

# Brochwicz, Zbigniew

---

## Zastosowanie techniki miedziowej w pracach dekoracyjnych

---

Acta Universitatis Nicolai Copernici. Zabytkoznawstwo i Konserwatorstwo 12 (164), 27-43

---

1987

Artykuł został opracowany do udostępnienia w internecie przez Muzeum Historii Polski w ramach prac podejmowanych na rzecz zapewnienia otwartego, powszechnego i trwałego dostępu do polskiego dorobku naukowego i kulturalnego. Artykuł jest umieszczony w kolekcji cyfrowej [bazhum.muzhp.pl](http://bazhum.muzhp.pl), gromadzącej zawartość polskich czasopism humanistycznych i społecznych.

Tekst jest udostępniony do wykorzystania w ramach dozwolonego użytku.

Zakład Technologii i Techniki  
Sztuk Plastycznych

Zbigniew Brochwicz

## ZASTOSOWANIE TECHNIKI MIEDZIOWEJ W PRACACH DEKORACYJNYCH

**Zarys treści.** Przedstawiono możliwości wykorzystania techniki miedziowej w różnych pracach dekoracyjnych. Wyniki tych doświadczeń autor chce przekazać przede wszystkim artystom plastynom, zajmującym się w swojej działalności zarówno architekturą wnętrz, jak i różnego rodzaju wystawiennictwem.

O technice miedziowej, pod kątem zastosowania jej w pracach pozłotniczych dla celów konserwatorskich, pisałem już parę lat temu<sup>1</sup>. Obecnie chciałbym technikę tę przybliżyć środowiskom plastycznym, szczególnie tym artystom, którzy parają się architekturą wnętrz, wystawiennictwem oraz innymi pracami plastycznymi o charakterze dekoracyjnym.

Pod pojęciem techniki miedziowej, z różnymi jej wariantami, należy rozumieć takie opracowanie *sensu stricto* plastyczne, w którym głównym tworzywem jest miedź, strącana z soli miedziowych na drodze mokrej — produkt w postaci sproszkowanej, o zabarwieniu czerwonym, z wyraźnym odcieniem brunatnym. Drugim tworzywem jest odpowiednie wodne spoiwo malarskie, z którym zarabia się miedź sproszkowaną i otrzymuje się w ten sposób farbę, którą nanosi się następnie pędzlem na odpowiednio zagruntowane podłoże.

Zabarwienie warstwy farby po jej całkowitym wyschnięciu jest ciemnobrazowe, o wyglądzie zdecydowanie matowym, czasami z powierzchnią o drobnoziarnistej fakturze, będącej efektem niezbyt dobrego roztarcia miedzi ze spoiwem wiążącym. Powierzchnia takiej warstwy wygląda jakby była pokryta normalną farbą o spoiwie wodnym, nie ma bowiem żadnego metalicznego połysku i nic nie wskazuje na to, że mamy tu do czynienia z metalem w postaci sproszkowanej. Ostateczny efekt plastycz-

---

<sup>1</sup> Z. Brochwicz, *Możliwości zastosowania metalicznej miedzi, strącanej na drodze mokrej, w technikach pozłotniczych*, Materiały Muzeum Budownictwa Ludowego w Sanoku, nr 21, Sanok 1976, s. 59—76.

ny metalicznej miedzi, o charakterystycznym czerwobrunatnym zabarwieniu, uzyskuje się dopiero wtedy, gdy wyschniętą powierzchnię w całości lub tylko częściowo, w zależności od zamierzonych efektów plastycznych, podda się polerowaniu agatem, podobnie jak w pracach pozłotniczych. Operując odpowiednio agatem można między innymi uzyskać walorowy modelunek na ogólnej zasadzie: światło — półton — cień. Partią cienia będzie w tym przypadku ciemnobrązowa, matowa i nie wypolerowana część farby miedziovej, półtonem zaś — partie polerowane bardzo delikatnymi pociągnięciami agatu w formie kresek, łagodnie przechodzących w cień i bardziej intensywnych w kierunku światła. Najwyższe światła uzyskuje się intensywnym polerowaniem, w wyniku którego otrzymuje się pełnobrzmiący metaliczny połysk. Barwa wypolerowanego metalu uzależniona jest oczywiście w dużym stopniu od ilości spoiwa wiążącego w farbie oraz od stopnia zanieczyszczenia metalicznej miedzi czerwobrazowym tlenkiem miedzianym i niekiedy czarnym tlenkiem miedzianym. Jest to jeden z wariantów techniki miedziovej, o którym — podobnie jak o pozostałych — mowa będzie w dalszej części niniejszego artykułu.

#### PRZYGOTOWANIE SPROSZKOWANEJ METALICZNEJ MIEDZI

Produktem wyjściowym do otrzymania metalicznej miedzi drogą redukcji jej soli tak zwaną metodą „mokrą” mogą być następujące sole:

— uwodniony siarczan miedziovej —  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ <sup>2</sup>, tak zwany „siny kamień”, bardzo łatwo rozpuszczalny w zimnej wodzie;

— uwodniony chlorek miedziovej —  $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ <sup>3</sup>, sól o zabarwieniu zielonym, łatwo rozpuszczająca się w zimnej wodzie.

Miedź metaliczną, w postaci proszku o zabarwieniu czerwobrazowym, otrzymuje się z siarczanu miedziovej w następujący sposób: przygotowuje się najpierw nasycony roztwór tej soli, rozpuszczając ją w zimnej wodzie destylowanej lub przegotowanej. W trakcie rozpuszczania roztwór należy mieszać szklaną pałeczką (bagietą), co przyspiesza przechodzenie soli do roztworu. Uzyskany nasycony roztwór zlewa się ostrożnie z nadnie rozpuszczonej pozostałości do innego szklanego naczynia o pojemności 800—1000 cm<sup>3</sup> (zlewka), zakwasza się rozcieńczonym kwasem solnym<sup>4</sup> o najwyższej czystości<sup>5</sup> i do roztworu wkłada się czystą blachę cynkową,

<sup>2</sup> Uwodniony siarczan miedziovej rozpuszcza się w zimnej wodzie w 0°C w ilości 31,6 g w 100 cm<sup>3</sup> wody, natomiast w gorącej wodzie (100°C) rozpuszcza się w ilości 203,3 g w 100 cm<sup>3</sup> wody.

<sup>3</sup> Uwodniony chlorek miedziovej rozpuszcza się w wodzie o temperaturze 0°C w ilości 110,4 g w 100 cm<sup>3</sup>, a w wodzie o temperaturze 100°C — 192,4 g w 100 cm<sup>3</sup> wody.

