

Tomasz GIĘTKA¹, Krzysztof CIECHACKI¹, Rafał WRÓBLEWSKI²

e-mail: tgietka@utp.edu.pl

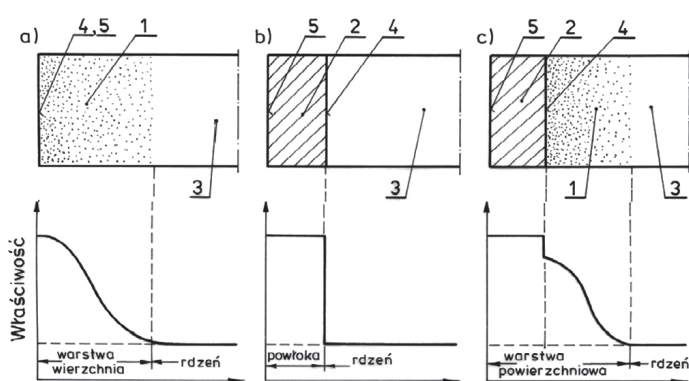
¹ Zakład Inżynierii Materiałowej, Wydział Inżynierii Mechanicznej, Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy, Bydgoszcz² GOTEK POLSKA Sp. z o.o., Oddział Produkcyjny w Jastrzębiu

Charakterystyka fosforanowych powłok konwersyjnych

Wprowadzenie

Warstwa wierzchnia to część materiału z jednej strony ograniczona rzeczywistą powierzchnią ciała stałego, a z drugiej strony materiałem rdzenia, składającą się z kilku stref przechodzących płynnie jedna w drugą, o zróżnicowanych rozmiarach, odmiennych cechach fizycznych i niekiedy chemicznych, w stosunku do cech materiału rdzenia [1–3].

Powłoka ochronna to warstwa metalu, stopu, materiału ceramicznego, tworzywa sztucznego i inne, naniesiona trwale na powierzchnię metalu chronionego, który zasadniczo pozostaje w tym samym stanie w jakim był przed nałożeniem powłoki.



Rys. 1. Warstwy powierzchniowe. 1- zmodyfikowana warstwa wierzchnia, 2 – powłoka, 3 – rdzeń, 4 – powierzchnia początkowa przedmiotu, 5 – powierzchnia końcowa przedmiotu. a) warstwa wierzchnia, b) powłoka, c) powłoka na warstwie wierzchniej [1]

Celem pracy jest przedstawienie produkcyjnych i użytkowych charakterystyk fosforanowych powłok ochronnych.

W wyniku odpowiedniego doboru materiału elementu wraz z procesami kształtującymi jego strukturę i własności oraz rodzaju i technologii warstwy powierzchniowej, zapewniających wymagane własności użytkowe, możliwe jest również najkorzystniejsze zestawienie własności rdzenia i warstwy powierzchniowej wytworzonego elementu [2].

Względy ekonomiczne nakazują również stosowanie w takich przypadkach warstw powierzchniowych, zapewniających wymagane własności użytkowe przy równoczesnym użyciu możliwie tanich materiałów na rdzeń elementu, który z reguły charakteryzuje się gorszymi własnościami użytkowymi. W wyniku odpowiedniego doboru materiału elementu wraz z procesami kształtującymi jego strukturę i własności oraz rodzaju i technologii warstwy powierzchniowej, zapewniających wymagane własności użytkowe, możliwe jest również najkorzystniejsze zestawienie własności rdzenia i warstwy powierzchniowej wytworzonego elementu [2].

Wśród konstytuowanych warstw powierzchniowych ze względu na zastosowanie można wyodrębnić warstwy:

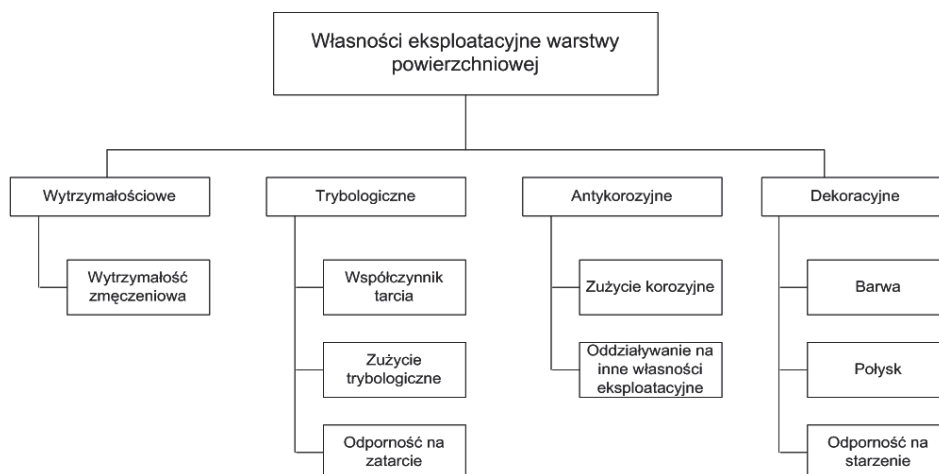
- wykazujące wymagane własności fizyczne zapewniające produktom lub ich elementom określone własności mechaniczne, jak: wysoką twardość w stosunku do właściwej dla podłoża, zwiększoną odporność na zużycie trybologiczne, zwiększoną przewodność elektryczną lub cieplną, dużą odporność na działanie wysokiej temperatury,
- antykorozyjne, w tym o charakterze anodowym lub katodowym, przeciwdziałające korozji elektrochemicznej, jak również stanowiące barierę dyfuzyjną dla korozji gazowej,
- dekoracyjne i ochronno-dekoracyjne, nadające produktom estetyczny wygląd zewnętrzny, o czym decyduje barwa, połysk, odporność na pokrywanie się nalotem i ewentualnie faktura powierzchni oraz zdolność do fluorescencji, fosforescencji lub radioaktywności, a często także równoczesnej odporności antykorozyjnej [4].

