



Patent dodatkowy
do patentu _____

Zgłoszono: 16.IX.1964 (P 105 745)

Pierwszeństwo: _____

Opublikowano: 10.IX.1965

Kl. 30 a, 4/04

MKP A 61 b

3/12

UKD

Twórca wynalazku
i
właściciel patentu: Bolesław Kędzia, Poznań (Polska)

Oftalmometr

1

Wynalazek dotyczy nowej konstrukcji oftalmometru, w którym wyeliminowano drogi i trudny w regulacji układ zdwajający, stosowany dotąd we wszelkich znanych typach oftalmometrów.

Oftalmometr jest optycznym przyrządem pomiarowym do określania promienia powierzchni kulistych, stosowany głównie do pomiaru powierzchni kulistych oka, a szczególnie przedniej powierzchni rogówki. Przyrząd ten umożliwia określenie promienia powierzchni kulistej w każdym dowolnie wybranym przekroju. Pozwala to wyliczyć szeregi wielkości pochodnych jak na przykład moc optyczną danej powierzchni, a przez pomiar promienia w różnych przekrojach określić astygmatyzm z podaniem położenia kąтового przekrojów głównych.

Zasadą pomiaru dokonywanego oftalmometrem jest określenie wielkości obrazu utworzonego przez badaną powierzchnię (traktowaną jako lustro) przedmiotu o znanym wymiarze. Znając wielkość przedmiotu i wielkość jego obrazu można stosując znane zależności optyki geometrycznej obliczyć ogniskową powierzchni, jej promień i inne wielkości.

W znanych oftalmometrach wielkość przedmiotu wyznaczają dwa odległe od siebie znaki świetlne, umieszczone na przyrządzie, najczęściej o kształcie tak zwanych schodków Javalla lub pojedynczego i podwójnego krzyża. Przednia powierzchnia na przykład rogówki, której promień krzywizny ma

2

być mierzony, tworzy obrazy tych znaków, których wielkość i wzajemna odległość jest zależna liniowo od promienia rogówki. Promienie odbite od rogówki po przejściu przez odpowiedni obiektyw wchodzi do układu zdwajającego, który w zależności od konstrukcji oftalmometru stanowią płytki płasko-równoległe ustawione pod kątem do kierunku biegu promieni, lub też odpowiedni układ pryzmatów.

Układy te pozwalają na ciągłą zmianę kąta odchylenia promieni. Po przejściu przez układ zdwajający promienie przechodzą przez lunetę lub inny znany układ optyczny i wpadają do oka obserwatora. Przez odpowiednie nastawianie układu zdwajającego lub regulowanie odległości znaków świetlnych można doprowadzić do pokrycia albo zetknięcia dwóch z pośród czterech widocznych w okularze obrazów znaków świetlnych, a na odpowiednich podziałkach odczytać promień krzywizny powierzchni mierzonej.

Jedną z zasadniczych niedogodności znanych dotąd konstrukcji była konieczność stosowania skomplikowanych i drogich układów zdwajających. Dalszą wadą było to, że w przypadku stosowania w oftalmometrach znaków świetlnych w postaci schodków systemu Javalla pomiar był przeważnie obciążony błędem. Błąd z jakim jest dokonywany pomiar, spowodowany jest zmienną wielkością obrazu schodków zależną od powiększenia powierzchni mierzonej. Tylko dla średniej wielkości

promienia powierzchni przyjętej przez konstruktor jeden schodek odpowiada na przykład dokładniej jednej dioptrii.

Celem wynalazku jest wyeliminowanie wyżej opisanych niedogodności.

Cel ten według wynalazku osiągnięto dzięki temu, że jako element, służący do określenia wielkości wytworzonego przez mierzoną powierzchnię obrazu przedmiotu o znanej wielkości zastosowano układ o zmiennej ogniskowej, rzutujący obraz przedmiotu na płytkę przezroczystą lub ekran z odcinkiem pomiarowym lub dowolną skalą albo powierzchnią pomiarową, służącą do nastawiania obrazu rzutowanego przedmiotu na określoną, najlepiej stałą wielkość.

Ponieważ wielkość obrazu przedmiotu zależy od promienia krzywizny powierzchni mierzonej, można więc przez regulowanie ogniskowej rzutującego go układu o zmiennej ogniskowej uzyskać zawsze taki stan, żeby iloczyn wielkości ogniskowej układu o zmiennej ogniskowej i promienia krzywizny mierzonej był wartością stałą, czyli by

$$f \cdot r = \text{const}$$

Wówczas można z nastawienia ogniskowej układu o zmiennej ogniskowej odczytać wielkość promienia krzywizny powierzchni mierzonej.

