

KOROZJA I POWŁOKI OCHRONNE	NORMA BRANŻOWA	BN-64 1076-01
	Żaroodporne dyfuzyjne powłoki aluminiowe na stali, staliwie i żeliwie otrzymywane przy zastosowaniu metalizacji natryskowej	
	Warunki wykonania i odbioru	
Grupa katalogowa III 06		

1. WSTĘP

1.1. Przedmiot normy. Przedmiotem normy są warunki wykonania i odbioru stosowane przy produkcji żaroodpornych dyfuzyjnych powłok aluminiowych na stali, staliwie niskowęglowym, żeliwie sferoidalnym, ciągliwym i modyfikowanym.

Norma dotyczy wyłącznie żaroodpornych powłok dyfuzyjnych aluminiowych otrzymywanych za pomocą metalizacji natryskowej.

1.2. Zakres stosowania normy. Dyfuzyjne powłoki aluminiowe na stali i staliwie należy stosować w zakresie temperatur do 950°C, a na żeliwach do 900°C, w przypadku pracy przerywanej lub stosowaniu wielokrotnych podgrzewań i oziębień połączonych z dopływem czystego, świeżego powietrza.

Dopuszcza się dla powłok dyfuzyjnych na stali i staliwie krótkotrwały wzrost temperatury do 1050°C w przypadku pracy stałej z bardzo nielicznymi przerwami międzyoperacyjnymi.

Przykład zastosowania powłoki; w skrzynce do nawęglania lub wyżarzania lub w tyglu hartowniczym należy pokryć całe powierzchnie zewnętrzne i wewnętrzne powłoką dyfuzyjną.

1.3. Określenia

1.3.1. Podłoże - stal lub staliwo niskowęglowe, żeliwo sferoidalne, ciągliwe i modyfikowane, na które nakładana jest powłoka dyfuzyjna.

1.3.2. Warstwa natryskana - warstwa aluminium naniesiona na podłoże za pomocą metalizacji natryskowej, nie poddana obróbce cieplnej.

1.3.3. Warstwa ochronna - warstwa złożona ze szkła wodnego i piasku lub grafitu, glinki kaolinowej i szkła wodnego, która chroni warstwę natryskaną przed utlenieniem w czasie obróbki cieplnej.

1.3.4. Powłoka dyfuzyjna - żaroodporna dyfuzyjna powłoka aluminiowa na stali i staliwie niskowęglowym, żeliwie sferoidalnym, ciągliwym i modyfikowanym otrzymana po obróbce cieplnej (wyżarzaniu) warstwy natryskowej.

1.4. Normy związane

PN-75/H-82163 Aluminium do przetopienia. Gatunki

PN-76/H-83101 Żeliwo szare. Gatunki

PN-76/H-83123 Żeliwo sferoidalne niestopowe. Gatunki

PN-77/H-83151 Staliwo konstrukcyjne węglowe i stopowe. Odlewy. Ogólne wymagania i badania

PN-68/H-83221 Żeliwo ciągliwe. Gatunki

PN-72/H-84020 Stal węglowa konstrukcyjna zwykłej jakości ogólnego przeznaczenia. Gatunki

PN/N-03002 Statystyczna kontrola jakości. Badanie towarów według oceny alternatywnej za pomocą małych próbek

2. WYMAGANIA

2.1. Materiał

2.1.1. Podłoże. Na podłoże dyfuzyjnej powłoki aluminiowej należy stosować:

- stali i staliwa o zawartości węgla nie przekraczającej 0,25%; dopuszcza się w przypadkach uzasadnionych technicznie stosowanie stali o wyższej zawartości węgla; stali węglowe - wg PN-72/H-84020; staliwa marki 15L i 20L wg PN-77/H-83151,

- żeliwa o strukturze ferrytycznej;

- żeliwo sferoidalne ferrytyczne wg PN-76/H-83123,

- żeliwo ciągliwe białe wg PN-76/H-83221,

- żeliwo szare modyfikowane wg PN-76/H-83101.

