

| | | |
|---|--|--------------------------------|
| OPTYKA MECHANIKA PRECYZYJNA I PRZYRZĄDY POMIAROWE | NORMA BRANŻOWA | BN-81 5510-01 |
| | Czystość powierzchni części optycznych | |
| | Zamiast BN-64/5510-01 | |
| Grupa katalogowa 1340 | | |

1. WSTĘP

1.1. Przedmiot normy. Przedmiotem normy są wymagania dotyczące czystości powierzchni części optycznych ze względu na liczbę i wielkość występujących wad oraz metody badania liczby i wielkości tych wad. Norma nie obejmuje specyficznych wad powłok takich jak: niejednorodność barwy, ogólna i miejscowa matowość, wtrącenia i uszkodzenia punktowe itp.

1.2. Określenia

1.2.1. wady punktowe zwane dalej punktami, są to przeszlifowane pęcherze, wyklucia, plamki, szczyrby, nadtrawienia, zatarcia i inne, mające podobny charakter.

1.2.2. wady liniowe zwane dalej rysami, są to mechaniczne uszkodzenia w postaci linii, mikropęknięcia i inne, mające podobny charakter.

1.2.3. matowość - stan powierzchni wynikający z nie-dopolerowania lub nadtrawienia.

1.2.4. zagęszczenie wad - liczba wad w dowolnym miejscu powierzchni na ograniczonym obszarze, wyrażona sumaryczną powierzchnią wad w określonym obszarze czynnym części.

1.2.5. duże punkty i grube rysy - wady o wielkości powyżej określonej granicy, charakterystycznej dla odpowiedniej klasy czystości.

1.2.6. skupiska wad - rysy i punkty o wymiarach mniejszych od dolnych wartości granicznych dla odpowiednich klas czystości, skupione lokalnie.

1.2.7. obszar czynny - fragment powierzchni biorący udział w odwzorowaniu optycznym.

1.2.8. średnica punktu owalnego - średnia arytmetyczna wartości wymiarów największego i najmniejszego.

1.2.9. średnica czynna D. Jeżeli obszar czynny jest kołem, to jego średnicę nazywa się średnicą czynną. Jeżeli obszar czynny nie jest kołem, to jako średnicę czynną tego obszaru należy uważać średnicę koła o powierzchni równej powierzchni obszaru czynnego.

1.2.10. strefy powierzchni

1.2.10.1. strefa centralna - powierzchnia ograniczona okręgiem o średnicy nie większej niż $1/3$ średnicy czynnej, koncentryczna z obszarem czynnym.

Jeżeli obszar czynny jest innego kształtu niż koło, to za granicę strefy centralnej przyjmuje się figurę podobną, koncentryczną z obszarem czynnym, której powierzchnia odpowiada powierzchni koła o średnicy równej $1/3$ średnicy obliczonej wg 1.2.9.

1.2.10.2. strefa środkowa

a) Jeżeli obszar czynny jest kołem, to strefa środkowa jest powierzchnią ograniczoną okręgiem o średnicy równej $2/3$ średnicy czynnej, koncentryczną z obszarem czynnym.

b) Jeżeli obszar czynny jest innego kształtu niż koło, to za granicę strefy środkowej przyjmuje się figurę podobną, koncentryczną z obszarem czynnym, której powierzchnia odpowiada powierzchni koła o średnicy równej $2/3$ średnicy obliczonej wg 1.2.9.

Zgłoszona przez Centralne Laboratorium Optyki
 Ustanowiona przez Dyrektora Zjednoczenia Przemysłu Sprzętu Optycznego i Medycznego OMEL dnia 30 grudnia 1981 r.
 jako norma obowiązująca od dnia 1 stycznia 1984 r.
 (Dz. Norm. i Miar nr 4/1983 poz. 6)

1.2.10.3. strefa brzegowa - część obszaru czynnego, leżąca poza strefą centralną i środkową.

1.2.11. obserwacja w świetle przechodzącym rozproszonym - obserwacja na jasnym równomiernie oświetlonym tle.

