

SZKŁO	NORMA BRANŻOWA	BN-76
	Powłoki na szklanych elementach optycznych	
	5514-02	
	Zamiast BN-70/5514-02	
Grupa katalogowa VIII 10		

1. WSTĘP

1.1. Przedmiot normy. Przedmiotem normy jest klasyfikacja, oznaczenia oraz własności fizyczne i chemiczne powłok na szklanych elementach optycznych.

1.2. Określenia

1.2.1. Współczynnik odbicia R — stosunek strumienia świetlnego odbitego od powłoki do strumienia świetlnego padającego na powłokę; wartość R określona w procentach.

1.2.2. Współczynnik przepuszczalności T — stosunek strumienia świetlnego przechodzącego przez powłokę do strumienia świetlnego padającego na powłokę; wartość T określona w procentach.

1.2.3. Współczynnik strat na pochłanianie i rozproszenie dla powłok zaklejonych A — stosunek różnicy wartości strumienia padającego i sumy strumienia odbitego i przechodzącego do strumienia padającego; wartość A określona w procentach.

1.2.4. Współczynnik strat na pochłanianie i rozproszenie dla powłok niezaklejonych A_1 — wg 1.2.3.

1.2.5. Długość fali λ_{max} — długość, dla której przepuszczalność filtru interferencyjnego osiąga wartość maksymalną T_{max} .

1.2.6. Szerokość połówkowa filtru interferencyjnego δ_λ — zakres długości fal, dla których przepuszczalność filtru osiąga wartości większe od połowy przepuszczalności maksymalnej.

1.2.7. Odporność chemiczna — odporność powłok na działanie czynników chemicznych.







1.2.8. Odporność mechaniczna — odporność powłok na ścieranie.

1.2.9. Odporność termiczna — odporność powłok na wpływy ustalonej wysokiej i niskiej temperatury.

2. PODZIAŁ I OZNACZENIE

2.1. Podział powłok w zależności od przeznaczenia — wg tabl. 1.

Tablica 1

Rodzaje powłok	Nazwa w skrócie	Umowne oznaczenie graficzne
Powłoki odbijające zewnętrzne	Lustrzana	
Powłoki odbijające wewnętrzne		
Powłoki światłodzielnące	Światłodzielnąca	
Powłoki rozjaśniające (przeciwodblaskowe)	Rozjaśniająca	
Powłoki — filtry	Filtr	
Powłoki ochronne przezroczyste	Ochronna	
Powłoki przewodzące prąd (ogrzewające itp.)	Przewodząca prąd lub ogrzewająca	
Powłoki polaryzujące	Polaryzująca	

2.2. Podział powłok ze względu na materiał — wg tabl. 2.

Tablica 2

Materiał	Oznaczenia
Glin	1
Złoto	2
Miedź	3
Srebro	8
Chrom	9
Tytan	15

Zgłoszona przez Centralne Laboratorium Optyki
Ustanowiona przez Naczelnego Dyrektora Zjednoczenia Przemysłu Sprzętu Optycznego i Medycznego OMEL,
dnia 15 marca 1976 r.

jako norma obowiązująca w zakresie produkcji od dnia 1 stycznia 1977 r.
(Dz. Norm. i Miar nr 11/1976 poz. 39)

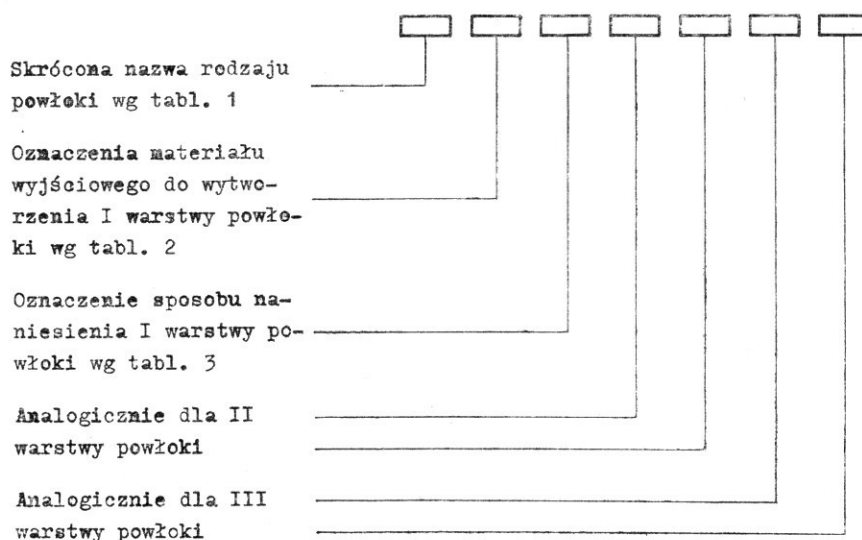
cd. tabl. 2

Materiał	Oznaczenia
Inkonel	20
Fosforan amonowy (jednozasadowy)	21
Chromian i dwuchromian potasowy	22
Kryolit	23
Fluorek magnezowy	24
Azotan srebra	25
Chlorek cynowy	26
Trójsiarczek antymonu	27
Siarczek cynkowy	29
Tlenek krzemowy	31
Fluorek cezu	33
Fluorek lantanu	36
Fluorek ołowiowy	37
Fluorek glinowy	39
Etylowy ester kwasu ortokrzemowego	43
Etylowy ester kwasu ortotytanowego	44
Dwutlenek ceru	50
Dwutlenek tytanu	51
Dwutlenek krzemu	52
Dwutlenek lantanu	53
Dwutlenek cyrkonu	54
Tlenek magnezowy	55
Trójtlenek antymonu	56
Trójtlenek glinu	57
Kwas azotowy	61
Kwas solny	62
Kwas octowy	63
Lakier bakelitowy z wypełniaczem (proszek glinowy, mika)	72
Emalia nitro czarna	80
Lakier asfaltowy czarny	81
Emalia silikonowa aluminiowa	82

