

## Część I

Mechaniczne metody obrabiania różnych metali, jak cięcie, struganie, toczenie, tłoczenie, gięcie, rozklepywanie czy lutowanie są na ogół wszystkim dobrze znane. Po wykonaniu tych czynności bardzo często zachodzi potrzeba nadania wykonanym przedmiotom odpowiedniego wyglądu. Wiąże się to najczęściej z wypolerowaniem, rozjaśnieniem, utrwaleniem połysku, jak też i odpowiednim zabarwieniem. Właśnie te czynności należą do obróbki powierzchniowej, której pragniemy poświęcić cykl artykułów.

Podobny temat poruszaliśmy już w dziale „Na warsztacie” 7 lat temu, ale liczne pytania Czytelników, przy niedostępności dawnych numerów „MT” skłaniają nas do ponownego zajęcia się tym tematem, zwłaszcza że przybyło wiele nowych metod i przepisów.

### A. Chemiczne metody trawienia, wyblyszczanie i polerowanie metali

Zdarza się bardzo często, że stajemy przed problemem, czym i jak rozjaśnić, bądź też wypolerować różne, zwłaszcza drobne, wyroby metalowe. Pół biedy, jeżeli przedmiot jest duży, płaski lub o prostych kształtach. Wówczas wystarczy parominutowe polerowanie, np. na tarczy filcowej czy szmacianej, natartej odpowiednią pastą. Co jednak zrobić, gdy zechcemy nadać połysk drobnym wyrobom silnie profilowanym? Chemiczne polerowanie omówimy właśnie na przykładzie wykutej w miedzi łyżeczki z fantazyjną rączką, lub broszki.

#### Trawienie rozjaśniające i wyblyszczające

Jeżeli nawet do wykonania łyżeczki czy jakiejś ozdoby użyjemy błyszczącej, wypolerowanej blachy miedzianej, to pod wpływem kucia, a zwłaszcza lutowania, poszczególne jej fragmenty pokryją się ciemnymi nalotami. W sumie nasza łyżeczka czy broszka pomimo ciekawego kształtu, staje się po prostu brzydka. O tym, aby je całe wypolerować mechanicznie oczywiście nie ma mowy. I w takim właśnie przypadku nieocenione usługi oddaje trawienie rozjaśniające i wyblyszczające.

Aby jednak proces ten przeprowadzić, musimy najpierw przedmioty nasze dokładnie oczyścić i odtłuścić. Inaczej mówiąc, z powierzchni łyżki lub broszki usunąć resztki pasty lutowniczej oraz tłuszcz i brud naniesiony w trakcie pracy.

Mycie i odtłuszczenie najlepiej przeprowadzić gorącą wodą, szczotką i płynem do mycia, np.

Ludwik. Dopiero po starannym umyciu możemy zabrać się do trawienia, gdyż teraz roztwór będzie mógł działać równomiernie na całej powierzchni. Miejsca nie dość dokładnie odtłuszczone trawione są znacznie wolniej, w wyniku czego powstają brzydkie plamy.

Nasz miedziany przedmiot przeznaczony do trawienia trzeba zawiesić w roztworze o składzie:

kwas azotowy, $\text{HNO}_3$ , stęż.	250 $\text{cm}^3$
kwas solny, $\text{HCl}$ , stęż.	2,5 $\text{cm}^3$

Czas trawienia zależy od stopnia utlenienia powierzchni. Tak więc, gdy w pierwszej kropce znikną już wszelkie ślady korozji, w celu nadania przedmiotowi pięknego połysku, płucze się go wodą i zanurza, ale dosłownie na kilka sekund, w roztworze o składzie:

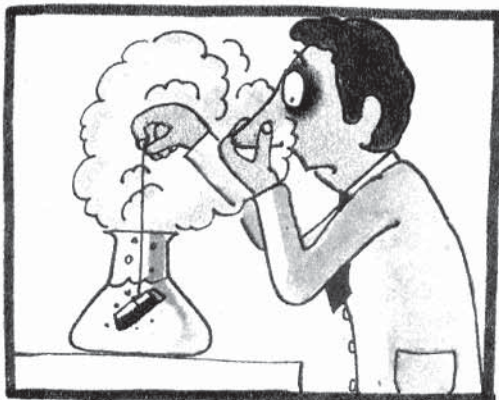
kwas azotowy, $\text{HNO}_3$ , stęż.	100 $\text{cm}^3$
kwas siarkowy, $\text{H}_2\text{SO}_4$ , stęż.	100 $\text{cm}^3$
kwas solny, $\text{HCl}$ , stęż.	2 $\text{cm}^3$
s a d z a	1 g

Jeżeli temperatura powyższego roztworu wynosi 20–25°C, a czas trawienia – 3–8 sekund, wówczas uzyskuje się na powierzchni miedzi piękny połysk. Upredzamy jednak, że zbyt długie trawienie przynosi efekt wręcz przeciwny. Powierzchnia staje się chropowata i usiana trudnymi do usunięcia plamami.

Trawienie wyblyszczające miedzi i jej stopów możemy również przeprowadzić w mieszaninie o składzie:

kwas siarkowy, $\text{H}_2\text{SO}_4$ , stęż.	100 $\text{cm}^3$
kwas azotowy, $\text{HNO}_3$ , stęż.	75 $\text{cm}^3$
chlorek sodu, $\text{NaCl}$	1,5 g

Przedmioty wytrawione i wyblyszczone trzeba koniecznie od razu bardzo dokładnie wypłukać wodą zimną, a następnie gorącą.



W podobny sposób jak miedzianą łyżeczkę czy broszkę odtłuszcza się i trawi inne przedmioty, lub wyroby wykonane ze stopów miedzi, np. mosiądzu czy brązu.

### Utrwalanie połysku:

Powierzchnie miedzi i jej stopów (mosiądz, brąz) wypolerowane mechanicznie czy wyblyszczone przez trawienie, po pewnym czasie znów ciemnieją i pokrywają się nalotami korozji.

Tu małe wyjaśnienie. Korozją nazywamy wszelkie reakcje chemiczne, jakim podlegają metale, a więc nie dotyczy to tylko stali.

Aby do tego nie dopuścić, a więc, aby przedłużyć trwałość uzyskanego z trudem połysku powierzchni, przedmioty wykonane z miedzi i jej stopów należy poddać procesowi chromianowania. Zabieg ten zwany potocznie pasywacją, polega na zanurzeniu wyrobu w roztworze zawierającym odpowiednie związki chromu. W wyniku zachodzących reakcji chemicznych, na powierzchni metalu powstaje bezbarwna warstewka chromianowa, która dzięki swej chemicznej bierności, czyli własności pasywności, skutecznie chroni metal przed przyszłym ponownym tworzeniem się nalotów korozji.

A oto przepisy na najbardziej typowe kąpiele do chromianowania miedzi i jej stopów:

kwaz azotowy, $\text{HNO}_3$ , stęż.	20 $\text{cm}^3$ ,
kwaz siarkowy, $\text{H}_2\text{SO}_4$ , stęż.	80 $\text{cm}^3$ ,
kwaz solny, $\text{HCl}$ , stęż.	1 $\text{cm}^3$ ,
bezwodnik kwasu chromowego, $\text{CrO}_3$	70 g
lub:	
dwuchromian sodu, $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$	180 g,
siarczan sodu, $\text{Na}_2\text{SO}_4$	30 g,
chlerek sodu, $\text{NaCl}$	10 g,
kwaz siarkowy $\text{H}_2\text{SO}_4$ , stęż.	6 $\text{cm}^3$ ,
woda	do objętości 1 $\text{dm}^3$

W przypadku drugiego roztworu, do kolbki wsympujemy odważoną ilość dwuchromianu i wlewamy ok. 400  $\text{cm}^3$  ciepłej wody. Dopiero po całkowitym rozpuszczeniu się dwuchromianu wsympujemy dwie następne sole. Dalej dodajemy odmierzoną ilość kwasu siarkowego, po czym dolewamy wody do objętości 1  $\text{dm}^3$ .