2.1.2. Aluminium na powłokę. Na warstwę natryskaną należy stosować aluminium o sumie zanieczyszczeń, za wyjątkiem żelaza, nie przekraczającej 0,5%. Powinno być stosowane aluminium cechy A1 wg PN-75/H-82163. Dopuszcza się stosowanie aluminium cechy A2.

Instytut Mechaniki Precyzyjnej
 Ustanowiona przez Ministra Przemysłu Ciężkiego dnia 24 kwietnia 1964 r.
 jako norma obowiązująca w zakresie wykonania i odbioru od dnia 30 lipca 1968 r.
 (Mon. Pol. nr 32/1968 poz. 220)

2.1.3. Warstwa ochronna. Stosuje się następujące materiały:

- a) szkło wodne - roztwór wodny technicznie czystych związków krzemianu sodowego, krzemianu potasowego lub ich mieszaniny; masa właściwa szkła wodnego powinna wynosić $1,222 + 1,344 \text{ g/cm}^3$ w temperaturze $15^\circ\text{C}/4^\circ\text{C H}_2\text{O}$,
- b) grafit - można stosować grafit odpadowy, np. drobniemielony grafit z zużytych elektrod; ziarna grafitu powinny przechodzić przez sito o wymiarze oczek 0,06 mm,
- c) glina kaolinowa powinna być technicznie czysta; ziarna glinki kaolinowej powinny przechodzić przez sito o wymiarze oczek 0,06 mm.

2.2. Warunki wykonania powłoki dyfuzyjnej

2.2.1. Przygotowanie powierzchni do natryskiwania ma na celu oczyszczenie z tłuszczu, zgorzeliny, rdzy, brudu i innych zanieczyszczeń oraz nadanie jej odpowiedniej chropowatości.

2.2.2. Odtłuszczenie powinno być wykonane za pomocą jednego z podanych sposobów:

- a) wypalenia palnikiem gazowym - aż do zaniku dymienia,
- b) wyprażenia w piecu - w temperaturze 500°C w czasie 0,5 h,
- c) przemywanie środkami chemicznymi - trójchloroetylenem lub czterochlorkiem węgla.

2.2.3. Obróbka strumieniowa (piaskowanie) powinno być wykonane po uprzednim odtłuszczeniu powierzchni. Piaskowanie wykonuje się za pomocą piaskownic dowolnego typu w zależności od rodzaju i wielkości przedmiotów.

Do oczyszczania podłoża za pomocą obróbki strumieniowej (piaskowanie lub żwirowanie) można stosować następujące materiały ściernie w stanie czystym i suchym:

- a) piasek zwykły kwarcowy, płukany o ostrych krawędziach, który przechodzi przez sito o wymiarze oczka 1,25 mm i zatrzymuje się na sicie o wymiarze oczek 0,5 mm, przy czym co najmniej 50% zatrzymuje się na sicie o wymiarze oczek 0,8 mm; nie należy stosować piasku rzeczno-ego o zaokrąglonych krawędziach,
- b) żwir żeliwny - są to drobne ostrokrawędziowe ziarna żeliwa białego; ziarna te przechodzą przez sito o wymiarze oczka 1 mm, zatrzymują się na sicie o wymiarze oczek 0,5 mm, przy czym co najmniej 40% zatrzymuje się na sicie o wymiarze oczek 0,8 mm; ziarna żwiru żeliwnego nie mogą być skorodowane lub ze stępionymi krawędziami,
- c) korund naturalny lub elektrokorund, którego ziarna przechodzą przez sito o wymiarach oczek 1,4 mm i zatrzymują się na sicie o wymiarach oczek 0,8 mm, przy czym co najmniej 40% tych ziarn pozostaje na sicie o wymiarze oczek 1 mm.

Należy zwracać uwagę, aby cała powierzchnia przedmiotu została dokładnie opiaskowana. Po opiaskowaniu powierzchnia nie może ulec zanieczyszczeniu.

2.3. Natryskiwanie aluminium

2.3.1. Przerwa pomiędzy czyszczeniem powierzchni i natryskiwaniem

Przy normalnym nawilgoceniu powietrza w temperaturze otoczenia powyżej 10°C przerwa nie powinna wynosić więcej niż 2 + 3 h.

