

Osadzanie dekoracyjnych powłok ze złota, srebra i miedzi metodami bezprądowymi.

Cz. 2. Procesy osadzania srebra i miedzi

Jan Socha

3. Bezprądowe (chemiczne) srebrzenie

3.1. Osadzanie srebra w wyniku reakcji wymiany chemicznej

Za pomocą reakcji wymiany chemicznej można wydzielić srebro na miedzi i jej stopach, przy czym proces ten prowadzi się z reguły w roztworach cyjankowych.

Powłoki srebrne otrzymane w wyniku reakcji wymiany są bardzo cienkie (0,02-0,5 μm). Znalazły one zastosowanie w galwanoplastyce przy nakładaniu tzw. warstw dzielących, rzadziej w srebrzeniu dekoracyjnym, a tylko w wyjątkowych przypadkach – w elektronice.

Ze względu na niewielką odległość miedzi od srebra w szeregu napięciowym metali (por. tab. 1 w „PJ” nr 1(12), 2001) oraz niskie stężenie prostych jonów srebra (I), szybkość osadzania powłoki srebrnej nie jest duża i dzięki temu uzyskuje się zwarte powłoki dobrej jakości, niekiedy nawet w postaci błyszczącej (odwzorowującej połysk i fakturę powierzchniową podłoża).

Przeznaczone do srebrzenia przedmioty miedziane czy mosiężne, dokładnie odtłuszczone i zaktywowane, zanurza się w kąpeli o składzie:

chlerek srebra, AgCl	7 g/dm ³ ,
cyjanek sodu, NaCN	20 g/dm ³ ,
i prowadzi proces w temperaturze 30-40°C.	

Kąpiel sporządza się przez roztarcie obu składników z małą ilością wody, a po ich rozpuszczeniu uzupełnia się wodą do żądanej objętości.

Błyszczące powłoki srebrne można otrzymać w kąpeli:	
azotan srebra, AgNO ₃	10 g/dm ³ ,
cyjanek sodu, NaCN	35 g/dm ³ ,
podgrzanej do temperatury 80-90°C.	

Do posrebrzenia (cienką warstwą) powierzchni dużych przedmiotów, a także do naprawienia braków (zasrebrzenie fragmentów powierzchni, które z różnych względów nie zostały pokryte powłoką srebrną w procesie zasadniczym) można stosować metodę tamponową, tj. pocieranie tych fragmentów powierzchni bawełnianym tamponem nasyconym specjalną mieszaniną. W skład tej mieszaniny wchodzi:

chlerek srebra, AgCl	14 g/dm ³ ,
chlerek sodu, NaCl	20 g/dm ³ ,
wodorowinian potasu	20 g/dm ³ .

Sole te, bardzo drobno sproszkowane, rozprowadza się z małą ilością wody i po nasyceniu nimi tamponu pociera się poddawaną srebrzeniu powierzchnię aż do uzyskaniażądanego efektu. Nieco grubsze powłoki uzyskuje się tą metodą, stosując sole jodkowe zamiast soli chlorkowych.

3.2. Osadzanie srebra w wyniku redukcji chemicznej

Srebrzenie przez redukcję chemiczną znalazło praktyczne zastosowanie do pokrywania srebrem nieprzewodników. Przedmiot niemetalowy, który ma być srebrzony, musi być

jednak poddany specjalnej obróbce przygotowawczej, w przeciwnym bowiem przypadku nie uda się wytworzyć jednorodnej i ciągłej powłoki na całym przedmiocie. Obróbka ta polega na dokładnym oczyszczeniu (odtłuszczeniu) powierzchni, jej nadtrawieniu i uczuleniu. Powierzchnia po tych zabiegach musi być całkowicie zwilżalna.

Oczyszczanie. Przedmioty niemetalowe oczyszcza się, stosując najpierw mycie w rozpuszczalniku organicznym. Rozpuszczalnik ten należy dobrać w zależności od rodzaju oczyszczanego tworzywa, nie powinien on bowiem naruszać podłoża, a tylko usuwać z powierzchni zanieczyszczenia tłuszczowe i olejowe.

