

POWIERZCHNIOWA OBRÓBKA ALUMINIUM

W języku potocznym często słyszy się określenie: eloksalacja i alodynowanie. Co one oznaczają? Na czym polegają te procesy? Ponieważ i eloksalacja i alodynowanie dotyczą powierzchniowej obróbki aluminium, zapoznamy się z nimi bliżej, zwłaszcza że są one w praktyce amatorskiej i warsztatowej bardzo przydatne.

Zaczynamy od terminu eloksalacja. Termin ten powstał z pierwszych liter wyrazów – **EL**ektrolityczna **OKS**ydacja **Al**uminium (oksydacja czyli utlenianie). Terminem tym chociaż może niezupełnie słusznie, obejmujemy dziś całokształt obróbki elektrochemicznej i chemicznej aluminium. Za pomocą tych procesów aluminium i jego stopom można nadać lśniący połysk lub jedwabisty mat, kolory żywe, ostre lub łagodne, pastelowe. Pamiętajmy przy tym, że taka obróbka zapewnia przedmiotom nie tylko estetyczny i przyjemny wygląd, ale zarazem doskonale chroni je przed matowaniem, ścieraniem i korozją.

Sztuczna biżuteria, a więc łańcuszki, broszki, klipsy, pierścionki, bransoletki, drobna galanteria domowa, osłony termosów, obudowy aparatów, tacki, ramki, pudełka, długopisy, pióra wieczne, papierośnice, gałki, pokrętła, skale przyrządów pomiarowych, aluminiowa stolarka, a nawet wielkie płyty osłonowe budynków – wszystkie te przedmioty oraz oczywiście wiele innych nie wymienionych, zawdzięczają swój wygląd i trwałość właśnie procesom eloksalacji. Ponieważ procesy te są w zasadzie proste i możliwe do przeprowadzenia nie tylko w warunkach warsztatowych, ale i amatorskich, zapoznamy się z najważniejszymi czynnościami, jakie trzeba przeprowadzić przy eloksalacji aluminium. Mówiąc w skrócie, proces eloksalacji polega na elektrolitycznym utlenianiu powierzchni aluminium, celem wytworzenia na niej twardej i wytrzymałej mechanicznie warstewki tlenkowej Al_2O_3 , następnie ewentualnym jej zabarwieniu i wreszcie uszczelnieniu.

Procesem zupełnie dodatkowym, lecz całkowicie niezwiązanym z samym barwieniem i utlenianiem, jest polerowanie. Zabieg ten

przeprowadzić można na drodze chemicznej, bądź elektrolitycznej. Tego rodzaju polerowanie nadaje jedynie powierzchni lustrzany połysk, lecz nie chroni metalu przed korozją. Dlatego też dalsze postępowanie przy barwieniu i utlenianiu aluminium jest niezmiennie. Powiemy więc krótko – powierzchnię aluminium można utleniać i barwić z uprzednim polerowaniem albo też i bez niego.

Eloksalacja jest procesem stosowanym nie tylko do aluminium, ale również do jego licznych stopów. Pamiętajmy jednak, że najłatwiej i najtrwalej daje się utleniać, a następnie barwić, czyste aluminium. Bardzo ważną rolę odgrywa tu struktura stopu. Im jest bardziej porowata, tym gorsze uzyskuje się wyniki. Stąd wniosek, iż odlewów piaskowych, jako zbyt porowatych, tą metodą obrabiać nie można. Z drugiej jednak strony skład chemiczny stopu również odgrywa dużą rolę. Na przykład zawartość krzemu a zwłaszcza miedzi, ogromnie utrudnia polerowanie, a następnie utlenianie. Krzem i miedź powodują występowanie ciemnych plam.

W przeciwieństwie do poprzednio omówionej eloksalacji, a l o d y n o w a n i e jest od początku do końca cyklem operacji czysto chemicznych, w wyniku których na aluminium zostaje wytworzona zabarwiona powłoka tlenkowa.