Samo utrwalenie połysku, a więc właściwa pasywacja powierzchni polega na zanurzeniu wytrawionego poprzednio na błyszcząco przedmiotu miedzianego, lub ze stopu miedzi, o odpowiedniej kąpeli. Temperatura kąpeli do pasywacji powinna wynosić 10–25°C, czas pasywacji jest bardzo krótki – zabieg trwa bowiem zaledwie 10–15 s. Przedmioty po wyjęciu z kąpeli do pasywacji trzeba natychmiast spłukać bardzo starannie wodą zimną, a następnie ciepłą.

Wysuszone już przedmioty szcztokujemy włosiąną szcztoką, lekko natartą bezbarwną pastą do obuwia lub parafiną.

A teraz jeszcze trzy inne przepisy na kąpiele, tym razem do równoczesnego wyblyszczania i chromianowania miedzi oraz jej stopów.

I. bezwodnik kwasu chromowego, $\text{CrO}_3$	150 g,
kwaz siarkowy, $\text{H}_2\text{SO}_4$ , stęż.	90 $\text{cm}^3$ ,
woda do objętości	1 $\text{dm}^3$ ,
II. bezwodnik kwasu chromowego, $\text{CrO}$	250 g,
siarczan sodu, $\text{Na}_2\text{SO}_4$	20 g,
woda	do objętości 1 $\text{dm}^3$ ,
III. dwuchromian sodu, $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$	150 g,
kwaz azotowy, $\text{HNO}_3$ , stęż.	100 $\text{cm}^3$ ,
kwaz octowy, $\text{CH}_3\text{COOH}$ , lodowaty	140 $\text{cm}^3$ ,
chlerek sodu, $\text{NaCl}$	50 g,
woda	do objętości 1 $\text{dm}^3$

Przedmioty miedziane lub ze stopów miedzi po umyciu i odtłuszczeniu trawi się w jednej z trzech podanych kąpeli o temperaturze 18–25° przez 20–30 sekund. Podane kąpiele usuwają naloty korozji, jednocześnie trawią metal, ale w sposób bardzo łagodny, po czym na jasnej, błyszczącej już powierzchni wytwarzają chromianową warstewkę pasywną.

### Polerowanie chemiczne:

Przepisy, które dotychczas poznaliśmy, dotyczyły trawienia zwykłego, trawienia wyblyszczającego oraz chromianowania, czyli uodparniania powierzchni miedzi i jej stopów na korozję. Teraz nadszedł czas, aby zgodnie z tytułem, omówić przepisy dotyczące właściwego już chemicznego polerowania. Po pierwsze wyjaśnimy sobie sprawę językowo-nomenklaturowe. Mianowicie, czy rzeczywiście istnieje w ogóle jakaś różnica pomiędzy wyblyszczaniem a polerowaniem? Tak, istnieje, i to bardzo poważna. Mianowicie podczas trawienia wyblyszczającego następuje równomierne wytrawianie całej powierzchni przedmiotu z jednoczesnym jej rozjaśnieniem. Inaczej mówiąc, gdybyśmy zmierzli chropowatość powierzchni przedmiotu przed trawieniem rozjaśniającym i po takim trawieniu, to nie stwierdzilibyśmy żadnej istotnej różnicy. Po prostu wyblyszczanie i rozjaśnianie nie wpływa w sposób istotny na chropowatość powierzchni. Zupełnie natomiast inaczej sprawa wygląda przy chemicznym polerowaniu. Proces ten przede wszystkim ma za zadanie zwiększenie gładkości, czy zmniejszenie chropowatości powierzchni. Natomiast reakcją niejako uboczną chemicznego polerowania jest rozjaśnienie i wyblyszczanie.

Gładkość i połysk, jakie uzyskuje się w wyniku polerowania chemicznego, są bardzo wysokie, ale pod pewnym warunkiem. Otóż nie możemy żądać, aby przedmiot porysowany, pokaleczony lub też usiany głębokimi wżerami korozji, po wypolerowaniu chemicznym stał się lśniący jak lustro, a jego powierzchnia w sposób cudowny zablizniła się po uprzednio posiadanych głębokich „ranach”. Takich metod jeszcze niestety nie znamy i chyba znać nie będziemy. Polerowanie chemiczne wygląda bowiem tylko mikronierówności, natomiast jest bezradne wobec makronierówności. O tym musimy pamiętać.

