

ANODOWANIE – CZWARTY WYMIAR ALUMINIUM

Część 1

Podstawy anodowania powierzchni aluminium

Dzisiaj cele stawiane technikom obróbki powierzchniowej są bardzo wysokie i ich spełnienie wymaga zapewnienia szeregu działań technologicznych. Wypełnianie poszczególnych etapów procesu skutkuje uzyskaniem nowych właściwości i cech obrabianych przedmiotów. Proces anodowania w dużym uproszczeniu możemy podzielić na etapy przygotowania powierzchni, anodowania, barwienia i uszczelniania. Każdy z nich pełni inną rolę, doprowadza nas jednak do zamierzonego celu jakim jest nadanie nowych cech obrabianym powierzchniom. Poprawa odporności korozyjnej, zmiana wyglądu poprzez nadanie nowej barwy bądź zmianę połysku a także nadanie dodatkowej odporności na ścieranie na pewno ma obecnie decydujący wpływ na szerokie zastosowanie wyrobów wykonanych z aluminium i jego stopów.

1. Przygotowanie powierzchni aluminium i jego stopów

Przygotowanie powierzchni jest pierwszym i niezwykle ważnym etapem w technologii wykończania powierzchni aluminiowych. W żadnym innym przypadku obróbki powierzchniowej metali, końcowe efekty nie są tak bardzo zależne od staranności wykonania właściwej obróbki wstępnej, jak w procesie anodowania aluminium. Transparentna warstwa tlenkowa uwypukla każdą nierówność powierzchni aluminium, w efekcie wady obróbki powierzchni nie znikają ale często stają się bardziej widoczne.

Należy zaznaczyć, że w 80% wszystkich przypadków anodowania realizowana jest dzisiaj tylko chemiczna obróbka wstępna profili i blach. Jakość współcześnie wytwarzanych wyrobów wyciskanych lub walcowanych jest tak wysoka, że mechaniczną obróbkę wstępną przeprowadza się tylko wtedy, gdy mają być osiągnięte specjalne efekty dekoracyjne.

Obróbkę wstępną wyrobów aluminiowych przed procesem anodowania można podzielić na:

- chemiczną obróbkę wstępną,
- mechaniczną obróbkę wstępną.

Celem obróbki wstępnej jest takie przygotowanie powierzchni elementu aby wyrób finalny miał wymaganą trwałość i estetykę, ponieważ powierzchnie elementów przeznaczonych do anodowania są zwykle chropowate, porysowane i zanieczyszczone.