Jeżeli przerwa była dłuższa niż 2 + 3 h, przedmiot należy piaskować ponownie. Bezpośrednio przed wykonaniem warstwy natryskanej należy powierzchnię piaskową oczyścić z pyłów za pomocą sprężonego powietrza oczyszczonego wg specjalnych wymagań dla metalizowania.

2.3.2. Grubość warstwy natryskwanego aluminium powinna wynosić 0,4 + 0,5 mm. W grubości tej uwzględniony jest nadmiar aluminium przewidziany na straty powstające w czasie wyżarzania dyfuzyjnego. Dopuszcza się w uzgodnieniu z zamawiającym najmniejszą grubość warstwy natryskanej 0,3 mm.

Dla powłok dyfuzyjnych chroniących przedmioty obrabiane plastycznie dopuszcza się najmniejszą grubość warstwy równą 0,2 mm.

W celu uzyskania warstwy natryskanej o przeciętnej grubości 0,1 mm należy natryskać około 0,275 kg drutu aluminium o średnicy 3,2 mm na 1 m^2 powierzchni. Podana wielkość obowiązuje przy natryskiwaniu dużych powierzchni np. blach.

2.3.3. Parametry natryskiwania. Ciśnienie gazów dla pistoletów gazowych oraz warunki prądowe dla pistoletów elektrycznych należy stosować zgodnie z instrukcją dla posiadanego typu pistoletu wg informacji dodatkowej. Odległość pistoletu od podłoża, w czasie wykonywania warstwy natryskanej, powinna być mniejsza od podanej w instrukcji dla natryskiwania innymi metalami.

Przy stosowaniu pistoletu gazowego typu Metal 63A lub Metal 63B odległość ta wynosi:

- przy wykonaniu pierwszej warstwy 80 + 100 mm,
- przy wykonaniu warstw następnych 100 + 120 mm.

Przy stosowaniu pistoletu elektrycznego typu BMG-76 i BM-79 odległość wynosi:

- dla pierwszej warstwy 100 mm,
- dla warstw następnych 120 + 150 mm.

W celu uzyskania równomiernej grubości warstwy pistolet należy przesuwac ruchem jednostajnym.

Dla uzyskania grubości warstwy 0,4 + 0,5 mm należy natryskiwać kilka warstw. Warunkiem prawidłowego natryskiwania jest, aby:

- a) przy natryskiwaniu kolejnych warstw kierunek prowadzenia pistoletu był prostopadły do poprzedniego,

b) przy natryskiwaniu warstwy każde następne pasmo metalu zachodziło na połowę pasma poprzedniego.

2.4. Nakładanie warstwy ochronnej. Warstwa ochronna ma za zadanie izolowanie aluminium od tlenu powietrza w czasie wyżarzania przedmiotu i umożliwia dyfuzję aluminium do podłoża. Poleca się stosować na warstwy ochronne dwa rodzaje mieszanin:

- a) szkła wodnego i piasku,
- b) 44% glinki kaolinowej, 47% grafitu mielonego, 9% szkła wodnego.

2.4.1. Warstwy ochronne powinny być nakładane następująco:

a) szkło wodne należy nanosić pędzlem lub na mniejsze przedmioty przez zanurzenie; po naniesieniu szkła wodnego, wilgotną jego powierzchnię zaleca się posypać dokładnie suchym odsianym piaskiem, wysuszyć, powtórnie pokryć szkłem wodnym oraz dokładnie wysuszyć,

b) mieszaninę glinki kaolinowej, grafitu i szkła wodnego należy nanosić na przedmiot za pomocą pędzla; cała powierzchnia warstwy natryskanej musi być dokładnie zabezpieczona warstwą ochronną.

2.4.2. Suszenie warstwy ochronnej ma na celu odprowadzenie z niej nadmiernej wilgoci. Można suszyć na wolnym powietrzu, na słońcu, w suszarkach w temperaturze około 50°C lub promieniami podczerwonymi. Suszenia nie należy prowadzić zbyt szybko, ponieważ zawarta w szkłe woda parując wytwarza gwałtownie na powierzchni warstwy ochronnej pęcherze. Jeżeli powstanie pęcherz, należy go usunąć i odstąpięte miejsce przedmiotu należy powtórnie zabezpieczyć warstwą ochronną i wysuszyć.

2.5. Obróbka cieplna. W celu przeprowadzenia dyfuzji aluminium do podłoża należy przedmiot poddać wyżarzaniu dyfuzyjnemu w temperaturze $800\pm 900^{\circ}\text{C}$.

Wykonanie wyżarzania dyfuzyjnego:

- a) przedmiot wstawia się do pieca podgrzanego do temperatury $600 + 700^{\circ}\text{C}$,
- b) podgrzewa się do temperatury $800 + 900^{\circ}\text{C}$,
- c) wygrzewa się w temperaturze 800°C przez $2 + 3$ h,
- d) studzi się w piecu do temperatury około 300°C ,
- e) wyjmuje się z pieca i studzi na wolnym powietrzu.

Warstwa ochronna nie może być uszkodzona przy wstawianiu przedmiotu do pieca i w czasie wyżarzania dyfuzyjnego. Po wyjęciu przedmiotu z pieca i w czasie eksploatacji należy unikać silnych uderzeń, ponieważ warstwa dyfuzyjna bezpośrednio po wyżarzeniu składa się z twardych i kruchych związków żelaza z aluminium, mało odpornych na działanie mechaniczne. Dopiero po kilkudziesięciu godzinach pracy w temperaturze 800°C kruche związki chemiczne przechodzą w bardziej plastyczne roztwory stałe aluminium w żelazie.

Pozostałe na powierzchni przedmiotu resztki warstwy ochronnej w zasadzie nie przeszkadzają w eksploatacji i można je pozostawić.

2.6. Usuwanie punktowych nieciągłości powłoki. Jeżeli w czasie kontroli wykonania powłoki dyfuzyjnej zostaną wykryte przedmioty z wadami powłoki, usterki te należy usunąć w następujący sposób:

O ile miejsce z wadami powłoki jest małe, należy je opiaskować przez szablon, odstaniając także warstwę na obrzeżach uszkodzenia o szerokości około 2 cm wg 2.2, następnie natryskać warstwę aluminium wg 2.3, pokryć cały przedmiot warstwą ochronną wg 2.4 i wyżarzyć dyfuzyjnie wg 2.5.

Dopuszczalne jest wyżarzanie dyfuzyjne w miejscu uszkodzenia do temperatury czerwonego żaru przeprowadzone płomieniem redukcyjnym palnika acetylenowego, po uprzednim opiaskowaniu i natryskaniu warstwy aluminium bez nakładania warstwy ochronnej.

Jeżeli miejsca z wadami powłoki stanowią około 15% ogólnej powierzchni lub podany wyżej sposób usuwania braków byłby nieekonomiczny, należy cały przedmiot ponownie pokryć powłoką dyfuzyjną.

3. PRZECHOWYWANIE I TRANSPORT

W czasie przechowywania i transportu przedmiotów z żaroodporną powłoką dyfuzyjną nie należy uderzać lub gwałtownie przesuwac, aby nie uszkodzić powłoki. Powłoka dyfuzyjna ma w stosunku do podłoża zwiększoną odporność na korozję atmosferyczną, lecz mimo to przedmioty z powłoką dyfuzyjną należy przechowywać w pomieszczeniach suchych i przewiewnych. Należy unikać przechowywania przedmiotów z powłoką w atmosferze oparów kwasów.

4. EKSPLOATACJA

W czasie eksploatacji należy unikać:

- zbyt gwałtownego operowania przedmiotem w czasie transportu przez pierwsze 50 h,
- silnych uderzeń szczególnie w czasie stygnięcia, w zakresie temperatur $600 \pm 300^{\circ}\text{C}$,
- uderzeń w powierzchnie pokryte powłoką dyfuzyjną.

Eksploatować przedmioty w temperaturze wg 1.2.

