

Urszula KUDYBA
Uniwersytet Rzeszowski

Kazimiera DUDEK
Politechnika Rzeszowska

Krzysztof KĘDRA
SFA "Autosan" Sanok

WPŁYW OBRÓBKI WYKOŃCZENIOWEJ NA SZCZELNOŚĆ POWŁOK CHROMU TECHNICZNEGO

W pracy określono wpływ rodzaju i kolejność operacji obróbki wykończeniowej na szczelność powłoki chromu technicznego. Porównywano efekty operacji polewania i nagniatania podłoża i powłoki w czterech różnych konfiguracjach. Badania szczelności powłok przeprowadzano przez zanurzenie próbek (ze stali 41Cr41, pokrytych powłoką chromu technicznego o grubości 25 μm) w odczynniku ferroksylovym, oceniając wielkość obszaru zabarwionego (nieszczelności). Wyniki badań wykazały negatywny wpływ nagniatania podłoża, natomiast najlepszą szczelność wykazały próbki, w których podłoże było polerowane, a powłoka nagniatana, zalecając taką technologię obróbki wykończeniowej elementów chromowanych w przypadku wymaganej szczelności powłoki.

Wstęp

Chromowanie techniczne ma szerokie zastosowanie w budowie maszyn, lotnictwie, transporcie, medycynie i wielu innych gałęziach przemysłu. Stosuje się je w celu zwiększenia odporności na ścieranie, na korozję i regeneracji wymiarowej różnorodnych części maszyn, a także narzędzi.

W procesie chromowania technicznego otrzymuje się powłoki o dobrej przyczepności do podłoża, dużej odporności na ścieranie i małym współczynniku tarcia po metalach. Twardość powłok chromu technicznego wynosi 1000-1200 daN/mm². Powłoki mają bardzo dobre właściwości antykorozyjne oraz dekoracyjne. Chromowanie techniczne (galwaniczne) przeprowadza się zazwyczaj bezpośrednio na stali, polega na nałożeniu warstwy chromu przeciętnie o grubości 0,005-0,5 mm. Duży wpływ na jego wyniki ma zarówno rodzaj obróbki powierzchni przed chromowaniem, jak i metoda obróbki powłoki chromowej. Do obróbki powłok chromowych można stosować nagniatanie [1-3]. Jest

to obróbka mniej szkodliwa dla środowiska niż polerowanie, przy tym umożliwia uzyskanie lepszych niektórych właściwości mechanicznych elementów chromowanych.

W niektórych przypadkach, oprócz odpowiednich właściwości mechanicznych i grubości, powłoki chromu technicznego powinny mieć odpowiednią szczelność, czyli odporność na przenikanie cieczy i gazów, gdyż występowanie nieszczelności wpływa ujemnie na właściwości ochronne powłoki chromowej. Nieszczelna powłoka nie zapewnia całkowitej izolacji podłoża od otaczającego środowiska, co prowadzi do powstawania korozji miejscowej i niszczenia metalu, a w rezultacie do uszkodzenia elementów chromowanych. Miarą szczelności jest liczba porów przenikających poprzez powłokę do metalu podłoża, a wyraża się ją ilością porów przypadających na 1 cm^2 badanej powierzchni bądź jako procent powierzchni z występującymi porami. Wśród kilkudziesięciu metod badania szczelności powłok, dość często jest stosowana metoda ferroksylowa. Wykrycie porów tą metodą polega na wywołaniu barwnej reakcji żelazocyjanku potasowego i chlorku sodowego, znajdujących się w roztworze z żelazem. Można ją wykonywać za pomocą różnych technik: zanurzania, powlekania roztworem, nakładania bibuły i in. [4, 5].

Celem przeprowadzonych badań było określenie wpływu metody obróbki (przed i po chromowaniu) na szczelność powłok chromu technicznego.

Metodyka badań

Badania przeprowadzono na próbkach walcowych o średnicy 35 mm wykonanych ze stali 41Cr4, ulepszanych cieplnie do twardości 36^{+2} HRC i pokrywanych galwanicznie powłoką chromu technicznego o grubości 25 μm . Próbkę obrabiano wykończeniowo, stosując różną kolejność operacji polerowania i nagniatania ślizgowego. Badano następujące warianty:

- 1 – podłoże nagniatane, powłoka polerowana,
- 2 – podłoże nagniatane, powłoka nagniatana,
- 3 – podłoże polerowane, powłoka nagniatana,
- 4 – podłoże polerowane, powłoka polerowana (technologia konwencjonalna).