Przykład wykonawczy oftalmometru według wynalazku uwidocznił na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia schematycznie układ optyczny oftalmometru, fig. 2 pole widziane w okularze przez osobę wykonującą pomiar, fig. 3 znak rzutowany na powierzchnię mierzoną, fig. 4 pole widziane w okularze przy innej odmianie wykonawczej oftalmometru, a fig. 5 — znak rzutowany na powierzchnię mierzoną.

Do rzutowania znaków służą dwa kolimatory ustawione symetrycznie względem osi przyrządu. Osie kolimatorów tworzą kąt α , którego wierzchołek znajduje się na osi mikroskopu. Każdy kolimator składa się z obiektywu 1 płytki ogniskowej 2 przesłony 3, filtra 4 i żarówki 5. Na płycie ogniskowej jest naniesiony znak 6, 7 na przykład jak na fig. 2, 3, 4 i 5, określający krawędzie przedmiotu. Jest on tak ustawiony, by jedno jego ramie 8 skierowane było prostopadle do osi przyrządu.

Rogówka 9 w swej płaszczyźnie ogniskowej tworzy obraz znaków rzutowanych przez kolimatory. Odległość obrazów znaków utworzonych przez rogówkę wynika z następującej zależności

$$d = r \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} \quad (\text{I})$$

gdzie d oznacza odległość obrazów znaków, r — promień rogówki, α — kąt między osiami kolimatorów. Część promieni odbita od rogówki wpada do obiektywu mikroskopu, którego zadaniem jest utworzenie obrazu znaków na płycie ogniskowej okularu. Dla uproszczenia dalszego wywodu obiektyw mikroskopu będzie rozpatrywany jako składający się z dwóch części a mianowicie obiektywu czołowego z płaszczyzną ogniskową w płaszczyźnie ogniskowej rogówki, tak że promienie po odbiciu od rogówki i przejściu przez niego tworzyć będą wiązki równoległe i obiektywu lunety 12, który

wraz z okularzem 13 tworzy lunetę typu Kepplera. Odległość obrazów znaków utworzonych w płaszczyźnie ogniskowej okularu 13 określa następująca zależność:

$$\frac{d}{d_1} = \frac{f_{\text{ob cz}}}{f_{\text{ob 1}}} \quad (\text{II})$$

w której d_1 oznacza odległość obrazów znaków, utworzonych przez układ rogówka 9, obiektyw czołowy 11, obiektyw lunety 12 na płycie ogniskowej 10 okularu, $f_{\text{ob cz}}$ ogniskowa obiektywu czołowego, $f_{\text{ob 1}}$ — ogniskowa obiektywu lunety. Podstawiając do równania II równanie I i przekształcając otrzymuje się

$$d_1 = \frac{f_{\text{ob 1}}}{f_{\text{ob cz}}} r \operatorname{tg} \alpha \quad (\text{III})$$

Z równania (III) wynika, że przy stałych $f_{\text{ob 1}}$, $f_{\text{ob cz}}$, α odległość obrazów znaków na płycie ogniskowej okularu jest proporcjonalna do r . Na płycie ogniskowej 10 jest wykonany znak o stałej wielkości. Stosując jako obiektyw 12 lunety układ o zmiennej ogniskowej, można tak nastawić jego ogniskową, by dla każdego r istniała wartość $f_{\text{ob 1}}$, spełniająca następującą równość:

$$f_{\text{ob 1}} \cdot r = \text{const}$$

Pomiar promienia krzywizny mierzonej sprowadza się więc do takiego nastawienia obiektywu lunety, by znaki widziane w okularze pokryły się z naniesionymi znakami na płycie ogniskowej. Znając nastawioną ogniskową obiektywu 12 lunety można odczytać wartość promienia krzywizny mierzonej.

Aby umożliwić pomiar astygmatyzmu soczewki oftalmometr według wynalazku ma kolimatory zamocowane obrotowo wokół osi mikroskopu w znany w zasadzie sposób.

Dla odczytu w okularze różnicy mocy optycznej powierzchni mierzonej w poszczególnych płaszczyznach można stosować rozmaite systemy, dwa z nich objaśniono za pomocą fig. 2-5.

Jak to pokazano na fig. 2 na płycie ogniskowej 10 okularu 13 są naniesione współśrodkowo koliste linie 14, odległość dwóch sąsiadujących linii odpowiada na przykład różnicy mocy optycznej odpowiadającej 1 dioptrii.

