

<p style="text-align: center;">OPTYKA MECHANIKA PRECYZYJNA I PRZYRZĄDY OPTYCZNE</p>	N O R M A B R A N Ż O W A	<p style="text-align: center;">BN-84</p> <p style="text-align: center;">5515-03</p>
	<p style="text-align: center;">Części optyczne</p> <p style="text-align: center;">Metoda ustalania dopuszczalnej różnicy dróg optycznych</p>	
	Grupa katalogowa 1340	

1. WSTĘP

1.1. Przedmiot normy. Przedmiotem normy jest określenie metody ustalania dopuszczalnej różnicy dróg optycznych, w częściach optycznych, spowodowanej dwójłomnością.

1.2. Określenia

1.2.1. dwójłomność — średnia różnica współczynników załamania szkła dla promienia zwyczajnego i nadzwyczajnego, wyznaczona wzdłuż drogi geometrycznej promienia w ośrodku dwójłomnym.

1.2.2. różnica dróg optycznych w części optycznej L — największa wartość iloczynu grubości i dwójłomności części optycznej w obszarze jej średnicy czynnej, wyrażona w nm.

1.2.3. umowna różnica dróg optycznych L_u — iloczyn dwójłomności na krawędzi części przez jej grubość wzdłuż osi optycznej.

2. METODA USTALANIA RÓŻNICY DRÓG OPTYCZNYCH

2.1. Obliczanie współczynnika kształtu

— obliczyć współczynnik kształtu części optycznej z wzoru

$$\alpha = \frac{d(0) - d(1)}{d(0)} \quad (1)$$

w którym:

$d(0)$ — grubość części na osi optycznej, mm,

$d(1)$ — grubość części na krawędzi jej średnicy czynnej, mm,

— obliczyć współczynnik kształtu całego układu wg wzoru

$$\alpha_z = \frac{\sum_{i=1}^N d(0)_i - \sum_i d(1)_i}{\sum_{i=1}^N d(0)_i} \quad (2)$$

w którym:

N — liczba części optycznych w układzie.

$d(0)_i$ — grubość i -tej części na osi optycznej, mm,

$d(1)_i$ — grubość i -tej części na krawędzi jej średnicy czynnej, mm, dla pryzmatów d oznacza grubość jego rozwinięcia w płytkę płaskorównoległą.