2.3. Podział powłok ze względu na sposób nanoszenia warstw — wg tabl. 3.

2.4. Sposób budowy oznaczenia podano na rysunku.

W przypadku nanoszenia na elemencie optycznym kilku rodzajów powłok oznaczenie całego pokrycia powinno składać się z oznaczeń wszystkich warstw występujących na danym elemencie w kolejności ich nanoszenia ze strony lewej do prawej.



Tablica 3

Sposób nanoszenia warstw	Oznaczenie
Termiczne wyparowanie w próżni	J
Wiązką elektronów w próżni	D
Katodowo	K
Z roztworu	R
Trawieniem	T
Elektrolitycznie	E
Pędzlem	P
Natryskiwaniem	N

2.5. Sposób budowy oznaczenia skróconego. Powłoki wielowarstwowe, składające się z kolejnych warstw, można oznaczyć w skrócie wg wzorów:

$(a \cdot b) \cdot \frac{n}{2}$ — w przypadku parzystej liczby warstw,

$\left[(a \cdot b) \cdot \frac{n-1}{2} \right] a$ — przypadku nieparzystej liczby warstw,

w których:

a i b — kolejne warstwy powłoki,

n — liczba warstw powłoki.

2.6. Przykład oznaczenia pełnego i skróconego

2.6.1. Powłoka odbijająca wykonana przez srebro wewnętrzne z roztworu z ochronnym elektrolitycznym miedziowaniem oraz lakierowaniem bakelitowym — pędzlem:

LUSTRZANA 25R3E72P BN-76/5514-02

2.6.2. Powłoka wielowarstwowa światłodzielaćca wykonana z nieparzystej liczby warstw siarczku cynkowego oraz fluorku magnezowego termicznie wyparowanych w próżni:

oznaczenie pełne

ŚWIATŁODZIELĄCA 29J24J29J24J29J BN-76/5514-02

oznaczenie skrócone

ŚWIATŁODZIELĄCA 29J24J29J24J29J BN-76/5514-02

3. WYMAGANIA

3.1. Wymagania optyczne w zależności od rodzaju powłoki określa się przez:

a) dla powłok odbijających — współczynnik odbicia R ,

b) dla powłok światłodziących
— graniczny stosunek współczynnika odbicia do współczynnika przepuszczalności $R : T$,
— straty na pochłanianie i rozproszenie w zależności od stosunku $R : T$ dla powłok zaklejonych i niezaklejonych,

c) dla powłok rozjaśniających — współczynnik odbicia R dla światła białego i monochromatycznego,

d) dla powłok — filtrów
— długość fali świetlnej dla maksymalnej przepuszczalności λ_{\max} ,
— maksymalną wartość przepuszczalności T_{\max} ,
— szerokość połówkową δ_{λ} .

Wymagania optyczne podano w tabl. 4÷7.

3.2. Wymagania dotyczące odporności mechanicznej. W zależności od podatności powłoki na uszkodzenie (starcie do podłoża) rozróżnia się pięć grup odporności mechanicznej:

0 — specjalnie trwałe, wytrzymujące bez uszkodzeń powyżej 3000 obrotów na przyrządzie do badania odporności mechanicznej (umożliwiające czyszczenie w warunkach polowych),

I — trwałe, wytrzymujące bez uszkodzeń od 3000 do 2000 obrotów na przyrządzie do badania odporności mechanicznej (umożliwiające czyszczenie watą lub ściereczką batystową z zastosowaniem rozpuszczalników organicznych),

II — średnio trwałe, wytrzymujące bez uszkodzeń od 2000 do 1000 obrotów na przyrządzie do badania odporności mechanicznej (umożliwiające czyszczenie pędzelkiem lub watą),

III — nietrwałe, nieodporne na czyszczenie mechaniczne,

IV — nietrwałe, nieodporne na działanie czynników mechanicznych i chemicznych, wymagające zaklejenia szkłem.

Wymagania dotyczące odporności mechanicznej podano w tabl. 4÷7, przy czym tabl. 4 dotyczy powłok odbijających, tabl. 5 — powłok światłodziących, tabl. 6 — powłok rozjaśniających, a tabl. 7 — powłok — filtrów.

3.3. Własności chemiczne i termiczne powłok podano w tabl. 4÷7. Własności chemiczne charakteryzują powłoki pod względem odporności na czynniki chemiczne działające w warunkach montażu i eksploatacji przyrządów.

Własności termiczne charakteryzują powłoki pod względem zakresu temperatur, przy których własności optyczne nie ulegają zmianie.