Opis wybranej metody stosowania powłoki ochronnej

Przykładem procesu tworzenia się powłoki konwersyjnej jest proces fosforanowania, który może przebiegać w dwóch odmiennie reagujących z metalem środowiskach, tworząc jednak w każdym przypadku powłoki konwersyjne (Tab. 1, Rys. 3).

W jednym środowisku zawierającym jony metali alkalicznych tworzy się na stali fosforan żelaza – a więc powłoka konwersyjna, w drugim natomiast środowisku zawierającym jony metali ciężkich (Zn, Mn, Ca) powstaje powłoka złożona głównie z fosforanów metali.

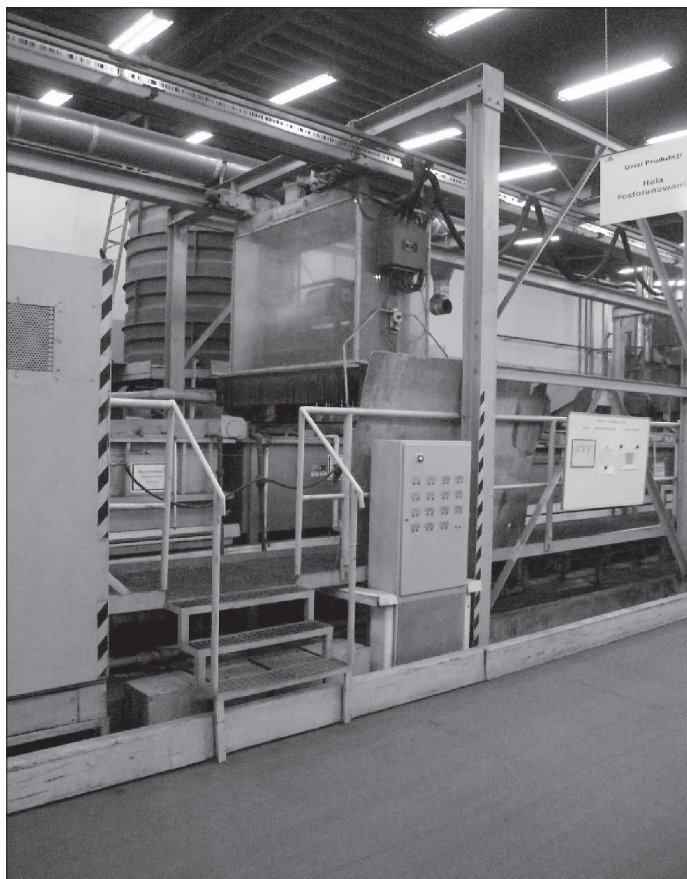
Najogólniej biorąc, proces fosforanowania polega na zanurzeniu przeznaczonego do fosforanowania metalu w wodnym roztworze jed-



Rys. 2. Najważniejsze własności eksploatacyjne warstwy powierzchniowej [2]

Tab. 1. Zestawienie masy elementów fosforanowych, cynkowanych i piaskowanych w 2010 roku w zakładzie produkcyjnym branży automotive – przygotowanie pod gumowanie (wyniki udostępnione przez *GOTEC POLSKA Sp. z o.o., Oddział Produkcyjny w Jastrzębiu*)

MASA/MIESIĄC	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	SUMA
Masa części cynkowanych, t	27,5	34,7	60,5	56,1	64,7	69,3	62,0	54,6	67,2	71,4	75,6	58,8	702,2
Masa fosforanowych części, t	131,0	165,0	288,0	267,0	308,0	330,0	295,0	260,0	320,0	340,0	360,0	280,0	3344,0
Masa części piaskowanych, t	234,5	295,4	515,5	477,9	551,3	590,7	528,1	465,4	572,8	608,6	644,4	501,2	5985,8
Masa pokrytych części, t	393,0	495,0	864,0	801,0	924,0	990,0	885,0	780,0	960,0	1020,0	1080,0	840,0	10032,0
Masa cynkowanych części, %	7,0%	7,0%	7,0%	7,0%	7,0%	7,0%	7,0%	7,0%	7,0%	7,0%	7,0%	7,0%	-
Masa fosforanowych części, %	33,3%	33,3%	33,3%	33,3%	33,3%	33,3%	33,3%	33,3%	33,3%	33,3%	33,3%	33,3%	-
Masa części piaskowanych, %	59,7%	59,7%	59,7%	59,7%	59,7%	59,7%	59,7%	59,7%	59,7%	59,7%	59,7%	59,7%	-