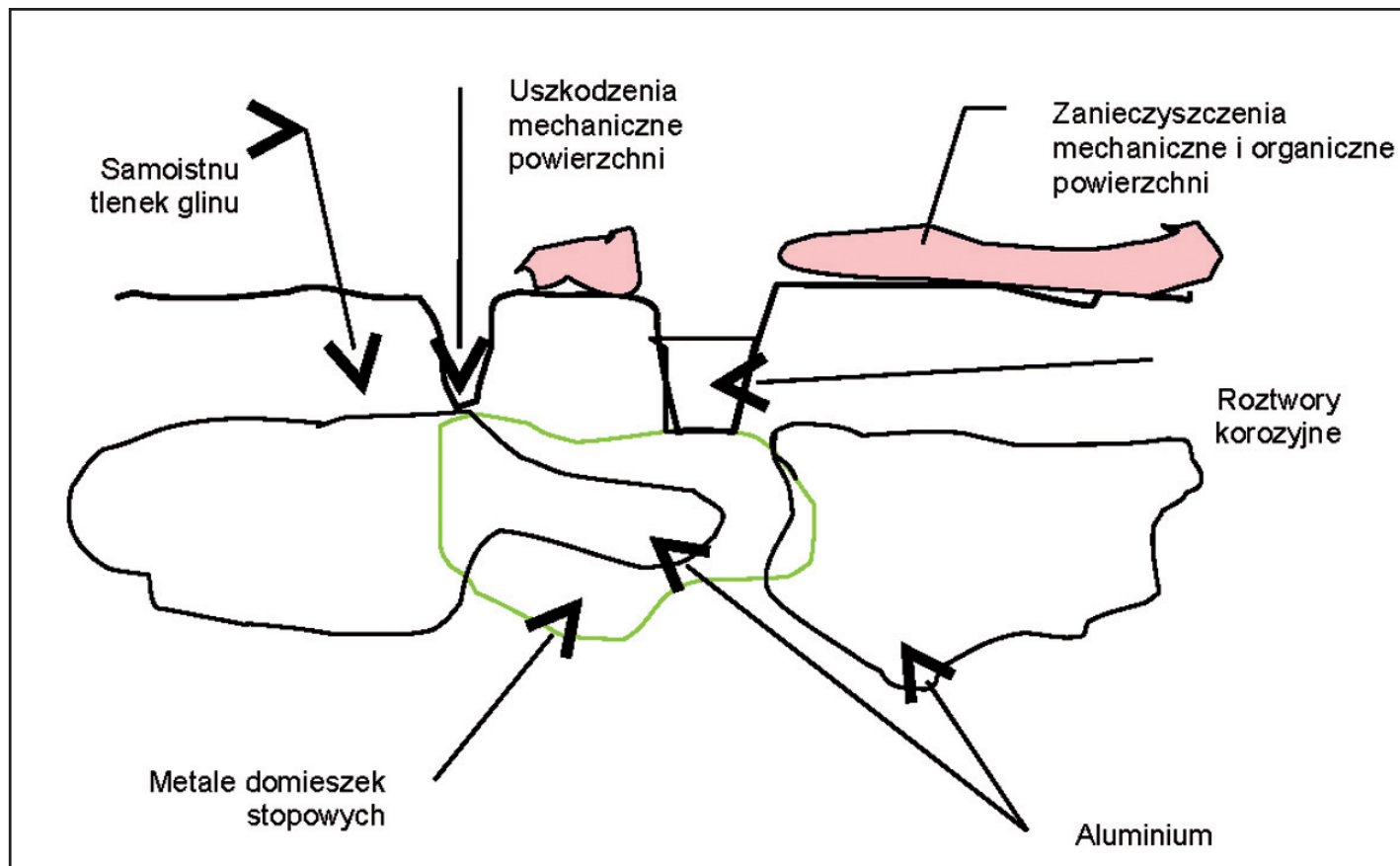
Obróbka wstępna, a przede wszystkim obróbka mechaniczna, umożliwi usunięcie tlenków i innych zanieczyszczeń i uszkodzeń warstwy wierzchniej, wżerów, pęknięć, zagnieceń, rys, plam itd., zaokrąglenie krawędzi oraz zmniejszenie chropowatości i falistości powierzchni (należy pamiętać, że przy pomocy obróbki chemicznej nie można usunąć błędów kształtu wyrobu), uzyskanie połysku lub innej ozdobnej faktury na powierzchni metalu.

W celu uzyskania wysokiej jakości powłok powierzchnię należy starannie oczyścić z tłuszczu, kurzu i produktów korozji, a także zanieczyszczeń mechanicznych po operacjach mechanicznej obróbki wstępnej (szlifowania, polerowania, szczotkowania itp.).

Zdecydowaną większość zanieczyszczeń można usunąć metodami mechanicznymi, fizycznymi i chemicznymi. Najbardziej uciążliwe zanieczyszczenia powoduje grafit który, wbity w rysy i szczeliny, jest niezwykle trudny do usunięcia zarówno metodami mechanicznymi jak i chemicznymi.

Chemiczne rodzaje obróbki wstępnej: Odtłuszczenie.

Operacja odtłuszczenia polega na usuwaniu z powierzchni podłoża wyrobów tłuszczów i ich pochodnych oraz zanieczyszczeń innego pochodzenia: kurzu, brudu, past polerskich.



Schematyczny wygląd rzeczywistej powierzchni aluminium

Tłuszcze usuwane są w wyniku ich rozpuszczania, zmydlania lub zemulgowania.

Oleje mineralne trudne do emulgowania usuwane są w rozpuszczalnikach organicznych lub nowoczesnych roztworach, których skład stanowi kombinację wielu substancji.