1.2.12. obserwacja w świetle skośnym - obserwacja na tle czarnego, matowego ekranu przy źródle światła umieszczonym z boku tak, że w źrenicę oka sprawdzającego trafiają promienie rozproszone przez skazy powierzchni.

1.3. Klasyfikacja. W zależności od liczby wad występujących na powierzchni części rozróżnia się następujące klasy czystości:

a) dla części znajdujących się w pobliżu płaszczyzn przedmiotu i obrazów rzeczywistych (również pośrednich):

PI-0,
PI-10,
PI-20,
PI-40,

b) dla elementów techniki laserowej o szczególnie wysokich wymaganiach:

PI-0S,
PI-10S,
PI-20S,
PI-40S,

c) dla części znajdujących się poza płaszczyznami przedmiotu i obrazów rzeczywistych:

PII,
PIII,
PIV,
PV,
PVI,
PVII.

1.4. Oznaczenie. Na rysunkach konstrukcyjnych części optycznych należy podawać klasę wg 1.3.

Na rysunkach i kartach technologicznych dla każdej powierzchni części należy dodatkowo podawać liczbę punktów i łączną długość rys zgodnie z 2.1, 2.2 i 2.3.

Dla części o klasach czystości od II do VII-ej w razie potrzeby można podać dodatkowo łączne pole wad na ograniczonym obszarze i średnicę tego obszaru.

Dla różnych wycinków powierzchni można podawać różne klasy czystości. W takich przypadkach na rysunkach konstrukcyjnych należy podawać wymiary określające położenie wycinka na powierzchni i odpowiednią klasę czystości dla każdego wycinka.

Dopuszcza się określanie dla tej samej powierzchni innych klas czystości dla rys i innych dla punktów; w takich przypadkach należy na rysunku konstrukcyjnym umieścić odpowiednią uwagę.

2. WYMAGANIA

2.1. Dopuszczalne wady powierzchni części w klasach PI-0 do PI-40. Dopuszczalną liczbę punktów oraz łączną długość rys dla dwóch stref powierzchni części podano w tabl. 1.

W częściach optycznych o średnicy czynnej ≤ 5 mm nie rozróżnia się stref czystości i dopuszcza się wady odpowiadające wadom dopuszczalnym w strefie środkowej.

W dowolnej ćwiartce obszaru czynnego ograniczonego dwoma wzajemnie prostopadłymi średnicami dopuszcza się nie więcej niż $1/2$ dopuszczalnej liczby wad.

We wszystkich strefach powierzchni nie normalizuje się punktów o średnicy mniejszej od 0,001 mm i rys o szerokości mniejszej od 0,0005 mm, z wyjątkiem części specjalnych, co powinno być zastrzeżone na rysunku konstrukcyjnym.

Tablica 1

| Klasy | Strefa środkowa | | | | | Strefa brzegowa | | | | |
|-------|---|---|----------|-------------------|---------------------------|------------------|---|----------|-------------------|---------------------------|
| | punkty | | | rysy | | punkty | | | rysy | |
| | średnica (mm) | liczba, przy średnicy czynnej wyrażonej w mm | | szerokość (mm) | łączna długość (mm) | średnica (mm) | liczba, przy średnicy czynnej wyrażonej w mm | | szerokość (mm) | łączna długość (mm) |
| | | do 40 | ponad 40 | | | | do 40 | ponad 40 | | |
| PI-0 | Wymiary wad, ich liczbę w strefach i wymiary stref ustala się na rysunku konstrukcyjnym | | | | | | | | | |
| PI-10 | 0,004 | 4 | 6 | 0,002 | 0,2D | 0,006 | 8 | 12 | 0,002 | 0,4D |
| PI-20 | 0,010 | 4 | 6 | 0,004 | 0,2D | 0,015 | 8 | 12 | 0,004 | 0,4D |
| PI-40 | 0,015 | 4 | 6 | 0,008 | 0,2D | 0,025 | 8 | 12 | 0,008 | 0,4D |

D - średnica czynna.