Po umyciu przedmioty odtłuszcza się w czasie do 5 minut w 5% roztworze wodorotlenku sodu lub 15% roztworze węglanu sodu. Do roztworów odtłuszczających można dodać również zwilżacza niejonowego.

Po operacji odtłuszczenia należy przeprowadzić proces neutralizacji w 2% roztworze kwasu azotowego i następnie przedmiot dobrze wypłukać w wodzie bieżącej, najlepiej pod natryskiem.

Trawienie. Jednym z podstawowych czynników, od których zależy dobre związanie się powłoki srebrnej z podłożem, jest wytworzenie chropowatości na powierzchni przedmiotu poddawanego metalizowaniu. Może to być również mikrochropowatość, całkowicie lub prawie niewidoczna okiem nieuzbrojonym, wywołana umiejętnym nadtrawieniem pokrywanej powierzchni.

Procesy nadtrawiania tworzyw niemetalowych, w tym również szkła i ceramiki, prowadzi się w temperaturze otoczenia, w czasie od kilku sekund do około 5 minut, w zależności od rodzaju tworzywa i agresywności trawiącego roztworu.

W ciągu kilku sekund można wytrawić przedmioty z tworzywa fenolowo-formaldehidowego w roztworze do trawienia z połyskiem miedzi i mosiądzu¹, w temperaturze otoczenia. Po trawieniu przedmioty te należy zneutralizować na przykład w 10% roztworze węglanu sodu lub 15% roztworze wodorowęglanu sodu.

Tworzywa oparte na estrach celulozowych wytrawia się w roztworze wodorotlenku sodu (15% roztwór wodny) w czasie od 1 do 5 minut. Można również stosować do tych tworzyw 10% wodny roztwór acetonu.

Do nadtrawiania większości tworzyw termoutwardzalnych stosuje się acetonowy roztwór o składzie:

aceton	1000 cm ³ ,
hydrochinon	100g,
pirokatechina	25 g.

Czas obróbki – około 3 minut.

W przeciwieństwie do tworzyw termoutwardzalnych, do nadtrawiania większości tworzyw termoplastycznych stosuje się roztwory oparte wyłącznie na związkach nieorganicznych. Przykładem może być roztwór:

kwas siarkowy (VI), H ₂ SO ₄ (d = 1,84)	100 cm ³ ,
dichromian (VI) potasu, K ₂ Cr ₂ O ₇	15 g,
woda	50 cm ³ ,

w którym proces prowadzi się w czasie około 2 minut.

Szkło i ceramikę można wytrawić jedynie w roztworach zawierających kwas fluorowodorowy. Stosuje się na przykład roztwory o następujących składach:

Do szkła (a także do kwarcu i miki):

kwas fluorowodorowy, HF
(30% roztwór wodny) 30 cm³,
fluorek amonu, NH₄F 12,5 g,
woda 1000 cm³.

Do ceramiki:

kwas siarkowy (VI), H₂SO₄ (d = 1,84) 125 cm³,
kwask fluorowodorowy, HF
(30% roztwór wodny) 125 cm³,
bezwodnik kwasu chromowego (VI), CrO₃ 62,5 g.

Po nadtrawieniu należy roztwór trawiący dokładnie usunąć z powierzchni obrabianego przedmiotu przez opłukanie najpierw wodą bieżącą (najlepiej pod natryskiem), a potem wodą destylowaną.

Uczulanie. W celu ułatwienia osadzania się srebra na metalizowanej powierzchni stosuje się proces zwany uczulaniem. Chodzi w tym przypadku o wytworzenie na pokrywającym przedmiocie centrów aktywnych, przez co na powierzchni tego przedmiotu srebro osadza się łatwiej niż na powierzchniach nieuczulonych, na przykład na ściankach naczynia, w którym przebiega proces.

W przypadku wielu tworzyw osadzanie się srebra byłoby niemożliwe bez uczulenia. Warunkiem dobrego uczulenia powierzchni przedmiotu jest zachowanie wyjątkowej czystości; po zanurzeniu czystego przedmiotu do roztworu uczulającego należy uczuloną powierzchnię starannie opłukać, najpierw w zimnej wodzie bieżącej, a następnie – destylowanej.