Tablica 4

Lp.	Wyszczególnienie	Oznaczenie	Wymagania techniczne		Własności		Zastosowanie
			optyczne	mechaniczne (grupa odporności)	chemiczne	termiczne	
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Lustrzana zewnętrzna z glinu	Lustrzana 1J	$R \geq 88\%$	III	powłoka dostatecznie odporna na działanie atmosfery o małej wilgotności; powłoka nieodporna na zapocenie oraz na działanie środowiska alkalicznego	wytrzymuje wahania temperatury od -60 do $+200^{\circ}\text{C}$	zwierciadła z zewnętrznym odbiciem w przyrządach laboratoryjnych oraz w przyrządach pracujących w ultrafioletowej części widma (np. lustro spektrografów do ultrafioletu), chronione przed zapoceniem i kurzem

cd tabl. 4

Lp.	Wyszczególnienie	Oznaczenie	Wymagania techniczne		Własności		Zastosowanie
			optyczne	mechani- czne (grupa odpor- ności)	chemiczne	termiczne	
1	2	3	4	5	6	7	8
2	Lustrzana zewnętrzna z glinu z ochronnym elektrolitycznym oksydowaniem w fosforanie amonowym	Lustrzana 1J2E	$R \geq 84\%$ w ultrafioletowej części widma $R=80\%$	I	powłoka dostatecznie odporna na działanie wilgotnej atmosfery i zapocenie	wytrzymuje wahania temperatury od -60 do $+300^{\circ}\text{C}$	zwierciadła z zewnętrznym odbiciem w przyrządach laboratoryjnych oraz chronione lustra z zewnętrznym odbiciem w przyrządach polowych przeznaczonych do pracy w wilgotnym klimacie tropikalnym
3	Lustrzana zewnętrzna z glinu i fluorku magnezowego	Lustrzana 1J24J	$R \geq 84\%$ w ultrafioletowej części widma R zmniejsza się o około 10%	II	powłoka dostatecznie odporna na działanie wilgotnej atmosfery (bez kondensacji kropel)		zwierciadła z zewnętrznym odbiciem w przyrządach laboratoryjnych i szczelnie zamkniętych przyrządach polowych
4	Lustrzana zewnętrzna z aluminium fluorku magnezowego i siarczku cynkowego	Lustrzana 1J24J29J	$R \geq 93\%$	III	powłoka dostatecznie trwała w powietrzu; nieodporna na zapocenie oraz na działanie środowiska alkalicznego	wytrzymuje wahania temperatury od -60 do $+200^{\circ}\text{C}$	zwierciadła z zewnętrznym odbiciem w przyrządach laboratoryjnych, chronione przed zapoceniem, od których wymagany jest wysoki współczynnik odbicia
5	Lustrzana zewnętrzna z glinu i tlenku krzemowego	Lustrzana 1J31J	$R \geq 85\%$ w ultrafioletowej części widma R szybko zmniejsza się	I	powłoka dostatecznie odporna na działanie wilgotnej atmosfery i zapocenie	wytrzymuje wahania temperatury od -60 do $+300^{\circ}\text{C}$	zwierciadła z zewnętrznym odbiciem w przyrządach laboratoryjnych oraz lustra z zewnętrznym odbiciem chronione od zanieczyszczeń w przyrządach polowych przeznaczonych do pracy w wilgotnym klimacie tropikalnym
6	Lustrzana zewnętrzna ze złota na podkładzie chromu	Lustrzana 9J2J	$R \geq 70\%$ w bliskiej podczerwieni ($700 \div 1200 \text{ nm}$)	II lub III (zależnie od domieszek w złocie)	powłoka odporna na działanie powietrza atmosferycznego, słodkiej i morskiej wody, kwaśnego alkalicznego środowiska; nieodporna na działanie wody królewskiej i bromowej	wytrzymuje wahania temperatury od -180 do $+300^{\circ}\text{C}$	zwierciadła z zewnętrznym odbiciem w przyrządach pracujących w podczerwieni