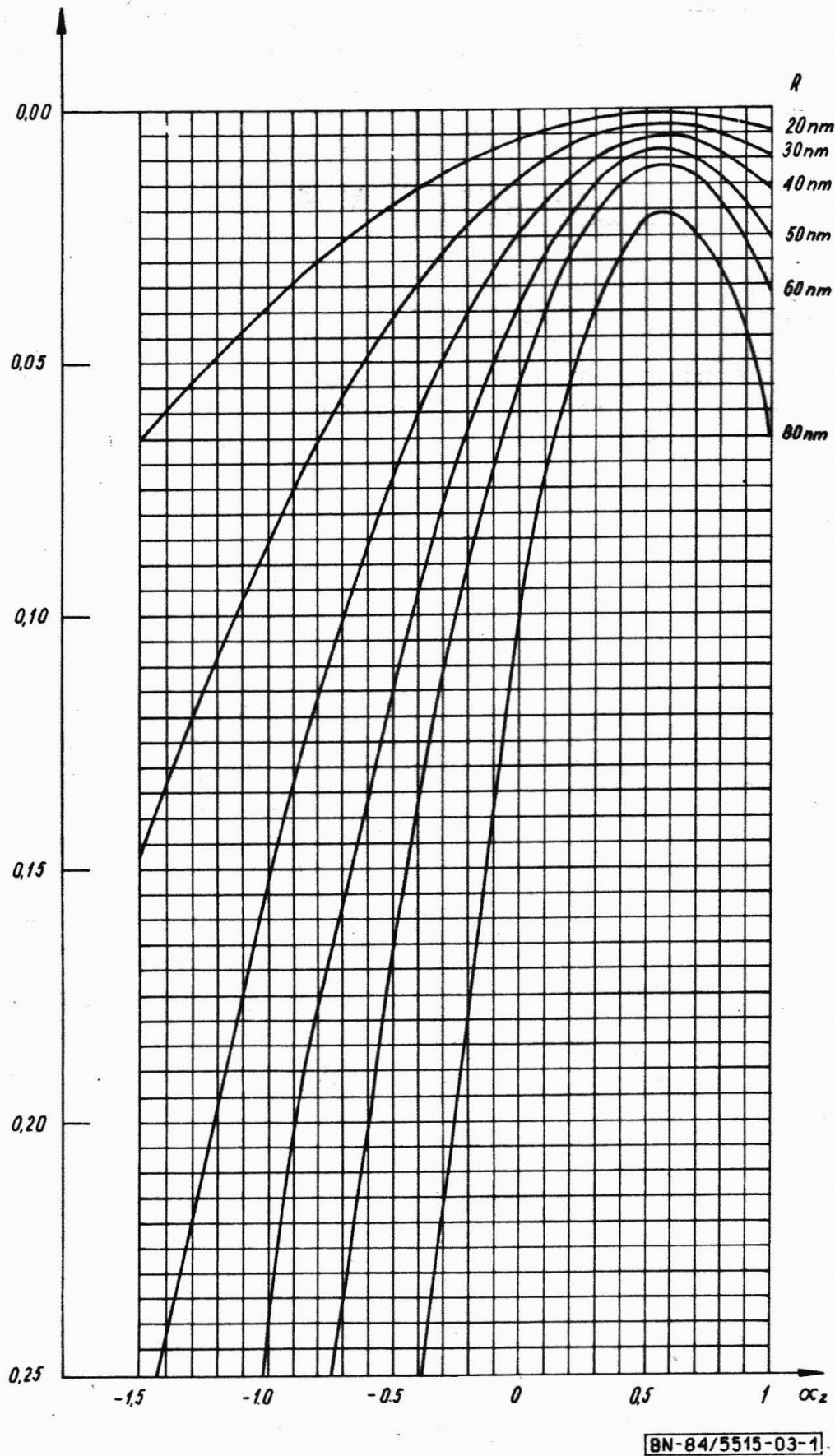
2.2. Obliczanie dopuszczalnej umownej różnicy dróg optycznych układu optycznego

2.2.1. Obliczanie dopuszczalnej umownej różnicy dróg przy założeniu wartości spadku jasności Strehla ΔJ

— założyć dopuszczalny spadek jasności Strehla ΔJ spowodowany dwójłomnością,

— na wykresie (rys. 1) znaleźć punkt o współrzędnych $(\alpha_z, \Delta J)$ i interpolując odległości między krzywymi $L_u = \text{const.}$ odczytać odpowiadającą mu umowną różnicę dróg optycznych L_u całego układu.

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)



BN-84/5515-03-1

Rys. 1

2.2.2. Obliczanie dopuszczalnej umownej różnicy dróg przy założeniu wartości V_{ex} aberracji falowej układu

— założyć dopuszczalną wartość aberracji falowej V_{ex} spowodowanej dwójłomnością;

— dla założonej konstrukcyjnie wartości α_z odczytać z rys. 2 promień względny ρ_{ex} położenia ekstremum aberracji; promień ten, a także promienie $\rho = 1$ oraz $\rho = 0$ należy podstawić do wzoru (3) i obliczyć dla nich wartość $U(\rho)$. Spośród nich wybrać bezwzględnie największą wartość $U(\rho)_{ex}$

$$U(\rho) = (1 - \alpha_z \cdot \rho^2) \cdot (0,4 \rho^2 + 0,6 \rho^4) + 0,1 - \rho^2 - 0,19 \alpha_z + 0,9^4 \alpha_z \rho^2 \quad (3)$$