Do uczulania stosować można roztwór o następującym składzie:

chlerek cyny (II), SnCl₂ 10 g/dm³,
kwask solny, HC (30% roztwór wodny) 20-40 cm³/dm³,
i czas obróbki 1-3 minut.

Roztwory o większym stężeniu kwasu solnego są bardziej trwałe, jednak mniej aktywne i z tego względu wymagają dłuższego przetrzymywania w nich uczulanych przedmiotów. Jednak gdy roztwór uczulający ma być wielokrotnie używany, należy przeciwdziałać utlenianiu tlenem z powietrza cyny (II) do cyny (IV) (proces ten przebiega wówczas, gdy roztwór pozostaje w otwartym naczyniu), jony cyny na czwartym stopniu utlenienia nie mają bowiem właściwości uczulających. Jony wodorowe natomiast przeciwdziałają utlenianiu się cyny (II) do cyny (IV).

Srebrzenie. Podstawą srebrzenia przez redukcję chemiczną jest, jak wiadomo, redukcja srebra z roztworów jego soli kompleksowych, najczęściej z azotanu diaminasrebrowego. Reduktorami są na ogół związki organiczne, jak na przykład cukier, formalina, etylenodiamina, winian sodu i potasu, a także siarczan (VI) hydrazyny.

Dobór składu roztworów, zarówno soli srebra, jak i roztworów redukujących, zależy w dużej mierze od żądanej szybkości redukcji, zależy jednak również od rodzaju metalizowanego tworzywa. Dzieje się tak dlatego, że tworzywa sztuczne zawierają zazwyczaj oprócz żywicy, jako składnika głównego, również inne składniki dodatkowe, jak wypełniacze, zmiękczacze, pigmenty itp. W zależności od stosowanego składnika dodatkowego mogą się zmieniać właściwości tworzywa sztucznego. Jedne składniki mogą katalizować (przyspieszać) reakcję redukcji, inne natomiast – inhibować (opóźniać) proces osadzania metalu.

Do srebrzenia stosuje się dwa zasadnicze roztwory:

- A. Roztwór soli srebrzącej (roztwór soli aminasrebrowej),
- B. Roztwór redukujący (roztwór reduktora).

Po zmieszaniu roztworów A i B wylewa się je natychmiast na powierzchnię srebrzoną. Srebro na tej powierzchni osadza się w postaci powłoki o połysku odpowiadającym połyskowi podłoża. W czasie procesu srebrzenia należy bez przerwy kołysać naczyniem, powodując krążenie kąpieli. Czas srebrzenia wynosi 2-15 minut w zależności od rodzaju kąpieli, żądanej grubości powłoki i jej wyglądu (im grubsza powłoka, tym bardziej matowa).

Po zmieszaniu roztworów A i B redukcja srebra zachodzi nie tylko na srebrzonym przedmiocie, ale również w całej masie kąpieli. Kąpiel szybko żółknie, ciemnieje, wytrąca się metaliczne srebro w postaci pyłu. Po pewnym czasie osad w kąpieli nieco jaśnieje, co jest oznaką końca reakcji.

Posrebrzone przedmioty po wyjęciu z kąpieli opłukuje się wodą destylowaną, następnie bieżącą i suszy.

Zużyte roztwory zawierające pył srebrny należy zbierać. Jest to konieczne z uwagi na cenę srebra oraz fakt, że podczas chemicznego srebrzenia na przedmiocie osadza się zaledwie 10% czystego srebra, reszta pozostaje w postaci zawiesiny w kąpieli.