A więc w przeciwieństwie do eloksalacji, zbyt wiele jest teraz jakiegokolwiek źródła prądu. Trzeba jednak pamiętać, iż w wyniku alodynowania powstaje od razu zabarwiona na żółto-zielono powłoka tlenkowa, której barwy nie można już zmienić. Metodą alodynowania nie można również polerować wyrobów aluminiowych. Dlatego też proces jest stosowany do zabezpieczania przed korozją różnych drobnych wyrobów aluminiowych, jak również w celu wytwarzania powłoki tlenkowej, która stanowi doskonały podkład dla farb i lakierów. Trzeba bowiem pamiętać, że malowanie aluminium nie jest wcale sprawą prostą. Jeżeli powierzchnię aluminium oczyścić i nawet najdokładniej odtłuścić, a następnie pomalować, to już po paru dniach zauważymy odstawanie oraz złuszczenie się powłoki. Po prostu żaden ze znanych lakierów (a zwłaszcza nitro) nie ma dobrej przyczepności do czystego aluminium. Trzeba więc aluminium przed malo-

waniem koniecznie utlenić chemicznie lub elektrolitycznie, czyli wytworzyć na nim warstwę tlenkową. Dopiero taka warstwa umożliwia przyczepność lakierów.

Obróbka aluminium zwana alodynowaniem polega na zanurzeniu przedmiotów do odpowiedniej kąpieli utleniającej, a następnie kąpieli uszczelniającej. W kolejności zapoznamy się z procesami wstępnymi – polerowaniem chemicznym, polerowaniem elektrolitycznym właściwym, anodowaniem, barwieniem oraz alodynowaniem.

Przygotowanie powierzchni do eloksalacji

Rodzaj obróbki mechanicznej zależy od przeznaczenia przedmiotów i od żądane go przez nas stanu powierzchni. Jeśli chcemy mieć gładkie, błyszczące pudełko, wówczas z powierzchni aluminium, drogą polerowania i szlifowania, trzeba usunąć wszystkie rysy i nierówności. Z kolei, gdy chcemy uzyskać jedwabisty, tylko lekko błyszczący mat, taki, jaki jest np. na tarczach przyrządów pomiarowych czy ramkach, wówczas przedmiot poddaje się szrotkowaniu miękką, mosiężną szrotką.

Natomiast zupełnie matowe powierzchnie otrzymuje się poddając uprzednio przedmioty piaskowaniu za pomocą odpowiednio dobranej granulacji ścierniwa.

Przygotowanie powierzchni przedmiotów aluminiowych do eloksalacji polega na usunięciu z nich warstwy tlenkowej, brudu oraz tłuszczu. W zależności od stanu powierzchni przedmiotów dobieramy odpowiednią metodę przygotowania. A więc, gdy przedmioty aluminiowe są silnie skorodowane, wówczas w celu usunięcia produktów korozji, wytrawiamy je w roztworze o składzie:

| | |
|---------------------------------|--------|
| woda | 50 ml, |
| kw. azotowy, 40%, NH_3 | 50 ml. |

Czas wytrawiania w tym roztworze jest bardzo krótki, gdyż wynosi 10–30 sekund. Natomiast przedmioty na oko czyste i mało skorodowane, jak też i przedmioty wykonane ze stopów aluminium, wytrawiamy 1–2 minut w roztworze:

| | |
|----------------------------------|--------|
| woda | 100 ml |
| wodorotlenek sodu, NaOH | 10 g |

Temperatura roztworu podczas trawienia powinna wynosić 50–60°C. Po wytrawieniu, w celu rozjaśnienia powierzchni, przedmiot zanurzamy na parę sekund do 5% wodnego

roztworu kwasu azotowego. Do odtłuszczenia wstępnych przedmiotów wypolerowanych mechanicznie używamy miękkiej szcztotki i rozpuszczalnika organicznego np. acetonu. Natomiast ostateczne odtłuszczenie przeprowadza się chemicznie, kwaśnym roztworem soli chromowych. A więc obudowy, pudełeczka i inne drobiazgi, po uprzednim przemyciu rozpuszczalnikiem zanurza się na 2–3 minuty w gorącej kąpieli o składzie:

| | |
|----------------------------------|--------|
| woda | 60 ml, |
| dwuchromian potasu, $K_2Cr_2O_7$ | 20 g |
| kwas siarkowy stęż. H_2SO_4 | 40 ml, |
| kwas fosforowy stęż. H_3PO_4 | 110 ml |

W podanej ilości wody rozpuszcza się najpierw 20 g dwuchromianu potasu, następnie dodaje kwas fosforowy, a na końcu kwas siarkowy.