5. BADANIA

5.1. Rodzaje badań. Każdy przedmiot, na którym wykonuje się żaroodporną powłokę dyfuzyjną podlega następującym badaniom przy kontroli wstępnej i międzyoperacyjnej:

- a) sprawdzenie materiałów (2.1.1, 2.1.2, 2.1.3, 2.2.3),
- b) sprawdzenie przygotowania podłoża (2.2.3, 2.3.1),
- c) sprawdzenie warstwy natryskowej (2.3.2),
- d) sprawdzenie warstwy ochronnej (2.4, 2.5).

Przy kontroli gotowego wyrobu:

- a) sprawdzenie powierzchni,
- b) sprawdzenie mikrograficzne.

5.2. Kontrola wstępna i międzyoperacyjna

5.2.1. Sprawdzenie materiałów. Za podstawę kontroli należy przyjąć atest hutniczy, w którym podano cechę materiału oraz jego skład chemiczny. Stal użyta do spawania części podłoża powinna odpowiadać warunkom podanym w 2.1.1.

- Drut aluminiowy z atestem wg 2.1.2,
- materiały ściernie wg 2.2.3,
- materiały na warstwę ochronną wg 2.1.3.

5.2.2. Sprawdzenie przygotowania podłoża przeprowadza się nieuzbrojonym okiem w celu stwierdzenia:

- właściwego opiaskowania całej powierzchni przedmiotu, przeznaczonej do nałożenia warstwy żaroodpornej. Czysta powierzchnia posiada równomierne matowo-szare zabarwienie.

- nieobecności plam tłuszczu wydobywających się z porów,
- nieobecności zanieczyszczeń powstałych w czasie transportu.

Należy również ustalić czy przerwa pomiędzy czynnością piaskowania i natryskiwania nie była dłuższa niż 3 h.

Jeżeli kontrola wykryje obecność tłustych plam, zanieczyszczeń, miejsc nieopiaskowanych lub źle opiaskowanych, przerwę dłuższą niż 3 h, przedmiot należy powtórnie opiaskować.

5.2.3. Sprawdzenie warstwy natryskanej przeprowadza się w celu stwierdzenia:

- równomierności warstwy na całej powierzchni przedmiotu przeznaczonego do natryskiwania,
- odstawania natryskanej warstwy aluminium od podłoża.

Należy również stwierdzić, czy w czasie natryskiwania przestrzegano parametry i odległości.

Średnią grubość warstwy w granicach $0,3 \pm 0,5$ mm lub najmniejszą dopuszczalną grubość 0,2 mm należy ustalać w oparciu o wyliczenie zużycia drutu na jednostkę powierzchni wg 2.3.2, lub za pomocą grubościomierzy magnetycznych i elektromagnetycznych.

Grubociomierze należy stosować tylko do pomiaru grubości warstwy na zewnętrznych powierzchniach przedmiotów, przy czym odległość punktów pomiaru nie powinna być większa niż 200 mm.

5.2.4. Sprawdzenie warstwy ochronnej przeprowadza się nieuzbrojonym okiem w celu stwierdzenia:

- nałożenia warstwy ochronnej na całą powierzchnię warstwy natryskanej,

- odpowiedniego związania warstwy ochronnej z warstwą natryskaną bez pęcherzy lub pęknięć,

- dobrego związania piasku ze szkłem wodnym.

Za kryterium oceny wystarczające jest stwierdzenie, czy przy pocieraniu powłoki ręką piasek nie odpada od szkła wodnego.

Wykryte usterki należy usunąć przez ponowne nałożenie warstwy ochronnej na uszkodzone miejsca.

Przed wyżarzaniem dyfuzyjnym należy sprawdzić:

- wysuszenie warstwy ochronnej,
- temperaturę w komorze pieca, która powinna być zgodna z 2.5 a).

5.3. Kontrola gotowego wyrobu

5.3.1. Sprawdzenie powierzchni przeprowadza się nieuzbrojonym okiem, przy czym ocenia się jakość powłoki na podstawie jej barwy i wyglądu zewnętrznego:

Barwy właściwej nieoczyszczonej powłoki dyfuzyjnej są następujące:

- biała (nalot w postaci pyłu), szarobiała, szara, wiśniowa lub wiśniowo-szara.