Operacje odtłuszczania można podzielić na:

- odtłuszczanie wstępne,
- odtłuszczanie zupełne,
- odtłuszczanie kombinowane z usuwaniem skutków korozji.

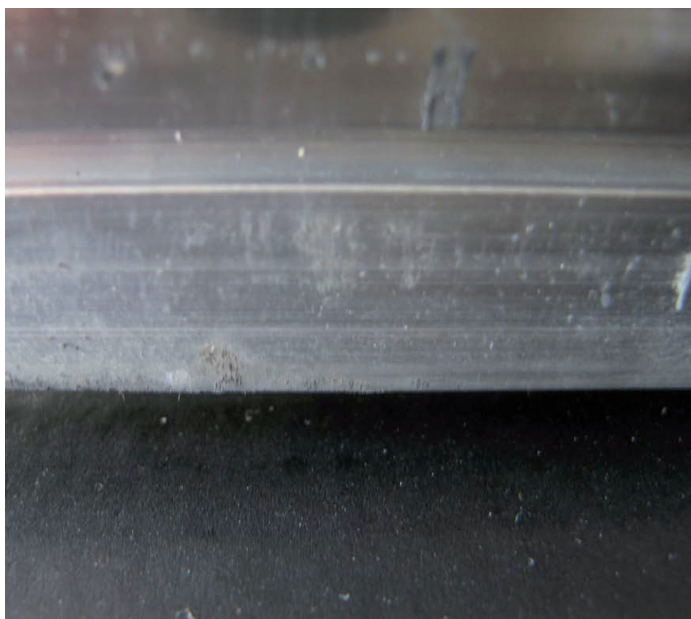
Odtłuszczanie wstępne.

Proces ten może być realizowany za pomocą rozpuszczalników organicznych typu węglowodorów. Odtłuszczanie w rozpuszczalnikach jest obecnie, pomimo wysokiej skuteczności, zabiegiem rzadko stosowanym, ponieważ tworzą one substancje wybuchowe i są toksyczne. Dodatkowo rozpuszczalniki z grupy chlorowcopochodnych wykazują wysokie oddziaływanie korozyjne na aluminium i jego stopy.

Odtłuszczanie emulsyjne

Rzadko stosowany sposób odtłuszczania powierzchni, zalecany w przypadku zanieczyszczenia powierzchni dużymi ilościami ciał stałych, np. kurzu, brudu, zestalonymi smarami. Roztwory sporządzane są z odpowiednich rozpuszczalników, wody z dodatkami zwilżaczy.

Emulsję tworzą węglowodory, woda oraz detergent tak dobrany, aby uzyskać bardzo dobre własności zwilżające i zdolność emulgowania.



Powierzchnia mocno zabrudzona pastami polerskimi ze śladami korozji

Odtłuszczanie zupełne

O ile odtłuszczanie w rozpuszczalnikach może być stosowane międzyoperacyjnie lub przed obróbką mechaniczną, o tyle odtłuszczanie zupełne stosuje się zawsze po obróbce mechanicznej i po odtłuszczeniu wstępnym. Ta dodatkowa operacja ma na celu usunięcie śladów oleju, tłuszczów i brudu, w wyniku czego uzyskuje się idealnie czystą powierzchnię, zwilżającą się roztworami wodnymi. Operację tą przeprowadza się w kąpielach alkalicznych, które działają zmydlająco na tłuszcze oraz emulgująco na oleje mineralne.

Odtłuszczanie alkaliczne

Usuwanie zanieczyszczeń olejowych w roztworach alkalicznych o odpowiednio dobranym składzie jest znacznie tańsze i bezpieczniejsze niż w przypadku rozpuszczalników organicznych. W większości przypadków mamy do czynienia z powierzchniami stopów aluminium. Ważny jest prawidłowy dobór składników roztworu tak, aby ustrzec się szkodliwych reakcji ubocznych, takich jak czernienie lub częściowe wytrawianie składników stopu z powierzchni wyrobu.

Temperatura kąpeli wpływa na proces odtłuszczania, przyspieszając zmydlenie tłuszczów i emulgowanie olejów. Współczesne, alkaliczne preparaty odtłuszczające pracują w temperaturze 45 – 50°C (powyżej 75°C wszystkie preparaty powodują rozpuszczanie powierzchni obrabianego materiału).