A oto drugi, prostszy przepis na kąpiel do chemicznego odtłuszczenia aluminium:

| | |
|---------------------------------|--------|
| woda | 91 ml, |
| wodorotlenek sodu, NaOH | 0,7 g, |
| fosforan trójsodowy, Na_3PO_4 | 4,5 g, |
| szkło wodne | 3,5 g |

W podanej ilości wody rozpuszcza się fosforan trójsodowy, następnie wodorotlenek sodu, po czym dodaje szkło wodne. Temperatura roztworów odtłuszczających musi wynosić 50–60°C. Przedmioty wyjęte z kąpieli odtłuszczającej płuczemy dokładnie zimną wodą i od razu, jeszcze mokre (nie dotykając oczywiście ich palcami) przenosimy do polewania lub od razu do utleniania. W zwykłych pracach galwanicznych trawienie jest procesem ostatnim w cyklu przygotowania przedmiotu. Tymczasem w przypadku aluminium sprawa przedstawia się inaczej. Najpierw następuje obróbka mechaniczna (szlifowanie, polerowanie), dalej trawienie i wreszcie odtłuszczenie zasadnicze. Tak przygotowany przedmiot można już wziąć do utleniania lub do elektrolitycznego polewania.

Aluminium można polerować trzema sposobami – mechanicznie, chemicznie i elektrolitycznie. Sposób mechaniczny nie daje nigdy zbyt dobrych wyników. Polerowanie chemiczne jest już znacznie lepsze, a elektrolityczne umożliwi wytworzenie na aluminium dosłownie lustrzanej powierzchni. Ponieważ polerowanie decyduje o przyszłym pięknym wyglądzie przedmiotu, omówimy obie metody polerowania aluminium.

Polerowanie chemiczne

Zabieg ten ma na celu rozjaśnienie powierzchni przedmiotów oraz nadanie im połysku. Metodą polerowania chemicznego, zwanego też często wyblyszczaniem, nie można jednak powierzchniom aluminium nadać pełnego lustrzanego połysku. Możemy to porównać do zwykłego mechanicznego polerowania przedmiotu stalowego nieszlifowanego, a obrobionego poprzednio jedynie grubym pilnikiem. Wówczas to błyszczące miejsca poprzecinane są bardzo licznymi, głębokimi rysami. Jeżeli powierzchnia przedmiotu była poprzednio starannie wypolerowana mechanicznie, to proces chemiczny jeszcze ją rozjaśni, wybliszczy i wygładzi.

Polerowanie chemiczne jest procesem prostym, szybkim i nie wymagającym żadnych dodatkowych urządzeń. Polega ono bowiem na parominutowej kąpieli w gorących roztworach wyblyszczających. Skład tych roztworów oraz warunki pracy mogą być różne.

| | |
|--------------------------------------|---------|
| 1. kwas fosforowy stężony, H_3PO_4 | 53 ml, |
| kwas siarkowy stężony, H_2SO_4 | 41 ml, |
| kwas azotowy stężony, HNO_3 | 4,5 ml, |
| kwas borowy, H_3BO_3 | 0,5 g, |
| węglan miedziowy, $CuCO_3$ | 0,5 g |

temperatura roztworu 100–105°C, czas zanurzenia 1–4 minut.

| | |
|--------------------------------------|--------|
| 2. kwas fosforowy stężony, H_3PO_4 | 75 ml, |
| kwas siarkowy o stęż. 60%, H_2SO_4 | 25 ml |

temperatura roztworu 110°C, czas zanurzenia 0,5–2 minut.

| | |
|--------------------------------------|--------|
| 3. kwas fosforowy stężony, H_3PO_4 | 80 ml, |
| kwas azotowy o stęż. 60%, HNO_3 | 5 ml, |
| woda | 20 ml, |

temperatura roztworu 76–85°C, czas zanurzenia 10–15 minut.

| | |
|-----------------------------------|--------|
| 4. woda | 15 ml, |
| kwas fosforowy stężony, H_3PO_4 | 75 g, |
| kwas octowy lodowaty, CH_3COOH | 8,5 g |

temperatura roztworu około 100°C, czas polerowania 2–6 minut.

