek	Typ okularu	s_F/f'	$s_{F'}/f'$	$2w'$
5.25a	Kellnera	-0,3	0,3-0,4	50°
5.25b	symetryczny	-0,75	0,75	40°
5.25c	Erfla I	-0,2	0,5	70°
5.25d	Erfla II	-0,2	0,75	70°
5.25e	z odsuniętą żrenicą	-0,3	0,9-1,2	50°

5.3. Mikroskopy

Mikroskopem (z grec. mikros — mały, skopeo — patrzeć) nazywa się przyrząd optyczny umożliwiający obserwację szczegółów blisko położonego przedmiotu pod pewnym powiększeniem. Najważniejszą cechą mikroskopu jest jego powiększenie informujące pod ilokrotnie większym kątem będzie widoczny określony szczegół przedmiotu przez mikroskop w stosunku do kąta, pod którym można go obserwować okiem nieuzbrojonym z najbliższej odległości i dlatego we wzorze (5.2) na powiększenie wizualne przyjmuje się średnio $D = -250$ mm. Ponieważ mikroskop jest układem ogniskującym, to zgodnie z rys. 5.26, jeżeli P jest przedmiotem, a P' jego obrazem danym przez układ mikroskopu

$$\frac{l'}{l} = \beta = -\frac{x'}{f'} = -\frac{L + x'_z}{f'}$$



Rys. 5.26

Po podstawieniu do wzoru (5.2) ostatecznie otrzymuje się

$$G = -\frac{250}{f'} \left(1 + \frac{x'_z}{L} \right) \quad (5.29)$$

Zwraca się uwagę, że przez układ mikroskopowy rozumie się tu zarówno pojedynczą soczewkę (najprostszą lupę p. 5.3.1) jak i układ złożony np. z obiektywu i okularu (mikroskopy złożone p. 5.3.2).