<sup>4</sup> Do redukcji przygotowuje się rozcieńczony kwas solny w następujący sposób: 500 cm<sup>3</sup> stężonego kwasu solnego rozcieńcza się wodą do litra.

najlepiej w postaci pasków o wymiarach ok.  $5-6 \times 20-25$  cm. Blacha powinna być uprzednio odtłuszczona eterem naftowym lub toluenem, a następnie oczyszczona jeszcze dodatkowo bardzo rozcieńczonym kwasem solnym. Przystępując do rozpoczęcia procesu redukcji, do nasyconego roztworu siarczanu miedziowego dodajemy najpierw rozcieńczony kwas solny małymi porcjami, kontrolując, czy blacha cynkowa włożona do roztworu nie rozpuszcza się zbyt gwałtownie. Proces ten nie może przebiegać zbyt energicznie. Rozpuszczanie blachy cynkowej powinno być umiarkowane, z wyraźnym wydzielaniem się pęcherzyków wodoru, bez gwałtownego burzenia się roztworu.

W wyniku procesu redukcji z nasyconego roztworu siarczanu miedziowego wypada osad o zabarwieniu czerwonym, z wyraźnym brunatnawym odcieniem. W trakcie trwania tego procesu zachodzi konieczność dodatkowego zakwaszania roztworu rozcieńczonym kwasem solnym w celu utrzymania stałego środowiska kwaśnego. Jest to niezbędne dla wytworzenia odpowiedniej ilości wodoru, potrzebnego do pełnej redukcji soli miedziowej do metalu. Jeśli środowisko zawiera zbyt małą ilość kwasu solnego, mogą wówczas powstawać stosunkowo w dużej ilości uboczne produkty reakcji, a mianowicie: tlenek miedziawy o zabarwieniu czerwono-brunatnawym i tlenek miedziowy o zabarwieniu czarnym. Ich obecność w otrzymanej miedzi nie jest wskazana, ponieważ nie są one metalami i wyraźnie obniżają siłę połysku po wypolerowaniu powłok oraz ściemniają ich barwę.

W czasie redukcji często na blasze cynkowej tworzy się gruba gąbczasta masa metalicznej miedzi, którą powinno się usuwać z powierzchni blachy szklaną pałeczką (bagietą) i rozdrabniać przez energiczne mieszanie. Rozdrobniona miedź opada wówczas na dno szklanego naczynia. Jest to zabieg konieczny, bowiem zbyt gruba warstwa gąbczastej miedzi utrudnia dostęp kwasu do blachy cynkowej i wówczas na jej powierzchni tworzą się produkty niepełnej redukcji w postaci wspomnianych tlenków miedzi.

Proces redukcji należy uważać za całkowicie zakończony wtedy, gdy roztwór soli miedziowej ulegnie całkowitemu odbarwieniu i gdy na blasze cynkowej nie osadza się już więcej produkt redukcji — czerwona, metaliczna miedź. Resztki blachy cynkowej wyjmujemy z naczynia, a produkt redukcji miesza się energicznie szklaną pałeczką, aby uległ on jak największemu rozdrobnieniu. Całość można jeszcze dodatkowo zakwasić kwasem solnym, wymieszać i pozostawić na kilka godzin w temperaturze pokojowej. W tych warunkach ulegają rozpuszczeniu zbyteczne tlenki miedzi. Uzyskuje się w ten sposób produkt finalny maksymalnie pozbawiony tych związków. Po upływie tego czasu roztwór zlewa się ostrożnie z nad

---

<sup>5</sup> Stopień najwyższej czystości kwasów i innych związków chemicznych określa się skróconą nazwą: „Cz.d.a.” (czysty do analizy). Nazwa ta zawsze uwidoczniona jest na etykiecie butelki lub słoja.

osadu, odrzuca się go i przemywa otrzymaną miedź wielokrotnie dużymi porcjami ciepłej wody destylowanej lub gotowanej aż do całkowitego zaniku odczynu kwaśnego, którego kontrolę prowadzi się za pomocą uniwersalnych papierków indykatorowych (wskaźnikowych).

Gotowy produkt najlepiej przechowywać w ciemnych słojach z szeroką szyją i szlifowanym korkiem w rozcieńczonym alkoholu etylowym (1 : 1), który powinien wypełniać cały słoć aż do szlifowanego korka w celu całkowitego usunięcia powietrza. W ten sposób zapobiega się tworzeniu tlenku miedziawego, powstającego na skutek działania tlenu z powietrza na metaliczną miedź. Jeśli przechowywanie miedzi jest nieprawidłowe, wówczas z upływem czasu zwiększać się może ilość tlenku miedziawego, co powoduje, że powłoki metalicznej miedzi są po wypolerowaniu wyraźnie ciemniejsze.

Ze 100 gramów uwodnionego siarczanu miedziowego —  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  można teoretycznie uzyskać 25,44 g czystej metalicznej miedzi, w praktyce jednak ilość ta jest zawsze nieco mniejsza, ponieważ obok czystej miedzi tworzy się zawsze pewna ilość tlenku miedziawego i tlenku miedziowego.

Miedź metaliczną z uwodnionego chlorku miedziowego otrzymuje się na podobnej zasadzie, w sposób jednak bardziej uproszczony. Najpierw przygotowuje się nasycony roztwór chlorku miedziowego przez rozpuszczenie tej soli w ciepłej wodzie destylowanej lub gotowanej. Nasycony roztwór zlewa się znad nie rozpuszczonej pozostałości i rozcieńcza wodą destylowaną w stosunku 1 : 1. Do uzyskanego w ten sposób roztworu wkłada się pasek blachy aluminiowej, uprzednio dobrze odtłuszczonej i przemytej bardzo rozcieńczonym kwasem solnym. Roztworu tego nie zakwasza się już kwasem solnym, jest on bowiem na tyle kwaśny, iż pozwała na rozpuszczanie się blachy cynkowej i wytwarzanie wodoru, niezbędnego do powstania metalicznej miedzi.

Nasycony roztwór chlorku miedziowego w wodzie ma zabarwienie zielone, natomiast po rozcieńczeniu staje się niebieski. Proces redukcji prowadzi się do całkowitego odbarwienia roztworu, po czym wyjmuje się aluminiową blachę; mieszając energicznie szklaną pałeczką rozdrabnia się maksymalnie otrzymany produkt i zlewa się ostrożnie roztwór znad osadu. Metaliczną miedź można jeszcze przemyć bardzo rozcieńczonym kwasem solnym w celu usunięcia tlenków miedzi, o czym była już mowa poprzednio. W dalszej kolejności miedź przemywa się wodą aż do całkowitego zaniku odczynu kwaśnego. Przechowuje się ją w analogicznych warunkach, jak opisano poprzednio.

Ze 100 gramów uwodnionego chlorku miedziowego otrzymuje się teoretycznie 37,21 gramów metalicznej miedzi, zanieczyszczonej zawsze w mniejszym lub w większym stopniu tlenkami miedzi.

