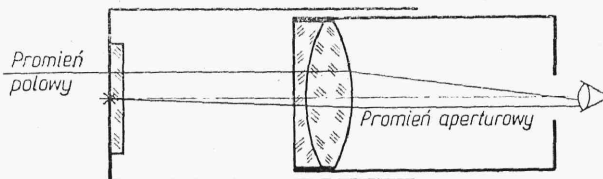


i obserwatore) rzadko wykonywane są lupy o powiększeniach większych niż $20\times$.

Na rys. 5.28 przedstawiono konstrukcję lupy pomiarowej. Na płycie ogniskowej znajduje się podziałka pomiarowa obserwowana jednocześnie z przystawionym do niej przedmiotem, który może być z nią w ten sposób

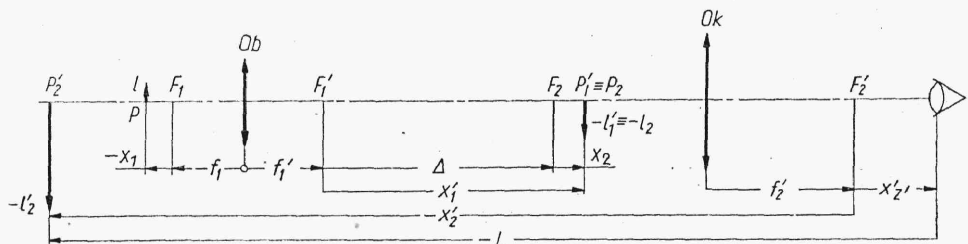


Rys. 5.28

porównywanym. W płaszczyźnie ogniskowej obrazowej lupy umieszczona jest na stałe przysłona pełniąca funkcję przysłony aperturowej, dzięki czemu uzyskiwany jest telecentryczny bieg promieni w przestrzeni przedmiotowej lupy eliminujący błąd paralaksy powiększenia (p. 2.5.3).

5.3.2. Powiększenie mikroskopu złożonego. Powiększenie użyteczne

Przez mikroskop złożony rozumieć się będzie układ złożony w najprostszym przypadku z dwóch elementów (obiektywu i okularu), tworzących pośredni obraz rzeczywisty przedmiotu (rys. 5.29). Na rysunku przez P



Rys. 5.29

oznaczono przedmiot obserwowany przez mikroskop (dalej dla prostoty pomijając się będzie słowo złożony), P_1' — jego obraz rzeczywisty dany przez obiektyw i P_2' — obraz P_1' dany przez okular. Obserwowanie obrazu przez okular jest równoważne obserwacji przedmiotu przez lupę, a ponieważ $l_1' = l_o'$, gdzie β_{ob} — poprzeczne powiększenie obiektywu, to zgodnie z zależnością (5.29) powiększeniem wizualnym mikroskopu będzie

$$G = \beta_{ob} \frac{250}{f_2'} \left(1 + \frac{x_2'}{L} \right) \quad (5.31)$$

Dla osób widzących normalnie można pominąć wpływ akomodacji obserwatora na powiększenie G , ponieważ zwykle $|x_2'|/L| \ll 1$ i wtedy ostatecznie z wyrażenia (5.31) pozostanie

$$G = \beta_{ob} \frac{250}{f_2'} \quad (5.32)$$

Wartość $|\beta_{ob}|$ oznaczona jest na oprawie obiektywu, natomiast $G_{ok}=250/f'_2$ (powiększenie okularu) na oprawie okularu. Stąd *powiększenie wizualne mikroskopu* jest iloczynem powiększenia poprzecznego obiektywu przez powiększenie wizualne okularu

$$G = \beta_{ob} G_{ok} \quad (5.33)$$

Wiadomo z p. 3.3.5, że obraz dwóch punktów nie zawsze może być zidentyfikowany we właściwy sposób. Istnieje pewna graniczna odległość $b_{r\ min}$ dwóch punktów mierzona w płaszczyźnie przedmiotu i opisana dla mikroskopu zależnością (3.135) poniżej której punkty te nie zostaną rozróżnione. Z drugiej strony z fizjologicznych właściwości oka wynika, że nie jest ono w stanie rozpoznać tych punktów, jeżeli są one widoczne pod kątem mniejszym niż $1,5'$ (p. 4.3), w związku z czym konieczne jest, podobnie jak i dla lunet, dopasowanie parametrów przyrządu do właściwości odbiornika. Celem wykorzystania możliwości jakie daje przyrząd, kąt pod którym widoczny ma być odcinek $b_{r\ min}$ powinien być nie mniejszy niż $1,5'$, ale równocześnie i nie zbyt duży, gdyż nie wnosi to już nowych informacji o obrazie, co więcej stwarza warunki, w których widoczna jest struktura plamki dyfrakcyjnej obrazu punktu, co przeszkadza nawet w analizie obrazu. Dlatego zwykle przyjmuje się, że kąt ten powinien zawierać się w zakresie $2'—4'$. Powiększenie przyrządu spełniające ten warunek i oznaczone tu przez G_u nazywane jest *powiększeniem użytecznym mikroskopu*.

Jeżeli przez Δw oznaczony będzie kąt, pod jakim widać odcinek $b_{r\ min}$ okiem nieuzbrojonym z odległości 250 mm, to kątowi temu w przestrzeni obrazowej mikroskopu odpowiada kąt $\Delta w'$, który zgodnie z równaniami (5.1) oraz (3.135) wyniesie

$$\Delta w' = G \Delta w = G \frac{b_{r\ min}}{250} = G \frac{0,65 \lambda}{250 A_0}$$

Zakładając średnio $\lambda = 0,5 \cdot 10^{-3}$ mm i ponieważ dla powiększenia użytecznego $2 \cdot 0,00029 < \Delta w' < 4 \cdot 0,00029$, to w zaokrągleniu z uwagi na prostotę zapisu i pewną umowność granic kąta $\Delta w'$ otrzymuje się warunek

$$500 A_0 < |G_u| = |\beta_{ob} G_{ok}| < 1000 A_0 \quad (5.34)$$

gdzie:

$A_0 = n \sin u_0$ — apertura obiektywu,

n — współczynnik załamania przestrzeni przedmiotowej obiektywu,

u_0 — maksymalny kąt aperturowy przestrzeni przedmiotowej.

A więc wartość powiększenia mikroskopu powinna być dostosowana do apertury obiektywu. W skrajnym przypadku dla obiektywów immersyjnych $A_{0\ max} = 1,4$, skąd wynika, że przy obserwacjach wizualnych niecelowe jest stosowanie większych powiększeń niż $1400\times$. Ponadto z zależności (3.135) można wyznaczyć graniczną odległość dwóch punktów, które obserwator jest w stanie rozróżnić przy obserwacji przez mikroskop. Przy oświetleniu światłem niebieskim $\lambda_{min} = 0,4 \cdot 10^{-3}$ mm, stąd $b_{r\ gran} = 0,19 \mu m$. Jest to granica pracy mikroskopu optycznego. Wyższą zdolność rozdzielczą można uzyskać przez zastosowanie promieniowania o krótszej długości fali. Badania w świetle nadfioletowym wiążą się jednak z poważnymi trudnościami technicznymi, choćby tylko z powodu braku odpowiednich materiałów przezroczystych w tym zakresie. W zasadniczy sposób można podwyższyć zdolność rozdzielczą mikroskopu dopiero przy badaniach za pomocą mikroskopu elektronowego.