



Jeżeli wyznaczona średnica  $\Phi_j$  pęcherza jest z jakichkolwiek powodów za duża (np. względy komercyjne), należy w pierwszej kolumnie tablicy znaleźć wiersz, w którym występuje średnica  $\Phi_j$ , a następnie odszukać taką kolumnę, w której w tym samym wierszu występuje wartość odpowiadająca dopuszczalnej średnicy  $\Phi'_j$ . W nagłówku tej kolumny podano dopuszczalną liczbę  $N$  pęcherzy. Oznaczenie pęcherzowości podstawowej ma wtedy postać  $H_p = N \cdot \Phi'_j$ .

W przyrządach optycznych o zmiennej przesłonie aperturowej pęcherzowość podstawową należy obliczać dla najmniejszego otworu.

2.6. Kryterium oceny pęcherzowości rzeczywistej części optycznych znajdujących się poza płaszczyzną obrazową. W części optycznej lub w wydzielonym obszarze zamiast pęcherzowości podstawowej  $N_j \cdot \Phi'_j$  można dopuścić pęcherzowość rzeczywistą określoną wzorem

$$H_r = \sum_i (N_{ij} \cdot \Phi'_{ij}) \quad (5)$$

K O N I E C

#### INFORMACJE DODATKOWE

1. Instytucja opracowująca normę - Centralne Laboratorium Optyki, Warszawa.

#### 2. Normy związane

PN-76/N-01630 Rysunek techniczny. Zasady wykonywania rysunków części i zespołów oraz schematów optycznych

BN-81/5510-01 Czystość powierzchni części optycznych

#### 3. Normy zagraniczne

RFN DIN 3140 Teil 2 Mass- und Toleranzangaben für Optikeinzelteile Blasen

#### 4. Autor projektu normy - prof. dr hab. inż. Florian

Ratajczyk - Instytut Fizyki Politechniki Wrocławskiej.

#### 5. Podstawy teoretyczne przedmiotu normy.

Pęcherze w układzie optycznym rozpraszają światło, przez co w płaszczyźnie obrazowej tworzy się poświata oraz maleje jasność obrazu. Oba zjawiska mogą występować lokalnie lub obejmują całą powierzchnię obrazu. Względny ubytek strumienia światła tworzącego obraz jest równy sumie względnych powierzchni pęcherzy w układzie, tzn. sumie ilorazów ich powierzchni przez powierzchnię przekroju wiązki aperturowej w miejscu ich lokalizacji  $\Delta\Phi = \sum_i (s/\sigma)_i$ . Od tej sumy również, ale w słabszym stopniu, zależy intensywność poświaty, tak więc przyjmuje się ją za podstawę ustalania pęcherzowości. Klasę pęcherzowości szkła

zachowując następujące warunki:

- łączna powierzchnia przekroju pęcherzy powinna spełniać warunek

$$\sum_i s_{ij} \leq \frac{N\pi \cdot \Phi_j^2}{4} \quad (6)$$

- średnica żadnego pęcherza nie może być większa od średnicy  $\Phi'_j$  pęcherza podstawowego.

Przy ocenie pęcherzowości rzeczywistej nie uwzględnia się pęcherzy o średnicy mniejszej od 0,0025 mm.

Jeżeli sąsiadujące ze sobą pęcherze znajdują się w odległości mniejszej od średnicy większego z nich, oba pęcherze traktuje się jak jeden o niekołowym przekroju.

2.7. Określenie pęcherzowości w częściach optycznych znajdujących się w pobliżu płaszczyzn obrazowych.

Pęcherzowość w tym przypadku należy traktować jak wadę powierzchni i określać wg BN-81/5510-01.

określa się wg BN-76/6862-01. Szkło optyczne. Pomiar pęcherzowości jako ubytek względnego strumienia światła przypadający na jednostkę jego drogi w szkłe  $k = \Delta\Phi/L$ . Odnosząc oba wyrażenia do jednej,  $j$ -tej części po eliminacji  $\Delta\Phi$ , otrzymuje się  $k = \sum_i (s_i/V_j)$ , gdzie przez  $V_j$  oznaczono objętość wiązki aperturowej w  $j$ -tej części. Dla uproszczenia założono przy tym, że przekrój wiązki aperturowej w części jest stały. Dopuszczalna powierzchnia przekroju pęcherzy w obszarze wiązki aperturowej wynosi zatem

$$\sum s_i = k \cdot V_j$$

#### 6. Literatura

Ratajczyk F.: Wpływ lokalnych niejednorodności i nieciągłości na jakość odwzorowania w instrumentach optycznych. Wydawnictwo Politechniki Wrocławskiej 1979.