Przygotowywanie większej ilości metalicznej miedzi „na zapas” jest raczej niewskazane, ponieważ w trakcie jej przechowywania zachodzą mimo wszystko jakieś zmiany chemiczne (tworzenie się tlenków miedzi,

zmiana barwy i powstawanie innych produktów — np. korozji), dlatego też, jak uczą nasze własne doświadczenia, najlepiej jest przygotować jednorazowo tylko tyle tego produktu, ile go się zużyje.

#### PRZYGOTOWANIE FARBY MIEDZIOWEJ

Miedź metaliczną, przed jej użyciem i przygotowaniem farby, przenosi się ze słoja, w którym się ją przechowuje, do niedużego naczynia szklanego (najlepiej do zlewki) i odciąga się nadmiar roztworu alkoholu paskami bibuły filtracyjnej. Paski te wkłada się do miedzi i maksymalnie się ją osusza. Jako spoiwa stosować można: a) 3—4-procentowy roztwór świeżo przygotowanej żelatyny; b) 3—4-procentowy roztwór polialkoholu winylowego (PAW).

Ilość spoiwa, potrzebną do uzyskania farby o odpowiedniej konsystencji, ustala się na podstawie prób. Spoiwo dodaje się do miedzi w takiej ilości, aby warstwa farby po nałożeniu na odpowiednim podłożu i po całkowitym wyschnięciu, jeszcze przed rozpoczęciem polerowania, wykazywała nieznaczne ślady kredowania, to znaczy pozostawiała na palcu nieznaczny ślad. Próby te wykonuje się zazwyczaj na zaprawie kredowo-klejowej, nałożonej na płycie paździerzowej. Nieznaczne kredowanie wyschniętej farby miedziowej świadczy o tym, że ilość spoiwa jest wystarczająca. W ten sposób nałożona warstwa farby miedziowej poleruje się miękko i daje jednorodną, błyszczącą powierzchnię. Jeśli wyschnięta warstwa farby miedziowej nie wykazuje żadnych oznak kredowania, świadczy to o tym, że użyto za dużo spoiwa wiążącego. Konsekwencją tego jest bardzo trudne polerowanie (twarde). Uzyskany połysk jest niejednorodny, nierówny, czasami nawet z różnymi plamami. Zbyt duża ilość spoiwa w farbie miedziowej powoduje, że po jej wyschnięciu w czasie zbyt twardego polerowania i silnego nacisku agatu mogą występować spękania wypolerowanej już warstwy metalicznej, a nawet odpryskiwania jej od zaprawy. Przy nadmiernej ilości spoiwa wiążącego tworzy się na powierzchni cząsteczek metalu otoczka, która osłania te cząsteczki, stąd w czasie polerowania błona ta musi ulec mechanicznemu rozerwaniu w celu odsłonięcia cząsteczek miedzi. Wydaje się, że właśnie to jest przyczyną trudnego i twardego polerowania w przypadku, gdy warstwa farby miedziowej zawiera za dużą ilość spoiwa.

Jak wykazuje praktyka, miedź po osuszeniu paskami bibuły powinna być roztrąta na gęstą maź miękkim pędzlem włosianym. Czasami dobrze jest jeszcze rozetrzeć ją palcem, następnie dodać do niej spoiwo wiążące i całość wymieszać pędzlem. W farbie nie powinno być żadnych grudek; jeśli występują, wówczas wyschnięte warstwy farby po wypolerowaniu nie mają idealnie gładkiej i błyszczącej powierzchni.

Farby tej nie można ucierać na płycie marmurowej lub szklanej metalową szpachlą, kamiennym bądź też szklanym „kurantem”, bowiem na

skutek koagulacji miedzi tworzą się cienkie, zbite, blaszkowate cząsteczki, o wyraźnym metalicznym połysku, które nie dają się już ani rozdrobnić, ani też utrzyć ze spoiwem wiążącym.

Do nakładania farby miedziowej na podłoże najlepsze są miękkie, płaskie pędzle włosiane o numeracji od 10 do 18. Pędzle szczecinowe ze względu na sztywność nie nadają się do tego celu. Należy pamiętać o tym, że w trakcie nanoszenia farby miedziowej na zaprawę należy ją bez przerwy mieszać pałeczką szklaną, aby cząstki metalu nie opadały zbyt szybko na dno naczynia i aby farba miała cały czas jednakową konsystencję. Jest to szczególnie istotne w końcowym procesie obróbki tych warstw, to jest w trakcie ich polerowania.

Farbę miedziową nanosi się na zaprawę w 2—3 warstwach w krótkich odstępach czasu. Każda warstwa powinna być naniesiona cienko i równomiernie, ruchem jednokierunkowym, bez krzyżowego rozścielania jej pędzlem, jak na przykład w przypadku nanoszenia zapraw. Krzyżowe rozścielanie każdej warstwy może bowiem spowodować rozmycie warstwy niżej leżącej.

#### PRZYGOTOWANIE PODOBRAZIA I JEGO GRUNTOWANIE

Jako podobrazie dla techniki miedziowej najlepiej jest stosować płyty paździerzowe o jak najmniejszej grubości, szczególnie wtedy, gdy formaty tego rodzaju prac plastycznych mają być stosunkowo dużych rozmiarów. Płyty przekleja się dwukrotnie roztworem żelatyny na ciepło, najpierw 5-procentowym, a następnie 10-procentowym. Po wyschnięciu przeklejenia nakłada się 12—16 warstw zaprawy klejowej, zawierającej jako główny wypełniacz dobrej jakości biel cynkową. Jako wypełniacze uzupełniające można stosować kredę pławioną, bolus biały (*bolus alba*), mielony gips surowy (lenzyna), gips pławiony (*gesso sottile*), bądź też gips wypalony na martwo (*gesso marcio*), występujący w handlu pod nazwą analiny. Można też stosować zwykłe zaprawy kredowo-klejowe bez dodatku bieli cynkowej, analogiczne, jakie stosują pozłotnicy. W trakcie nakładania zaprawy na podłoże musi być zachowany podstawowy warunek, a mianowicie: zaprawa musi być наносzona w kilkunastu warstwach, przy czym każda z nich nakładana cienko, równomiernie, co osiągnąć można przez dokładne rozścielanie jej pędzlem ruchami krzyżowymi. Odstępy czasowe między nałożeniem jednej i drugiej warstwy nie powinny przekraczać 30 minut.

Autor niniejszego artykułu stosował z powodzeniem w swoich pracach zaprawę klejową o następującym składzie:

- 1 cz. objęt. bolus biały (*bolus alba*)
- 1 cz. objęt. biel cynkowa
- 0,5—1 cz. objęt. woda
- 1,0—1,5 cz. objęt. 12-procentowa żelatyna

Przygotowując niniejszą zaprawę, najpierw zarabia się trzy pierwsze składniki na gęstą jednorodną papkę szerokim płaskim pędzlem szczecinowym, następnie przeciera się ją również pędzlem przez gęste plastikowe sito w celu usunięcia ewentualnie niezbyt dobrze roztartych grudek wypełniacza i na końcu — przy ciągłym mieszaniu — dodaje się ciepły roztwór żelatyny. Po dokładnym wymieszaniu zaprawa gotowa jest do użycia.