2.2. Dopuszczalne wady powierzchni części stosowanych w optyce laserowej w klasach PI-OS do PI-40S. Dopuszczalną liczbę punktów, łączną długość rys oraz zagęszczenie wad dla trzech stref powierzchni podano w tabl. 2.

Pozostałe wymagania wg 2. 1.

2.3. Dopuszczalne wady powierzchni części w klasach od II do VII. Dopuszczalną liczbę punktów, łączną długość rys oraz zagęszczenie wad podano w tabl. 3, przy czym

liczba dużych punktów nie może przekroczyć 50 % dopuszczalnej ich liczby, a sumaryczna długość grubych rys nie może przekroczyć 50 % łącznej dopuszczalnej ich długości. Do dużych punktów w zależności od klasy czystości zalicza się:

- dla klasy PIII punkty o średnicy większej od 0,06 mm,
- dla klasy PIV punkty o średnicy większej od 0,10 mm,
- dla klasy PV punkty o średnicy większej od 0,30 mm,

Tablica 2

| Klasy | Strefa środkowa | | | | | Strefa brzegowa | | | | Strefa centralna | |
|--------|---|---|-------------|-------------------|---------------------------|------------------|---|-------------|-------------------|---|--|
| | punkty | | | rysy | | punkty | | rysy | | | |
| | średnica w mm | liczba przy średnicy czynnej wyrażonej w mm | | szerokość w mm | łączna długość w mm | średnica w mm | liczba przy średnicy czynnej wyrażonej w mm | | szerokość w mm | | łączna długość w mm |
| | | do 40 | ponad 40 | | | | do 40 | ponad 40 | | | |
| PI-OS | Wymiary wad, ich liczbę w strefach i wymiary stref ustala się na rysunku części | | | | | | | | | niedopuszczalne są defekty widoczne w warunkach kontroli wg 3. 3. 1b) | |
| PI-10S | 0,004 | 4 | 6 | 0,002 | 0,2D | 0,006 | 8 | 12 | 0,002 | 0,4D | nie więcej niż 1 punkt oraz mniej niż 10 rys o łącznej długości mniejszej od 0,1D; pozostałe wymagania określa konstruktor na rysunku części |
| PI-20S | 0,010 | 4 | 6 | 0,004 | 0,2D | 0,015 | 8 | 12 | 0,004 | 0,4D | |
| PI-40S | 0,015 | 4 | 6 | 0,008 | 0,2D | 0,025 | 8 | 12 | 0,008 | 0,4D | |

D - średnica czynna.

Tablica 3

| Klasy | Punkty | | Rysy | | | Zagęszczenie wad | | |
|-------|---------------------|------------------|----------------------|---|---------|------------------|--|---|
| | średnica (mm) | łączna liczba | szerokość (w mm) | łączna długość przy średnicy czynnej wyrażonej w mm | | | średnica ograniczonego obszaru (mm) | powierzchnia wad (mm ²) |
| | | | | do 15 | 15 ÷ 25 | ponad 25 | | |
| P II | od 0,002 do 0,06 | 0,5D | od 0,001 do 0,004 | 0,5D | 1,0D | 2D | 1 | 0,004 |
| P III | od 0,004 do 0,1 | 0,5D | od 0,002 do 0,006 | 0,5D | 1,0D | 2D | 2 | 0,02 |
| P IV | od 0,015 do 0,3 | 0,5D | od 0,004 do 0,01 | 0,5D | 1,0D | 2D | 5 | 0,1 |
| P V | od 0,015 do 0,6 | 0,5D | od 0,006 do 0,03 | 0,5D | 1,6D | 2D | 10 | 0,4 |
| P VI | od 0,015 do 1,0 | 0,5D | od 0,006 do 0,05 | 0,5D | 1,6D | 2D | 25 | 3,0 |
| P VII | od 0,3 do 2,0 | 0,5D | od 0,01 do 0,1 | 0,5D | 1,6D | 2D | 50 | 10,0 |

D - średnica czynna.

- dla klasy PVI punkty o średnicy większej od 0,60 mm,
- dla klasy PVII punkty o średnicy większej od 1,0 mm.

