

**ANODOWANIE W KWASIE  
SIARKOWYM  
KJ – 06.02  
ZAŁĄCZNIK NR 2 DO KJ-06**

**Opracował:**

Dział Techniczny DTT-8

**Zatwierdził:**

Dyrektor Biura  
Technologicznego -  
Główny Technolog

Polskie Zakłady Lotnicze Spółka z o.o.	<b>ANODOWANIE W KWASIE SIARKOWYM</b> Załącznik do KJ-06	<b>KJ-06.02</b>	<b>Strona 2 z 8</b>
---	--	-----------------	---------------------

## 1. Cel dokumentu.

Celem dokumentu jest ustalenie podstawowych wymagań stawianych dostawcom procesu anodowania w kwasie siarkowym aluminium i stopów aluminium na częściach dostarczanych do Polskich Zakładów Lotniczych Sp. z o. o.

## 2. Przedmiot dokumentu.

Przedmiotem dokumentu są wymagania dotyczące procesu anodowania w kwasie siarkowym i kontroli części podlegających procesowi anodowania.

## 3. Zakres stosowania dokumentu.

Wymagania zawarte w niniejszym dokumencie dotyczą wszystkich dostawców i powinny być przez nich spełnione w zakresie wymaganym umową / kontraktem / zamówieniem.

## 4. Dokumenty związane.

Zakres stosowania dokumentów związanych odnosi się do aktualnych ich wydań.

ITT-09.602.01 ASTM B 244	Anodowanie aluminium i stopów aluminium w kwasie siarkowym Znormalizowana metoda badawcza pomiaru grubości powłok anodowych na aluminium oraz pozostałych powłok nieprzewodzących na podłożach niemagnetycznych za pomocą przyrządów do badania prądami wirowymi.
FED-STD-141	Farby, pokosty, lakiery, materiały związane. Metody kontroli, pobieranie próbek i przeprowadzanie badań.
ASTM B 137 Instr. 265-72	Pomiar wagi pokrycia na aluminium pokrywany(mgłe) solnym. Oksydowanie anodowe stopów aluminiowych
MIL-A-8625 ASTM B 117	Powłoki anodowe dla aluminium i stopów aluminium. Standardowa metodyka obsługi aparatu z komorą do badań w natrysku

## 5. Informacje dodatkowe.

### 5.1. Klasyfikacja powłok.

Instrukcja ITT-09.602.01 określa następujące typy i klasy powłok :

Typ	Opis
<b>TYP II</b>	Anodowanie w kwasie siarkowym, powłoki konwencjonalne
<b>Klasa</b>	<b>Opis</b>
<b>Klasa 1</b>	Nie barwione
<b>Klasy uszczelniania</b>	<b>Opis</b>
<b>Klasa A</b>	Powłoka nieuszczelniona,

Polskie Zakłady Lotnicze Spółka z o.o.	<b>ANODOWANIE W KWASIE SIARKOWYM</b> Załącznik do KJ-06	<b>KJ-06.02</b>	<b>Strona 3 z 8</b>
---	--	-----------------	---------------------

<b>Klasa B</b>	Powłoka uszczelniona w gorącej wodzie demineralizowanej o naturalnym zabarwieniu podłoża.
<b>Klasa C</b>	Powłoka uszczelniona w roztworze chromianu lub soli chromu trójwartościowego, nie barwiona.

Jeżeli w dokumentacji konstrukcyjnej występuje zapis wymagający anodowania wg normy PN-EN 2284, wymagania dotyczące procesu należy odnieść do powyższego zapisu.