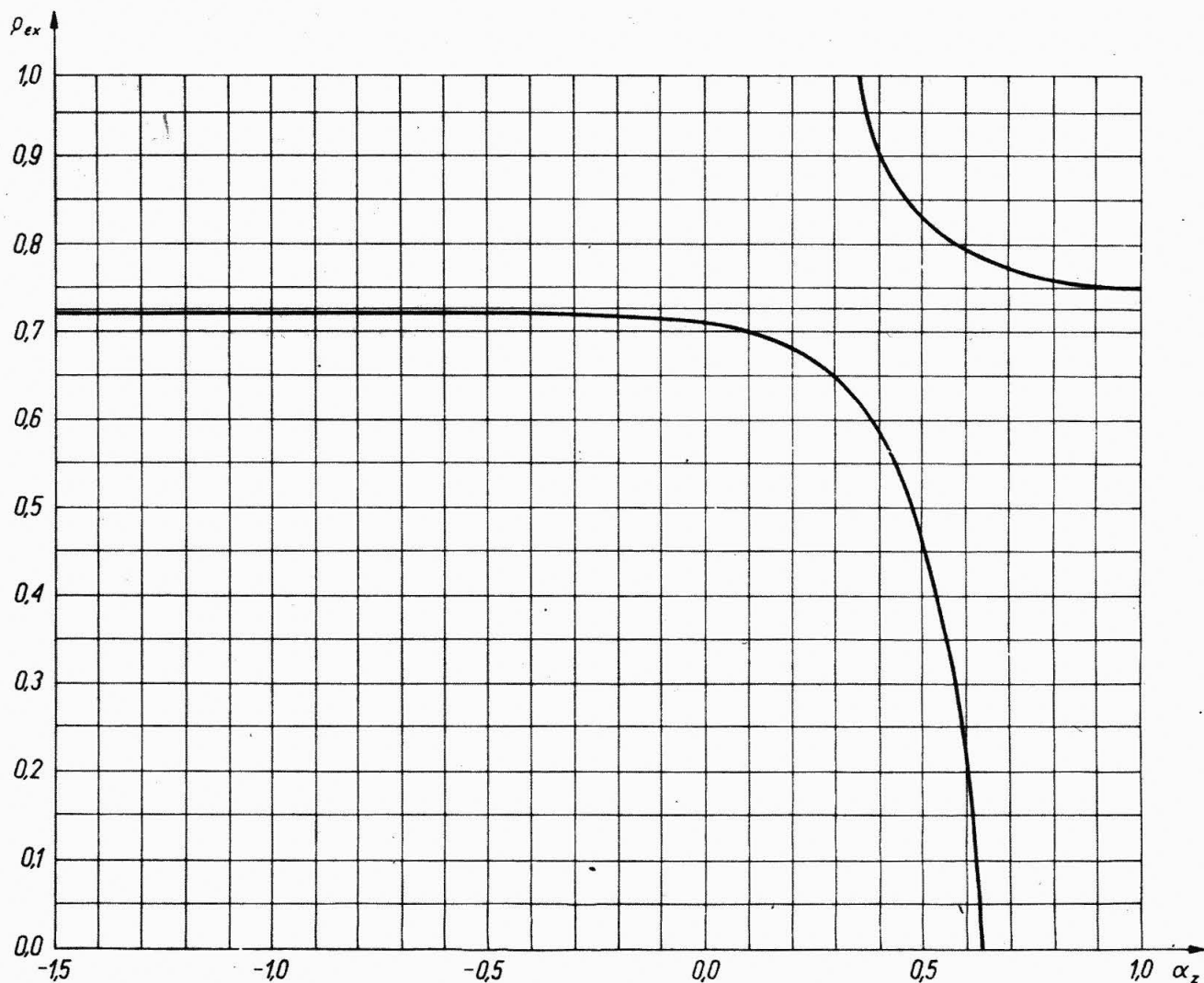
— obliczyć dopuszczalną umowną różnicę dróg optycznych z wzoru

$$L_u = \frac{V_{ex}}{5U(\rho)_{ex}} \quad (4)$$

2.2.3. Obliczanie dopuszczalnej umownej różnicy dróg optycznych przy założeniu wartości rzeczywistej różnicy dróg L_{max} w układzie optycznym