Roztwory do srebrzenia zawierające związki aminasrebrowe należy przyrządzać do jednorazowego użytku. Jest to bardzo ważne z tego względu, że w stanie suchym mają one właściwości wybuchowe. Dlatego nie należy dopuszczać do ich wyschnięcia. Naczynia i miejsce pracy należy starannie opłukiwać wodą. Gdyby zaszła konieczność sporządzenia roztworu zapasowego i zlania go do butelki, w żadnym przypadku nie należy stosować wtedy szklanych korków, lecz tylko gumowe lub z tworzywa sztucznego, a przy zamykaniu dbać o to, aby szyjki butelek były idealnie czyste. W przypadku zauważenia na butelce suchej soli, nie należy jej dotykać, ale uprzednio zwilżyć wodą i osad spłukać.

Metody srebrzenia

Metoda formaldehydowa. Celem sporządzenia roztworu A należy rozpuścić 20 g azotanu (V) srebra w 150 cm³ wody destylowanej, po czym dodawać kroplami około 12% roztwór wodny amoniaku (roztwór stężony rozcieńczony wodą destylowaną w stosunku 1:1). Wytrącający się początkowo brunatnoczarny osad tlenku srebra rozpuszcza się przy dalszym dodawaniu amoniaku. Wkraplanie amoniaku należy prowadzić przy stałym, dość energicznym mieszaniu, aż do chwili kiedy uprzednio wytrącony osad całkowicie się rozpuści. Następnie należy uzupełnić wodą destylowaną do objętości 1 dm³.

Roztwór redukujący B sporządza się, rozcieńczając 52,5 cm³ 40% formaldehydu (cz.d.a.) wodą destylowaną do objętości 1 dm³.

W procesie srebrzenia używa się równych objętości roztworów A i B.

Metoda cukrowa. Proces srebrzenia przez redukcję chemiczną przebiega tym łatwiej, im bardziej alkaliczne jest środowisko reakcji redukcji. W metodzie cukrowej stosuje się dość łagodny czynnik redukujący, dlatego też (w celu uzyskania wystarczającej szybkości procesu redukcji srebra) należy podwyższyć pH roztworu srebrzącego przez dodanie wodorotlenku sodu lub potasu.

Roztwór srebrzący A ma w metodzie cukrowej skład następujący:

azotan (V) srebra	20 g/dm ³ ,
wodorotlenek sodu	10 g/dm ³ ,
amoniak	8 g/dm ³ .

Sporządza się go w sposób następujący: do 150 cm³ roztworu sporządzonego jak opisano w metodzie formaldehydowej wprowadza się ochłodzony roztwór 10 g wodorotlenku sodu w 100 cm³ wody destylowanej. Wytrącony brunatnoczarny osad ponownie rozpuszcza się przez ostrożne wkraplanie amoniaku aż do uzyskania klarownego roztworu, jednak starannie unikając nadmiaru odczynnika. Następnie dodaje się po jednej kropli 10% roztworu azotanu (V) srebra aż do lekkiego zmętnienia, po czym roztwór przesącza i dopełnia wodą destylowaną do objętości 1 dm³.

W celu sporządzenia roztworu redukującego B rozpuszcza się 75 g cukru w 750 cm³ wody destylowanej, dodaje następnie 1,5 cm³ stężonego kwasu siarkowego (VI) lub azotowego (V) i ogrzewa do wrzenia. Roztwór należy gotować przez godzinę, uzupełniając parującą wodę. Po ostudzeniu należy dopełnić roztwór wodą destylowaną do objętości 1 dm³.

Roztwory należy używać w stosunku 20 części objętościowych roztworu srebrzącego A na 3 części roztworu redukującego B. Należy je mieszać tuż przed wylaniem na metalizowaną powierzchnię.

Metoda winianowa. W metodzie winianowej stosuje się roztwór srebrzący A o takim samym składzie chemicznym, jak przy metodzie cukrowej.

Roztwór redukujący B uzyskuje się natomiast przez rozpuszczenie 100 g winianu sodu i potasu (winianu sodowo-potasowego), tzw. soli Seignetta, w wodzie destylowanej i dopełnienie wodą do objętości 1 dm³.