## 5.2. Uwagi ogólne.

- a) Dla każdej części powinna być opracowana technologia szczegółowa.
- b) Części podlegające anodowaniu powinny być wolne od wszelkich obcych substancji, tlenków oraz zabrudzeń takich jak smary, oleje, farby, topnik spawalniczy. Należy stosować takie procesy przygotowania, aby osiągnąć powierzchnię całkowicie zwilżalną przed anodowaniem.  
Do mechanicznego czyszczenia powierzchni nie wolno używać materiałów ściernych zawierających żelazo, które mogłoby w efekcie przyspieszyć korozję stopów aluminium.
- c) Anodować części po całkowitej obróbce mechanicznej, cieplnej, spawaniu oraz kontroli penetracyjnej. Powierzchnia części poddawanych anodowaniu powinna być pozbawiona wad powierzchniowych, które mogą spowodować, że wytworzona powłoka anodowa nie spełni wymagań. Wady powierzchniowe mogą być spowodowane przez obróbkę mechaniczną, cięcie, zarysowanie, polerowanie, zaginanie, rozciąganie, trawienie, niejednorodność składu chemicznego czy wytrącenia.
- d) Przed anodowaniem należy usunąć elementy nie aluminiowe lub zabezpieczyć przed dostaniem się roztworu. Powierzchnie niepodlegające anodowaniu należy maskować przy użyciu korków z tworzywa, lakieru Turco lub taśmą aluminiową.
- e) Urządzenia biorące bezpośredni udział w procesie anodowania np. regulatory, wskaźniki temperatury, amperomierze, woltomierze powinny być okresowo sprawdzane.
- f) Miejsca styku z przyrządem powinny być ograniczone do minimum.
- g) Kolejne czynności procesu wykonywać bez nadmiernych przerw, aby uniknąć wysychania części.
- h) Sprężone powietrze stosowane do mieszania roztworu i wody w płuczkach powinno być pozbawione oleju, wody i cząstek stałych.
- i) Przed anodowaniem należy usunąć elementy nie aluminiowe lub zabezpieczyć je przed kontaktem z roztworami.
- j) Stosować dodatkowe katody wewnętrzne do anodowania części z głębokimi wgłębieniami lub do wewnętrznych powierzchni rur, których stosunek długości do średnicy wewnętrznej jest większy od 15 : 1
- k) Częściami mokrymi można manipulować tylko w gumowych rękawicach, natomiast częściami suchymi tylko w czystych bawełnianych rękawicach.

Polskie Zakłady Lotnicze Spółka z o.o.	<b>ANODOWANIE W KWASIE SIARKOWYM</b> Załącznik do KJ-06	<b>KJ-06.02</b>	<b>Strona 4 z 8</b>
---	--	-----------------	---------------------

- l) Szyny katodowe i anodowe utrzymywać w czystości.
- m) Stopy różnego gatunku zaleca się anodować oddzielnie.
- n) Powierzchnie anodowane należy całkowicie zanurzyć w kąpeli.
- o) Powtórne anodowanie może być wykonane po uprzednim usunięciu powłoki anodowej i sprawdzeniu jej nieobecności.
- p) Gruntowanie po anodowaniu należy rozpocząć w jak najkrótszym czasie, aby części były minimalnie narażone na zanieczyszczenie.
- q) Grubość powłoki anodowej powinna być zgodna z wymaganiami podanymi w Warunkach Dostaw
- r) W Raporcie Jakości należy odnotować datę i godzinę zakończenia procesu anodowania oraz wyniki grubości powłoki anodowej.
- s) Poanodowane części zabezpieczyć przed uszkodzeniem. Zalecany materiał do pakowania: czysty, miękki papier nieparafinowany, specjalne, dedykowane palety. Części nie powinny stykać się ze sobą

### 5.3. Wyroby niezgodne.

Postępować zgodnie z wymaganiami KJ-06 pkt 8.3.

## 6. Opis postępowania.

### 6.1. Przebieg kwalifikacji procesu.

Proces anodowania w kwasie siarkowym zaliczany jest do grupy procesów specjalnych i wymaga kwalifikacji w warunkach produkcyjnych.

Dopuszcza się zatwierdzenie procesu specjalnego u dostawcy na podstawie jego procesu technologicznego po uprzednim zatwierdzeniu przez konstruktora Polskich Zakładów Lotniczych Sp. z o.o. Wówczas niniejszy proces specjalny u dostawcy ma status procesu zamrożonego. Każda zmiana w zatwierdzonym procesie wymaga ponownej akceptacji konstruktora.

Podczas wstępnej kwalifikacji dostawcy, Polskie Zakłady Lotnicze Sp. z o.o. zastrzegają sobie prawo uczestniczenia w procesie wykonywanym na częściach lub próbkach u nowego dostawcy, oraz możliwość wykonania w swoim zakładzie kontrolnych badań jakościowych na obrobionych przez dostawcę częściach lub próbkach.