Z uwagi na wywiązujące się podczas polerowania chemicznego duże ilości szkodliwych par i gazów (pary kwasów, tlenki azotu), proces ten trzeba wykonać pod wyciągiem, a w razie jego braku, najlepiej przeprowadzić na otwartej przestrzeni.

Wypolerowane przedmioty natychmiast trzeba starannie wypłukać w zimnej wodzie.

Polerowanie elektrolityczne

Zaznaczamy z góry, że takie polerowanie jest procesem dość trudnym do przeprowadzenia, ale pozwalającym za to nadać powierzchni aluminium pełny zwierciadlany blask.

Cała trudność przeprowadzenia elektrolitycznego polerowania aluminium polega na tym, że do tego procesu trzeba stosować i duże napięcie i dużą gęstość prądu, a kąpiele muszą pracować w podwyższonej temperaturze.

Ze wszystkich możliwych przepisów na elektrolityczne polerowanie podajemy tylko metody wymagające stosunkowo najmniejszego napięcia i natężenia prądu.

- | | |
|---|--------|
| 1. woda | 80 ml, |
| węglan sodu, Na_2CO_3 | 15 ml, |
| fosforan trójsodowy, Na_3PO_4 | 5 ml |

Aby proces elektrolitycznego polerowania przebiegał właściwie, roztwór musi być ogrzany do 70°C. Czas polerowania wynosi 5–6 minut, napięcie 12–14 V, a gęstość prądu 3–4 A/dm². Katodą jest blacha stalowa.

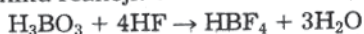
- | | |
|---|--------|
| 2. woda | 14 ml, |
| kwas fosforowy stężony, H_3PO_4 | 70 ml, |
| kwas siarkowy stężony, H_2SO_4 | 3 ml, |
| bezwodnik kwasu chromowego, CrO_3 | 6 g. |
- Polerowanie w tej kąpeli należy przeprowadzać w temperaturze 80–85°C, stosując napięcie 7–15 V i gęstość prądu 10–15 A/dm² polerowanej powierzchni.

UWAGA: Katodą podczas elektrolitycznego polerowania w tej kąpeli musi być pasek blachy ze stali kwasoodpornej.

Jeszcze lepszy roztwór do elektrolitycznego polerowania aluminium, a zwłaszcza jego stopów, stanowi kwas fluoroborowy HBF_4 . Aby taki roztwór otrzymać, wlewamy do szklanego lub porcelanowego naczynia 25 ml wrzącej wody i rozpuszczamy w niej 5 g kwasu borowego, H_3BO_3 (popularny kwas borowy do nabycia w aptekach). Po rozpuszczeniu się tego związku, stale mieszając dolewamy 30 ml kwasu fluorowodorowego HF.

W tym miejscu apelujemy, aby z całą powagą podejść do pracy ze żrącym i trującym kwasem fluorowodorowym. Pamiętajmy o rękawiczkach.

W wyniku reakcji:



powstaje kwas fluoroborowy, HBF_4 .

Tak otrzymana kąpiel pracuje w temperaturze 25–35°C, przy napięciu 30–35 V. Gęstość prądu powinna wynosić 6–8 A/dm², a czas polerowania 10–15 minut. Do elektrolitycznego polerowania w tym roztworze trzeba stosować katody miedziane. A teraz parę słów o samym procesie.