W metodzie winianowej używa się równych objętości roztworu A i B. Niekiedy stosuje się oba roztwory rozcieńczone, na przykład 100 cm³ roztworu A + 100 cm³ wody destylowanej miesza się ze 100 cm³ roztworu B + 100 cm³ wody destylowanej. Można również wlewać równe objętości roztworów A i B do określonej ilości wody destylowanej. Po wymieszaniu sporządzony roztwór wlewa się do naczynia, w którym prowadzi się metalizację.

Metoda hydrazynowo-gliksalowa. W metodzie tej w celu wykonania roztworu srebrzącego A rozpuszcza się 85 g azotanu (V) srebra w około 2 dm³ wody destylowanej i następnie dodaje powoli tyle amoniaku, aby rozpuścić wydzielający się początkowo osad. Należy unikać nadmiaru amoniaku. Całość uzupełnia się wodą destylowaną do objętości 4,5 dm³.

W celu sporządzenia roztworu redukującego B rozpuszcza się 74 g siarczanu (VI) hydrazyny w około 2 dm³ wody destylowanej, dodaje następnie 190 cm³ 30% roztworu gliksalu i uzupełnia wodą do objętości 4,5 dm³.

Używa się równych objętości roztworów A i B.

Metoda trójetanolaminowa (trietanoloaminowa). Roztwór srebrzący A sporządza się przez rozpuszczenie 72 g azotanu (V) srebra w około 2 dm³ wody destylowanej, dodaje amoniaku do rozpuszczenia się osadu (należy unikać nadmiaru amoniaku) i uzupełnia wodą destylowaną do objętości 4 dm³.

Roztwór redukujący uzyskuje się przez zmieszanie 100 cm³ 30% roztworu gliksalu, 25 cm³ trietanolaminy i dopełnieniu wodą destylowaną do objętości 4 dm³.

Używa się jednakowych objętości roztworów A i B.

4. Bezprądowe (chemiczne) miedziowanie

4.1. Osadzanie miedzi w wyniku reakcji wymiany chemicznej

Miedziowaniu przez wymianę chemiczną poddaje się na ogół przedmioty stalowe i to wyłącznie w celach dekoracyjnych.

Najprostszym sposobem pokrycia stali (żelaza) bardzo cienką powłoką miedzianą jest zanurzenie stalowego przedmiotu, uprzednio dobrze odtłuszczonego, wytrawionego i zaktywowanego, do roztworu o składzie:

siarczan (VI) miedzi (II)	10-20 g/dm ³ ,
kwas siarkowy (VI) (d = 1,84)	5-10 cm ³ /dm ³ ,
mającego temperaturę 15-20°C.	

Powłoka miedziana przy stosowaniu tego roztworu tworzy się bardzo szybko. Dlatego należy przedmioty w tej kąpeli przetrzymywać tylko przez kilka sekund, w przeciwnym przypadku powłoka miedziana ulegnie odwarstwieniu, a przedmiot zostanie nadtrawiony. Aby nie dopuścić do powstania nalotów korozyjnych, przedmiot należy po wyjęciu z kąpeli szybko i starannie wypłukać. Po opłukaniu polecane jest również zanurzenie przedmiotu do roztworu wodorotlenku czy węglanu sodu w celu zneutralizowania ewentualnych resztek kwaśnego roztworu, po czym ponowne wypłukanie i szybkie wysuszenie.

Powłoki miedziane o dobrej przyczepności do podłoża stalowego osadza się jednak przede wszystkim w roztworach zawierających kompleksowe sole miedzi. Na przykład w kąpeli o składzie:

siarczan (VI) miedzi (II) (pięciowodny)	50 g/dm ³ ,
amoniak (25% roztwór wodny)	50 cm ³ /dm ³ ,
kwas winowy	do słabo kwaśnej reakcji,
można otrzymać błyszczące powłoki miedziane, przewyższające pod względem jakości powłoki uzyskiwane w kąpeli siarczanowej.	

Omówioną kąpiel sporządza się przez rozpuszczenie w wodzie siarczanu (VI) miedzi (II), dodanie następnie amoniaku w celu wytworzenia aminowego kompleksu miedzi (II), a na końcu – kwasu winowego w celu uzyskania słabo kwaśnej wartości pH roztworu.

