

1. Metoda kontaktowo-gazowa

Metoda kontaktowo-gazowa nazywana także proszkową należy do najstarszych i najszerzej stosowanych metod wytwarzania dyfuzyjnych warstw na podłożu żarowytrzymałych nadstopów niklu

Metoda kontaktowo-gazowa polega na tym, że przedmiot na którym ma zostać wytworzona warstwa umieszcza się w kontenerze i zasypuje mieszaniną proszkową. W skład mieszaniny wchodzi : aktywne proszki Al,Cr,Si,Ti,Ni, obojętny wypełniacz oraz aktywator.

W procesie dyfuzyjnego nasycania aktywatory przyspieszają transport masy nasycającego pierwiastka do powierzchni pokrywanego wyrobu.

W trakcie nagrzewania, produkty odparowania lub rozkładu aktywatora wypychają powietrze z przestrzeni roboczej urządzenia, w której zachodzi nasycanie i zapobiegają utlenianiu nasyconego metalu i mieszaniny proszkowej. Jako aktywator stosuje się najczęściej halogenki : NH_4Cl , NH_4F NH_4J , NaC , NaF itp.

Mechanizm dyfuzyjnej metalizacji w obecności halogenków polega na tworzeniu fazy gazowej o wysokim ciśnieniu parcjnym halogenków nasycającego pierwiastka, z następnym transportem pierwiastkiem powłokotwórczego na powierzchnię obrabianego wyrobu.

Obojętny wypełniacz zapobiega spiekaniu się mieszaniny nasycającej w temperaturze prowadzenia procesu. Najczęściej w tym celu jest stosowany Al_2O_3 ze względu na jego wysoką temperaturę topnienia, powszechność występowania i niską cenę, rzadziej stosuje się Cr_2O_3 lub MgO

Typowa technologia otrzymywania dyfuzyjnych pokryć metodą proszkową jest następująca :

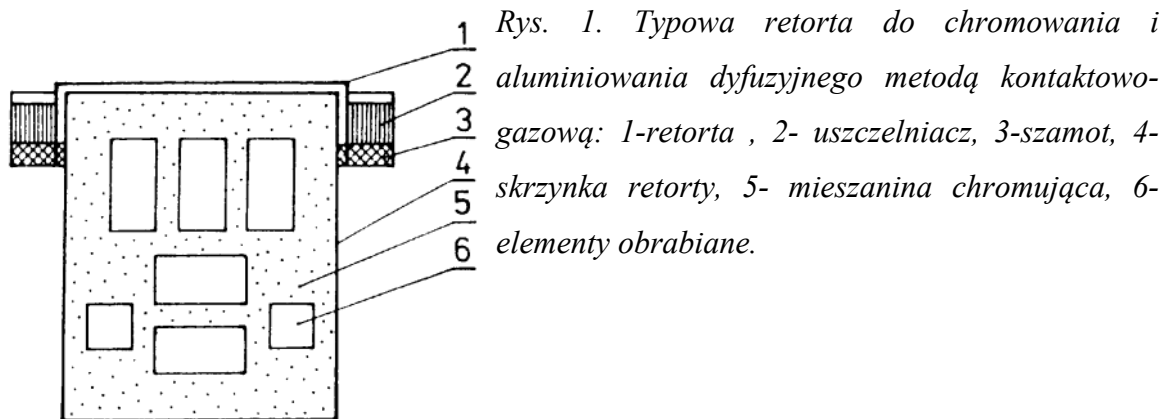
- dokładne mieszanie składników mieszaniny
- nasypanie na dno kontenera warstwy proszku o grubości 20-30 mm
- ułożenie pokrywanych elementów zasypując je proszkiem w taki sposób aby nad detalami znajdowała się warstwa proszku o grubości 20-30 mm
- zamykanie kontenera pokrywką
- uszczelnienie pojemnika w celu zamknięcia dostępu powietrza z atmosfery. Realizowane jest to poprzez zakrycie szkłem ołoiowym lub przez stosowanie atmosfer ochronnych (argon wodór)