Obecne w roztworze sole metali alkalicznych działają buforująco, dzięki czemu w roztworze utrzymuje się najodpowiedniejsza dla aluminium alkaliczność ($\text{pH} = 9\pm 10$). Odtłuszczanie chemiczne stanowi niezwykle ważny etap w prawidłowym przygotowaniu powierzchni i nie może być pominięte.

Odtłuszczanie kwaśne

Niektóre stopy aluminium są bardzo trudne do obróbki w procesie chemicznego alkalicznego odtłuszczania – z tego powodu opracowano kombinacje preparatów odtłuszczających pracujących przy niskim pH. Odpowiednio dobrane środki powierzchniowo czynne pozwalają oczyszczać powierzchnie nie powodując utleniania składników stopu aluminiowego.

Płukanie po odtłuszczeniu

Odtłuszczone wyroby należy płukać natychmiast po wyjściu z kąpeli odtłuszczającej. Najlepsze rezultaty daje płukanie kaskadowe w wodzie mieszanej sprężonym powietrzem. Dla procesów odtłuszczania prowadzonych w podwyższonej temperaturze zaleca się dodatkowo stosować płuczkę podgrzewaną.

Jeśli następującym procesem po procesie odtłuszczania alkalicznego jest alkaliczne trawienie, co stanowi znaczącą większość typowych procesów technologicznych, nie zaleca się stosowania procesu płukania. Współczesne środki do chemicznego odtłuszczania alkalicznego spełniają jednocześnie rolę roztworu odtłuszczającego i trawiącego tlenki, a ich skład chemiczny jest tak skomponowany, że po zakończeniu procesu w tym roztworze detale nie wymagają płukania i mogą być kierowane do następnej wanny, w której zachodzi trawienie zasadnicze E6.

Trawienie

Stosowanie odtłuszczania pozwala oczyścić powierzchnię aluminium tylko z zanieczyszczeń powierzchniowych, które są stosunkowo luźno związane z powierzchnią. Nie jest to jednak wystarczające dla odpowiedniego przygotowania przed anodowaniem. Oprócz zanieczyszczeń powierzchnia aluminium pokryta jest warstwą tlenków. Tlenki muszą zostać całkowicie usunięte gdyż pozostawione na powierzchni mogą wpływać na proces anodowego utleniania i przyczynić się do powstania wad anodowania.

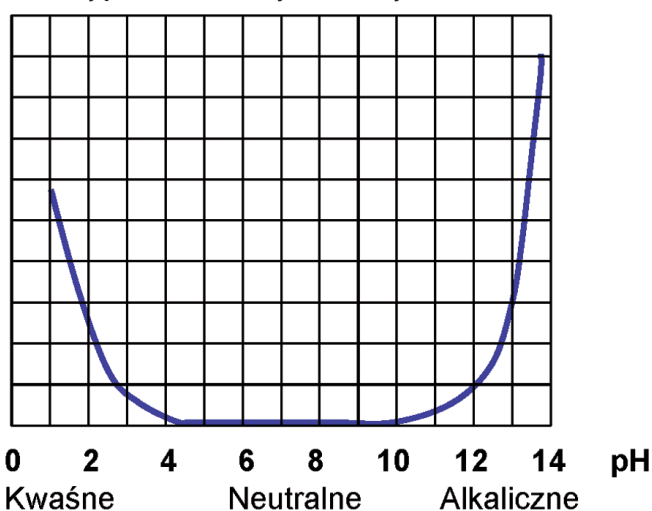


Chemiczne metody czyszczenia uwalniają powierzchnię z zanieczyszczeń tlenkami. Mechanizm reakcji polega na rozpuszczeniu tlenków na powierzchni aluminium i nazywany jest trawieniem.

Wybór metody trawienia zależy od: rodzaju stopu aluminium, charakteru powierzchni, sposobu obróbki.