Źle wykonana powłoka ma zwykle zabarwienie czarne. Przy stosowaniu powłok ochronnych z grafitem należy miejsca czarne oczyścić miękką szmatką, szczotką drucianą i ustalić właściwą barwę powłoki.

Na dobrze wykonanej powłoce nie powinny występować spłynięcia aluminium w kierunku dolnych części przedmiotu. Nie powinno być plam pokrytych zgorzeliną.

Obecność czarnych plam świadczy o zbyt małej dyfuzji aluminium do podłoża, braku w tym miejscu warstwy ochronnej, zbyt małej grubości warstwy aluminium lub zbyt wysokiej temperatury wyżarzania.

Plama zgorzeliny świadczy o braku powłoki dyfuzyjnej w tym miejscu.

5.3.2. Sprawdzenie mikrograficzne

5.3.2.1. Wybór próbek do badania. Przy produkcji masowej, na żądanie zamawiającego podane w zamówieniu, dopuszcza się przeprowadzenie kontroli budowy warstwy dyfuzyjnej, w każdej partii przedmiotów. Wybór próbek do badań należy dokonać metodą losową na ślepo zgodnie z PN/N-03002, względnie w inny sposób, uzgodniony między dostawcą i odbiorcą.

5.3.2.2. Wykonanie próbek. Należy uciąć po dwie próbki o długości co najmniej 20 mm. Próbki należy wycinać z górnej części przedmiotu, bez wykruszenia warstwy na brzegu próbki.

5.3.2.3. Szlifowanie i trawienie próbki. Po zainkludowaniu próbki należy szlifować, polerować a następnie trawić. Należy trawić najpierw 3-procentowym roztworem wodnym lub alkoholowym kwasu azotowego (HNO_3), albo

wodnym lub alkoholowym roztworem kwasu pikrynowego, a następnie trawić 0,5-procentowym wodnym roztworem fluorowodoru (H_2F_2).

Obserwacje mikroskopowe powinny być prowadzone przy powiększeniu 100 lub 200-krotnym.

5.4. Ocena wyników

5.4.1. Powłoka dobra. Warunkiem koniecznym dobrze wykonanej powłoki dyfuzyjnej jest jej ciągłość na całej długości badanej próbki. Częściowe wykruszenia warstwy dyfuzyjnej powstałe w czasie przygotowania próbki, widoczne pod mikroskopem w postaci czarnych plam, nie dyskwalifikują powłoki dyfuzyjnej.

5.4.2. Powłoka zła wykazuje następujące wady:

- nieciągłość w warstwie dyfuzyjnej (przerywany front dyfuzji związków Fe-Al w podłożu),
- ślady korozji w miejscach nieciągłości warstwy dyfuzyjnej.

Przyczyny powstawania wad są następujące:

- a) niewłaściwy materiał podłoża,
- b) źle przygotowana powierzchnia przedmiotu,
- c) uszkodzenie warstwy ochronnej.

Jeżeli w czasie odbioru metalograficznego zostaną stwierdzone wyżej podane wady wykonania powłoki dyfuzyjnej, odbiorca ma prawo odrzucić partię przedmiotów, w których znajdowała się badana próbka.

KONIEC

INFORMACJE DODATKOWE

1. Uzupełnienia do normy znajdują się w następujących wydawnictwach:

- Poradnik Metalizacji Natryskowej PWT 1959,
- Instrukcja Obsługi i Konserwacji Pistoletów: gazowego typ Metal 63A i Metal 63B i elektrycznego typ BMG-76 i BM-79,
- W. Milewski, Elektrometalizacja WNT 1968,

- J. Brennek, W. Milewski, Natryskiwanie cieplne powłok ochronnych IW CRZZ 1978 r.,

- Zbiór Przepisów Bezpieczeństwa i Higieny Pracy W.Z. 1960 r.

2. Uwagi do wydania V

- a) uaktualniono normy związane,
- b) poprawiono oczywiste błędy.