Parametry procesu metodą proszkową :

Temperatura 900 – 1100 °C

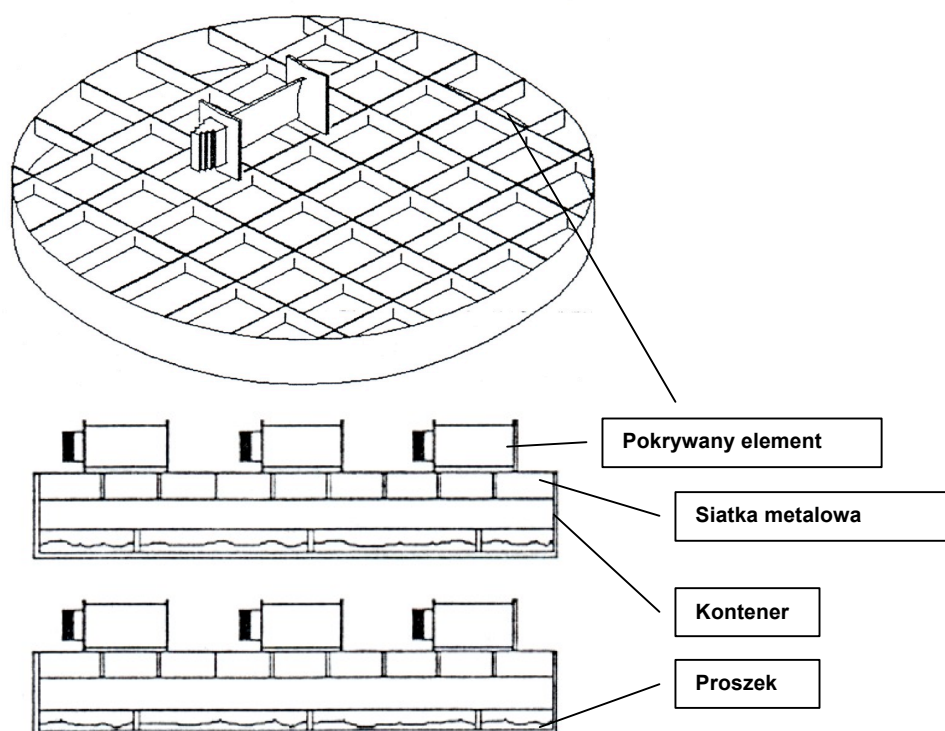
Czas 2-20 h

Pokrywanie metodą kontaktowo-gazową można przeprowadzać w typowych pieca komorowych stosowanych np. do hartowania stali dostosowanych do pracy w temperaturze do 1100 °C



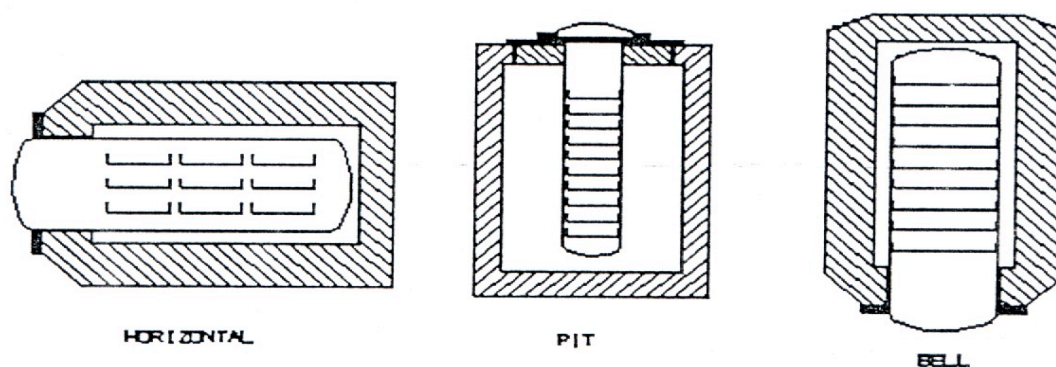
2. Metoda gazowa bezkontaktowa

Rozwinięciem metody kontaktowo – gazowej jest metoda bezkontaktowa. Podstawowy założeniem tej metody jest oddzielenie pokrywanych elementów od mieszaniny proszkowej. Detale umieszcza się na perforowanej siatce metalowej nad mieszaniną albo wieszka na drutach nad proszkiem (rys. 3.).