Do grubych rys w zależności od klasy czystości zalicza się:

- dla klasy PIII rysy o szerokości większej od 0,004 mm,
- dla klasy PIV rysy o szerokości większej od 0,008 mm,
- dla klasy PV rysy o szerokości większej od 0,020 mm,
- dla klasy PVI rysy o szerokości większej od 0,030 mm,
- dla klasy PVII rysy o szerokości większej od 0,050 mm.

Nie normalizuje się punktów o średnicy mniejszej od dolnych wartości granicznych podanych w tabl.3, jeśli nie mają charakteru matowości oraz rys o szerokości mniejszej od dolnych wartości granicznych podanych w tabl. 3, jeśli nie tworzą wyraźnie widocznego zagęszczenia. W przypadku występowania matowości lub zagęszczenia należy obliczyć powierzchnię wad i sklasyfikować wg tabl. 3.

2.4. Wady poza obszarem czynnym. Wymiarów wad znajdujących się poza obszarem czynnym powierzchni części nie normalizuje się, jeżeli nie wpływają na wytrzymałość lub szczelność mocowania części w oprawach.

2.5. Szcerby na brzegach poza obszarem czynnym są dopuszczalne, jeżeli ich największy wymiar nie przekracza $0,03D$ dla części o kształcie powierzchni kołowym i $0,05D$ dla części o kształcie powierzchni kwadratowym lub prostokątnym, przy czym szcerby o wymiarach powyżej 0,5mm powinny być zamatowane. Powierzchnię szcerby leżącą w obszarze czynnym porównuje się do punktu i klasyfikuje w danej klasie czystości.

3. BADANIA

3.1. Rodzaje badań

- a) Wykrywanie i ocena skaz.
- b) Obliczanie liczby skaz.
- c) Ocena zagęszczenia skaz.

3.2. Przygotowanie do badań. Powierzchnie części podlegających badaniom pod względem czystości powinny być uprzednio oczyszczone w taki sposób, aby nie naruszyć powłok.

3.3. Warunki kontroli

3.3.1. Przyszczadki

- a) Przy badaniu powierzchni w I klasie czystości przeglądanie powinno odbywać się przez lupę o powiększeniu, pod jakim część pracuje, lecz nie mniejszym niż 6x.
- b) Przy badaniu powierzchni w klasie PI-OS przeglądanie powinno odbywać się przy użyciu mikroskopu o powięk-

szczeniu $\geq 10x$ i aperturze $A \geq 0,3$, w ciemnym polu, w świetle odbitym o natężeniu około 100 klux, pod kątem 45° .

c) Przy badaniu powierzchni w klasach PI-10S do PI-40S przeglądanie powinno odbywać się przy użyciu mikroskopu o powiększeniu $\leq 10x$ i aperturze $A \geq 0,3$ i $A \geq 0,25$.

Warunki sprawdzania inne od podanych określić należy na rysunku części.

d) Badanie powierzchni w II i III klasie czystości powinno odbywać się przez lupę o powiększeniu 4x.

e) Badanie powierzchni w klasach czystości od IV do VII przeprowadzać należy okiem nieuzbrojonym.

f) Do pomiaru wielkości wad używa się mikroskopu pomiarowego z okularom mikrometrycznym.

3.3.2. Oświetlenie i tło. Do obserwacji w świetle przechodzącym rozproszonym używa się żarówki 24 V, 60 W \div 100 W osłoniętej matówką, na tle której przeprowadza się kontrolę. Odległość od kontrolowanej części do matówki - około 150 mm. Odległość od włókna żarówki do matówki około 100 mm.

Do obserwacji w świetle skośnym używa się żarówki 60 \div 100 W osłoniętej kloszem ze szkła mlecznego przy kontroli w pierwszej klasie czystości oraz 40 \div 60 W przy kontroli w pozostałych klasach.

Tłem jest czarny matowy ekran.

3.3.3. Wykrywanie i ocena wad. Wady w klasie I i II wykrywa się w świetle przechodzącym lub odbitym w zależności od warunków pracy powierzchni części. Wady w klasach od III do VII wykrywa się i ocenia w świetle przechodzącym rozproszonym.