#### 7. Przykłady obliczania dopuszczalnej pęcherzowości

##### Przykład 1

Obliczyć pęcherzowość dopuszczalną lupy achromatycznej.

Dane konstrukcyjne:

R	$d_0$	$V_i$
68,5 mm		
	0,7 mm	1,2 mm <sup>3</sup>
22,5 mm		
	2,3 mm	4,1 mm <sup>3</sup>

- 33,3 mm

Założenia:

1) Średnica wiązki aperturowej jest ograniczona średnicą źrenicy oka i wynosi 3 mm.

2) Dopuszczalna strata strumienia światła  $\Delta\Phi = 0,01$ .  
Dopuszczalna klasa pęcherzowości ze wzoru (3).

$$k = 0,01 / (2,3 + 0,7) \text{ mm} = 0,0033 \text{ mm}^{-1}$$

Powierzchnia przekroju pęcherzy w obszarze przekroju wiązki aperturowej z wzoru (4):

$$\text{dla soczewki 1 - } s_1 = 0,0033 \text{ mm}^{-1} \cdot 1,2 \text{ mm}^3 = 0,004 \text{ mm}^2,$$

$$\text{dla soczewki 2 - } s_2 = 0,0033 \text{ mm}^{-1} \cdot 4,1 \text{ mm}^3 = 0,014 \text{ mm}^2.$$

Oznaczenie pęcherzowości dopuszczalnej wg p. 2.2 i 2.5:

$$\text{dla soczewki 1 - } H = 1 \cdot 0,06,$$

$$\text{dla soczewki 2 - } H = 1 \cdot 0,13.$$

Wartości dotyczą powierzchni wewnątrz okręgu o  $r = 1,5 \text{ mm}$ .

### Przykład 2

Obliczyć pęcherzowość dopuszczalną obiektywu rzutnika.

Dane konstrukcyjne

R	$d_0$	$d_b$	$\phi$	$V_j$
35,56 mm	5,1 mm	2,3 mm	24 mm	1682 mm <sup>3</sup>
-99,08 mm				
-30,27 mm	1,9 mm	5,4 mm	22 mm	1391 mm <sup>3</sup>
44,46 mm				
$\infty$	5,7 mm	2,1 mm	30 mm	2795 mm <sup>3</sup>
-32,96 mm				

Założenia:

1) Średnica wiązki aperturowej jest równa średnicy czynnej soczewek.

2) Dopuszczalna strata strumienia światła  $\Delta\Phi = 0,02$ .  
Dopuszczalna klasa pęcherzowości z wzoru (3):

$$k = 0,02 / 11,25 \text{ mm} = 0,0018 \text{ mm}^{-1}$$

Dopuszczalna powierzchnia przekroju pęcherzy w soczewkach ze wzoru (4)

$$\text{dla soczewki 1 - } s_1 = 0,0018 \text{ mm}^{-1} \cdot 1682 \text{ mm}^3 = 3,0 \text{ mm}^2,$$

$$\text{dla soczewki 2 - } s_2 = 0,0018 \text{ mm}^{-1} \cdot 1391 \text{ mm}^3 = 2,5 \text{ mm}^2,$$

$$\text{dla soczewki 3 - } s_3 = 0,0018 \text{ mm}^{-1} \cdot 2785 \text{ mm}^3 = 5,0 \text{ mm}^2$$

Oznaczenie pęcherzowości podstawowej soczewek wg p. 2.1 i 2.5:

$$\text{dla soczewki 1 - } H_p = 1 \cdot 2,$$

$$\text{dla soczewki 2 - } H_p = 1 \cdot 1,6,$$

$$\text{dla soczewki 3 - } H_p = 1 \cdot 2,5.$$

Producent ze względów komercyjnych nie dopuszcza w tym obiektywie pęcherzy większych od 1 mm. Na podstawie p. 2.5 otrzymuje się ostatecznie pęcherzowość dopuszczalną:

$$\text{dla soczewki 1 - } H = 4 \cdot 1,$$

$$\text{dla soczewki 2 - } H = 3 \cdot 1,$$

$$\text{dla soczewki 3 - } H = 6 \cdot 1.$$

### Przykład 3

Jeżeli pęcherzowość podstawowa wynosi 1·4, to pęcherzowość rzeczywistą ( $8 \cdot 0,13 + 2 \cdot 0,1 + 4 \cdot 0,063$ ) należy uznać za dopuszczalną.



