

Modelowanie procesów azotowania i PVD podwyższających trwałość narzędzi ze stali WCL

Mgr Roman OLİK

Starszy wykładowca w Zakładzie Projektowania Materiałów i Procesów w Instytucie Mechatroniki, Nanotechnologii i Techniki Próżniowej Politechniki Koszalińskiej. Uczestniczy w pracach badawczych z dziedziny inżynierii powierzchni a w szczególności obróbki cieplno-chemicznej, technik pomiarowych a także modelowania procesów technologicznych. Dorobek naukowy obejmuje ok. 30 publikacji.

e-mail: roman.olik@tu.koszalin.pl



Dr inż. Bogdan WARCHOLIŃSKI

Specjalista w Instytucie Mechatroniki, Nanotechnologii i Techniki Próżniowej Politechniki Koszalińskiej. Prowadzi prace badawcze z dziedziny inżynierii powierzchni: technik próżniowo-plazmowych a także modelowania procesów technologicznych. Dorobek naukowy obejmuje ok. 40 publikacji.

e-mail: bogdan.warcholinski@tu.koszalin.pl



Dr Tomasz SUSZKO

Adiunkt w Zakładzie Fizyki w Instytucie Mechatroniki, Nanotechnologii i Techniki Próżniowej Politechniki Koszalińskiej. Uczestniczy w pracach badawczych z dziedziny inżynierii powierzchni a w szczególności obróbki cieplno-chemicznej, technik próżniowo-plazmowych a także modelowania procesów technologicznych. Dorobek naukowy obejmuje ok. 50 publikacji.

e-mail: Tomasz.suszko@tu.koszalin.pl



Mgr inż. Adam GILEWICZ

Specjalista w Instytucie Mechatroniki, Nanotechnologii i Techniki Próżniowej Politechniki Koszalińskiej. Prowadzi prace badawcze z dziedziny inżynierii powierzchni: technik próżniowo-plazmowych a także modelowania procesów technologicznych. Dorobek naukowy obejmuje ok. 50 publikacji.

e-mail: adam.gilewicz@tu.koszalin.pl



Dr hab. Jerzy RATAJSKI

Profesor nadzwyczajny w Instytucie Mechatroniki, Nanotechnologii i Techniki Próżniowej Politechniki Koszalińskiej. Prowadzi prace badawcze z dziedziny inżynierii powierzchni: obróbki cieplno-chemicznej, technik próżniowo-plazmowych a także modelowania procesów technologicznych i systemów ekspertowych. Pełni funkcję dyrektora Instytutu Mechatroniki, Nanotechnologii i Techniki Próżniowej. Dorobek naukowy obejmuje ok. 80 publikacji. Kierował wieloma projektami badawczymi.

e-mail: jerzy.ratajski@tu.koszalin.pl



Streszczenie

W artykule przedstawiono procedury modelowania procesów modyfikujących warstwę wierzchnią form do ciśnieniowego odlewania aluminium wykonanych ze stali WCL. Zaprojektowano proces azotowania, wykorzystując własne narzędzia do modelowania wzrostu warstwy azotowanej oraz do optymalizacji parametrów procesu pod kątem uzyskania warstwy azotowanej odpowiedniej pod powłokę PVD. Zrealizowano proces azotowania wg parametrów otrzymanych na podstawie modelowania, monitorując proces czujnikiem magnetycznym (czujnik rezultatu). Przeprowadzono dobór powłoki PVD, kierując się uzyskaniem maksymalnej adhezji do azotowanego podłoża. Modyfikowana forma po azotowaniu i nałożeniu wielowarstwowej powłoki TiN/TiCN/TiAlN uzyskała trzykrotne większą trwałość eksploatacyjną.

Słowa kluczowe: proces azotowania, modelowanie procesów, powłoki przeciwzużyciowe PVD,

Modeling of nitriding and PVD processes improving the durability of X37CrMoV51 steel.

Abstract

In this paper the processes improving the durability of casting moulds for pressure die casting of aluminum are presented. The goal of the work was surface modification of casting mould made from X37CrMoV51 steel. These processes comprise the thermochemical treatment (here nitriding) of the mould surface and thin film PVD deposition. The nitriding process was designed using own formulated computing tools [3,4,6,7] to model the nitrided layer growth. The nitriding process was optimized to obtain the nitriding layer suitable for proposed PVD coating. In this stage of technology the most important goal is to avoid ϵ ($Fe_{2,3}N$) and γ' (Fe_4N) phases reducing the adhesion of PVD coating to the substrate - nitrided mould (Fig.1). The nitriding process was realized applying parameters from theoretic modeling. Additionally this stage of surface modification was

monitored by magnetic sensor which reacts on nitriding layer forming - the result sensor. The selection of thin hard PVD coatings with the best possible adhesion to nitrided mould was done. They were: monolayer coating TiAlN with high hardness above 2500-3500 HV_{0,05} and excellent "work temperature" – 1123 K (Table 2), multilayer TiN/TiCN/TiAlN and TiN/TiN+TiAlN/TiAlN coatings. The multilayer coatings present better wear resistance and critical load (adhesion) than monolayer TiAlN coating (Fig.7,8). So modified casting moulds present more than three time raise of durability.

Keywords: nitriding, the process modeling, antiwear coating PVD,

1. Wstęp

Formy do ciśnieniowego odlewania aluminium, ze względu na warunki eksploatacji, ulegają szybkiej degradacji. Jedną z najefektywniejszych metod, zwiększających ich trwałość, są technologie typu duplex, obejmujące w tym przypadku sekwencyjne połączenie procesu azotowania gazowego z procesem nanoszenia powłok techniką PVD [1, 2].

Właściwości warstw otrzymywanych po procesach duplex zależą w głównej mierze od synergicznego efektu wynikającego z połączenia dwóch pojedynczych procesów, a uzyskane tą drogą właściwości są nieosiągalne w przypadku pojedynczego procesu. Uzyskanie istotnego efektu synergicznego wymaga spełnienia jednoznacznie zdefiniowanych wymogów jakie ma spełniać warstwa azotowania, będąca podłożem pod powłokę PVD. Nieodpowiednie połączenie i/lub niewłaściwa kontrola procesów może prowadzić do pogorszenia, a nie polepszenia efektu końcowego. Istotna jest właściwa identyfikacja reakcji, tak żeby efekty wynikające z pierwszego procesu nie zostały zredukowane przez drugi proces.

W wyniku zastosowania procesu duplex formy odlewnicze wykazują zwiększoną wytrzymałością obciążeniową, za którą odpo-