I jeszcze jedna, bardzo ważna wiadomość. Polerowanie chemiczne nie jest jakimś genialnym, uniwersalnym lekarstwem pomagającym zawsze i na wszystko. Ze względu na złożony charakter tych procesów, nie wszystkie typy powierzchni i nie wszystkie metale dają się chemicznie polerować z jednakowym powodzeniem. Pamiętajmy, że dobre efekty można osiągnąć tylko wówczas, gdy struktura metalu jest jednorodna i zdecydowanie drobnociągnięta. Metal polerowany nie powinien zawierać wtrąceń niemetalicznych, tzw. zawalców, czy też innych niejednorodności.

Stopy wielofazowe nie dają się w ogóle polerować chemicznie. Polerowanie faz bogatych w ołów, krzem i fosfor następcza też wiele trudności. W przypadku plastycznej obróbki na zimno, gdy zaszło zbyt duże odkształcenie, albo gdy zastosowano niewłaściwe wyżarzenie lub wytrawienie, bądź w końcu odwęglenie powierzchni, nie uda się osiągnąć właściwego efektu polerowania. Również trudno uzyskać dobre wyniki na materiale walcowanym, gdy np. walce były zanieczyszczone brudnym olejem.

#### Polerowanie stali:

Chemiczne polerowanie stali musimy niestety ograniczyć tylko do zwykłych stali węglowych, gdyż stale stopowe polerują się zdecydowanie źle.

Ponieważ chemiczne polerowanie stali prowadzimy w temperaturze pokojowej, zabieg ten możemy spokojnie przeprowadzić w naczyniu szklanym lub winidurowym. Ze zrozumiałych względów nie może to być naczynie metalowe.

Najprostszą kąpiel do polerowania stali ma skład następujący:

kwask szczawiowy	27 g,
kwask siarkowy, $H_2SO_4$ , stęż.	0,1 cm <sup>3</sup> ,
30% nadtlenek wodoru, $H_2O_2$	12 cm <sup>3</sup> ,
woda	do objętości 1 dm <sup>3</sup>

Nadtlenek wodoru, czyli wodę utlenioną dodaje się na samym końcu, dopiero przed samym procesem polerowania.

Przeznaczone do polerowania przedmioty stalowe muszą być zupełnie czyste, to znaczy odtłuszczone i lekko wytrawione. Umocowane na stalowych drucikach stalowe przedmioty zawieszają się w podanej kąpeli i trzymają w niej, często mieszając, przez 50–60 minut. Natomiast drobnicę umieszcza się w gęsto perforowanym koszu winidurowym, po czym kosz zanurza się w kąpeli. Musi on być stale potrząsany.

W czasie polerowania szybkiemu zużyciu ulega nadtlenek wodoru. Dlatego też, gdy proces trwa dłużej, ponad 30 minut, musimy dodawać porcjami, co 30 minut, 5 cm<sup>3</sup> 30%  $H_2O_2$ . Niestety kąpiel jest nietrwała i nie można jej przechować dłużej niż 3–4 dni.

Jeszcze lepsze wyniki polerowania stali węglowej, i to w krótkim czasie, uzyskuje się stosując kąpiel o składzie:

kwask szczawiowy	35 g,
nadtlenek wodoru, $H_2O_2$	25 cm <sup>3</sup> ,
woda	do objętości 1 dm <sup>3</sup>

Temperatura pracy tej kąpeli wynosi 35°C, a czas polerowania 15–20 minut.

Stalowe przedmioty przeznaczone do chemicznego polerowania w powyższej kąpeli, po odtłuszczeniu trawi się przez 1–2 minut w 2% roztworze kwasu azotowego,  $HNO_3$ , w alkoholu etylowym. Po wytrawieniu i opłukaniu w wodzie przedmioty trzeba od razu zawiesić w kąpeli polerującej.