Podobnie jak przy miedziowaniu w kąpeli siarczanowej, również i w omawianej kąpeli nie należy przetrzymywać przedmiotów przez dłuższy czas i gdy powłoka miedziana pokryje je całkowicie, należy je natychmiast wyjąć i wypłukać.

Również do małych przedmiotów, wytwarzanych w skali masowej, można stosować omówioną kąpiel. W tym celu czyste (beżzywiczne) trociny nasącza się tym roztworem i razem z przedmiotami stalowymi poddaje obróbce w drewnianym bębnie. Proces prowadzi się przez 30 minut, stosując dość wolne obroty bębna. Następnie na sicie oddziela się pomiedziowane przedmioty od trocin, płucze i suszy. Pomiedziowane przedmioty są błyszczące, bowiem przy tak prowadzonej obróbce następuje jednoczesne osadzanie i polerowanie powłoki.

Nieco grubsze powłoki miedziane można uzyskać w kąpieli wersenianowej o składzie:

siarczan (VI) miedzi (II) (pięciowodny)	37,5 g/dm ³ ,
wersenian sodu ²	87,5 g/dm ³ .

Dobrze odtłuszczone, wytrawione i zaktywowane przedmioty stalowe zanurza się w tej kąpieli na od 1 do 10 minut, stosując przy tym intensywne mieszanie. Temperaturę kąpeli można utrzymywać w szerokich granicach, od 20 do 50°C.

Proces miedziowania w kąpielach o podanych składach prowadzić można również przez pocieranie powierzchni przedmiotów tamponem zwilżonym kąpielą.

4.2. Osadzanie miedzi metodą kontaktową

Do kontaktowego miedziowania nadają się doskonale kompleksowe sole miedzi (II). W procesie tym stosuje się zarówno roztwory kwaśne, jak i alkaliczne.

Miedziowanie kontaktowe umożliwia uzyskanie powłok miedzianych o niezłej przyczepności na wyrobach stalowych. Przygotowane do pokrycia wyroby wsypuje się do bębna z kawałkami aluminium lub cynku i prowadzi proces w temperaturze otoczenia, w czasie od kilku do kilkudziesięciu minut, w zależności od stosowanej kąpeli.

Kwaśna kąpiel do miedziowania kontaktowego ma skład:	
siarczan (VI) miedzi (II) (pięciowodny)	150 g/dm ³ ,
glioksal	20 g/dm ³ ,
kwasy cytrynowy	10 g/dm ³ ,
kwasy siarkowy (VI)	20 g/dm ³ .

Czas zanurzenia – około 2 minut.

Powłoki miedziane na stali uzyskuje się również w kąpieli alkalicznej:

siarczan (VI) miedzi (II)	75 g/dm ³ ,
winian sodu i potasu (sól Seignetta)	375 g/dm ³ ,
wodorotlenek sodu	200 g/dm ³ .

Czas zanurzenia – od 15 do 120 minut.

W metodzie kontaktowej można również prowadzić proces miedziowania przez pocieranie powierzchni bawełnianym tamponem. Dobrze jest w tym celu zmieszać alkaliczny roztwór do miedziowania z białym tonem (na przykład kredą) i sporządzoną papkę nanosić na pokrywaną powierzchnię. Wilgotny tampon posypuje się następnie pyłem cynkowym lub aluminium i intensywnie pociera powierzchnię przedmiotu. Proces należy prowadzić tak długo, aż uzyska się pożądany efekt. W wyniku pocierania powłoka uzyskuje piękny połysk.

Również na żelazie można przez pocieranie uzyskać powłokę miedzianą dobrej jakości. W tym celu drobno sproszkowany kwas winowy zwilża się roztworem siarczanu (VI) miedzi (II) i powstałą papką pociera powierzchnię przedmiotu za pomocą twardej szczotki szczeciniastej.