Zespół kwalifikacyjny Polskich Zakładów Lotniczych Sp. z o.o. przeprowadza audit kwalifikacyjny procesu specjalnego u dostawcy zachowując następujące po sobie kroki działań:

#### a) Kontrola urządzeń i przegląd zapisów potwierdzenia metrologicznego

Sprawdzenie czy:

- urządzenie posiada wyposażenie pozwalające regulować parametry pracy procesu specjalnego z wymaganą dokładnością,
- całość wyposażenia pomiarowego przeznaczonego do kontroli przebiegu procesu (lub niektórych parametrów) znajduje się w miejscu odpowiednio zabezpieczonym przed wpływem agresywnych warunków atmosferycznych,
- stosowane materiały są zgodne z wymaganiami technicznymi i jakościowymi,

Polskie Zakłady Lotnicze Spółka z o.o.	ANODOWANIE W KWASIE SIARKOWYM Załącznik do KJ-06	KJ-06.02	Strona 5 z 8
---	--	----------	--------------

- istnieje zapis dotyczący okresowego przeglądu urządzeń oraz potwierdzenia metrologicznego używanego wyposażenia pomiarowego,
- proces nie narusza wymagań norm dotyczących ochrony środowiska, bezpieczeństwa pracy.

#### **b) Przegląd dokumentów i instrukcji procesu specjalnego**

Zespół kwalifikacyjny musi sprawdzić czy:

- dokumentacja techniczna niezbędna do wykonania procesu jest kompletna i aktualna,
- instrukcje technologiczne i jakościowe dotyczące danego procesu są opracowane w sposób dokładny i zrozumiały z uwzględnieniem w nich odnośnych wymagań; powinny one znajdować się na stanowisku pracy,
- zapewniono identyfikację wyrobów poprzez ich rejestrację na stanowisku pracy.

#### **c) Wiedza i umiejętności praktyczne personelu**

Zespół kwalifikacyjny musi sprawdzić czy:

- personel realizujący proces posiada wymaganą dokumentację kwalifikacyjną,
- personel jest uprawniony do wykonywania danego procesu,
- wszelkie zmiany stanu osobowego personelu są rejestrowane. Zmiana personelu może skutkować koniecznością wykonania powtórnej kontroli pierwszej sztuki.

#### **d) Realizacja procesu specjalnego na próbce lub wyrobie**

Proces specjalny wykonuje się na próbkach lub wyrobach zgodnie z wymaganiami Polskich Zakładów Lotniczych Sp. z o.o. Należy sprawdzić kolejność wykonywania czynności oraz prawidłowość ustalania parametrów prowadzenia procesu. Sprawdzenie powinno również uwzględniać czy badania próbek i wyrobów wykonywane są na urządzeniach nadzorowanych i wzorcowanych.

#### **e) Analiza wyników**

Zespół kwalifikacyjny posiadający uprawnienia audytorów opracowuje raport z auditu u dostawcy. Dołącza również dokumenty przygotowane przez dostawcę podczas kwalifikacji wewnętrznej.

### **6.1.1. Zmiana w procesie specjalnym.**

Każda zmiana dotycząca urządzenia, warunków użytkowania, instrukcji, personelu u dostawcy musi zostać zgłoszona przez właściciela procesu do kierownika komórki Zapewnienia Jakości Dostawcy Polskich Zakładów Lotniczych Sp. z o. o., który podejmie decyzje dotyczące potrzeb nowej kwalifikacji. Zmiana nie może zostać wprowadzona, aż do momentu otrzymania zezwolenia na zastosowanie zmiany.

Audit zespołu kwalifikacyjnego u dostawcy nie jest konieczny w przypadku, gdy proces specjalny prowadzony na nowym urządzeniu, uzyskał już wcześniej zakwalifikowanie na dotychczasowym urządzeniu. W tym przypadku decyzja o uzyskaniu zakwalifikowania może być wydana na podstawie kontroli dokumentów kwalifikacji wewnętrznej przekazanych przez dostawcę procesu.