cd tabl. 4

Lp.	Wyszczególnienie	Oznaczenie	Wymagania techniczne		Własności		Zastosowanie
			optyczne	mechaniczne (grupa odporności)	chemiczne	termiczne	
1	2	3	4	5	6	7	8
7	Lustrzana zewnętrzna ze złota i fluorku magnezowego na podkładzie chromu	Lustrzana 9J2J24J	w bliskiej podczerwieni $R \geq 90\%$	II	powłoka dostatecznie odporna na działanie wilgotnej atmosfery bez kropeł	wytrzymuje wahania temperatury od -50 do $+300^{\circ}\text{C}$	zwierciadła z zewnętrznym odbiciem w przyrządach laboratoryjnych i szczelnie zamkniętych przyrządach polowych pracujących w podczerwieni
8	Lustrzana zewnętrzna z chromem, glinem i fluorkiem magnezowym	Lustrzana 9J1J24J	$R \geq 84\%$ w ultrafioletowej części widma R zmniejsza się o około 10%	II	powłoka dostatecznie odporna na działanie wilgotnej atmosfery (bez kondensacji kropeł)	wytrzymuje wahania temperatury od -60 do $+250^{\circ}\text{C}$	zwierciadła z zewnętrznym odbiciem w aparatach projekcyjnych
9	Lustrzana zewnętrzna z siarczku cynkowego i fluorku magnezowego	Lustrzana 29J24J	wartości R dla światła monochromatycznego w zależności od konstrukcji układu warstw dla określonej długości fali w granicach od 10 do $99,7\%$	III	powłoka odporna na działanie powietrza atmosferycznego, nieodporna na działanie wody i kwasów	wytrzymuje wahania temperatury od -60 do $+200^{\circ}\text{C}$	zwierciadła interferencyjne do rezonatorów laserowych; należy unikać stosowania w warunkach dużej wilgotności
10	Lustrzana zewnętrzna z dwutlenku tytanu i dwutlenku krzemu	Lustrzana 51J52J	wartości R dla światła monochromatycznego w zależności od konstrukcji układu warstw dla określonej długości fali w granicach od 10 do 99%	I	powłoka całkowicie odporna na działanie wilgotnej atmosfery kwasów i zasad	wytrzymuje wahania temperatury od -60 do $+400^{\circ}\text{C}$	zwierciadła interferencyjne o dużych wymaganiach w zakresie odporności mechanicznej i chemicznej
11	Lustrzana wewnętrzna ze srebra, miedzi i lakiery bakelitowego z wypełniaczem	Lustrzana 25R3E72P	$R = 88 \div 92\%$ (w zależności od współczynnika przepuszczalności szkła); w zakresie fal $250 \div 350$ nm R zmniejsza się do $10 \div 15\%$	0	powłoka odporna na działanie powietrza atmosferycznego, słodkiej i morskiej wody oraz gazów	wytrzymuje wahania temperatury od -60 do $+60^{\circ}\text{C}$	zwierciadła z wewnętrznym odbiciem w dowolnych przyrządach pracujących w widzialnym zakresie widma

cd tabl. 4

Lp.	Wyszczególnienie	Oznaczenie	Wymagania techniczne		Własności		Zastosowanie
			optyczne	mechani- czne (grupa odpor- ności)	chemiczne	termiczne	
1	2	3	4	5	6	7	8
12	Lustrzana wewnętrzna ze srebra, miedzi i lakieru asfaltowego	Lustrzana 25R3E81P	$R=88 \div 92\%$ (w zależności od współczynnika przepuszczalności szkła); w zakresie fal $250 \div 350$ nm R zmniejsza się do $10 \div 15\%$	0	powłoka odporna na gotowanie w wodzie i suchą sterylizację	wytrzymuje wahania temperatury od -60 do $+250^\circ\text{C}$	zwierciadła stomatologiczne poddawane sterylizacji suchej i w wodzie
13	Lustrzana wewnętrzna ze srebra, miedzi i emalii silikonowej aluminiowej	Lustrzana 9J1J31J	$R=88 \div 92\%$ (w zależności od współczynnika przepuszczalności szkła); w zakresie fal $250 \div 350$ nm R zmniejsza się do $10 \div 15\%$	0	powłoka odporna na gotowanie w wodzie i suchą sterylizację	wytrzymuje wahania temperatury od -60 do $+250^\circ\text{C}$	zwierciadła stomatologiczne poddawane sterylizacji suchej i w wodzie
14	Lustrzana wewnętrzna ze srebra, miedzi i lakieru bakelitowego z wypełniaczem	Lustrzana 8J3J72P	$R=88 \div 92\%$ (w zależności od współczynnika przepuszczalności szkła); w zakresie fal $250 \div 350$ nm R zmniejsza się do $10 \div 15\%$	0	powłoka odporna na działanie powietrza atmosferycznego, słodkiej i morskiej wody oraz gazów	wytrzymuje wahania temperatury od -60 do $+60^\circ\text{C}$	zwierciadła z wewnętrznym odbiciem i przyrządy w dowolnych przyrządach, w których wymagany jest wysoki współczynnik odbicia
15	Lustrzana wewnętrzna z glinu i lakieru bakelitowego z wypełniaczem	Lustrzana 1J72P	$R \geq 80\%$	0	powłoka całkowicie odporna na działanie wilgotności powietrza, słodkiej i morskiej wody oraz gazów	wytrzymuje wahania temperatury od -60 do $+60^\circ\text{C}$	zwierciadła z wewnętrznym odbiciem w dowolnych przyrządach przeznaczonych głównie do pracy w wilgotnym klimacie tropikalnym
16	Lustrzana wewnętrzna z glinu i emalii nitro czarnej	Lustrzana 1J80P	$R \geq 80\%$	0	powłoka dostatecznie odporna na działanie gazów (np. siarkowodoru) nieodporna na działanie morskiej wody	wytrzymuje wahania temperatury od -30 do $+60^\circ\text{C}$	zwierciadła z wewnętrznym odbiciem w dowolnych przyrządach pracujących w zakresie widzialnym widma

W przypadku konieczności uzyskania powłoki lakierowanej o podwyższonych walorach estetycznych w oznaczeniach powłok zamiast symbolu P (nanoszenie pędzlem) należy użyć symbolu N (nanoszenie za pomocą natryskiwania).

Dla zwierciadeł interferencyjnych (lp. 9 i 10) oprócz oznaczenia wg kol. 3 należy podać roboczą długość fali świetlnej oraz żadaną wartość R .

Dla powłok lustrzanych wewnętrznych wartości współczynnika R określono dla zwierciadeł płaskich wykonanych ze szkła optycznego o grubości do 5 mm.