Punkty o średnicy mniejszej od 0,001 mm i rysy o szerokości mniejszej od 0,0005 mm wykrywa się przy przeglądaniu powierzchni pod kątem do osi sprawdzanej części.

Wymiary wad określa się szacunkowo, a w wątpliwych i spornych przypadkach mierzy się za pomocą mikroskopu z okularom mikrometrycznym.

Podwójne rysy i punkty z towarzyszącymi im rysami ocenia się oddzielnie.

3.4. Obliczanie dopuszczalnej liczby skaz. Dopuszczalną liczbę wad w obszarze czynnym powierzchni części oblicza się:

- w klasach PI-0 do PI-40 - wg tabl. 1,
- w klasach PI-10S do PI-40S - wg tabl. 2,
- w klasach PII do PVII - wg tabl. 3.

Jeżeli przy obliczaniu otrzymuje się wielkości ułamkowe, to należy je zaokrąglić do najbliższej liczby całkowitej w górę.

3.5. Zagęszczenie wad. Jeżeli na powierzchni części zostanie wykryte oddzielne skupisko wad, to w takich miejsc-

cach należy dodatkowo określić łączną powierzchnię rys i punktów na ograniczonych obszarach o średnicach podanych w tabl. 3 dla każdej klasy czystości.

Określenie łącznej powierzchni rys i punktów na ograniczonych obszarach należy przeprowadzić kolejno we wszystkich powierzchniach skupienia wad.

KONIEC

INFORMACJE DODATKOWE

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

2. Istotne zmiany w stosunku do BN-64/5510-01

- a) w tabl. 2 zmieniono łączną liczbę punktów i długość rys,
b) wprowadzono wymagania dla optyki laserowej.

3. Normy zagraniczne

CSRS ON 190535 Znaceni pripustnyh vad povrchu na optických plochach

RFN DIN 3140 B17 Optikeinzelteile Oberflächenfehler

USA MIL-0-13830A Optical components for fire control instruments. General specification governing. The manufacture, assembly and inspectional

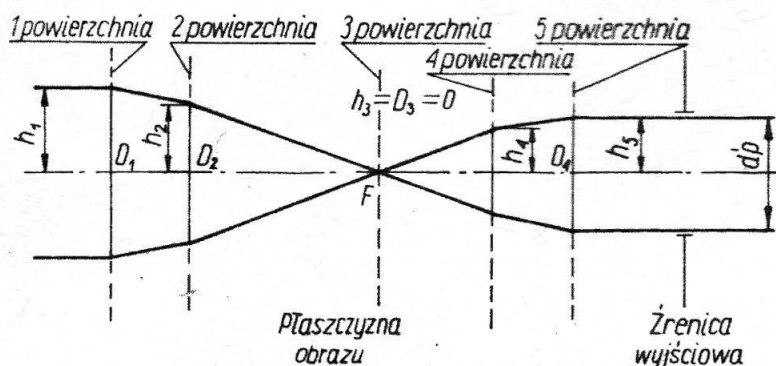
ZSRR ГОСТ 11141-76 Классы чистоты поверхностей оптических деталей

4. Autor projektu normy - praca zbiorowa - Polskie Zakłady Optyczne, Warszawa.

5. Wytyczne określania klas czystości powierzchni części stosowanych w typowych układach optycznych

a) Dla wizualnych przyrządów optycznych np. dla lunet, mikroskopów klasy czystości elementów optycznych można określać wychodząc ze średnicy otworów czynnych ich powierzchni, jeżeli dla wyboru klas nie ma innych kryteriów.

Przez otwór czynny rozumie się obszar powierzchni elementu optycznego pokrywany wchodzącą do układu osiowego wiązką promieni, która po wyjściu z okulara tworzy równoległą wiązkę o średnicy równej 2 mm lub równej średnicy źrenicy wyjściowej układu, jeżeli jest ona mniejsza niż 2 mm.