### **6.2. Kontrola jakości serii produkcyjnej.**

Polskie Zakłady Lotnicze Spółka z o.o.	<b>ANODOWANIE W KWASIE SIARKOWYM</b> Załącznik do KJ-06	<b>KJ-06.02</b>	<b>Strona 6 z 8</b>
---	--	-----------------	---------------------

- a) Procesy kontrolne i odbiór końcowy części powinny potwierdzać zgodność z parametrami procesu kwalifikacyjnego.
- b) Przeprowadzać kontrolę wizualną części.
- c) Prowadzić zapisy ewidencyjne odbioru jakościowego.
- d) Czas przechowywania zapisów jakościowych (karty badań, sprawozdania, rejestry itp.) wynosi 10 lat.
- e) Okresowo należy przeprowadzać analizy chemiczne kąpeli z częstotliwością gwarantującą jakość powłok. Wyniki analiz, uzupełnień oraz wymiany kąpeli należy rejestrować.
- f) Kontrolować parametry prądowe i temperatury procesu.
- g) Przeprowadzać na częściach kontrolę grubości powłoki.
- h) Na próbkach wykonywać badania odporności korozyjnej, przyczepności powłoki malarskiej, masy powłoki dla kontroli sterowania procesem.
- i) Sprężone powietrze stosowane w procesie kontrolować na nieobecność wody, oleju lub pyłów.

### 6.2.1. Metody kontroli i wymagania.

- a) Części podlegają kontroli wizualnej i kontroli grubości powłoki
- b) Na próbkach przeprowadza się badania dla zatwierdzenia procesu oraz sterowania procesem:
  - kontrola odporności korozyjnej
  - kontrola przyczepności powłoki malarskiej
  - kontrola masy powłoki.

Wyniki zestawiane są w postaci sprawozdań z badań.

- c) Określenie próbek.

Próbki powinny być obrobione wraz z częściami produkcyjnymi. Próbki do badań przed anodowaniem należy dokładnie obejrzeć. Nie powinny one posiadać widocznych zanieczyszczeń, wad takich jak korozja, wtrącenia i rozwarstwienia.

### 6.2.2. Kontrola części.

Uwaga: Kontrolę przeprowadzać w czystych bawełnianych rękawicach.

#### 6.2.2.1. Kontrola wizualna części.

- a) Kontrolę wizualną przeprowadzić na 100% części każdej partii produkcyjnej.
- b) Powłoka anodowa przed uszczelnieniem powinna mieć jasny, metaliczny kolor o odcieniu i jednolitości zależnej od stanu powierzchni części i gatunku stopu. Po uszczelnieniu w gorącej wodzie powłoka metaliczna nie zmienia w sposób widoczny wyglądu. Uszczelnienie w solach chromowych nadaje powłoce zabarwienie o odcieniu żółto-zielonym o intensywności zależnej od grubości powłoki. Powłoka musi być ciągła, gładka i jednorodna, bez obszarów sproszkowanych.
- c) Na częściach nie dopuszcza się głębokich rys, naruszających powłokę, spulchnionej powłoki zmazującej się przy pocieraniu (lekki nalot soli usuwający się przy przetarciu nie jest wadą), zgorzeliny punktowej, białych plam, ciemnych miejscowych plam świadczących o spawaniu jeżeli nie jest ono odzwierciedlone w przewodniku, różnych odcieni powłoki lub ciemnej

Polskie Zakłady Lotnicze Spółka z o.o.	<b>ANODOWANIE W KWASIE SIARKOWYM</b> Załącznik do KJ-06	<b>KJ-06.02</b>	<b>Strona 7 z 8</b>
---	--	-----------------	---------------------

powłoki wskazującej na niewłaściwą obróbkę cieplną lub jej brak (nie dotyczy stopów AMc i AMg). W przypadkach wątpliwych, części podejrzane o spawanie lub niewłaściwą obróbkę cieplną przesać do badań w laboratorium.