Do przeprowadzenia elektrolitycznego polerowania potrzebne jest naczynie szklane lub kamionkowe (kwas fluoroborowy nie trawi szkła). W środku naczynia, na jego brzegach obłożonych drewnem, umieszczamy pręt mosiężny lub aluminiowy i łączymy go z dodatnim biegunem źródła prądu stałego. Na tej środkowej szynie będziemy zawieszali polerowane przedmioty.

W odległości 10 cm od środkowej szyny, po obu jej stronach kładziemy dwie boczne szyny i zawieszamy na nich odpowiednie dla danego procesu katody. Szyny te łączymy z ujemnym biegunem źródła prądu stałego. Przedmioty przeznaczone do polerowania, już dokładnie odtłuszczone i starannie zamocowane na drucie aluminiowym zawieszamy na środkowej szynie. Ponieważ kąpiele działają bardzo trawiąco (rozpuszczająco) na aluminium, przedmiot należy układać do kąpeli polerującej i wyjmować z niej **zawsze przy wyłączonym prądzie elektrycznym**.

Jeszcze raz zwracamy uwagę, że podczas elektrolitycznego polerowania glinu, połączenia źródła prądu z szynami są odwrotne niż przy zwykłym galwanicznym pokrywaniu.

Przy galwanicznym pokrywaniu (rys. 1a) na bocznych szynach wiszą rozpuszczające się anody (dodatni biegun) przedmiot zaś wiszący na środkowej szynie jest katodą (ujemny biegun). Natomiast przy elektrolitycznym polerowaniu, przedmiot wisi na środkowej szynie, ale jest anodą (dodatnim biegunem) (rys. 1b). To on teraz właśnie pod wpływem prądu elektrycznego ulega powolnemu rozpuszczaniu. Na tym właśnie polega istota tego rodzaju polerowania. Rozpuszczaniu bowiem ulegają w pierwszym rzędzie wszelkie najmniejsze nawet występy na powierzchni aluminiowego przedmiotu. Dzięki temu powierzchnia staje się coraz bardziej gładka i lśniąca. Przedmioty wyjęte z kąpeli polerującej (niezależnie od jej składu) muszą być od razu dokładnie opłukane wodą.

Anodowe utlenianie

Proces ten ma za zadanie wytworzenie na obrabianym przedmiocie twardej, odpornej chemicznie i mechanicznie warstewki tlenku glinowego, Al_2O_3 . Ta bezbarwna, przezroczysta warstewka doskonale zabezpiecza uprzednio wypolerowane powierzchnie, jak również dzięki mikroporowatej strukturze pozwala na ich późniejsze trwałe barwienie.

Przedmioty przeznaczone do utleniania, bezpośrednio przed zanurzeniem w kąpeli, wytrawiamy 1–2 minuty w jednoprocentowym wodnym roztworze kwasu azotowego o temperaturze 18–25°C. Zabieg ten usuwa z powierzchni pasywną błonkę utrudniającą utlenianie. Po wytrawieniu przedmiot jeszcze raz opłukujemy w zimnej wodzie i od razu zawieszamy w kąpeli utleniającej. Najprostszą kąpielą utleniającą jest wodny roztwór kwasu siarkowego. Jeśli następnie chcemy przedmioty barwić na jasne kolory, stosujemy 10% roztwór kwasu siarkowego, H_2SO_4 , gdy na ciemne – szczególnie na czarny kolor – wówczas używamy 20% roztworu kwasu siarkowego.

Elektrolityczne utlenianie aluminium, zwane również anodowym (bo zachodzi na elektrodzie dodatniej, anodzie), możemy przeprowadzić w zwykłej wanience galwanicznej, jednakże trzeba zmienić sposób połączenia szyn ze źródłem prądu.

Zarówno przy elektrolitycznym polerowaniu, jak i teraz przy utlenianiu, środkową szynę łączymy z dodatnim, a obie szyny boczne z ujemnym biegunem źródła prądu stałego. Na środkowej szynie (ale zawsze przy włączonym prądzie), zawieszają będziemy utleniany przedmiot. Natomiast na szynach bocznych za pomocą drutu miedzianego zawieszają się katody z blachy ołowianej. Powierzchnia każdej katody musi być nieco większa od powierzchni utlenianego przedmiotu.