Pierwszą warstwę zaprawy nakłada się przez topowanie pędzlem, następnie natomiast przez krzyżowe ich rozściełanie. Po całkowitym wyschnięciu wszystkich warstw szlifuje się zaprawę papierami ściernymi, najpierw średnioziarnistymi, a na końcu — drobnoziarnistymi.

W celu zwiększenia elastyczności zaprawy można dodać do jej masy w trakcie przygotowania niewielką ilość mydła woskowego, rozpuszczalnego w wodzie<sup>6</sup>. Na ogół na 100 cm<sup>3</sup> zaprawy dodaje się nie więcej niż 1/4—1/2 łyżeczki od herbaty. Mydło woskowe wprowadza się do masy zaprawy uprzednio ogrzanej i pozostającej w stanie płynnym. Całość uciera się płaskim pędzlem szczecinowym, aby uzyskać w ten sposób zaprawę jednorodną, bez żadnych grudek, o jednakowej konsystencji. Większe ilości mydła woskowego mogą spowodować zbyt dużą elastyczność zaprawy, a to z kolei wpłynąć może na końcowy efekt polerowania warstwy miedziowej farby. Będzie ono wówczas zbyt miękkie, z wyraźnym śladem, a nawet fakturą po narzędziu polerowniczym, jakim jest agat.

#### WARIANTY W TECHNICIE MIEDZIOWEJ

Jak już wspomniano we wstępie niniejszego artykułu, w technice tej można stosować różne warianty, które z dużym powodzeniem mogą być użyte w pracach plastycznych o charakterze dekoracyjnym.

#### WARIANT PIERWSZY

Istotą tego wariantu jest graficzny, linearny rysunek, wycięty w masie zaprawy. Tok postępowania jest następujący: na wyszlifowaną zaprawę nanosi się rysunek bądź to odręcznie, bądź też z kalki technicznej za pomocą przepróchy lub przez odbicie rysunku z kalki zaczernionej od odwrocenia ołówkiem lub suchym barwnikiem (np. czerwienią lub czernią). W tych ostatnich przypadkach kalka techniczna powinna być najpierw przeszlifowana drobnoziarnistym papierem ściernym, a dopiero potem zaczerniona ołówkiem, bądź też potarta suchym barwnikiem. Po przeniesieniu ry-

<sup>6</sup> Mydło woskowe, rozpuszczalne w wodzie, przygotowuje się w następujący sposób: bielony wosk pszczeli w ilości 25 g stapia się w naczyniu na małym ogniu, następnie dodaje się roztwór węglanu potasu (5 g węglanu potasu rozpuszcza się w 150 cm<sup>3</sup> wody destylowanej lub gotowanej). W miejsce węglanu potasowego można użyć boraksu lub świeżego węglanu amonu. Świeżo przygotowane mydło woskowe zostawia się na pewien czas w otwartym słoju w temperaturze pokojowej w celu odparowania nadmiaru wody i zagęszczenia do konsystencji dość gęstej pasty, niezbyt jednak twardej. W takiej postaci dodaje się je w odpowiedniej ilości do zaprawy.



sunku z kalki należy przeprowadzić jeszcze jego korektę i dopiero potem opracować go ostatecznie pędzlem i tuszem, odpowiednio modulując grubość linii. Następnie półokrągłym dłutkiem graficznym wycina się w zaprawie rysunek, modulując przy tym, w zależności od potrzeb, szerokość i głębokość wyciętych linii.

Po wycięciu rysunku nakłada się 2—3 warstwy farby miedziowej. Powinny one być położone możliwie cienko, ale jednocześnie równomiernie na całej powierzchni i całkowicie kryjąco, szczególnie jeśli chodzi o warstwę ostatnią. Pierwsza warstwa może zawierać nieco więcej spoiwa wiążącego, będzie więc ona bardziej sklejona i po wyschnięciu mniej kryjąca, z wyraźnymi śladami pędzla. Warstwa następna powinna być już bardziej kryjąca, a więc zawierać nieco mniej spoiwa niż poprzednia. Aby zwiększyć siłę krycia, należy do farby miedziowej dodać trochę osuszonej sproszkowanej miedzi i farbę dobrze wymieszać pędzlem. Trzecia warstwa, a więc ostatnia, powinna być już całkowicie kryjąca po wyschnięciu i powinna lekko kredować. W trakcie nanoszenia farby miedziowej należy ją każdorazowo mieszać dokładnie pędzlem. Każdą warstwę tej farby należy nakładać pędzlem zawsze w jednym kierunku, bez specjalnego rozścielenia i wyrównywania ruchami krzyżowymi. Jak wykazały doświadczenia własne, pociągnięcia pędzla, w tym przypadku jednokierunkowe dla każdej warstwy, powinny być każdorazowo prostopadłe w stosunku do pociągnięć w warstwie poprzedniej. Należy również pamiętać o tym, że wszystkie trzy warstwy powinny być w sumie naniesione na tyle cienko, aby zachowana została odpowiednia głębokość wyciętych linii rysunku, które powinny być dobrze czytelne. Zbyt grube naniesienie tych trzech warstw farby może spowodować utratę ostrości rysunku na skutek jego zamulenia przez farbę.

Po całkowitym wyschnięciu ostatniej warstwy farby miedziowej można ją przetrzeć miękką flanelową szmatką w celu usunięcia ewentualnych luźnych drobnych cząsteczek miedzi. Powierzchnia farby po takim przetarciu staje się lekko błyszcząca. Po upływie mniej więcej 2 godzin od położenia ostatniej warstwy przystępuje się do jej polerowania agatem. Poleruje się krótkimi pociągnięciami, szczelnie — miejsce przy miejscu i zawsze w jednym kierunku. Opracowuje się w ten sposób tylko powierzchnię płaską, natomiast nie poleruje się wgłębień wyciętego rysunku. Niekiedy, w celu uzyskania większego połysku, można jeszcze dodatkowo wypolerować całą powierzchnię w kierunku prostopadłym do pierwszego polerowania.