— założyć dopuszczalną rzeczywistą różnicę dróg w układzie L_{max} ,

— obliczyć dopuszczalną umowną różnicę dróg optycznych z wzoru



BN-84/5515-03-2

Rys. 2

$$L_u = \frac{L_{\max}}{1 - \alpha_z} \quad \text{dla } \alpha_z \leq 0,6 \quad (5)$$

lub

$$L_u = \frac{L_{\max}}{0,186 \alpha_z^{-3/2}} \quad \text{dla } \alpha_z > 0,6 \quad (6)$$

2.3. Obliczanie dopuszczalnej dwójłomności części optycznych. Dopuszczalną dwójłomność części optycznych należy obliczyć z wzoru

$$W(1) = \frac{L_u}{\sum_{i=1}^N d(0)_i} \quad (7)$$

2.4. Obliczanie dopuszczalnej różnicy dróg optycznych w części optycznej. Dopuszczalną różnicę dróg optycznych w części należy obliczyć z wzoru

$$L_{i \max} = (1 - \alpha_i) W(1) d(0)_i \quad \text{dla } \alpha_i \leq 0,6 \quad (8)$$

lub

$$L_{i \max} = 0,186 \cdot W(1) d(0)_i \alpha_i^{-3/2} \quad \text{dla } \alpha_i > 0,6 \quad (9)$$

2.5. Obliczanie dwójłomności półfabrykatów soczewek. Dwójłomność i różnica dróg optycznych prasówek powinna być taka sama jak produkowanych z nich soczewek.

K O N I E C

Dane konstrukcyjne:

R	d(0)	Ø	α_i	α_z
35,56 mm				
	5,1 mm	24 mm	0,55	
-99,08 mm				
-30,27 mm				
	1,9 mm	22 mm	-1,84	0,23
44,56 mm				
∞				
	5,7 mm	30 mm	0,63	
-32,96 mm				

Założenia:

1) Średnica wiązki aperturowej jest równa średnicy czynnej soczewek.

2) Dopuszczalny spadek jasności Strehla wynosi $\Delta J = 0,02$.

Z wykresu na rys. 1 dla współrzędnych $\alpha_z = 0,23$ i $\Delta J = 0,02$ odczytuje się $L_z = 50$ nm.

Obliczenie dwójłomności soczewek wg wzoru (7):

$$W(1) = 50 \text{ nm}/1,27 \text{ cm} = 39,4 \text{ nm/cm}$$

Obliczanie dopuszczalnej różnicy dróg optycznych w częściach wg wzorów (8) i (9):

dla soczewki 1 — $L_{\max} = (1 - 0,55) \cdot 39,4 \text{ nm/cm} \cdot 0,51 \text{ cm} = 9,1 \text{ nm}$,
 dla soczewki 2 — $L_{\max} = (1 + 1,84) \cdot 39,4 \text{ nm/cm} \cdot 0,19 \text{ cm} = 21,2 \text{ nm}$,
 dla soczewki 3 — $L_{\max} = (1 - 0,63) \cdot 39,4 \text{ nm/cm} \cdot 0,57 \text{ cm} = 8,3 \text{ nm}$.

Przykład 2

Obliczyć różnicę dróg optycznych soczewek obiektywu kolimatora interferometru.

Dane konstrukcyjne:

d(0)	Ø	α_i	α_z
19,2 mm	149 mm	0,245	
12,0 mm	145 mm	-0,108	
			0,094
10,0 mm	116 mm	-0,220	
15,0 mm	115 mm	0,273	

Założenia:

1. Średnica wiązki aperturowej jest równa średnicy czynnej soczewek.

2. Aberracja falowa nie może przekraczać $0,01\lambda$.

Wg wykresu na rys. 2 dla $\alpha_z = 0,094$ otrzymuje się $\rho_{ex} = 0,7$.

Ze wzoru (4) dla $V_{ex} = 0,01\lambda$ i $\rho_{ex} = 0,7$ oblicza się $L_u = 27,17$ nm.

Obliczenie dwójłomności soczewek wg wzoru (7) $W(1) = 27,17 \text{ nm}/5,62 \text{ cm} = 4,83 \text{ nm/cm}$.