Przedmioty przeznaczone do utleniania zawieszamy na środkowej szynie na grubym aluminiowym drucie, tak, aby przedmiot całkowicie skrył się w roztworze kwasu. Drut aluminiowy, na którym zawieszamy przedmiot, służy zarazem do doprowadzania prądu. Dlatego musimy go jak najsilniej skrócić na przedmiocie, aby zapewnić dobry styk.

Pamiętajmy o tym, iż podczas procesu utleniania, również powierzchnia drutu, na którym wisi przedmiot, pokrywa się warstewką tlenku glinowego, a warstewka ta bardzo źle przewodzi prąd elektryczny. Jeżeli więc drut jedynie luźno opasuje przedmiot, wówczas zarówno powierzchnia drutu jak i przedmiotu pokrywa się warstewką tlenku. Tym samym prąd przestaje już dopływać do utlenianego przedmiotu. Najpewniejszym doprowadzeniem prądu jest wkręcenie drutu aluminiowego w nagwintowany otwór w przedmiocie.

Temperatura roztworu kwasu siarkowego podczas utleniania nie może przekroczyć 18°C. Jeżeli więc roztwór zbyt szybko się rozgrzeje, musimy przerwać pracę i poczekać aż ostygnie. Napięcie powinno wynosić 15–18 V, a gęstość prądu 1–2 A/dm². Czas utleniania zależy od barwy jaką następnie chcemy nadać przedmiotowi. Przy jasnych barwach wystarczy 10–15 minut utleniania, gdy pragniemy jednak zabarwić przedmiot na czarno, utlenianie trwa 30–40 minut.

Prawidłowo przebiegający proces utleniania poznaje się po obfitym wydzielaniu gazów na utlenianym przedmiocie. Jeśli wydzielanie się gazów ustanie, będzie to sygnał, iż styk przedmiotu z drutem jest zły, a tym samym utlenianie już nie zachodzi. Po skończonym utlenianiu przedmioty trzeba bardzo starannie wypłukać pod bieżącą wodą.

Barwienie aluminium

Ten proces ma na celu wprowadzenie w mikropory świeżo utworzonej warstewki Al_2O_3 barwników nieorganicznych lub organicznych. Wśród barwników nieorganicznych największe znaczenie ma szczawian żelazowo-amonowy, $Fe(NH_4)_3(C_2O_4)_3$, barwiący utleniane powierzchnie aluminium na złoty kolor. Do barwienia na złoto stosuje się 2–6% roztwory wodne tego związku o temperaturze 65°C. Zależnie od pożądanego odcienia, barwienie trwa 0,5 do 4 minut. Do barwienia na brązowy kolor używa się ogrzaną do 40°C mieszaninę zawierającą 2–5% roztwór nadmanganianu potasu, $KMnO_4$ i 1–3% roztwór octanu kobaltowego $Co(C_2H_3O_2)_2$. Bardzo prostym barwnikiem nieorganicznym jest też 10% wodny roztwór dwuchromianu potasu, $K_2Cr_2O_7$. Roztwór

ten barwi utlenione aluminium na ładny kolor zielonkawo-żółty.

A teraz omówimy barwniki organiczne. Ponieważ do barwienia utlenionego aluminium można stosować zwykłe barwniki do tkanin, dzięki temu mamy możliwość wytworzenia wszelkich pożądaných kolorów i odcieni. Barwienie odbywa się w wodnych roztworach o temperaturze około 75°C i trwa w zależności od potrzeby 2–10 minut. Jeżeli będziemy używali barwników do tkanin w torebkach lub w kulkach, jedno takie opakowanie rozpuszczamy w 500 ml gorącej wody.