Rys. 3. Fragment linii fosforanowania w firmie *GOTEC POLSKA Sp. z o.o., Oddział Produkcyjny w Jastrzębiu*

nopodstawionego fosforanu $\text{Me}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$, zawierającym wolny kwas fosforowy ($\text{Me} - \text{Fe}^{2+}, \text{Zn}^{2+}, \text{Mn}^{2+}$ lub Ca^{2+}).

Powłoki fosforanowe wytwarzane na przedmiotach stalowych, cynkowanych lub cynkowanych dzieli się na:

- powłoki fosforanowe grube,
- powłoki fosforanowe średnie,
- powłoki fosforanowe cienkie,
- powłoki fosforanowe bardzo cienkie.

Grubość powłoki fosforanowej manganowej stanowi w przybliżeniu 1/3 jednostkowej masy powłoki. Powłoki grube, średnie i cienkie mają strukturę krystaliczną, natomiast powłoki bardzo cienkie mogą być bezpostaciowe, krystaliczne lub dwufazowe, z udziałem zarówno fazy krystalicznej, jak i bezpostaciowej.

Analizę stosowania fosforanowych powłok konwersyjnych przedstawiono na podstawie danych udostępnionych przez firmę *GOTEC POLSKA Sp. z o.o., Oddział Produkcyjny w Jastrzębiu*, Polska.

Grubość powłoki fosforanowej waha się w granicach 1–20 μm , przy czym pojedyncze kryształy mogą osiągać wymiary 100 μm i więcej

w płaszczyźnie próbki. Grubość powłoki zależy od rodzaju kąpielii, rodzaju podłoża i sposobu przygotowania powierzchni (obróbki wstępnej).

Powłoka fosforanowa składa się z dwu i trójpodstawionego fosforanu cynku, manganu, wapnia i żelaza, przy czym są to na ogół mieszane fosforany cynkowo-żelazowe, manganowo-żelazowe oraz cynkowo-wapniowe lub cynkowo manganowe. W zależności od podstawowego składnika kąpielii – jonu metalu – tworzy się powłoka o różnym składzie.

Postać i wielkość kryształów oraz grubość wytwarzanej powłoki fosforanowej zależy od bardzo wielu czynników. Duże kryształy otrzymuje się przede wszystkim w procesach fosforanowania powolnego. W kąpielach zawierających obok azotanów przyspieszacze w postaci azotynów, chloranów lub innych utleniaczy tworzą się kryształy bardzo drobne.

Tab. 2. Rodzaje powłok fosforanowych w zależności od ich masy jednostkowej

Rodzaje powłok	Masa jednostkowa g/m^2	Oznaczenie wg PN-81/H-97016
Grube	powyżej 7,5 przeważnie 10–45	KFg 7,5 do KFg 45
Średnie	4,5–7,5	KFś 4,5 do KFś 7,5
Cienkie	2–4,5	KFe 2 do KFe 4,5
Bardzo cienkie	0,3–2	KFbc 0,3 do KFbc 2

Tab. 3. Przeliczenie masy jednostkowej fosforanowej powłoki cynkowej na grubość warstwy

Masa jednostkowa, g/m^2	1–2	2–4,5	4,5–9	9–12
Grubość, μm	1–2	2–4	4–6	6–7

Podsumowanie

Statystycznie 80–90% uszkodzeń zaczyna się na powierzchni lub bezpośrednio pod nią. Dlatego tak istotne jest dbanie o jakość warstwy wierzchniej i powierzchni produkowanego wyrobu. Jest to bezpośrednim powodem tworzenia warstw wierzchnich, które podwyższałyby odporność materiału na zewnętrzne obciążenia (mechaniczne, cieplne i chemiczne).

Należy pamiętać że procesy tworzenia warstw ochronnych, a w szczególności procesy chemiczne i elektrochemiczne, nie są obojętne dla środowiska naturalnego. Linie technologiczne powinny być zatem tak zaprojektowane, aby zapobiegać niekontrolowanej emisji zanieczyszczeń do środowiska.

LITERATURA

- [1] T. Burakowski, T. Wierzczoń: Inżynieria powierzchni metali, WNT, Warszawa 1995.
- [2] T. Hryniewicz, W. Skubala: Technologia powłok ochronnych, WSI Koszalin 1992.
- [3] M. Kieszowski: Czystsza Produkcja, Katowice, 2004.
- [4] J. Socha, J. A. Weber: Powłoki ochronne nr 1-2, 125 (1994).