Pomiar rogówki astygmatycznej przebiegać będzie następująco. Oba obrazy znaków 6 należy doprowadzić do równoczesnego pokrycia z kołem o największej średnicy w położeniu kątowym kolimatorów względem poziomu, w którym odległość ich przy niezmiennym ustawieniu obiektywu mikroskopu jest największa. Położenie to określa przekrój główny o mniejszej mocy. Następnie obracając przyrządem o kąt 90° i nie zmieniając nastawienia obiektywu mikroskopu, należy stwierdzić, z którym kołem licząc od strony zewnętrznej pokryją się obrazy znaków. Ilość miniętych kół określi wzrost mocy w drugim przekroju głównym. Położenia katowe kolimatorów względem poziomu można każdorazowo odczytać na podziale katowej.

Przy takim rozwiązaniu konstrukcyjnym trudno jest dokładnie ustalić położenie przekrojów głów-

ných mierzonej powierzchni. Aby ułatwić dokładne wyznaczenie położenia przekrojów głównych zastosowano według wynalazku rozwiązanie przedstawione na fig. 4 i 5. W rozwiązaniu tym do określenia płaszczyzn głównych wykorzystuje się 5 znane zjawisko, że przy torycznych powierzchniach optycznych prostopadła do osi przyrządu os przedmiotu i obraz tej osi znajdują się tylko wtenczas w jednej płaszczyźnie, jeżeli płaszczyzna ta pokrywa się z płaszczyzną przekrojów głównych powierzchni torycznej.

W oftalmometrze zastosowano płytkę ogniskową 10 okularu zamocowaną tak by wykonywała ruch obrotowy razem z kolimatorami, przy czym na 10 płytkę ogniskową 10 naniesiono linię prostą 16, leżącą w płaszczyźnie osi kolimatorów.

Jeżeli kolimatory i prosta 16 nie leżą w płaszczyźnie głównej powierzchni mierzonej, to obrazy ramienia 8 znaków widziane w okularze nie pokrywają się z prostą 16. Jeżeli natomiast kolimatory i prosta 16 leżą w jednej z płaszczyzn głównych powierzchni mierzonej, to obrazy ramion 8 znaków pokrywają się z prostą 16. Do odczytywania astygmatyzmu można w tym przypadku zastosować uwidocznione na fig. 4 znaki Javalla 7.

By móc zawsze sprawdzić centryczne ustawienie przyrządu z rogówką można wprowadzić parę schodków. Jednakowe ustawienia w stosunku do siebie każdej pary (obraz znaku i schodek) pozwala na stałą kontrolę centryczności. Oczywiście przy wprowadzeniu ruchomej płytki ogniskowej podziałka kąтова musi być przeniesiona na zewnątrz przyrządu lub po specjalnym wbudowaniu na drugą nieruchomą płytkę ogniskową. Obraz widziany w okularze przy zastosowaniu znaków schodkowych i dwóch płytek ogniskowych pokazuje fig. 3.

Oftalmometr według wynalazku charakteryzuje się prostotą budowy i wykazuje zalety, które dotychczas uważano za nawzajem wykluczające, a mianowicie: znaki są rzutowane z kolimatorów,

co daje większą dokładność pomiaru i ułatwia manipulacje związane z centrowaniem przyrządu z powierzchnią mierzoną, układ pozbawiony jest skomplikowanego układu zdwajającego, a przez wprowadzenie obiektywu o zmiennej ogniskowej można stosować znaki schodkowe unikając błędów z nimi dotychczas związanego, odczyt astygmatyzmu i położenia płaszczyzn głównych odbywa się bezpośrednio w okularze przyrządu, przez cały czas pomiaru można kontrolować centrowanie układu — przyrząd powierzchnią mierzoną.

Zastrzeżenia patentowe

1. Oftalmometr zaopatrzony w dwa znaki świetlne wyznaczające wielkość przedmiotu, umieszczone zwłaszcza obrotowo wokół osi optycznej jego obiektywu i okularu, **znamienny tym**, że jest wyposażony w układ (12) o zmiennej ogniskowej, rzutujący obraz przedmiotu, utworzony przez powierzchnię mierzoną na dowolną przezroczystą lub nieprzezroczystą albo przeświecającą powierzchnię pomiarową (10) z odcinkiem pomiarowym, podziałką albo polem pomiarowym.
2. Oftalmometr według zastrz. 1, **znamienny tym**, że na płytce (10) są naniesione współśrodkowe linie koliste, których różnica promieni odpowiada jednej dioptrii oraz podziałka kąтова.
3. Oftalmometr według zastrz. 1, **znamienny tym**, że płytka (10) jest zamocowana wraz z kolimatorami obrotowo wokół osi mikroskopu i jest na niej naniesiona linia (16), leżąca w płaszczyźnie osi kolimatorów, służąca do wyznaczania płaszczyzn głównych mierzonej powierzchni torycznej.
4. Oftalmometr według zastrz. 3, **znamienny tym**, że na linii (16) naniesione są dwie podziałki do określania różnic mocy optycznej przekrojów głównych, zwłaszcza schodki Javalla.