Z chwilą zakończenia polerowania chemicznego przedmioty stalowe trzeba dokładnie opłukać w bieżącej wodzie zimnej, a następnie w gorącej.

Po starannym wysuszeniu wypolerowane powierzchnie nacieramy cienko pastą woskową, olejem kostnym lub pokrywamy bezbarwnym lakierem caponowym.

#### Polerowanie aluminium:

Podstawowym składnikiem wszystkich kąpeli do chemicznego polerowania aluminium jest kwas ortofosforowy o wzorze  $H_3PO_4$ . Oprócz niego dodawany bywa kwas azotowy,  $HNO_3$ , który spełnia rolę aktywnego utleniacza.

Czyste aluminium poleruje się szybko i bardzo dobrze. Inaczej jest ze stopami. Zdecydowanie źle polerują się stopy zawierające duże ilości krzemu, powyżej 8% cynku, Zn, lub ponad 4% miedzi, Cu. Sam proces polerowania musi być prowadzony w temperaturze około 100°C i niestety towarzyszy mu wydzielanie się znacznych ilości szkodliwych par i gazów. Dlatego też polerowanie chemiczne aluminium może być prowadzone tylko pod wyciągiem lub w razie jego braku – na otwartej przestrzeni. Naczynie może być żelazne, porcelanowe lub kamionkowe.

Przedmioty przeznaczone do polerowania muszą być przed tym dokładnie odtłuszczone chemicznie. Do chemicznego odtłuszczenia czystego aluminium należy stosować taki roztwór:

wodorotlenek sodu, NaOH	7 g,
ortofosforan sodu, $Na_3PO_4$	45 g,
szkło wodne, sodowe, $Na_2SiO_3$	35 g,
woda	do objętości 1 dm <sup>3</sup>

Temperatura pracy roztworu wynosi 60–70°C, czas odtłuszczenia 3–4 minut.

Z kolei do chemicznego odtłuszczenia stopów aluminium stosujemy roztwór:

węglan sodu, $Na_2CO_3$	45 g,
ortofosforan sodu, $Na_3PO_4$	45 g,
szkło wodne, sodowe, $Na_2SiO_3$	25 g,
woda	do objętości 1 dm <sup>3</sup>

Temperatura pracy roztworu wynosi w tym przypadku 60–70°C, zaś czas odtłuszczenia 3–4 minut.

Przedmiot przeznaczony do polerowania zawieszony na drucie aluminiowym, odfłuszcza w jednym z podanych roztworów, opłukuje wodą, po czym od razu przenosi do kąpeli do polerowania chemicznego.

A oto przepis na najprostszą kąpiel do chemicznego polerowania czystego aluminium:

kw. ortofosforowy, $H_3PO_4$ , stęż.	80 cm <sup>3</sup>
kw. azotowy, $HNO_3$ , stęż.	4 cm <sup>3</sup>
woda	do objętości 100 cm <sup>3</sup>

Temperatura kąpeli wynosi 80–85°C, a czas polerowania jest uzależniony od stanu wyjściowego powierzchni i wynosi 0,5–4 minut.

Lepsze nieco wyniki polerowania uzyskamy stosując taki roztwór:

kw. ortofosforowy, stęż. $H_3PO_4$	70 cm <sup>3</sup>
kw. azotowy stęż. $HNO_3$	3 cm <sup>3</sup>
kw. octowy, stęż. $CH_3COOH$	12 cm <sup>3</sup>
woda	do objętości 100 cm <sup>3</sup>

Polerowanie prowadzi się w temperaturze tym razem dość wysokiej, bo wynoszącej 100–120°C i trwa ono 2–3 minuty. Podczas polerowania przedmiotem trzeba koniecznie często poruszać.

