

AZOTOWANIE JAKO TERMO-CHEMICZNA OBRÓBKA DYFUZYJNALA ZMIANY WARSTWY ZEWNĘTRZNEJ

Z. Sz wajka, J. Jaskó lski, K. Go lda

Instytut Pojazdów Samochodowych i Silników Spalinowych

Politechnika Krakowska

31-155 Kraków, ul. Warszawska 24, tel. (012) 628 26 42

Streszczenie. W artykule przedstawione zostały metody azotowania pierścieni silników spalinowych oraz zalecane kształty pierścieni.

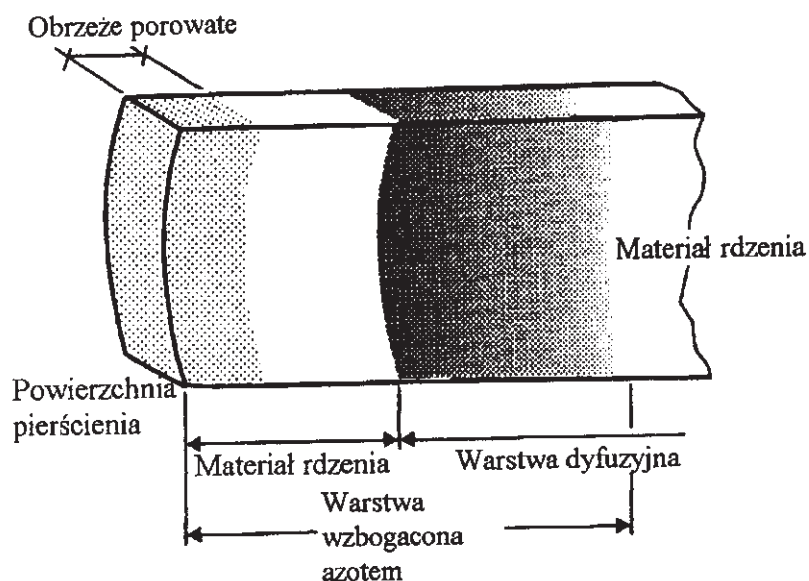
1. Wstęp

Z uwagi na dalszy wzrost wydajności silników powłoki chromowe ze względu na ograniczoną odporność na nadpalanie i powłoki molibdenowe nanoszone metodą płomieniową z uwagi na ograniczoną odporność na wykruszanie doszły już w niektórych przypadkach do granicy możliwości ich stosowania. W ich miejsce jako korzystne okazały się w międzyczasie powłoki nanoszone metodą natryskiwania plazmowego. Oprócz tego próbowane są alternatywne technologie nanoszenia powłok a mianowicie obróbka termo-chemiczna. Jako przykłady obróbki termo-chemicznej stosowane są w przemyśle na całym świecie azotowanie i cyjanowanie elementów konstrukcyjnych i narzędzi, gdyż dzięki takiej obróbce można osiągnąć istotną poprawę właściwości warstw zewnętrznych odnośnie odporności na zużycie, korozję i wytrzymałość zmęczeniową. W motoryzacji te metody znajdują główne zastosowanie w częściach poddanych wysokim obciążeniom ciernym jak np. koła zębate przekładni, wały korbowe i rozrządu [1,2] oraz w ograniczonym zakresie do tulei cylindrowych silników wysokoprężnych samochodów ciężarowych [3].

2. Azotowanie jako termo-chemiczna obróbka dyfuzyjna dla zmiany warstwy zewnętrznej

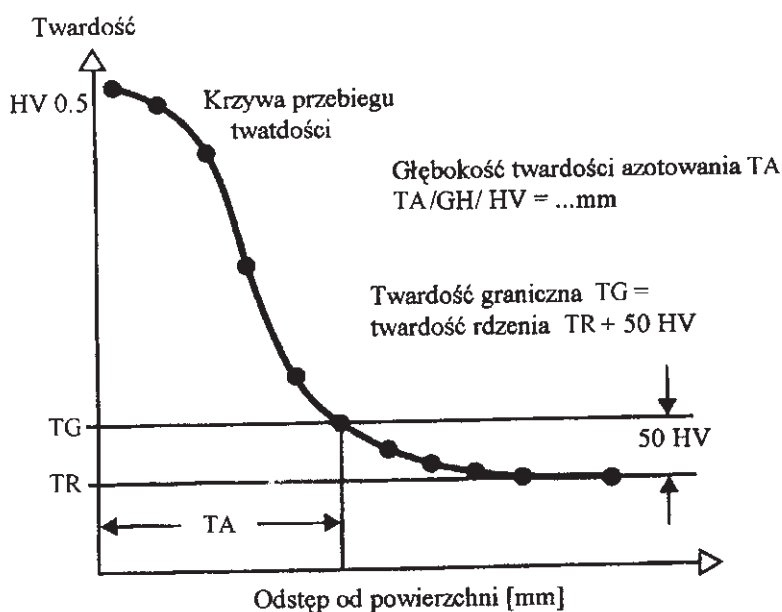
Obróbka termo-chemiczna jest obróbką, przez którą skład chemiczny jakiegoś materiału zostaje na skutek dyfuzji celowo zmieniony. Dla zabezpieczenia przed zużyciem interesujące są przede wszystkim te metody, dzięki którym obszar przypowierzchniowy materiału zostaje wzbogacony w pierwiastki.

Do tych metod należy - obok nawęglania, borowania, wanadyzowania itp. - azotowanie względnie cyjanowanie (azotonawęglanie) w trakcie, których w warstwę powierzchniową materiałów o podstawie żelazowej wprowadzony zostaje azot względnie niewielkie ilości węgla. Azotowane elementy konstrukcyjne są z reguły przetrzymywane przez parę godzin w temp. 450-580 °C (stosowanie do metody azotowania). Dyfundujący azot tworzy strefę związku chemicznego składającą się z warstw czystego azotku oraz strefę dyfuzji, w której zawartość azotku spada ciągle aż do wartości szczątkowej w materiale podstawowym. Rys. 1 pokazuje schematyczną strukturę warstwy powierzchniowej po azotowaniu.



Rys. 1. Schematyczna struktura warstwy powierzchniowej po azotowaniu

Strefa związku chemicznego i strefa dyfuzji nie są w przeciwieństwie do pokryć galwanicznych lub natryskiwanych ogniowo warstwami (powłokami) nałożonymi na powierzchnię. Obie strefy są raczej wrosnięte w powierzchnię i leżącą pod nią warstwę powierzchniową. Wzbogacenie azotem, a przy cyjanowaniu występujące dodatkowo wzbogacenie węglem zmieniają stan struktury i tym samym podatność na ścieranie, podatność na korozję oraz podatność na zmianę kształtu materiałów o podstawie żelazowej. Rozpuszczony a także wydzielony azot podwyższają twardość, i to tym silniej im większy jest udział azototwórczych pierwiastków stopowych. Przebieg zawartości azotku w przekroju odpowiada przebiegowi twardości. Z krzywej przebiegu twardości, rys. 2, można określić głębokość twardości azotowania. Jest ona odstępem w mm od powierzchni do punktu, w którym twardość wg Vickersa jest jeszcze wyższa o 50 HV niż twardość w rdzeniu. Krzywa przebiegu twardości jest z reguły mierzona przy obciążeniu 5 N względnie 2,5 N.



Rys. 2. Określenie głębokości twardości azotowania TA.

3. Metody azotowania względnie cyjanowania

Przegląd stosowanych w przemyśle technologii azotowania i cyjanowania można znaleźć w literaturze [4, 5]. W tablicy 1 przedstawione zostały te metody, które są w praktyce najszerzej stosowane i dlatego zostały wybrane dla pierścieni tłokowych.

Metoda azotowania	Temperatura obróbki	Czas trwania obróbki
Azotowanie kąpielowe	570 ... 610 °C	10 min ... 4 h
Azotowanie gazowe	ok. 550 °C	20 h ... 100h
Krótkotrwałe azot. gazowe	530 ... 580 °C	10 min ... 18 h
Azotowanie plazmowe	450 ... 600 °C	10 min ... 48 h

Tablica 1. Metody azotowania i cyjanowania stosowane do pierścieni tłokowych.

W azotowaniu kąpielowym przedmioty azotowane przetrzymywane są z reguły do trzech godzin w roztopionej kąpeli cyjanków i cyjanianów w temperaturze 570°C. Cyjaniany rozkładają się na powierzchni żelaza i wyzwalają azot oraz niewielkie ilości węgla.

Azotowanie gazowe zachodzi w atmosferze zawierającej amoniak w temp. 530-580 °C. Z uwagi na długi czas obróbki (ok. 20 - 100h) znaczenie techniczne tej metody zmalało. Dziś została ona w znacznej mierze zastąpiona cyjanowaniem gazowym określanym także pojęciem "krótkotrwałe azotowanie gazowe". Przez dodatek węgla w postaci CO₂ lub CO dyfuzja azotu zostaje tak silnie przyspieszona, że czas obróbki jest taki sam jak przy azotowaniu kąpielowym (ok. 10 min - 18h).

Przy azotowaniu plazmowym, przedmioty zostają elektrycznie izolowane i w atmosferze tlenu i azotu poddawane są wyładowaniu jarzeniowemu. Azotowanie plazmowe zachodzi w przeciwieństwie do innych metod azotowania już w temperaturze 450 °C, w związku z czym mogą mu być poddawane także materiały czułe na odpuszczanie.

Zasadniczo wszystkimi podanymi metodami można osiągnąć podobne głębokości wnikania, jeżeli parametry, temperatura i czas trwania zostały odpowiednio określone. Osiągana twardość powierzchni oraz warstwy powierzchniowej jest również określana przez materiał, temperaturę i czas trwania obróbki.

W zależności od ustawienia parametrów można uzyskać warstwy naazotowane i warstwy cyjanowane o różnorodnej strukturze strefy związku chemicznego lub także warstwy czysto dyfuzyjne bez strefy związku chemicznego.

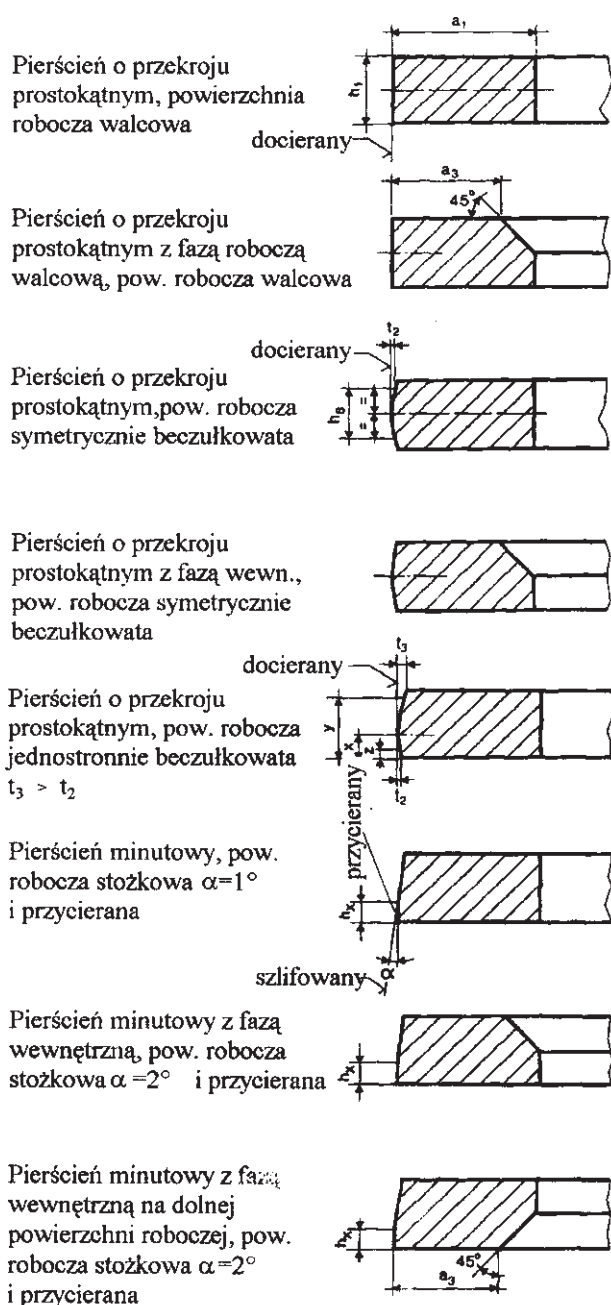
Czasami rezygnuje się z tworzenia stref związku chemicznego, gdyż te strefy o grubości do 20µm charakteryzują się dużą twardością, w związku, z czym są bardzo kruche i mają skłonność do odpryskiwania.

Grubość warstwy naazotowanej jest skutkiem wpływu temperatury obróbki a nie czasu trwania obróbki [4,5]. Osiągana przez azotowanie twardość powierzchni jest tym wyższa im większy jest udział azototwórczych pierwiastków stanowiących dodatki stopowe jak Cr, Al, Mo, V i W, które pod wpływem azotu tworzą wydzielanie się azotków w osnowie. Odwrotnie zaś głębokość twardości azotowania jest tym mniejsza im większy jest udział tych pierwiastków. Należy więc zatem każdorazowo znaleźć kompromis między twardością a grubością warstwy naazotowanej dążąc przy tym do zachowania minimalnej grubości warstwy. Grubość warstwy naazotowanej w górę przy stosunkowo małych przekrojach pierścieni tło-

kowych jest ograniczona tym, że przy zbyt dużym rozszerzaniu się przekroju w porównaniu do pozostałego przekroju rdzenia, może znacznie obniżyć się wytrzymałość kształtowa. Dla materiałów na pierścienie tłokowe temperatura azotowania nie powinna na ogół być wyższa niż temperatura odpuszczania materiału podstawowego w stanie ulepszonym, aby inne właściwości np. wytrzymałość i elastyczność nie uległy większym zmianom w obszarze rdzenia.

4. Wytyczne dla konstrukcji pierścieni cyjanowanych

Pierścienie tłokowe z warstwami cyjanowanymi wymagają w zależności od właściwości warstwy specjalnych cech konstrukcyjnych. Rysunek 3 przedstawia pierścienie z powierzchnią roboczą walcową, symetrycznie beczułkową, jednostronnie beczułkową i stożkową, przy czym załamanie dolnej krawędzi powierzchni roboczej w normalnych przypadkach nie powinno być mniejsze niż 0,2 mm.



Rys. 3. Profile powierzchni roboczych cyjanowanych pierścieni tłokowych.

Literatura

1. Werner, G., Ziese, J.: HTM 39 (1984) 4, 156/162
2. Ohsawa, M.: HTM 34 (1979) 2, 65/71
3. Greelet, M.M. i inni: Treatment of Cylinder Liners by a Sulphur Accelerated Nitrogen Diffusion Process to Improve the Reliability of Diesel Engines, Tribology International, 1981, 84/90
4. Nitriren und Nitrocarbusieren. Merkblatt 447. Beratungsstelle für Stahlverwertung. 2. Auflage 1983
5. Chatterjee Fischer, R. i inni: Wärmebehandlung von Eisenwerkstoffen. 1986
6. Brauers, B. und Neuhäuser, H. J.: Nitrierschichten als Verschleißschutz für Kolbenringoberflächen - Werkstoffe - Erprobungsstand - Einsatzmöglichkeiten. Fachschrift K 46 der GOETZE AG, 1989

NITRIDING AS THERMO CHEMICAL DIFFUSION TREATMENT FOR TOP LAYER MODIFICATION

Abstract. In paper methods of ring nitriding and ring profiles of engines have been presented.