Chromowanie wykonywano w warunkach przemysłowych, w kąpeli uniwersalnej – w temperaturze 50-55°C, katodowej gęstości prądu 40-45 A/dm^2 i wydajności prądowej 15%. Każdą partię próbek przygotowywano do chromowania (odtłuszczano, trawiono itp.) i kontrolowano w sposób konwencjonalny [5–7].


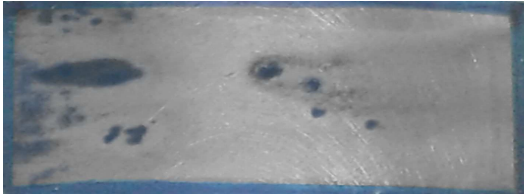
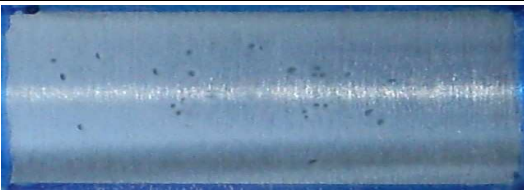

Nagniatanie podłoża i powłoki wykonywano metodą ślizgową, opisaną m. in. w pracy [8]. Stosowano narzędzia walcowe o promieniu 4 mm, wykonane z kompozytu diamentowego z ceramiczną fazą wiążącą Ti_3SiC_2 [9, 10], mocowane w specjalnej oprawce narzędziowej umożliwiającej nagniatanie na tokarce

ze sprężystym dociskiem narzędzia. Stosowano siłę nagniatania 200 N, posuw 0,068 mm/obr. i prędkość obrotową 250 obr./min.

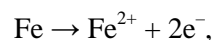
Próbki polerowano z prędkością 6 m/s, za pomocą polerki taśmowej – płótnem ściernym o zmniejszającej się granulacji (ziarnistości), kończąc na ziarnie P380. Parametry obróbki dobierano tak, aby chropowatość powierzchni R_a (mierzona na profilometrze Surtronic 3+ na długości pomiarowej 8 mm, przy cut-off 0,25 mm) wszystkich próbek mieściła się w zakresie 0,10-0,30 μm .

Badania szczelności powłok zostały przeprowadzone poprzez całkowite zanurzenie próbek w odczynniku ferroksylowym o składzie: 3% NaCl, 1% fenoltaleiny (substancja wskaźnikowa w ilości 2 cm^3), 1% $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ – w ilości 20 cm^3 na jeden litr roztworu wodnego. Każdą z próbek pokrywano lakierem ochronnym, pozostawiając niechroniony obszar o powierzchni 2 cm^2 . Na tym

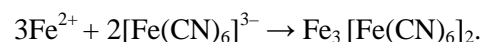
Tabela 1. Zbiorcze wyniki badań szczelności powłok chromowych próbek poddanych różnym zabiegom obróbki wykańczającej

Rodzaj obróbki wykańczającej	Przykładowa fotografia powierzchni próbki po badaniu szczelności metodą ferroksylową	Obszar zabarwiony %
Nagniatanie podłoża + chromowanie + polerowanie powłoki		1
		4
		3
		1
		3
		średnio 2,4
Nagniatanie podłoża + chromowanie + nagniatanie powłoki		28
		19
		41
		30
		26
		średnio 28
Polerowanie podłoża + chromowanie + nagniatanie powłoki		2
		1
		1
		1
		1
		średnio 1,2
Polerowanie podłoża + chromowanie + polerowanie powłoki		5
		4
		4
		5
		3
		średnio 4,2

obszarze, pod wpływem reakcji z metalem podłoża, w miejscach nieszczelności, na próbkach w obecności jonów żelazowych Fe^{2+} , wytwarzających się podczas korozji stali w procesie anodowym:



odczynnik przybiera barwę niebieską, co ma związek z następującą reakcją wytworzonych kationów Fe^{2+} z obecnym w odczynniku żelazocyjankiem potasu:



Aby zapobiec rozmywaniu się barwnych plam, do roztworu ferrokcyjankowego dodano żelatynę. Szczelność powłok oceniano, obliczając obszar zabarwiony [w %] po 15-minutowym przebywaniu każdej próbki w roztworze i opłukaniu w wodzie destylowanej. Wszystkie badania wykonywano z pięciokrotną powtarzalnością. W tabeli 1. zamieszczono przykładowy wygląd próbek po badaniach i pokazano wyniki badań.