Trudniejsze nieco i bardziej pracochłonne jest chemiczne polerowanie stopów aluminium. Sto-

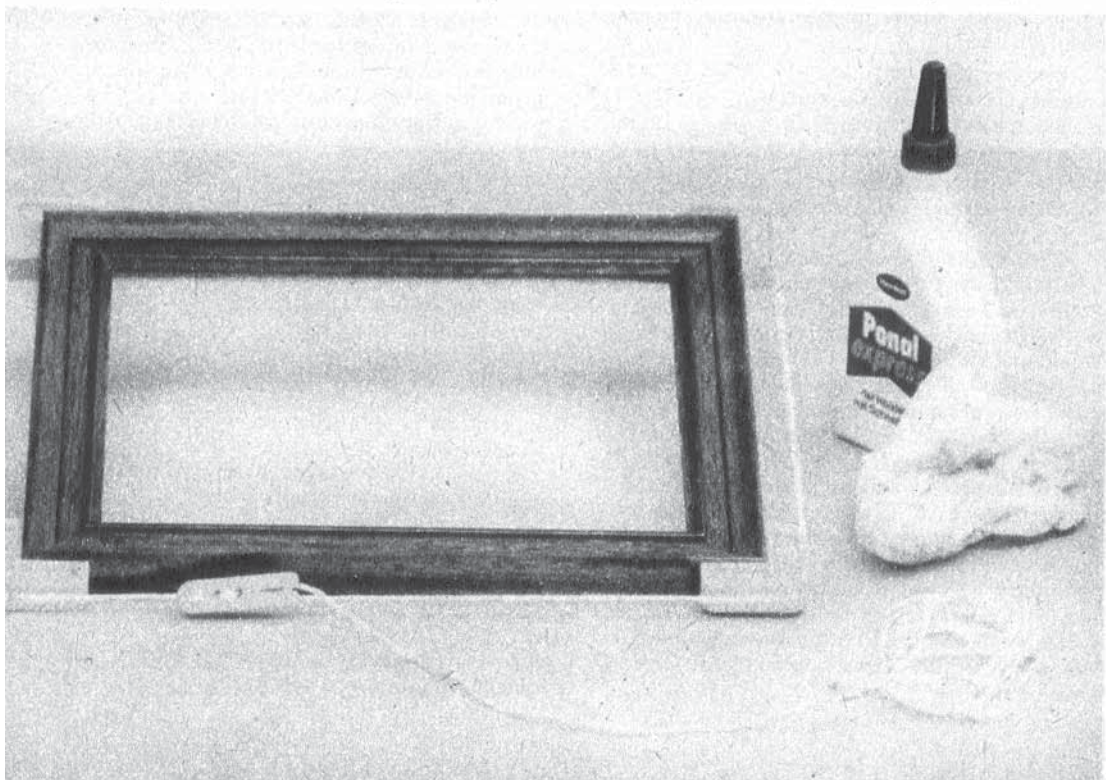
sujemy tu roztwór o składzie:

kw. ortofosforowy, stęż. $H_3PO_4$	470 cm <sup>3</sup>
kw. siarkowy stęż. $H_2SO_4$	85 cm <sup>3</sup>
kw. octowy, stęż.	45 cm <sup>3</sup>
kw. borowy, $N_3BO_3$	5 g
azotan miedziowy, $Cu(NO_3)_2$	5 g

Temperatura pracy kąpeli – 100–115°C, czas polerowania 0,5–2 minut.

Zwracamy uwagę, że w przypadku stopów aluminium, zawierających miedź, jak np. stop Pa-6 czy Pa-7, polerowanie musi być prowadzone przemienne z trawieniem. Chodzi mianowicie o to, aby usunąć miedź osadzającą się kontaktowo z roztworu na powierzchni wyrobu. W praktyce wygląda to następująco: po 1-minutowym polerowaniu przedmiot się płucze, po czym trawi przez 2–3 sekundy w roztworze kwasu azotowego rozcieńczonego 1:1 wodą. Po opłukaniu wodą przedmiot zawieszony znowu w kąpeli do polerowania chemicznego. Przemienne trawienie i polerowanie powtarzamy 2–3 razy, przy czym oczywiście polerowanie musi być operacją finalną. Wypolerowana powierzchnia aluminium lśni prawie jak lustro, ale niestety, jako silnie aktywna, szybko matowieje. Dlatego też, aby przynajmniej częściowo zachować z takim trudem uzyskany połysk, przed-