4.3. Osadzanie miedzi na drodze katalitycznej

Miedziowanie katalityczne jest stosowane do pokrywania nieprzewodników w celu nadania ich powierzchni właściwości przewodzenia prądu elektrycznego. Umożliwia to dalsze osadzanie powłok za pomocą prądu elektrycznego, tj. pokrywanie galwaniczne. Powierzchnia nieprzewodnika musi być uprzednio uczulona i zaktywowana przez osadzenie na niej drobnych ilości katalizatora, którym może być na przykład pallad.

Uczulanie powierzchni tworzyw sztucznych (nieprzewodników) omówiono w części 1 tego artykułu.

Aktywowanie, jak wiadomo z części 1, ma na celu osadzenie drobnych ilości metalu szlachetnego na powierzchni przedmiotu w miejscach, w których uprzednio zostały zaadsorbowane jony cyny (II). Wydzielony metal szlachetny jest katalizatorem w następnym procesie, tj. podczas chemicznego (katalitycznego) miedziowania.

Do aktywowania najczęściej stosuje się roztwory zawierające sole palladu, na przykład roztwór o składzie:

chlerek palladu (II) (czysty)	0,2 g/dm ³ ,
kwasy solny (czysty) (d = 1,19)	10 cm ³ /dm ³ .

Po aktywacji przedmioty płucze się najpierw w wodzie destylowanej, a następnie, bardzo starannie, w zimnej wodzie bieżącej co najmniej przez minutę.

Dokładnie wypłukane przedmioty przenosi się następnie do kąpeli do chemicznego (katalitycznego) miedziowania. Przykładem takiej kąpeli może być roztwór sporządzony z dwóch części (A i B):

Roztwór A:	
siarczan(VI) miedzi(II) (pięciowodny)	35 g/dm ³ ,
winian sodu i potasu	170 g/dm ³ ,
wodorotlenek sodu	50 g/dm ³ .

Roztwór B: formaldehyd (40% roztwór).

Do użytku bierze się 5 części objętościowych roztworu A i 1 część objętościową roztworu B. Miedziowanie prowadzi się w temperaturze otoczenia, a czas zanurzenia wynosi 15-30 minut. Kąpiel ta pracować może również po rozcieńczeniu wodą w stosunku od 1:1 do 1:3.

Do miedziowania katalitycznego można również stosować kwaśną kąpiel o podwyższonej temperaturze pracy (80°C), w której reduktorem jest fosfinian sodu (podfosforyn sodu). Kąpiel ta nadaje się jednak tylko do procesu natryskowego. Również i w tym procesie stosuje się dwa roztwory (A i B), a redukcja miedzi następuje tylko na powierzchni pokrywanego przedmiotu w momencie, gdy roztwory A i B, tryskające z osobnych dysz pistoletu do chemicznego metalizowania (por. część 1 tego artykułu), spotykają się na powierzchni miedziowanej.

Roztwory A i B mają w tym przypadku następujące składy chemiczne:

Roztwór A:	
siarczan (VI) miedzi (II) (pięciowodny)	35 g/dm ³ ,
kwasy siarkowy (VI) (d = 1,84)	50 cm ³ /dm ³ .

Roztwór B: fosfinian (podfosforyn) sodu (jednowodny) 50 g/dm³.

Stosuje się dwie części objętościowe roztworu A i jedną część objętościową roztworu B.

Ujemną cechą kąpeli do katalitycznego miedziowania jest ich mała stabilność. Wprawdzie obecnie opracowano już szereg kąpeli o zwiększonej stabilności, jednak skład ich nie jest przez producentów publikowany. Kąpielą taką, w której reduktorem jest formaldehyd, dysponuje również Instytut Mechaniki Precyzyjnej w Warszawie.

¹ Na przykład w roztworze:

kwasy azotowy, HNO ₃ , stężony	1 dm ³ ,
kwasy siarkowy (VI), H ₂ SO ₄ , stężony	1 dm ³ ,
kwasy solny, HCl, stężony	10-20 cm ³ /dm ³ .

W roztworze tym umieszcza się tylko na chwilę oczyszczone tworzywo, szybko opłukuje i zanurza następnie do roztworu neutralizującego.

² Sól sodowa kwasu etylenodiaminotetraoctowego (etylenodwuaminocterooctowego).