Podsumowanie

Porównując próbki obrobione według różnych wariantów obróbki wykańczającej, można stwierdzić, że próbki, w których zarówno podłoże przed chromowaniem, jak i powłoka chromu były nagniatane, wykazały wyraźnie najgorszą szczelność, znacznie gorszą od wszystkich innych próbek. W związku z tym, w przypadku gdy powinna być zapewniona jak najlepsza szczelność powłok, nie należy zalecać stosowania takiej kolejności obróbki wykończeniowej.

Próbki, w których podłoże było nagniatane, a powłoka polerowana, oraz próbki z polerowanym podłożem i polerowaną powłoką wykazały dość dobrą szczelność, pośrednią między wariantami wcześniej omawianymi. To ostatnie oznacza, że technologia konwencjonalna również zapewnia dość dobrą szczelność powłok chromowych.

Najlepszą szczelność spośród badanych wariantów wykazały próbki o podłożu polerowanym i nagniatanej powłoce. Taka kolejność operacji obróbki wykończeniowej może być zatem zalecana tam, gdzie dąży się do uzyskania jak najlepszej szczelności.

Literatura

1. Korzyński M., Dzierwa A., Pacana A., Cwanek J.: Fatigue strength of chromium coated elements and possibility of its improvement with ball peening. Surface and Coatings Technology, Vol. 204, Issue 5, 2009, 615-620.

2. Korzyński M., Pacana A., Cwanek J.: Fatigue strength of chromium coated elements and possibility of its improvement with slide diamond burnishing. *Surface and Coatings Technology*, Vol. 203, Issue 12, 2009, 1670-1676.
3. Nascimento M.P., Torres M.A.S., Souza R.C., Voorwald H.J.C.: Effect of a shot peening pretreatment on the fatigue behaviour of hard chromium on electroless nickel interlayer coated AISI 4340 aeronautical steel. *Materials Research*, Vol. 5, No. 2, 2002, 95-100.
4. Bistek T., Sękowski S.: *Metody badań powłok metalowych*. Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 1973.
5. *Praca zbiorowa: Poradnik galwanotechnika*. Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 2002.
6. Młynarski A., Jakubowski J.: *Obróbka powierzchniowa i powłoki ochronne*. Wyd. Politechniki Poznańskiej, Poznań 1998.
7. Kozłowski A., Tymowski J., Żak T.: *Techniki wytwarzania, powłoki ochronne*. PWN, Warszawa 1978.
8. Korzyński M.: *Nagiatanie ślizgowe*. WNT, Warszawa 2007.
9. Jaworska L., Rozmus M., Twardowska A., Królicka B.: Kompozyty diamentowe z ceramiczną fazą wiążącą – modyfikacja mikrostruktury w aspekcie łączenia z korpusem narzędzia. *Composites*, 6, 2006, 3-7.
10. Świrad S.: *Nagiatanie ślizgowe elementami walcowymi z kompozytu diamentowego*. Praca doktorska, Politechnika Rzeszowska, Rzeszów 2007.

INFLUENCE OF FINISHING ON THE DENSITY OF CHROMIUM COATINGS

S u m m a r y

The effect of the type and sequence finishing operations on density of chromium coatings was tested in this work. The effects of polishing and burnishing operations of the substrate and the coating in four different configurations were compared. The tightness testing carried out by immersion of coated samples (they were 41Cr4 steel samples with a 25 μm chromium coat) in the ferroxyl reagent, assessing the amount of colored area. The results showed a harmful influence of burnishing the substrate and showed the best tightness the samples in which the substrate was polished and the coating was burnished, recommending such finishing of chromium coated elements in case when their good tightness is required.

Złożono w redakcji we wrześniu 2010 r.