Sklejenie drewnianej ramki wymaga użycia specjalnych, precyzyjnych ścisków. Zamiast nich można posłużyć się czterema narożnikami z tworzywa sztucznego, kawałkiem sznurka i odpowiednio ukształtowaną kostką z przewierconymi otworami. Koszt takiego zestawu jest wielokrotnie niższy niż ścisków, zaś efekt klejenia taki sam



mioty bezpośrednio po wyplukaniu pasywujemy, zanurzając je na 2-3 sekundy do 60% roztworu kwasu azotowego. Tak zabezpieczona powierzchnia przedmiotów aluminiowych znacznie dłużej zachowuje raz nadany jej połysk.

#### Polerowanie miedzi:

Podobnie jak w przypadku aluminium, najłatwiej i najlepiej poleruje się chemicznie czystą miedź. Proces ten jest szybki, gdyż trwa zaledwie 1-2 minuty. Dobierając odpowiedni skład kąpieli, można również polerować chemicznie i stopy miedzi, a więc mosiądz, brązy i nowe srebro.

Obróbka przygotowawcza przedmiotów miedzianych, jak też i wykonanych ze stopów miedzi, jest jednakowa. Polega ona na odtłuszczeniu za pomocą acetonu lub gorącej wody i detergentu, np. płynu Ludwik, po czym, na lekkim podtrawieniu w ciepłym, 10% roztworze  $H_2SO_4$ .

Polerowanie chemiczne miedzi i jej stopów należy przeprowadzać w naczyniach szklanych, kamionkowych lub porcelanowych.

**Uwaga:** W czasie pracy wydzielają się szkodliwe dla zdrowia pary i gazy, zawierające toksyczne tlenki azotu. A oto składy typowych kąpielei do chemicznego polerowania miedzi:

I. kwas ortofosforowy, $H_3PO_4$ , stęż.	34 cm <sup>3</sup>
kwas azotowy, $HNO_3$ , stęż.	33 cm <sup>3</sup>
kwas octowy, $CH_3COOH$ , stęż.	33 cm <sup>3</sup>
II. kwas ortofosforowy, $H_3PO_4$ , stęż.	55 cm <sup>3</sup>

kwas octowy, $CH_3COOH$ , stęż.	25 cm <sup>3</sup>
kwas azotowy, $HNO_3$ , stęż.	20 cm <sup>3</sup>

Temperatura pracy obu kąpielei wynosi 60-70°C, czas polerowania również w obu przypadkach - 1-2 minuty.

Natomiast mosiądze, a więc stopy miedzi z cynkiem, najlepiej polerować w roztworze o składzie:

kwas azotowy stęż. $HNO_3$	60 cm <sup>3</sup>
woda	do objętości 100 cm <sup>3</sup>

Temperatura kąpieli - 40°C, czas polerowania -  $n \times 5$  s. Co to znaczy? Polerowanie mosiądzu w porównaniu z miedzą jest nieco kłopotliwe. Przedmioty zanurza się na 5 sekund do podanej kąpieli, po czym wyjmuje, natychmiast płucze silnym strumieniem wody i zanurza ponownie do kąpieli polerującej. Czynność polerowania i płukania trzeba powtórzyć „n” np. 3-4 razy. Natomiast pozostałe stopy miedzi, zawierające cynę czy nikiel, a więc brązy czy nowe srebro, zwane też alpaka lub argentanem, możemy polerować chemicznie w roztworze o składzie:

kwas ortofosforowy, stęż. $H_3PO_4$	10 cm <sup>3</sup>
kwas azotowy, stęż. $HNO_3$	30 cm <sup>3</sup>
kwas solny, stęż. HCL	10 cm <sup>3</sup>
kwas octowy, stęż. $CH_3COOH$	50 cm <sup>3</sup>

Temperatura pracy kąpielei - 70-80°C, czas polerowania - 1-2 minut. Polerowanymi przedmiotami trzeba koniecznie poruszać.

Stefan Sękowski