Po zakończeniu polerowania można jeszcze pewne partie, na przykład tło, opracować dodatkową puncą. W ten sposób wzbogacić można w sensie plastycznym całe opracowanie w technice miedziowej, bowiem puncowane tło, załamując odpowiednio światło, wydobywa na plan przedni kompozycję rysunkową, wyciętą dłutkiem w zaprawie i dobrze widoczną po wypolerowaniu. Należy przy tym zwracać uwagę na to, aby puncowanie przy

odpowiedniej głębokości i średnicy nie powodowało spękań zarówno samej zaprawy, jak i wypolerowanej warstwy miedziowej. Jeśli w ogólnym założeniu plastycznym już z góry przewiduje się wykonanie puncowania, należy w związku z tym przygotować odpowiednio elastyczną zaprawę. Punktak do puncowania powinien mieć dobrze zaokrągloną i wypolerowaną końcówkę, a uderzenie młoteczką w punktak powinno być łagodne i krótkie.

Linearnie wycięty rysunek, nie polerowany wgłębnie agatem, można bardziej uczytelnąć, wcierając na całej wypolerowanej powierzchni czarną farbę olejną, rozrzedzoną olejkami terpentynowymi. Farbę tę nanosi się miękkim pędzlem włosianym. Wciera się ją szczególnie dokładnie w zagłębienia wyciętego rysunku. Do rozcieńczenia czarnej farby olejnej powinno się stosować świeży rektyfikowany olejek terpentynowy, całkowicie bezbarwny. Stary olejek terpentynowy, o zabarwieniu żółtym, w dużym stopniu już spolimeryzowany, nie powinien być do tego celu stosowany, podobnie zresztą i w malarstwie. Olejek taki jest bardzo lepki, trudno ulatnia się, a farby olejne rozcieńczone nim bardzo długo wysychają. Po upływie ca 30—40 minut nadmiar farby olejnej usuwa się z wypolerowanej powierzchni miękką flanelową szmatką lub też watą owiniętą w gazę. Czynność tę powtarza się dopóty, dopóki z błyszczącej powierzchni wypolerowanej miedzi nie usunie się całkowicie farby. W ten sposób wycięty rysunek zaczernia się, wyraźnie kontrastując z połyskiem miedzi, natomiast pozostała powierzchnia, całkowicie pozbawiona farby, daje mieniący się blask metalu. Płytę pozostawia się na kilka dni do całkowitego wyschnięcia farby olejnej we wgłębieniach i dopiero potem nakłada się warstwę ochronną, której zadaniem jest zabezpieczenie metalu przed korozją, powstającą pod wpływem szkodliwych gazów z atmosfery, czynników chemicznych, a przede wszystkim wilgoci. W ten sposób eliminuje się możliwość zarówno utlenienia metalu (brunatnienie), jak i możliwość występowania korozji w postaci zielonkawoniebieskawych nalotów. Do tego celu stosować można następujące warstwy ochronne:

W e r n i k s k o ń c o w y „Van Gogh”, f-my Talens (*picture varnish*), produkcji holenderskiej, jest stabilny pod względem optycznym, nie zmienia barwy wypolerowanej warstwy miedziowej, odznacza się jednak tą negatywną właściwością, że jest wrażliwy na działanie czynników mechanicznych, pod wpływem których łatwo ulega zarysowaniu. Werniks ten powinno się nanosić jeden raz miękkim płaskim włosianym pędzlem, a nie w aerozolu. Stwierdzono ponad wszelką wątpliwość, że werniksy te, nanoszone na powierzchnię obrazów oraz na powierzchnie wypolerowanych srebrzeń przez rozpylanie w aerozolu, dają błony nierównomiernej grubości i mało szczelne, stąd też są one przenikliwe dla wszelkiego rodzaju gazów i wilgoci, chronią więc w małym stopniu zarówno warstwę malarzką, jak i warstwy metali pozłotniczych.

W e r n i k s y c h u d e, żywiczno-terpentynowe, przygotowuje się na

bazie miękkiej żywicy damarowej, po rozpuszczeniu jej w czystym rektyfikowanym oleju terpentynowym. Damara jest stosunkowo stabilna pod względem optycznym i w przeciwieństwie do mastyksu ciemnieje w znacznie mniejszym stopniu. Jej poważną wadą jest natomiast mała odporność na wilgoć, pod wpływem której rozkłada się, dając w końcowym stadium błony całkowicie zmętniałe, a więc nieprzeźroczyste i kruche. Ponieważ damara może zawierać pewną ilość wilgoci, należy ją przed rozpuszczeniem w oleju terpentynowym stopić na umiarkowanym ogniu w celu usunięcia wody i dopiero potem połączyć z olejem terpentynowym. Z reguły przygotowuje się do tego celu werniksy damarowo-terpentynowe w proporcjach 1 : 3, a więc na jedną część objętościową damary bierze się trzy części objętościowe oleju terpentynowego. Werniks ten nanosi się na wypolerowaną powierzchnię miedzi miękkim włosianym pędzlem. Aby uzyskać całkowicie szczelną, dobrą warstwę ochronną, wystarczy nanieść ten werniks w jednej warstwie.

Werniks olejno-żywiczny-terpentynowy przygotowuje się na bazie bielonego oleju lnianego i damary, z dodatkiem świeżego oleju terpentynowego w proporcjach objętościowych 1 : 1 : 1. Jest to werniks określany nazwą „normalnie schnącego”. Najpierw stapia się damarę z olejem lnianym w stosunkach objętościowych 1 : 1, następnie dodaje się jedną część objętościową oleju terpentynowego. Aby przyspieszyć wysychanie werniksu, można dodać do niego minimalną ilość sykatywy. Do tego celu można na przykład użyć sykatywy kobaltowej (żywiczan kobaltawy), biorąc go w ilości 2—3 krople na 100 cm<sup>3</sup> werniksu. Werniksy olejno-żywiczne po pewnym czasie na skutek obecności oleju lnianego wyraźnie ciemnieją, stąd też ich błony po upływie dłuższego czasu wyraźnie ocieplają i tak już gorącą barwę metalicznej miedzi. Miedź pod takim werniksem staje się bardziej żółtawobrunatnawa.

Można też zastosować podwójne, kolejno po sobie następujące, zabezpieczenie warstwy miedziovej przy użyciu fiksatywy do pastelu oraz emulsji akrylowej (medium do farb akrylowych). Najpierw nakłada się pędzlem fiksatywę, po czym, po całkowitym jej wyschnięciu, nakłada się emulsję akrylową, rozcieńczoną w zależności od potrzeby niewielką ilością wody. W sumie, po nałożeniu tych dwu, kolejno po sobie następujących, warstw ochronnych, uzyskuje się powierzchnię bardziej matową, jakby spatynowaną, przypominającą zarówno pod względem barwy, jak i przytłumionego nieco połysku, starą miedź, jaką spotyka się w bytkowych przedmiotach z tego metalu.

Nie powinno się stosować jako warstw ochronnych żadnych werniksów alkoholowych, między innymi alkoholowego roztworu szelaku. Jak wykazały doświadczenia własne, warstwy te po odparowaniu rozpuszczalnika nie są jednorodne ani w barwie, ani w połysku, pojawiają się bowiem na ich powierzchni różnej wielkości plamy o barwach iryzujących, praktycznie prawie niemożliwe do usunięcia.

## WARIANT DRUGI

O wariacie tym wspomniano już we wstępie niniejszego artykułu. Sposoby przygotowania podłoża oraz zaprawy są takie same jak w wariacie pierwszym. Po wyszlifowaniu ostatniej warstwy zaprawy drobnoziarnistym papierem ściernym nanosi się na jej powierzchnię rysunek w podobny sposób, jak to już opisano poprzednio. Rysunek opracowany tylko linearnie pogłębia się w zaprawie delikatnie igłą na tyle głęboko, aby był on dość dobrze czytelny na powierzchni ostatniej warstwy farby miedziowej. Powinien on spełniać w tym przypadku tylko rolę pomocniczą, bowiem ostatni efekt plastyczny wydobywa się przez polerowanie agatem. Uzyskuje się w ten sposób pełną formę plastyczną bryły na ogólnej zasadzie: światło — półton — cień. Polerowanie agatem rozpoczyna się od półtonów; uzyskuje się je przez delikatne opracowanie kresek, które wzmacnia się stopniowo w partiach przechodzących w światło poprzez intensywniejsze polerowanie. W partiach światła połysk metalicznej miedzi powinien być najbardziej intensywny.

Po całkowitym opracowaniu modelunku partie cienia są najciemniejsze, mają bowiem barwę ciemnego brązu. Odpowiadają one barwie nie polerowanej wyschniętej farby miedziowej, a więc w wariacie tym partie cienia nie poleruje się. Po zakończeniu polerowania i ostatecznym wydobyciu pełnej formy plastycznej całość izoluje się warstwami ochronnymi. Do tego celu najlepiej jest zastosować podwójną izolację, omówioną już w opisie pierwszego wariantu. Najpierw więc pokrywa się fiksatywą do pastelu, którą nanosi się i rozprowadza równomiernie płaskim szerokim pędzlem włosianym (np. nr 24). Miejsca nie polerowane powinny pozostać matowe, bez żadnych zacieków. Ostatecznym sprawdzianem jest próba odporności partii nie polerowanych na działanie wody. W tym celu mały zwitek waty na pincecie zwilża się wodą i przez lekkie potarcie powierzchni matowej sprawdza się, czy warstwa ta nie rozmywa się. W przypadku uzyskania wyniku pozytywnego można przystąpić do położenia następnej warstwy izolacyjnej z emulsji akrylowej. Nakłada się ją również pędzlem włosianym, możliwie cienko i równomiernie. Jeśli zachodzi potrzeba, emulsję akrylową można rozcieńczyć niewielką ilością wody. Po całkowitym odparowaniu rozpuszczalnika (wody) uzyskuje się pełną przezroczystość błony i lekki jej połysk. Doświadczenia własne wykazały po kilku latach brak jakichkolwiek produktów korozji miedzi w opracowaniach wykonanych w tymże wariacie technicznym. Obydwie warstwy izolacyjne okazały się szczelne, a więc i bardzo skuteczne.

## WARIANT TRZECI

Ostatecznym efektem plastycznym, jaki uzyskuje się w tym wariacie, jest biały, linearny rysunek kompozycji na wypolerowanej całości

wo lub tylko częściowo błyszczącej powierzchni miedzi. Podłoże, sposób jego przygotowania, oraz zaprawa, a więc ilość jej warstw, są analogiczne z opisem podanym w wariacie pierwszym.

Po dokładnym wyszlifowaniu ostatniej warstwy zaprawy nanosi się na jej powierzchnię rysunek linearny zamierzonej kompozycji sposobem opisanym już poprzednio. Po przeniesieniu koryguje się go i utrwała tuszem, bez zbędnego modulowania grubości kreski. Następną czynnością jest jego delikatne pogłębienie w zaprawie za pomocą igły, jednak na tyle tylko głębokie i szerokie, aby po założeniu farby miedziovej w 2—3 warstwach był on widoczny po wypolerowaniu jako bardzo cienka linia o grubości ca 1/4—1/5 mm. Po nałożeniu farby miedziovej sposobem nam już znanym przystępujemy po jej wyschnięciu do polerowania, stosując do tego celu agat. Polerowanie rozpoczyna się najpierw delikatnie kreską, która w partiach tła kompozycji powinna być bardzo cienka i wywoływać efekt słabo błyszczącego metalu. Następnie wzmacnia się polerowanie w partiach centralnych kompozycji, dążąc do osiągnięcia maksymalnego połysku metalicznej miedzi. Skrajne partie tła mogą być lekko tylko muśnięte agatem w postaci delikatnych kresek, bądź też pozostawione bez żadnego polerowania. Po całkowitym wypolerowaniu uwidacznia się dobrze cienka linia rysunku, wykonanego wcześniej igłą w zaprawie.

Tło kompozycji można po wypolerowaniu wypuncować, stosując punktaki o różnej średnicy — od 1—1,5 mm do 0,5 mm. Zazwyczaj punktaki o największej średnicy powinno się stosować w środkowych partiach kompozycji, natomiast drobniejsze na peryferiach partii wypolerowanych. Puncowanie ciemnego nie polerowanego tła jest raczej niewskazane. Wypolerowaną powierzchnię pokrywa się jednowarstwowo chudym lakierem damarowo-terpentynowym w proporcjach 1 : 3 (objętościowo). Po całkowitym odparowaniu rozpuszczalnika maluje się na powierzchni werniksu kontur kompozycji białą farbą o spoiwie wodnym. Do tego celu stosować można białą farbę ETA produkcji Talensa, zawsze z dodatkiem rafinowanej żółci wołowej, również tego samego producenta, bądź też mieszaninę dwóch białych farb, także produkcji Talensa, a mianowicie: gwaszową biel plakatową oraz biel ETA. Farby te mieszają się z sobą w stosunkach objętościowych 1 : 1. Również i w tym przypadku dodatek żółci jest konieczny, obniża ona bowiem napięcie powierzchniowe farb wodnych i ułatwia malowanie nimi na powierzchniach gładkich, błyszczących i polerowanych, pokrytych różnego rodzaju werniksami — zarówno chudymi, jak i tłustymi.

Wybór białej farby nie jest w tym przypadku sprawą dobrego lub złego gustu, ale jest po prostu koniecznością. Kolor ten na wypolerowanej miedzi brzmi najlepiej, a rysunek jest dobrze czytelny z każdej odległości. Biel tę można lekko łamać innymi kolorami, zawsze jednak powinna ona stanowić dominantę w ostatecznym brzmieniu kolorystycznym całego opracowania. Grubość kreski i modulowanie jej uzależnione jest od sa-

mego projektu i od ostatecznego wyrazu plastycznego całej kompozycji. Może więc być jednakowej grubości, bądź też grubości zmiennej, a więc od włoskowatej aż do kilku milimetrów, bądź też nawet szerszej. W zależności od zamierzonej grubości kreski należy stosować pędzle akwarelowe o różnej numeracji.

Po całkowitym opracowaniu malarskim płytę pokrywa się lakierem, tym razem już olejno-żywicznym, o składzie: olej lniany bielony + żywica damarowa + czysty rektyfikowany olejek terpentynowy w proporcjach objętościowych 1 : 1 : 1.

W wariacie tym można zastosować pewną drobną odmianę, a mianowicie po wypolerowaniu farby miedziowej agatem można utrwalić jej powierzchnię fiksatywą stosowaną do pastelu, a następnie emulsją akrylową. Po jej wyschnięciu opracowuje się linearny rysunek białą farbą ETA z niewielkim dodatkiem żółci, bądź też w ogóle bez jej dodatku. Rysunku tego nie utrwała się już żadnym lakierem, pozostaje więc na wierzchu warstw izolacyjnych i zachowuje bez zmian pierwotną barwę, to znaczy nie żółknie, co na przykład występuje pod lakierami, szczególnie olejno-żywicznymi. Farba ETA w krótkim czasie po namalowaniu staje się prawie całkowicie odporna na wodę. Jej mankamentem jest to, że po wyschnięciu w grubszych warstwach jest krucha. W związku z tym można do niej dodać jako medium i jednocześnie jako plastyfikatora niewielkiej ilości żółtka jajka z dodatkiem p-chloro-m-krezolu jako antyseptyka.

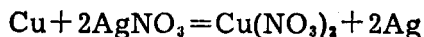
Na tle metalicznej miedzi o przygaszonym połysku na skutek zastosowania emulsji akrylowej jako warstwy izolacyjnej — biały matowy linearny rysunek, wykonany farbą ETA, brzmi kontrastowo i w sumie jest bardzo dobrze widoczny.

#### WARIANT CZWARTY

Jest to wariant szczególny, bowiem jego istotą jest otrzymywanie na powierzchni metalicznej miedzi rysunku srebrnego w ścisłym tego słowa znaczeniu. Jego opracowanie polega na tym, że wydobywa go się za pomocą roztworu azotanu srebra —  $\text{AgNO}_3$ . Do tego celu stosuje się 4—5-procentowe stężenie tego związku, który przechowuje się zawsze w butelce z ciemnego szkła w celu zapobieżenia tworzeniu się produktów redukcji w postaci czarnego osadu, będącego metalicznym srebrem. Rozcieńczony roztwór azotanu srebra można w ten sposób przechowywać przez dłuższy czas bez obawy zmian chemicznych, jakie pod wpływem światła mogą wystąpić. Istotą powstawania rysunku srebrnego pod wpływem działania azotanu srebra na powierzchnię metalicznej miedzi jest w sensie chemicznym proces redukcji azotanu srebra do srebra metalicznego pod wpływem metalicznej miedzi. Wynika to z faktu, że metaliczna miedź redukuje sole tych metali, które stoją w szeregu napięciowym bar-

dziej na prawo. Miedź będzie zatem redukować do metali sole srebrowe, rtęciowe, platynowe i złotowe.

W przypadku działania miedzi na azotan srebra reakcja przebiega w następujący sposób:



Z punktu widzenia plastycznego całe opracowanie w omawianym wariancie przedstawia się następująco: podłoże z płyty paździerzowej, najpierw dwukrotnie przeklejone roztworem żelatyny, pokrywa się kilkunastoma warstwami zaprawy klejowej, omówionej w poprzednich wariantach. Po jej dokładnym wyszlifowaniu papierami ściernymi nanosi się linearny rysunek, który następnie pogłębia się w zaprawie delikatnie igłą. Ryt ten nie powinien być zbyt głęboki. W dalszej kolejności zakłada się 2—3 warstwy metalicznej miedzi ze spoiwem na analogicznych zasadach, omówionych już poprzednio. Rysunek pogłębiony igłą w zaprawie powinien być na powierzchni miedzi dość dobrze widoczny. Teraz przystępuje się do uwidocznienia go za pomocą rozcieńzonego roztworu azotanu srebra, rozpuszczonego w wodzie destylowanej. Pędzlem akwarelowym odpowiedniej wielkości, uzależnionej oczywiście od szerokości linii rysunkowej, jaką chcemy wydobyć, pociąga się azotanem srebra wszystkie czytelne linie naszej kompozycji. Pod wpływem tego związku tworzą się szare, matowe linie rysunku, bez wyraźnego połysku. Opracowanie to można wykonać bądź to na miedzi tuż po jej wypolerowaniu agatem, bądź też przed jej polerowaniem. W tym ostatnim przypadku należy powierzchnię miedzi przetrzeć miękką flanelową szmatką, pod wpływem czego powierzchnia staje się bardziej połyskliwa. Po całkowitym opracowaniu rysunku przystępuje się następnie do polerowania go agatem. W tym przypadku powinien on mieć końcówkę zakończoną dość ostro — stożkowato. Jeśli rysunek opracowany został na błyszczącej miedzi, wówczas polerujemy go najczęściej w poprzek linii, zachodząc bez obawy na wypolerowaną już miedź. W przypadku zaś, gdy rysunek wykonuje się na powierzchni miedzi przetartej tylko delikatnie szmatką flanelową, polerowanie jego wykonać można w następujący sposób:

1. Wypolerować ostrożnie tylko sam rysunek, nie przechodząc agatem na powierzchnię tła miedzianego, która powinna pozostać matowa. Uzyskuje się wówczas błyszczący, srebrny rysunek na tle matowej, brązowej powierzchni farby miedzianej. Przy takim opracowaniu srebrnego rysunku niezbędny jest do polerowania agat z końcówką wyraźnie ostro zakończoną w formie stożkowatej.

2. Można wypolerować zarówno srebrny rysunek, jak i podłoże, a więc brązowe tło miedziane. Uzyskuje się wówczas błyszczącą powierzchnię obydwóch metali.

Po zakończeniu całego opracowania przystępuje się do nałożenia warstw ochronnych, zabezpieczających obydwie metale przed korozją. Sre-

bro bowiem pod wpływem siarkowodoru, znajdującego się w atmosferze, zmienia barwę, przechodząc łatwo w siarczek srebrzy o zabarwieniu czarnym.

Do utrwalenia opracowanej powierzchni zastosować można bądź to chude werniksy żywiczne, na przykład damarę w olejku terpentynowym (1 : 3 w stosunkach objętościowych), bądź też podwójne utrwalenie, o którym mowa była już poprzednio, dające w efekcie powierzchnię bardziej matową i sprawiającą wrażenie spatynowanego metalu. Pierwsze utrwalenie prowadzi się pędzlem przy użyciu fiksatywy, stosowanej do utrwalania rysunków i pasteli, drugie zaś przy użyciu emulsji akrylowej o odpowiedniej konsystencji, którą nanosi się również pędzlem. Stosując ten wariant, należy przedtem wykonać cały szereg prób wstępnych, aby w pełni opanować całą technikę i poznać w pełni jej ostateczny efekt plastyczny. Jest to niewątpliwie ze wszystkich podanych wariantów — wariant najtrudniejszy. Po dokładnym opanowaniu go może on być wykorzystany z powodzeniem we wszystkich pracach o charakterze dekoracyjnym i wystawienniczym.

#### WNIOSKI

Omówione w niniejszym artykule warianty techniki miedziowej mogą być stosowane w pracach dekoracyjnych w ramach architektury wnętrz oraz jako element dekoracyjny w wystawiennictwie czasowym i stałym. Efekty plastyczne uzależnione są nie tylko od samej techniki, ale również od projektu i wykonawstwa. Opracowania plastyczne wykonane w tej technice — w różnych jej wariantach — są efektowne i stosunkowo łatwe do wykonania. Najwięcej czasu poświęca się na przygotowanie płyt, a więc ich przeklejenie i zagruntowanie.

Trwałość opracowań plastycznych może być stosunkowo duża pod warunkiem jednak, że zostaną one odpowiednio izolowane werniksami ochronnymi, zabezpieczającymi przed wilgocią i różnymi szkodliwymi gazami, występującymi w atmosferze. Jest to zagadnienie istotne, bowiem powierzchnia miedzi, szczególnie po wypolerowaniu, podlega tak samo korozji jak inne wyroby z tego metalu wystawione na działanie wilgoci i czynników atmosferycznych. Należy tu szczególnie podkreślić dużą wrażliwość wypolerowanej miedzi na wilgoć. Powodem tego jest występowanie w farbie miedziowej spoiwa organicznego, jakim jest w tym przypadku alkohol poliwinylowy, który z upływem czasu zachowuje w dalszym ciągu dużą wrażliwość na wilgoć. Pod jej wpływem powierzchnia wypolerowanej miedzi tracić może połysk, w wyniku czego występować mogą mniejsze lub większe zmatowienia, a nawet spęcznienia warstwy, a to prowadzi nieuchronnie do powstawania produktów korozji na skutek działania gazów z atmosfery.



Zbigniew Brochwicz

## DIE ANWENDUNG DER KUPFERTECHNIK IN VERZIERUNGSARBEITEN

(Zusammenfassung)

Der Autor stellt 4 Varianten der Kupfertechnik dar, die in Dekorationsarbeiten genutzt werden können.

### a) Variante I

In Kreideleimbeize, die in einigen zehn Schichten aufgetragen und geschliffen wurde, werden — nach der Auftragung der Zeichnung — mit halbrundem Beitel die Zeichnungsumrisse ausgeschnitten und danach mit 2—3 Schichten der Kupferfarbe bedeckt. Diese Farbe wird durch Mischung des gefällten, metallischen Kupfers mit 3—4% Polyvinylalkohol zubereitet. Nachdem die letzte Schicht getrocknet ist, wird sie mit Vergoldungsacht poliert, bis sie den vollen metallischen Glanz erhält. Die vertiefte, unpolierte Zeichnung wird mit Ölfarbe geschwärzt, wonach — nach kurzer Zeit — sie von der Oberfläche beseitigt werden muß. Die auf diese Weise erlangte plastische Bearbeitung wird nun oberflächlich vor der Einwirkung der Feuchtigkeit und atmosphärischer Gase isoliert. Zu diesem Zweck können das Gemäldeendfirnis „Van Gogh“ der F-ma Talens (picture varnish), magere Öl-Harz-Firnisse angewendet werden. Man kann auch doppelt isolieren. In solchen Fällen wird die polierte Kupferschicht zuerst mit Pastellfixative fixiert, und nach der völligen Trocknung wird darauf eine verdünnte Acrylemulsionschicht aufgetragen. In allen Fällen werden zur Auftragung der Isolierschichten flache, weiche Haarpinsel verwendet.

### b) Variante II

Auf die Kreideleimbeize wird die Zeichnung aufgetragen, die mit Hilfe von einer Nadel zart vertieft wird. Folglich werden 2—3 Schichten der Kupferfarbe aufgetragen. Die mit der Nadel in der Beize vertiefte Zeichnung sollte auf der letzten, bereits getrockneten Kupferfarbeschicht gut lesbar sein. Durch Polieren mit Achat kommt die volle plastische Form heraus, laut Prinzip: Licht-Halbton-Schatten. Zu polieren beginnt man am Halbton. Dadurch erzielt man eine delikate „Schraffur“, die sich manchmal kreuzt und nicht zu intensiv im Metallglanz zum Ausdruck kommt. Das „Licht“ ist am intensivsten poliert. Die Schattenpartien werden nicht poliert. Nach dem Polieren wird die Oberfläche des metallischen Kupfers analogisch wie oben isoliert. Die geeignetste Methode ist, doppelt zu fixieren: Fixative in Pastell und Acrylemulsion.

### c) Variante III

Ähnlich wie in der Variante II werden einige zehn Schichten der Kreideleimbeize aufgetragen. Nach dem Abschleifen der letzten Schicht wird die Zeichnung aufgetragen, die ebenfalls mit einer Nadel vertieft wird. Darauf kommen 2—3 Schichten der Kupferfarbe, die nach Abtrocknung mit Achat poliert wird, wodurch der Metallglanz, besonders in den Zeichnungskomposition-Partien, zum Vorschein kommt. Teile um die Komposition herum dürfen nur ganz leicht mit Achat behandelt werden. Diese Schicht wird mit magerem Terpentin-Dammar-Lack isoliert oder auch doppelt fixiert, wie oben. Mit Hilfe von weißer Temperafarbe ETA wird dann die weiße Linearzeichnung bearbeitet.

## d) Variante IV

Auf der polierten oder unpolierten Kupferfarbefläche wird die Zeichnung — in Übereinstimmung mit der früheren Gravierung in der Beizemittels Pinsel und verdünntem Silbernitrat hervorgebracht. Der unverzögert erscheinende Silberniederschlag wird mit Achat poliert, um den metallischen Glanz zu erhalten. Die vollkommen plastisch bearbeitete Oberfläche wird entweder mit magerem Dammar-Terpentin-Gemäldefirnis oder mit der Methode der doppelten Isolierung behandelt. Das metallische Pulverkupfer wird meistens aus hydratisiertem Kupfersulfid  $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$ , nach Säuerung mit verdünnter Salzsäure, erhalten. Nach Eintauchen des Zinkblechs in diese Lösung entsteht infolge der Reduktion braun-rötliche, schwämmige Metallmasse, die im verdünnten Äthylalkohol (1 : 1) aufbewahrt werden sollte.