BN-81/5510-01-3

Schemat dla $d'_p < 2 \text{ mm}$

Średnicę otworu czynnego powierzchni D_n wyznacza się w mm wg wzoru

$$D_n = \frac{4 h_n}{d_p} \quad d'_p \geq 2 \text{ mm} \quad (1)$$

$$D_n = 2 h_n \quad d'_p < 2 \text{ mm} \quad (2)$$

w którym:

h_n - wysokość promienia skrajnego osiowej wiązki na tej samej powierzchni (określa się przy obliczaniu układu optycznego) mm,

d'_p - średnicą źrenicy wyjściowej układu optycznego, mm.

Wg wyliczonej średnicy otworu czynnego klasy czystości należy wybierać wg tablicy.

| Średnica otworu czynnego, w mm | Klasa czystości | Podstawowe zakresy stosowania |
|---|-----------------|--|
| 07 | PI-OS | powierzchnie i powłoki materiałów aktywnych |
| strefę centralną określa konstruktor na rysunku | PI-10S | powierzchnie okienek Brewstera |
| | PI-20S | powierzchnie podkładów i powłok |
| | PI-40S | zwierciadeł laserowych |
| od 0 do 0,5 | PI-10 | powierzchnie elementów położone w płaszczyźnie obrazu układu optycznego lub bardzo blisko niej |
| | PI-20 | |
| | PI-40 | |
| ponad 0,5 do 1,5 | II | powierzchnie elementów oddalone od płaszczyzny obrazu układu optycznego |
| " 1,5 do 4,5 | III | |
| " 4,5 do 10 | IV | |
| " 10 do 25 | V | |
| " 25 do 50 | VI | |
| " 50 | VII | |

b) Dla elementów przyrządów optycznych, do których podany wyżej sposób obliczenia nie może być zastosowany (obiektywy fotograficzne i projekcyjne, różne urządzenia celownicze i obserwacyjne bez okularów), a także dla elementów przyrządów wizualnych, klasy czystości można wybierać, postępując się następującymi wskazówkami:

- Klasa PI-0 - siatki i skale oglądane pod powiększeniem większym niż 30 x,
- Klasa PI-10 - siatki i kolektywy w przyrządach o ogniskowej okulara do 15 mm,
- Klasa PI-20 - siatki i kolektywy w przyrządach o ogniskowej okulara 15 - 25 mm,
- Klasa PI-40 - siatki i kolektywy w przyrządach o ogniskowej okulara ponad 25 mm,
- Klasa PII - pryzmaty - kolektywy i inne elementy położone blisko płaszczyzny obrazu,
- Klasa PIII - półfabrykaty siatek kolimatorów; soczewki okularów przyrządów teleskopowych; pryzmaty okularowe; powierzchnie odbijające i lustra przyrządów kolimatorowych; soczewki obiektywów i okularów mikroskopów,
- Klasa PIV - soczewki okularów, obiektywów układów odwracających w przyrządach teleskopowych; pryzmaty i płytki pracujące w równoległych i zbieżnych wiązках (w przyrządach teleskopowych); lupy,

Klasa PV - soczewki obiektywów, układów odwracających, pryzmaty głowicowe, pryzmaty pracujące w równoległych wiązках, szkła ochronne przyrządów teleskopowych; soczewki obiektywów fotograficznych i projekcyjnych; lupy,

Klasa PVI - soczewki obiektywów i układów odwracających nie będące elementami zewnętrznymi; soczewki obiektywów fotograficznych i projekcyjnych,

Klasa PVII - soczewki obiektywów fotograficznych i astronomicznych oraz układów odwracających o dużych średnicach; strefa nie pracująca różnych elementów; elementy nie wchodzące do układu optycznego przyrządów.

c) Dla powierzchni elementów podlegających rozjaśnieniu, srebrzeniu, aluminiowaniu i innym zaleca się zacieśnić w instrukcji technologicznej wymagania czystości o 1 klasę w porównaniu z powierzchniami bez pokrycia.

Stopień pogorszenia czystości powłoki na elemencie laserowym, w stosunku do podkładu, oraz metodę kontroli, o ile jest inna niż w normie określa konstruktor na rysunku konstrukcyjnym.