Rys. 3. Sposób umieszczania elementów nad proszkiem w metodzie gazowej bezkontaktowej

Kontener wraz z elementami umieszczany jest w szczelnym reaktorze – retorcie zwykle o kształcie walca, zaś samą retortę umieszcza się w piecu. Piec z retortą może być w układzie poziomym lub pionowym (kołpakowy, szybowy) rys. 4. W celu zabezpieczenia procesu przed powietrzem stosuje się obniżone ciśnienie oraz atmosferę ochronną argonu.



Rys. 4. Piec z retortą w układzie poziomym i pionowym.

Przebieg procesu jest następujący:

- przygotowanie mieszaniny składników do pokrywania i dodanie aktywatora
- umieszczenie proszku na dnie kontenera

- umieszczenie detali na siatce
- ułożenie kontenera w retorcie pieca
- uruchomienie systemu podawania argonu i pomp próżniowych
- umieszczenie retorty wewnątrz uprzednio nagrzanego pieca
- schłodzenie retorty po zakończeniu wyżarzania

Parametry procesu są zbliżone do metody kontaktowo-gazowej i zależą od zastosowanej mieszaniny i aktywatora oraz oczekiwanych parametrów powłoki.

Aluminiowanie metodą bezkontaktową

Proces aluminiowania odbywa się w temperaturze w zakresie 900-1000°C pod stałym niskim ciśnieniem argonu. Aluminium jest transportowane z materiału źródłowego w reaktorze poprzez fazę gazową (pary) na przedmiot obrabiany, gdzie dyfunduje tworząc warstwę nikiel-aluminium. W procesie jest stosowany aktywator (halogenki: fluorki, chlorki, borki). Zwykle aluminiowanie odbywa się w proszku złożonym w większości z Al_2O_3 z niewielką ilością proszku aluminiowego i chlorku amonu. Aluminium jest wprowadzane do proszku w formie płatków wraz z kwasem stearynowym w celu zapobieżenia eksplozji. Al zawiera również niewielką sodu ponieważ metaliczne może redukować związki sodu dając czysty wolny sód w trakcie procesu

Przebieg reakcji chemicznych w trakcie aluminiowania metodą bezkontaktową jest następujący: W trakcie ogrzewania chlorek amonu dysocjuje w temperaturze 300 °C dając amoniak i chlorowodór. Chlorowodór „atakuje” metaliczne aluminium tworząc trójtchlorek Al. Reakcja ta zachodzi szybko w temp. 400-600°C. W temperaturze 750 °C trójtchlorek aluminium reaguje z większą ilością metalicznego Al tworząc AlCl . Chlorki, mające lekko kwaśny odczyn będąc w stanie lotnym powyżej 850°C zaczynają parować poprzez proszek. Kiedy chlorek natknie się na powierzchnię elementu ze stopu niklu tworzy na niej warstwę związku Ni-Al i trójtchlorek, który może dyfundować dalej. Aluminidek niklu dyfunduje w głąb podłoża otwierając drogę dla większej ilości aluminium dochodzącego do warstwy. Tymczasem trójtchlorek aluminium dyfunduje dalej poszukując większej ilości metalicznego aluminium dążąc do przemiany w chlorek aluminium, W konsekwencji proces trwa dopóki warstwa jest nasycana aluminium.

Przebieg procesu można zilustrować za pomocą równań:

