

STRESZCZENIE

Przedmiotem badań w niniejszej pracy była ocena możliwości zwiększenia trwałości narzędzi, np. noży do cięcia gumy, stosowanych przy produkcji opon, przez zastosowanie technologii hybrydowej, polegające na łączeniu kilku różnych metod obróbki powierzchniowej w jeden złożony proces technologiczny. Badania dotyczyły warstw hybrydowych typu CrC+CrN, wytwarzanych na powierzchni stali narzędziowej w kolejnych procesach, chromowania dyfuzyjnego realizowanych tanią i prostą pod względem technologicznym metodą proszkową, połączonych z następną obróbką PVD (Physical Vapour Deposition), wykonywaną dla osadzenia powłok azotku chromu.

Przeprowadzono porównanie warstw hybrydowych typu CrC+CrN z pojedynczymi warstwami węglিকowymi typu CrC, wytwarzanymi na powierzchni stali, bez powłoki CrN. Zbadano morfologię i mikrostrukturę warstw hybrydowych, jak również ich skład fazowy oraz rozkłady stężenia pierwiastków w strefie dyfuzyjnej tych warstw. Ponadto określono twardość, moduł Younga warstw ich adhezję do podłoża stali, właściwości tribologiczne oraz odporność korozyjną.

W badaniach budowy warstw zastosowano następujące metody: rentgenowską analizę fazową, mikroskopię optyczną i skaningową oraz mikroanalizę rentgenowską. Badania właściwości mechanicznych warstw, obejmujące pomiar twardości i modułu Younga, wykonano za pomocą Nano-Hardness Testera. Adhezję warstw do podłoża stali określono za pomocą testu zarysowania. Właściwości tribologiczne warstw określano za pomocą metody trzy wałeczki-stożek oraz metodą kula-tarcza (w temperaturze 25°C i 100°C). Odporność na korozję próbek z warstwami określano w komorze solnej.

Wykazano, że warstwy hybrydowe typu CrC+CrN charakteryzują się dobrą adhezją do podłoża stali bardzo dobrymi właściwościami tribologicznymi, w temperaturze otoczenia - 25°C i temperaturze - 100°C, jak również bardzo dobrą odpornością na korozję w roztworach zawierających jony chlorkowe. Tym samym udowodniono tezę badawczą przyjętą w pracy.

Zamierzeniem podejmowanych badań było rozwiązanie szeregu istotnych problemów, związanych z eksploatacją części maszyn i narzędzi, w przemyśle gumowym, narażonych podczas pracy na zużycie przez tarcie, w temperaturach do 100°C, oraz korozję. Wytworzenie na ich powierzchni warstw hybrydowych o doskonałych właściwościach tribologicznych i antykorozyjnych umożliwi zwiększenie trwałości eksploatacyjnej i niezawodności tych wyrobów.

Słowa kluczowe: *dyfuzyjne chromowanie, obróbka PVD, warstwa hybrydowa, właściwości tribologiczne, korozja*

SUMMARY

This research concerns hybrid layers of the CrC+CrN type, produced on the tool steel surface in subsequent processes, diffusion chromizing, carried out by inexpensive and technologically simple powder method, combined with the next arc evaporation treatment Arc-PVD (Arc Physical Vapor Deposition), made for the deposition of chromium nitride coatings. A comparison of the CrC+CrN type hybrid layers with the CrC single carbide layers, produced on steel surface without CrN coating, was performed.

Investigations of the morphology and microstructure of hybrid layers as well as of their phase composition and concentration depth profiles of elements in diffusion zone of these layers were carried out. In addition, the layer's hardness, Young's modulus, their adhesion to steel core, tribological properties and corrosion resistance were determined.

In investigations of the layer's structure, the following methods were utilized: X-ray phase analysis, optical and scanning electron microscopy, as well as X-ray microanalysis. The studies on mechanical properties included tests on hardness and Young's modulus using the Nano-Hardness Tester. The adhesion of the steel substrate layers was determined using a scratch test. Tribological properties of the samples were evaluated by the three-cylinder-cone method and the pin-on-disc method (at 25°C and 100°C temperature). Corrosion resistance of specimens with layers was determined in a salt chamber.

It has been shown that hybrid layers of the CrC+CrN type are characterized by good adhesion to the steel substrate and very good tribological properties at ambient temperature 25°C and at temperatures up to 100°C as well as by very good resistance to corrosion in a solution containing chlorine ions. The investigations have revealed that the tribological properties of tool steel samples with the CrC+CrN hybrid layers were better than that of the CrC carbide layers. This indicates excellent tribological properties of the hybrid layers. Consequently, the research thesis of the author of this dissertation has been proved. The intention of undertaken research was to solve a number of essential problems, connected with the exploitation of the steel part of machines and tools, in the rubber industry, subject during work to wear due to friction, at temperatures up to 100°C, and corrosion. The creation of hybrid layers on their surface with excellent tribological and anticorrosive properties will allow to increase the operational durability and reliability of these products.

Keywords: *diffusion chromizing, PVD treatment, hybrid layer, tribological properties, corrosion*