Tablica 5

Lp.	Wyszczególnienie	Oznaczenie	Wymagania techniczne		Własności		Zastosowanie																																	
			optyczne	mechaniczne (grupa odporności)	chemiczne	termiczne																																		
1	2	3	4	5	6	7	8																																	
1	Światłdzieląca z glinu	Światłdzieląca 1J	<p>stosunek $\frac{R}{T}$ może być dowolny; straty na pochłanianie i rozpraszanie:</p> <p>A — dla powłok zaklejonych</p> <p>A₁ — dla powłok niezaklejonych</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>$\frac{R}{T}$</th> <th>A</th> <th>A₁</th> </tr> <tr> <td></td> <th colspan="2">‰</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>5:1</td> <td>28</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td>4:1</td> <td>30</td> <td>21</td> </tr> <tr> <td>3:1</td> <td>30</td> <td>21,5</td> </tr> <tr> <td>2:1</td> <td>31</td> <td>25</td> </tr> <tr> <td>1:1</td> <td>35</td> <td>28</td> </tr> <tr> <td>1:2</td> <td>35,5</td> <td>28</td> </tr> <tr> <td>1:3</td> <td>36</td> <td>27</td> </tr> <tr> <td>1:4</td> <td>36</td> <td>24</td> </tr> <tr> <td>1:5</td> <td>36,5</td> <td>20</td> </tr> </tbody> </table>	$\frac{R}{T}$	A	A ₁		‰		5:1	28	20	4:1	30	21	3:1	30	21,5	2:1	31	25	1:1	35	28	1:2	35,5	28	1:3	36	27	1:4	36	24	1:5	36,5	20	III	powłoka nietrwała; pod wpływem wilgoci szybko ulega zniszczeniu szczególnie w środowisku lekko alkalicznym; po zaklejeniu szkłem powłoka trwała	wytrzymuje nagrzewanie do 150°C; własności termiczne zaklejonych powłok uzależnione są od własności materiału użytego do zaklejenia	światłdzielące elementy optyczne zaklejone w dowolnych przyrządach
$\frac{R}{T}$	A	A ₁																																						
	‰																																							
5:1	28	20																																						
4:1	30	21																																						
3:1	30	21,5																																						
2:1	31	25																																						
1:1	35	28																																						
1:2	35,5	28																																						
1:3	36	27																																						
1:4	36	24																																						
1:5	36,5	20																																						
2	Światłdzieląca z glinu i fluorku magnezowego	Światłdzieląca 1J24J	stosunek $\frac{R}{T}$ może być dowolny	II	powłoka dostatecznie odporna na działanie wilgotnej atmosfery (bez kondensacji kropel); przy wysychaniu krople powłoka ulega zniszczeniu	wytrzymuje wahania temperatury od -60 do +300°C	światłdzielące elementy optyczne niezaklejone w przyrządach laboratoryjnych i szczelnie zamkniętych przyrządach polowych																																	
3	Światłdzieląca ze złota	Światłdzieląca 2J	stosunek $\frac{R}{T}$ może być dowolny; zabarwienie wiązki odbitej — żółte, przechodzącej — zielone	III	powłoka odporna na wilgoć i wpływy atmosferyczne; nieodporna na działanie wody królewskiej i bromowej	wytrzymuje wahania temperatury od -180 do +200°C	światłdzielące elementy optyczne niezaklejone, dobrze chronione od zanieczyszczeń, np. do dalmierzy aparatów fotograficznych oraz pracujące w kwaśnym lub alkalicznym środowisku																																	
4	Światłdzieląca ze srebra	Światłdzieląca 8J	stosunek $\frac{R}{T}$ może być dowolny; straty na pochłanianie i rozpraszanie dla powłok zaklejonych	IV	powłoka wymaga zaklejenia bezpośrednio po wykonaniu; niezaklejona po 2÷3 godz w powietrzu zmniejsza współczynnik odbicia	własności termiczne zaklejonej powłoki uzależnione są od własności materiału użytego do zaklejania	światłdzielące elementy optyczne zaklejone w dowolnych przyrządach optycznych																																	

cd. tabl. 5

Lp.	Wyszczególnienie	Oznaczenie	Wymagania techniczne		Własności		Zastosowanie																		
			optyczne	mechaniczne (grupa odporności)	chemiczne	termiczne																			
1	2	3	4	5	6	7	8																		
4			<table border="1"> <thead> <tr> <th>$\frac{R}{T}$</th> <th>A, %</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1 : 1</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td>3 : 1</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td>2 : 1</td> <td>16</td> </tr> <tr> <td>1 : 1</td> <td>25</td> </tr> <tr> <td>1 : 2</td> <td>27</td> </tr> </tbody> </table> <p>zabarwienie wiązki odbitej — żółtawe, przechodzącej — niebieskawe</p>	$\frac{R}{T}$	A, %	1 : 1	15	3 : 1	15	2 : 1	16	1 : 1	25	1 : 2	27										
$\frac{R}{T}$	A, %																								
1 : 1	15																								
3 : 1	15																								
2 : 1	16																								
1 : 1	25																								
1 : 2	27																								
5	Światłodziela z chromu	Światłodziela 9J	<p>stosunek $\frac{R}{T}$ może być dowolny; straty na pochłanianie i rozpraszanie dla powłok niezaklejonych</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>$\frac{R}{T}$</th> <th>A₁, %</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>5 : 1</td> <td>40</td> </tr> <tr> <td>4 : 1</td> <td>40</td> </tr> <tr> <td>3 : 1</td> <td>41</td> </tr> <tr> <td>2 : 1</td> <td>41</td> </tr> <tr> <td>1 : 1</td> <td>40</td> </tr> <tr> <td>1 : 2</td> <td>36</td> </tr> <tr> <td>1 : 3</td> <td>32</td> </tr> <tr> <td>1 : 4</td> <td>29</td> </tr> </tbody> </table> <p>zabarwienie wiązki odbitej — szare, przechodzącej — brunatne</p>	$\frac{R}{T}$	A ₁ , %	5 : 1	40	4 : 1	40	3 : 1	41	2 : 1	41	1 : 1	40	1 : 2	36	1 : 3	32	1 : 4	29	O	powłoka odporna na działanie powietrza atmosferycznego, wody, środowiska kwaśnego i alkalicznego oraz rozpuszczalników organicznych	wytrzymuje wahania temperatury od -180 do +300°C	światłdzielące elementy optyczne niezaklejone w przyrządach pracujących w najbardziej niekorzystnych warunkach
$\frac{R}{T}$	A ₁ , %																								
5 : 1	40																								
4 : 1	40																								
3 : 1	41																								
2 : 1	41																								
1 : 1	40																								
1 : 2	36																								
1 : 3	32																								
1 : 4	29																								
6	Światłodziela z inkonełu	Światłodziela 20J	<p>stosunek $\frac{R}{T}$ może być dowolny; straty na pochłanianie i rozpraszanie jak dla powłoki 9J; zabarwienie wiązek odbitej i przechodzącej — szare</p>	I	powłoka odporna na działanie powietrza atmosferycznego oraz wody	wytrzymuje wahania temperatury od -60 do +200°C	światłdzielące elementy optyczne niezaklejone w dowolnych przyrządach, szczególnie jeżeli wymagane jest jednakowe zabarwienie wiązek odbitej i przechodzącej																		
7	Światłodziela z siarczku cynkowego	Światłodziela 29J	<p>stosunek $\frac{R}{T}$ nie może przekraczać 1 : 2 dla powłok niezaklejonych 1 : 5 dla powłok zaklejonych;</p>	II	powłokę należy chronić przed zapocieniem	wytrzymuje wahania temperatury od -180 do +200°C	światłdzielące elementy optyczne niezaklejone o $R \leq 33\%$ w przyrządach la-																		

cd. tabl. 5

Lp.	Wyszczególnienie	Oznaczenie	Wymagania techniczne		Własności		Zastosowanie
			optyczne	mechaniczne (grupa odporności)	chemiczne	termiczne	
1	2	3	4	5	6	7	8
7			$R_{max}=15\%$ dla powłok zaklejonych $R_{max}=30\div 33\%$ dla powłok niezaklejonych				boratoryjnych oraz zaklejone o $R \leq 15\%$ w dowolnych przyrządach

Dla powłok światłodziących, oprócz oznaczenia wg kol. 3 należy podawać w charakterystyce wartość jednego z następujących parametrów z tolerancją:

- stosunek współczynnika odbicia do współczynnika przepuszczalności $\frac{R}{T}$
- współczynnik odbicia R ,
- współczynnik przepuszczalności T .

Tablica 6

Lp.	Wyszczególnienie	Oznaczenie	Wymagania techniczne		Własności		Zastosowanie																						
			optyczne	mechaniczne (grupa odporności)	chemiczne	termiczne																							
1	2	3	4	5	6	7	8																						
1	Rozjaśniająca z fluoru magnezowego	Rozjaśniająca 24J	<p>wartości R dla światła białego i monochromatycznego w zależności od współczynnika załamania szkła</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="3">n_D</th> <th colspan="2">$R, \%$</th> </tr> <tr> <th colspan="2">dla światła</th> </tr> <tr> <th>białego</th> <th>monochromatycznego</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>do 1,55</td> <td>2,3\div2,0</td> <td>1,6</td> </tr> <tr> <td>1,55\div1,6</td> <td>2,0\div1,8</td> <td>1,4</td> </tr> <tr> <td>1,61\div1,65</td> <td>1,8\div1,5</td> <td>1,0</td> </tr> <tr> <td>1,66\div1,7</td> <td></td> <td>0,9</td> </tr> <tr> <td>ponad 1,7</td> <td>1,5\div1,0</td> <td>0,6</td> </tr> </tbody> </table> <p>w świetle białym zabarwienie wiązki odbitej — fioletowe</p>	n_D	$R, \%$		dla światła		białego	monochromatycznego	do 1,55	2,3 \div 2,0	1,6	1,55 \div 1,6	2,0 \div 1,8	1,4	1,61 \div 1,65	1,8 \div 1,5	1,0	1,66 \div 1,7		0,9	ponad 1,7	1,5 \div 1,0	0,6	I	powłoka dostatecznie odporna na działanie wilgotnej atmosfery (bez kondensacji kropeł); przy wysychaniu kropeł powłoka ulega zniszczeniu	wytrzymuje wahania temperatury od -60 do $+350^\circ\text{C}$	rozjaśnienie elementów optycznych przyrządów pracujących w dowolnych warunkach eksploatacji
n_D	$R, \%$																												
	dla światła																												
	białego	monochromatycznego																											
do 1,55	2,3 \div 2,0	1,6																											
1,55 \div 1,6	2,0 \div 1,8	1,4																											
1,61 \div 1,65	1,8 \div 1,5	1,0																											
1,66 \div 1,7		0,9																											
ponad 1,7	1,5 \div 1,0	0,6																											
2	Rozjaśniająca z alkoholowego roztworu krzemowego	Rozjaśniająca 43R	<p>wartości R dla światła białego w zależności od współczynnika załamania szkła</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>n_D</th> <th>$R, \%$</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1,5 \div 1,52</td> <td>3,1 \div 2,7</td> </tr> <tr> <td>1,53 \div 1,55</td> <td>2,7 \div 2,3</td> </tr> <tr> <td>1,56 \div 1,6</td> <td>2,2 \div 2,0</td> </tr> <tr> <td>1,61 \div 1,64</td> <td>1,9 \div 1,8</td> </tr> <tr> <td>1,65 \div 1,7</td> <td>1,6 \div 1,4</td> </tr> <tr> <td>1,71 \div 1,75</td> <td>1,2 \div 1,0</td> </tr> </tbody> </table> <p>zabarwienie wiązki odbitej — fioletowe</p>	n_D	$R, \%$	1,5 \div 1,52	3,1 \div 2,7	1,53 \div 1,55	2,7 \div 2,3	1,56 \div 1,6	2,2 \div 2,0	1,61 \div 1,64	1,9 \div 1,8	1,65 \div 1,7	1,6 \div 1,4	1,71 \div 1,75	1,2 \div 1,0	I	powłoka odporna na działanie roztworów kwasnych i soli; nieodporna na działanie kwasu fluorowodorowego i roztworów alkalicznych w podwyższonej temperaturze	wytrzymuje wahania temperatury od -60 do $+60^\circ\text{C}$	rozjaśnienie elementów optycznych przyrządów pracujących w dowolnych warunkach eksploatacji; powłokę zaleca się stosować dla elementów ze szkła o współczynniku załamania szkła $n_D > 1,7$								
n_D	$R, \%$																												
1,5 \div 1,52	3,1 \div 2,7																												
1,53 \div 1,55	2,7 \div 2,3																												
1,56 \div 1,6	2,2 \div 2,0																												
1,61 \div 1,64	1,9 \div 1,8																												
1,65 \div 1,7	1,6 \div 1,4																												
1,71 \div 1,75	1,2 \div 1,0																												

cd. tabl. 5

Lp.	Wyszczególnienie	Oznaczenie	Wymagania techniczne		Własności		Zastosowanie										
			optyczne	mechaniczne (grupa odporności)	chemiczne	termiczne											
1	2	3	4	5	6	7	8										
3	Rozjaśniająca z alkoholo- wych roztwo- rów estrów tytano- wego i krzemo- wego	Rozjaśniająca 44R43R	wartość R dla szkieł o $n_D = 1,5 \div 1,75$ dla światła białego $R \leq 1,3\%$ zabarwienie wiązki odbitej — purpurowo-fioletowe; dla świa- tła monochromatycznego $R \leq 0,8 \div 1,2\%$	I	powłoka odpor- na na działanie wilgotnej atmo- sfery, wody, roz- tworów kwaś- nych (oprócz kwasu fluoro- wodorowego), słabych roztwo- rów alkalicz- nych oraz roz- puszczalników organicznych	wytrzy- muje waha- nia tem- peratu- ry od -60 do $+60^\circ\text{C}$	rozjaśnienie we- wnętrznych po- wierzchni elemen- tów optycznych w przyrządach pre- czyzjnych w obsza- rze $400 \div 2000$ nm										
4	Rozjaśniająca z dwu- tlenku tytanu z fluorku magne- zowego	Rozjaśniająca 15J24J	wartość R dla powłok składa- jących się z warstwy TiO_2 o grubości $0,0402$ i warstwy MgF_2 o grubości $0,25 \lambda$ dla szkieł o $n_D = 1,5 \div 1,75$: dla światła białego $R \leq 1,3\%$ zabarwienie wiązki odbitej — purpurowe lub niebieskie; dla światła monochromatycz- nego $R \leq 0,5 \div 0,9\%$	I	powłoka odpor- na na działanie wilgotnej atmo- sfery i wody	wytrzy- muje waha- nia tem- peratu- ry od -50 do $+200^\circ\text{C}$	rozjaśnienie ele- mentów optycznych przyrządów pracu- jących w dowol- nych warunkach eksploatacji										
5	Rozjaśniająca z fluor- ku ceru i fluor- ku magne- zowego dla światła mono- chroma- tycznego	Rozjaśniająca 33J24J	wartości R dla światła mono- chromatycznego w zależności od współczynnika załamania szkła <table border="1" style="margin: 10px auto;"> <thead> <tr> <th>n_D</th> <th>$R, \%$</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>$1,42 \div 1,46$</td> <td>0,2</td> </tr> <tr> <td>$1,47 \div 1,51$</td> <td>$0,3 \div 0,4$</td> </tr> <tr> <td>$1,52 \div 1,56$</td> <td>$0,5 \div 0,6$</td> </tr> <tr> <td>$1,57 \div 1,61$</td> <td>$0,7 \div 1,0$</td> </tr> </tbody> </table>	n_D	$R, \%$	$1,42 \div 1,46$	0,2	$1,47 \div 1,51$	$0,3 \div 0,4$	$1,52 \div 1,56$	$0,5 \div 0,6$	$1,57 \div 1,61$	$0,7 \div 1,0$	I	powłoka odpor- na działanie wilgotnego po- wietrza atmo- sferycznego bez kondensacji kropel	wytrzy- muje waha- nia tem- peratu- ry od -60 do $+350^\circ\text{C}$	rozjaśnienie ele- mentów optycz- nych przyrządów pracujących w nor- malnych warun- kach eksploatacyj- nych w świetle mo- nochromatycznym, nie stosować szkieł o współczynnikach załamania $n > 1,61$
n_D	$R, \%$																
$1,42 \div 1,46$	0,2																
$1,47 \div 1,51$	$0,3 \div 0,4$																
$1,52 \div 1,56$	$0,5 \div 0,6$																
$1,57 \div 1,61$	$0,7 \div 1,0$																