Większość produktów do trawienia aluminium ma charakter alkaliczny i oparte są o mieszanki wodorotlenku sodu, trój-fosforanu sodu i węglanu sodu. Dodatki do tych produktów pozwalają kontrolować przebieg reakcji trawienia zarówno co do jej kierunku jak i czasu dzięki czemu trawienie dodatkowo może poprawić wygląd powierzchni. Proces trawienia rozpuszcza aluminium pozostawiając na powierzchni dodatki stopowe, które należy usunąć z powierzchni w następującej po trawieniu operacji rozjaśniania.

Trawienie kwaśne (pH 1-2) jest stosowane dla szczególnych aplikacji. Nie jest tak skuteczne jak alkaliczne, jest stosowane dla usuwania warstewki tlenków domieszek stopowych np. tlenków magnezu. Kwaśne środki czyszczące zazwyczaj zawierają kwas fosforowy i siarkowy.



Wpływ kwasowości środowiska na ubytek masy Al₂O₃

Trawienie E6

Po odtłuszczeniu i obróbce w specjalnym alkalicznym roztworze trawiącym powierzchnia uzyskuje satynowy lub matowy połysk.

Mechaniczne błędy na powierzchni są wyrównywane, jednakże nie całkowicie usuwane. Skutki korozji powierzchni mogą być widoczne. Mechaniczna obróbka przed trawieniem może te defekty usunąć. Należy jednak tak obrabiać i składować metal by uniknąć korozji.

Metoda E6- długotrwałego wytrawiania pozwala na uzyskanie optymalnego wyglądu powierzchni przy zawartości aluminium 130 – 150 g/l. Już od 100 g/l Al uzyskuje się równomierną matową powierzchnię; przy prawidłowym stosowaniu nie występują cienie, plamy i przebarwienia, nierówności zostają w znacznym stopniu usunięte z powierzchni obrabianego detalu. Odznacza się dobrymi zdolnościami mikro wygładzania powierzchni przy niewielkim ubytku jego masy a dzięki specjalnej kombinacji środków powierzchniowo-czynnych płukanie powierzchni po trawieniu nie sprawia trudności.

Trawienie E0

Obróbka powierzchniowa polegająca na oddziaływaniu silnych alkali na powierzchnie aluminium, roztwory trawiące równomiernie rozpuszczają materiał. Mechaniczne błędy na

powierzchni np. wgniecenia i zadrapania, pozostaną widoczne. Ślady korozyjne, które mogły powstać przed obróbką, będą widoczne.

Wybłyszczanie chemiczne

Procesy chemiczne i elektrochemiczne wybłyszczania są stosowane w procesie obróbki wstępnej powierzchni przed anodowaniem. Funkcje tego procesu mogą być porównywalne z mechanicznym polerowaniem. Jednak dojście do finalnego efektu jest realizowane na zupełnie innej drodze.

Mechaniczne polerowanie powierzchni jest realizowane pod wpływem ciśnienia i wysokiej temperatury lokalnie oddziaływującej na powierzchnie, chemiczne i elektrochemiczne polerowanie jest możliwe dzięki selektywnie działającemu rozpuszczaniu za pomocą którego powierzchnia aluminium rozpuszcza się szybciej na ostrych szczytach nierówności niż w głąb mikro rys.

Zaletą zastosowania jest:

- możliwość bezpośredniego włączenia w proces anodowania w linii technologicznej,
- możliwość jednoczesnego obrabiania dużych ilości detali,
- uzyskiwanie bardzo czystych powierzchni.

Proces wybłyszczania jest typowo stosowany do obróbki:

- Profili do zastosowań dekoracyjnych.
- Wyrobów o dużym współczynniku odbicia światła – odbłyśniki reflektorów.

Ograniczeniem zastosowania tego typu wybłyszczania jest rodzaj materiału. Wybłyszczać tą metodą można wyroby wykonane z materiałów o wysokiej zawartości aluminium – przy wzroście ilości domieszek stopowych w materiale połysk gwałtownie spada.

Istnieje duża ilość opracowanych procesów elektrolitycznego i chemicznego polerowania. Na wybór typu procesu wpływa wiele czynników

Procesy chemicznego wybłyszczania powierzchni nie wymagają dużych nakładów inwestycyjnych na zakup dużej mocy prostowników jednak skład chemiczny kąpieli jest bardziej szkodliwy i wymaga zastosowania dodatkowych układów wentylacyjnych. Procesy polerowania chemicznego często zastępują mechaniczną obróbkę, którą charakteryzują wysokie koszty pracy. Największe oszczędności są uzyskiwane gdy polerowanie dotyczy znaczącej bądź całkowitej powierzchni obrabianych przedmiotów.