Aby zakończyć proces barwienia, a zarazem i całość eloksalacji, trzeba jeszcze przeprowadzić konieczne uszczelnienie. Powstała podczas utleniania warstewka tlenku glinu jest mikroporowata, gdy tworzą ją kryształki pooddzielane od siebie mikrokanalikami. Podczas barwienia w kanaliki te wnika barwnik. Po skończonym barwieniu taką powierzchnię trzeba koniecznie uszczelnić. Ten końcowy zabieg jest łatwy – polega na godzinnym gotowaniu w czystej, najlepiej destylowanej wodzie, uprzednio zabarwionych przedmiotów.

Pod wpływem podwyższonej temperatury, mikropory powłoki zamykają się, a tym samym zostaje uwięziony w nich barwnik. Po 60-minutowym uszczelnianiu przedmioty suszymy, po czym lekko natłuszczamy. Pamiętajmy jednak, że barwniki organiczne pod wpływem światła z czasem blakną. Jeżeli więc chcemy uzyskać naprawdę trwałe światłoodporne zabarwienie, musimy stosować tylko roztwory soli nieorganicznych.

Alodynowanie

Zapoznamy się teraz z przepisami i wskazówkami wykonania procesu alodynowania, czyli chemicznego utleniania aluminium. Alodynowanie stosuje się w celu wytworzenia powłoki świetnie wiążącej się z farbami i lakierami, lub w celu zabezpieczenia przedmiotu aluminiowego przed korozją. Przedmiotów aluminiowych nie trzeba szlifować ani polerować. Jeżeli są one silnie skorodowane, to wytrawiamy je w roztworach poprzednio podanych. W przypadku zaś, gdy przedmioty nie są skorodowane, to

odtłuszczamy je dokładnie za pomocą acetonu, a następnie chemicznie w jednym ze znanych już roztworów. Teraz, bezpośrednio przed alodynowaniem, przedmioty zanurzamy na 1–2 minuty do 30% wodnego roztworu kwasu azotowego, HNO_3 . Roztwór taki otrzymamy rozcieńczając stężony kwas azotowy wodą w stosunku 1:1. A oto dwa przepisy na przygotowanie kąpeli do alodynowania:

| | |
|---|-------|
| 1. bezwodnik kwasu chromowego, CrO_3 | 12 g, |
| kwas fosforowy stężony, H_3PO_4 | 73 g, |
| fluorek sodu NaF | 4 g, |
| woda do objętości | 1 l |

Kąpiel tę ogrzewa się do 42–46°C i zanurza w niej przedmioty na 1–2 minuty. Alodynowane przedmioty należy stale poruszać.

| | |
|--|-------|
| 2. dwuchromian potasu, $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ | 23 g |
| kwas fosforowy stężony, H_3PO_4 | 180 g |
| fluorokrzemian sodu, Na_2SiF_6 | 3 g |
| fluorek sodu, NaF | 2,5 g |
| woda do objętości | 1 l |

W 500 ml wody rozpuszcza się dwuchromian potasu, osobno w 200 ml wody fluorek sodu i fluorokrzemian sodu. Oba roztwory zlewa się razem, dodaje kwas fosforowy, po czym całość dopełnia do objętości 1 l. Kąpiel tę ogrzewa się do 50°C i trzyma w niej przedmioty (często mieszając) przez godzinę. Po wyjęciu z kąpeli do alodynowania, przedmioty powinny mieć barwę zieloną z odcieniem żółtym, szarym lub niebieskim. Trzeba je bardzo dokładnie opłukać pod bieżącą wodą, po czym zanurzyć na pół minuty do wodnego, 0,1% roztworu bezwodnika kwasu chromowego, ogrzanego do 50°C. Zabieg ten ma na celu uszczelnienie i utrwalenie wytworzonej powłoki alodynowej. Pozostaje już tylko przedmiot wypłukać, wysuszyć i, jeżeli nie będzie od razu malowany, bardzo lekko natłuścić, najlepiej pokostem lub olejem lnianym. Tak uzyskana powłoka nie jest specjalnie atrakcyjna, ale długo i skutecznie potrafi chronić przedmiot przed korozją. Ponadto, jak już wspominaliśmy, powłoki alodynowe wiążą się doskonale z lakierami, a tym samym umożliwiają nam trwałe lakierowanie aluminium i jego stopów.

Stefan Sękowski