## 1. WSTĘP

**1.1. Przedmiot normy.** Przedmiotem normy jest metoda ustalania dopuszczalnej pęcherzowości w częściach optycznych.

### 1.2. Określenia

**1.2.1. pęcherzowość rzeczywista  $H_r$**  - zbiór pęcherzy występujących w części optycznej.

**1.2.2. pęcherzowość podstawowa  $H_p$**  - pęcherzowość odniesiona do największej dopuszczalnej średnicy pęcherzy w części optycznej.

**1.2.3. pęcherzowość dopuszczalna  $H$**  - zbiór pęcherzy o średnicach oraz łącznej powierzchni nie większych od określonych przez pęcherzowość podstawową.

## 2. METODA USTALANIA PĘCHERZOWOŚCI

**2.1. Sposób ustalania dopuszczalnej pęcherzowości  $H$ .** Dopuszczalną pęcherzowość określoną w 1.2.3 ustala się przez obliczanie pęcherzowości podstawowej  $H_p$ .

**2.2. Sposób zapisu pęcherzowości podstawowej  $H_p$  części optycznej.** Pęcherzowość podstawową należy zapisać w postaci następującego wyrażenia

$$H_p = N \cdot \Phi \quad (1)$$

w którym:

- $N$  - dopuszczalna liczba pęcherzy przy założeniu, że wszystkie mają średnicę  $\Phi$ ,
- $\Phi$  - średnica największych pęcherzy dopuszczalnych w części optycznej; w przypadku pęcherzy o niekołowym przekroju - średnia arytmetyczna wymiarów ekstremalnych, mm.

**2.3. Sposób zapisu pęcherzowości podstawowej wydzielonego obszaru części optycznej** - wg PN-76/N-01630 p. 2.3.3.

**2.4. Sposób zapisu pęcherzowości rzeczywistej  $H_r$**  - wg 2.2 i 2.3, z tą różnicą, że wyrażenie  $N \cdot \Phi$  odnoszące się do różnych średnic pęcherzy, należy rozdzielić znakiem plus.

$$H_r = N_1 \Phi_1 + N_2 \Phi_2 + N_3 \Phi_3 + \dots \quad (2)$$

**2.5. Obliczanie pęcherzowości podstawowej części optycznych** znajdujących się poza płaszczyzną obrazową należy wykonać w następujący sposób:

- obliczyć klasę pęcherzowości  $k$  szkła przeznaczonego na części optyczne ze wzoru

$$k = \frac{\Delta \Phi}{\frac{1}{2} \sum_{j=1}^m (d_o + d_b)_j} \quad (3)$$

w którym:

$\Delta \Phi$  - dopuszczalny względny strumień wiązki aperturowej eliminowanej przez pęcherze w całym układzie optycznym,

$d_o$  - osiowa grubość części, mm,

$d_b$  - grubość części na brzegu wiązki aperturowej, mm,

$j$  - wskaźnik sumowania,

$m$  - liczba części optycznych w układzie,

- obliczyć łączną powierzchnię przekroju pęcherzy  $s_j$  w  $j$ -tej części ze wzoru

$$s_j = k \cdot V_j \quad (4)$$

w którym  $V_j$  - objętość  $j$ -tej części w obrębie wiązki aperturowej, mm<sup>3</sup>,

- w pierwszej kolumnie tablicy dla  $N=1$  odszukać powierzchnię pęcherza  $s_j$  oraz odpowiadającą mu średnicę  $\Phi_j$  jednego pęcherza dopuszczalnego w  $j$ -tej części w obszarze wiązki aperturowej. Pęcherzowość podstawowa dla tej części wynosi

$$H_p = 1 \Phi_j$$

Zgłoszona przez Centralne Laboratorium Optyki  
Ustanowiona przez Dyrektora Centralnego Laboratorium Optyki dnia 21 grudnia 1984 r.  
jako norma obowiązująca od dnia 1 lipca 1985 r.  
(Dz. Norm. i Miar nr 4/1985 poz. 8)