Dekapowanie/Rozjaśnianie

Dekapowanie (odtlenianie powierzchni) – ostateczne usunięcie cienkich warstewek tlenkowych, jakie mogły się utworzyć w czasie obróbki przygotowawczej metalu, a których usunięcie jest niezbędne dla osiągnięcia właściwej jednorodności i przyczepności powłoki anodowej do podłoża. Jest to ostatnia operacja poprzedzająca wytwarzanie właściwej powłoki anodowej.

Rodzaje obrabianych materiałów różnią się składem domieszek stopowych. W procesie trawienia rozpuszcza się aluminium jednak pozostałe metale tworzą na powierzchni nie zawsze rozpuszczalne w środowisku alkalicznym tlenki i wodorotlenki. Z tego powodu po procesie trawienia alkalicznego konieczna jest operacja rozjaśniania, która ma za zadanie usunąć z obrabianych powierzchni wszelkie osady.

Typowy skład roztworu do rozjaśniania jest oparty o kwas azotowy lub/ i kwas fluorowodorowy. Obecnie stosowane są

roztwory wykorzystujące elektrolit z anodowania i odpowiednie dodatki aktywujące.

Nie stosowany w procesach anodowania powierzchni a wykorzystywany w technologiach wytwarzania płyt offsetowych jest proces elektrogradacji. Jest to elektrolityczne trawienie zazwyczaj prowadzone w rozcieńczonym kwasie solnym (ok. 15 g/l) w temperaturze 230 °C przy gęstości prądu 500-3000 A/m².

Proces ten powoduje powstanie silnie porowatej, ale bardzo jednolitej, matowej powierzchni.

Mechaniczne rodzaje przygotowania powierzchni:

Na obróbkę mechaniczną składa się zazwyczaj kilka operacji, w czasie których przechodzi się od obróbki zgrubnej do coraz bardziej precyzyjnej, co zapewnia najlepszą jakość powierzchni przy najmniejszych stratach obrabianego materiału. W zależności od wielkości i kształtu wyrobów można je obrabiać mechanicznie przy użyciu tarcz, bębnow, poprzez piaskowanie, szczotkowanie itp.

Szlifowanie

Szlifowanie powierzchni jest stosowane na ogół w przypadkach elementów wyposażenia wewnątrz. Powierzchnia szlifowana jest następnie poddawana anodowaniu. Proces pozostawia drobne rowki i rysy przebiegające zgodnie z kierunkiem obróbki.

Uzyskana powierzchnia może mieć różny stopień chropowatości uzależniony od charakterystyki użytych materiałów ściernych. Uzyskiwane powierzchnie mogą być: bardzo gładkie, średnio gładkie i chropowate.

Dla każdego gatunku stopu należy doświadczalnie dobrać najodpowiedniejszą grubość ziaren materiału ściernego i parametry procesu, takie jak obwodową prędkość tarczy lub posuwu szlifierek. Grubość materiału ściernego zależy będzie także od pożądanego efektów – głównie stopnia gładkości powierzchni.

Przy doborze twardości materiałów ściernych należy kierować się następującymi zasadami:

- twarde podpory i tarcze umożliwiają usunięcie falistości powierzchni na elementach prostych, płaskich, wymagających zastosowania krawędzi prostych; uzyskuje się jednak gorszą gładkość niż w niżej przedstawionym przypadku,
- miękkie podpory i tarcze zapewniają lepszą gładkość lecz nie usuwają falistości powierzchni i drobnych błędów kształtu.

Polerowanie ściernie zmniejsza chropowatość po szlifowaniu a jednocześnie powoduje wyblyszczanie powierzchni. Proces przebiega podobnie jak szlifowanie z tym, że rolę narzędzi skrawających spełniają pasty polerskie nakładane na taśmy lub tarcze.