Obliczanie dopuszczalnej różnicy dróg w soczewkach wg wzoru (8):

dla soczewki 1 — $L_{\max} = 7 \text{ nm}$,
 dla soczewki 2 — $L_{\max} = 6,4 \text{ nm}$,
 dla soczewki 3 — $L_{\max} = 5,9 \text{ nm}$,
 dla soczewki 4 — $L_{\max} = 5,3 \text{ nm}$.

Przykład 3

Obliczyć różnicę dróg optycznych soczewek obiektywu, przyjmując, że będzie pracował w świetle spolaryzowanym między polaryzatorem a analizatorem.

Dane konstrukcyjne:

R	d(0)	Ø	α_i	α_z
66,7 mm				
	4,5 mm	24 mm	0,608	
-45,1 mm				0,279
	1,3 mm	24 mm	-0,835	
-136,9 mm				

Założenie:

Przyjmuje się, że wnoszona przez obiektyw różnica dróg optycznych nie może przekroczyć 1 nm .

Obliczyć umowną różnicę dróg optycznych ze wzoru (5)

$$L_u = \frac{1 \text{ nm}}{1 - 0,279} = 1,39 \text{ nm}$$

Ze wzoru (7) obliczyć dopuszczalną dwójłomność soczewek

$$W(1) = \frac{1,39 \text{ nm}}{0,58 \text{ cm}} = 2,4 \text{ nm/cm}$$

Ostatecznie na podstawie wzoru (9) dopuszczalna różnica dróg optycznych w soczewkach wynosi:

dla soczewki 1 — $L_{1\max} = 0,186 \cdot 2,4 \text{ nm/cm} \cdot 0,45 \text{ cm} \cdot 0,608 = 0,43 \text{ nm}$,

dla soczewki 2 — $L_{2\max} = (1 + 0,835) \cdot 2,4 \text{ nm/cm} \cdot 0,13 \text{ cm} = 0,57 \text{ nm}$.

Przykład 4

Obliczenie dwójłomności w podstawowym punkcie pomiarowym bloku szkła przeznaczonego do wykonania soczewek wg przykładu 1:

$$\text{dla soczewki 1 — } \Delta_{w1} = \frac{500 \cdot 39,4 \text{ nm/cm}}{24^{1,5}} = 168 \text{ nm/cm},$$

analogicznie

dla soczewki 2 — $\Delta_{w2} = 190 \text{ nm/cm}$,

dla soczewki 3 — $\Delta_{w3} = 120 \text{ nm/cm}$.

Wymagania te spełnia z nadmiarem 3 kategoria dwójłomności wg BN-76/6862-06.

Przykład 5

Obliczenie dwójłomności w podstawowym punkcie pomiarowym bloku szkła przeznaczonego do wykonania soczewek wg przykładu 2:

$$\text{dla soczewki 1 — } \Delta_{w1} = \frac{500 \cdot 4,83 \text{ nm/cm}}{149^{1,5}} = 1,3 \text{ nm/cm}$$

analogicznie

dla soczewki 2 — $\Delta_{w2} = 1,4 \text{ nm/cm}$,

dla soczewki 3 — $\Delta_{w3} = 1,9 \text{ nm/cm}$,

dla soczewki 4 — $\Delta_{w4} = 2,0 \text{ nm/cm}$.

Wymagania te z niedostatkiem spełnia kategoria 00 dwójłomności wg BN-76/6862-06.

Przykład 6

Obliczenie dopuszczalnej dwójłomności w podstawowym punkcie pomiarowym bloku szkła przeznaczonego do wykonania soczewek wg przykładu 3:

$$\text{dla soczewki 1 — } \Delta_{w1} = \frac{500 \cdot 2,4 \text{ nm/cm}}{24^{1,5}} = 10 \text{ nm/cm},$$

analogicznie

dla soczewki 2 — $\Delta_{w2} = 10 \text{ nm/cm}$.

Wymagania te spełnia 1 kategoria dwójłomności wg BN-76/6862-06.