- d) Na częściach dopuszcza się brak powłoki w miejscach styku części z przyrządem, różne odcienie powłoki w zależności od gatunku stopu i w miejscach ze specyficznym stanem powierzchni tj. spawania, docierania, zgniotu, wyłaczania, rozwałcowania, powierzchniach z uszkodzoną warstwą plateru. Dopuszcza się również brak powłoki w otworach nieprzelotowych i miejscach pęcherzy gazowych tworzących się podczas anodowania części o skomplikowanych kształtach pod warunkiem gruntowania tych miejsc. Dopuszcza się niewielkie przebarwienia powstałe w wyniku wypływania roztworu uszczelniającego ze szczelin konstrukcyjnych w częściach.

#### 6.2.2.2. Kontrola grubości powłoki anodowej.

Kontrolę grubości powłoki należy przeprowadzić na 3 ÷ 5 sztukach z wsadu. Pomiaru dokonać w kilku miejscach na powierzchni części nieniszczącą metodą prądów wirowych zgodnie z ASTM B244, przyrządem prądo-wirowym lub innym odpowiednim dopuszczonym przez PZL Sp.z.o.o. Grubość powłoki może być również mierzona w laboratorium na szlifie poprzecznym metodą mikroskopową.

#### 6.2.3. Kontrola próbek.

Zestawienie badań na próbkach świadkach procesu anodowania w kwasie siarkowym dla serii produkcyjnej i sterowania procesem zamieszczono poniżej

Rodzaj badania	Częstotliwość badań	Wymiary próbek [mm]	Ilość sztuk	Materiał
Odporność korozyjna	1 x na miesiąc	254 x 76 x 0,64 ÷ 1,60	5	2024 T3 wg AMS-QQ-A-250/4 lub AMS 4037
Przyczepność powłoki	1 x na miesiąc	254 x 76 x 0,64 ÷ 1,60	2	2024 T3 wg AMS- QQ-A-250/4 lub AMS 4037
Masa powłoki nieuszczelnionej	1 x na miesiąc	76 x 76 x 0,64÷ 1,60	3	2024 T3 wg AMS 4037

#### 6.2.3.1 Kontrola odporności korozyjnej.

Próbki do badań korozyjnych powinny być poanodowane na grubość 5 -8 µm i uszczelnione.

Przeprowadzić próbę w komorze solnej, przy użyciu 5% roztworu NaCl w czasie 336 godzin zgodnie z ASTM B117. Próbki powinny być odchyłone 6° od pionu powierzchnią badaną.

Polskie Zakłady Lotnicze Spółka z o.o.	<b>ANODOWANIE W KWASIE SIARKOWYM</b> Załącznik do KJ-06	<b>KJ-06.02</b>	<b>Strona 8 z 8</b>
---	--	-----------------	---------------------

Po próbie nie powinno być więcej niż 15 oddzielnych wżerów o średnicy nie większej niż 0,8 mm (1/32 cala) na łącznej powierzchni 967,5 cm<sup>2</sup> (150 cali kwadratowych) i nie więcej niż 5 oddzielnych wżerów o średnicy nie większej niż 0,8 mm (1/32 cala) na powierzchni 193,5 cm<sup>2</sup> (30 cali kwadratowych).

### **6.2.3.2 Kontrola przyczepności powłoki malarskiej.**

Próbie przyczepności powinny być poddane poanodowane próbki testowe wykończone powłoką organiczną gruntu stosowanego w PZL. Próbę przyczepności przeprowadzić zgodnie z FED-STD-141 metoda 6301. Podczas badania nie powinno wystąpić oddzielenie pomiędzy zestawem malarskim a powłoką anodową lub pomiędzy powłoką anodową a metalem podłoża.

### **6.2.3.3 Kontrola masy powłoki**

Pomiar masy powłoki należy przeprowadzić zgodnie z ASTM B137

### **6.2.4. Kontrola procesu.**

Kontrola procesu powinna być wykonana 1 raz w miesiącu. Dodatkowo, gdy proces nie jest wykonywany w okresie 1 miesiąca lub dłużej, wówczas na początku produkcji należy wykonać próbki.

Kontrola obejmuje poniższe badania na zgodność z wymaganiami:

1. Kontrola parametrów przebiegu procesu.
2. Wygląd powłoki.
3. Grubość powłoki.
4. Kontrola odporności korozyjnej.
5. Kontrola przyczepności powłoki malarskiej.
6. Kontrola masy powłoki.