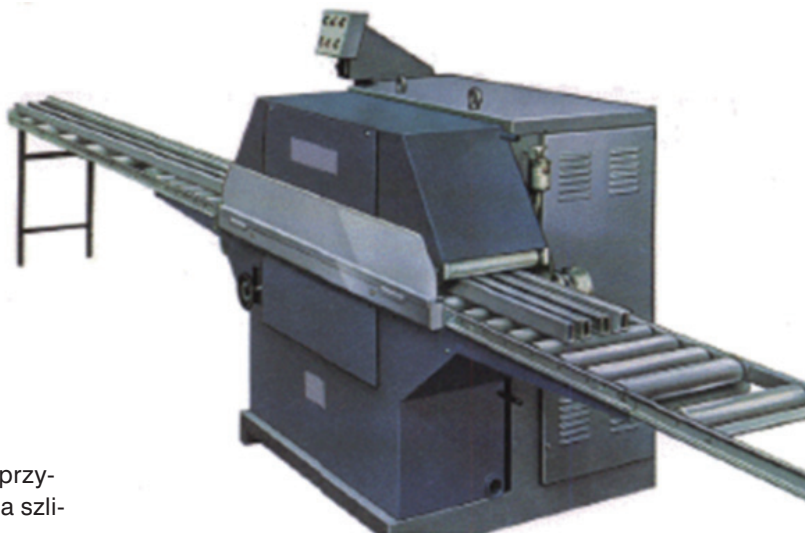
Polerowanie mechaniczne

Proces ten ma na celu wygładzenie powierzchni i nadanie jej połysku. Do polerowania mechanicznego aluminium i jego stopów stosuje się tarcze z mocnej, powlekanej tkaniny, które naciera się pastami polerskimi.

Polerowanie polega na wywieraniu dużego nacisku na powierzchnię obrabianego przedmiotu przez gładkie, bezostrzowe narzędzie, przy czym na ogół przedmiot i narzędzie znajduje

się w stanie względnego ruchu. Mikro nierówności powierzchni podczas polerowania są plastycznie zginate i rozwalcowywane a powierzchnia wygładzona. Prędkość obwodowa tarcz polerskich wynosi 35÷45 m/s. Uzyskiwana gładkość powierzchni charakteryzowana przez Ra wynosić może 0,2 μm.

Dla uzyskania wysokiego połysku końcowy proces polerowania przeprowadza się na sucho bez użycia past, za pomocą tarcz z bardzo miękkich tkanin np. muślinu lub flaneli z prędkością około 33 do 40 m/s.



Szczotkarka profili aluminiowych

Szczotkowanie

Szczotkowanie (znane także jako kracowanie) przeprowadza się za pomocą szczotek z drutu, które na sucho działają szlifująco, natomiast na mokro polerująco.

Dla aluminium i jego stopów szczotki wykonywane są z drutu mosiężnego o średnicy 0,2÷0,3 mm. Do obróbki na mokro stosuje się druty cieńsze (0,2 mm), karbowane, natomiast do obróbki na sucho druty grubsze (0,3 mm) niekarbowane. Końce szczotek tak przy obróbce na sucho jak i na mokro powinny tylko dotykać powierzchni wyrobu, a więc docisk do obrabianej powierzchni jest niewielki.

Inne rodzaje obróbki

Większość niżej wymienionych sposobów obróbek znajduje zastosowanie dla wyrobów małych, pochodzących z procesów odlewania, wytwarzania na drodze wytłaczania, obróbki skrawaniem.

Spośród nich można wymienić:

- bębnowanie szlifujące – polegające na obracaniu na sucho wyrobów aluminiowych z kulkami stalowymi lub śrutem stalowym,
- bębnowanie na mokro – proces polerujący i wygładzający po procesie bębnowania na sucho, polegający na obracaniu wyrobów wraz ze śrutem ze stali chromowej w cieczy dobrze zwilżającej powierzchnie wyrobów,
- bębnowanie suche w trocinach,
- oczyszczanie strumieniowo – ściernie polegające na wyrzucaniu z dużą siłą i prędkością za pomocą sprężonego powietrza, cieczy lub siły odśrodkowej, ścierniwa (śrutu kulistego, śrutu ostrokrawędziowego).