Dla powłok rozjaśniających, światłodzielących i lustrzanych przeznaczonych do pracy przy długościach fali róż-
nych od średniej długości fali światła białego (540 nm) oraz pracujących w skośnych wiązkach, oprócz oznaczenia
wg kol. 3, należy podawać w charakterystyce średnią roboczą długość fali świetlnej i kąt nachylenia padającej
wiązki.

Tablica 7

Lp.	Wyszczególnienie	Oznaczenie	Wymagania techniczne		Własności		Zastosowanie
			optyczne	mechaniczne (grupa odporności)	chemiczne	techniczne	
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Filtr interferencyjny metaliczny ze srebra i fluorku magnezowego	Filtr 8J24J8J	parametry charakteryzujące powłokę λ_{max} , T_{max} , $\delta\lambda$ wartości ich mogą być różne i zależą od grubości oddzielnych warstw i rzędu widma; filtr ten ma kilka maksimum przepuszczalności przypadających dla długości fal, dla których grubość optyczna warstwy fluorku magnezowego jest wielokrotnością $\lambda/2$; wydzielenie odpowiedniego maksimum dokonuje się za pomocą filtru absorpcyjnego	IV (bez zaklejenia)	powłoka nieodporną, wymaga zaklejenia szkłem ochronnym	własności termiczne zaklejonej powłoki uzależnione są od własności materiału użytkowego do zaklejenia	monochromatyczne filtry interferencyjne w dowolnych przyrządach o małym kącie widzenia (do 5°)

Dla filtrów interferencyjnych, oprócz oznaczenia wg kol. 3, należy podawać w charakterystyce wartości następujących parametrów:

- λ_{max} — długość fali odpowiadająca maksymalnej przepuszczalności,
- T_{max} — wartość maksymalnej przepuszczalności,
- $\delta\lambda$ — połówkowa szerokość filtru.

4. BADANIA

4.1. Program badań poszczególnych powłok — wg tabl. 8.

Tablica 8

Rodzaj powłoki	Sprawdzany parametr					
	R	T	$\frac{R}{T}$	λ_{max}	$\delta\lambda$	odporność mechaniczna
Lustrzane	0					0
Światłodzielące	0	0	0			0
Rozjaśniające	0					0
Filtry		0		0	0	0

4.2. Opis badań

4.2.1. Pomiar współczynnika odbicia R . Współczynnik odbicia R należy sprawdzać dla światła A (temperatura barwna 2854 K) przy kącie padania 15° i przy użyciu detektora o odpowiedniej czułości spektralnej.

4.2.2. Pomiar współczynnika przepuszczalności T . Współczynnik przepuszczalności T należy sprawdzać przy użyciu fotometru o odpowiednim zakresie spektralnym.

4.2.3. Pomiar wartości λ_{max} i $\delta\lambda$. Wartości λ_{max} i $\delta\lambda$ należy sprawdzać przy użyciu spektrofotometru o odpowiednim zakresie spektralnym.

4.2.4. Sprawdzenie odporności mechanicznej. Odporność mechaniczną należy sprawdzać na przyrządzie o następującej charakterystyce:

- szybkość obrotowa badanego elementu — 500 obr/min,
- odległość od osi obrotu elementu do osi końcówki gumowej — 5 mm,
- obciążenie końcówki gumowej o średnicy 6 mm z zakończeniem półkulistym (owiniętej szmatką batystową) — 200 g.

4.3. Ocena wyników badań. Powłokę uznaje się za dobrą jeżeli:

- a) sprawdzane parametry optyczne odpowiadają wymaganiom podanym w tabl. 4÷7,
- b) odporność mechaniczna odpowiada grupie podanej w tabl. 4÷7.

INFORMACJE DODATKOWE

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

2. Istotne zmiany w stosunku do BN-70/5514-02

a) wprowadzono:

- oznaczenia trzech nowych rodzajów powłok,
- 13 nowych materiałów na powłoki,

— 3 nowe sposoby nanoszenia warstw,

b) zmieniono nazwy sposobów nanoszenia warstw.

3. Autorzy projektu normy — mgr inż. Józef Gabryś, mgr inż. Krzysztof Kapkowski, dr inż. Ryszard Kowalczyk, Polskie Zakłady Optyczne, Warszawa.