

Lim, Solida

Badania nad zastosowaniem żywic Paraloid B-n i Steinfestiger OH do wstępnego wzmacniania pudrującej się warstwy malarskiej malowidła przy Srebrnej Pagodzie w Phnom-Penh w Kambodży

Acta Universitatis Nicolai Copernici. Zabytkoznawstwo i Konserwatorstwo 26 (297), 37-49

1995

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, gromadzącej zawartość polskich czasopism humanistycznych i społecznych.

Tekst jest udostępniony do wykorzystania w ramach dozwolonego użytku.

*Zakład Konserwacji Malarstwa
i Rzeźby Polichromowanej*

Solida Lim

BADANIA NAD ZASTOSOWANIEM ŻYWIC PARALOID B-72 I STEINFESTIGER OH DO WSTĘPNEGO WZMACNIANIA PUDRUJĄCEJ SIĘ WARSTWY MALARSKIEJ MALOWIDŁA PRZY SREBRNEJ PAGODZIE W PHNOM-PENH W KAMBODŻY*

Zarys treści. W artykule przedstawiono wyniki badań laboratoryjnych dotyczących zastosowania żywic Paraloid B-72 (B-72) i Steinfestiger OH (SV-OH) do zabezpieczenia malowideł ściennych zniszczonych przez sole w warunkach klimatu tropikalnego w Kambodży. Na podstawie przeprowadzonych doświadczeń pozytywnie oceniono przydatność obu konsolidantów do tego zabiegu. Stwierdzono równocześnie, że optymalne byłoby połączenie cech B-72 i SV-OH, mianowicie zastosowanie SV-OH jako prekonsolidanta do wstępnego wzmocnienia pudrującej się warstwy malarskiej i tynku, a B-72 jako środka do utrwalenia końcowego. Nie zaleca się zabezpieczania całych powierzchni polichromii polialkoholem, ze względu na jego nieodporność na działanie soli w warunkach dobowych wahań temperatury i wilgotności.

WSTĘP

Malowidła, których tematem są dzieje Ramy, znajdują się w galerii przyległej do ceglanego muru otaczającego teren Srebrnej Pagody nazywanej Pagodą Szmaragdowego Buddy. Świątynia ta, stanowiąca czołowy

* Artykuł ten jest częścią badawczą pracy magisterskiej pt. „Problemy konserwatorskie i estetyczne malowideł ściennych przy Srebrnej Pagodzie w Phnom-Penh”, napisanej pod kierunkiem prof. dr. M. Roznerskiej w Zakładzie Konserwacji Malarstwa i Rzeźby Polichromowanej na Uniwersytecie Mikołaja Kopernika w Toruniu.

pomnik kultury Khmerów, obejmuje wydzieloną część kompleksu Pałacu Królewskiego w stolicy Kambodży Phnom-Penh, wzniesionego w latach 1869—1919. Malowidła powstawały jednocześnie z budową Srebrnej Pagody i Pałacu Królewskiego¹; zajmują powierzchnię o długości 600 m i wysokości 3,65 m. Niektóre publikacje podają datę ich ukończenia na lata 1903—1904. Autorem polichromii i całego zespołu Pałacu Królewskiego był Okna Nimit Tlak, khmerski malarz, architekt i rzeźbiarz z przełomu XIX i XX wieku. Obecnie zespół pałacowy jest obiektem muzealnym, w którym mieści się Dyrekcja Konserwacji Zabytków Sztuki, Muzeów i Turystyki Ministerstwa Informacji i Kultury².

Problematyka konserwatorska związana ze Srebrną Pagodą w Phnom-Penh obejmuje wiele zagadnień. Niniejszy artykuł dotyczy przede wszystkim zjawiska dość często spotykanego w zniszczonych polichromiach, mianowicie utraty warstwy malarskiej. Przyczyniły się do tego zarówno warunki temperaturowe i wilgotnościowe³, działalność mikroorganizmów i soli rozpuszczalnych w wodzie, jak i interwencja człowieka — środki wprowadzone podczas wcześniejszych, nieudolnych prac konserwatorskich (m.in. montowanie łat cementowych), powojenne osiedlenie się mieszkańców bezpośrednio przy obiekcie i postawienie tam zabudowań gospodarczych i urządzeń kanalizacyjnych.

Zniszczenia warstwy malarskiej omawianej polichromii to przede wszystkim jej spudrowanie i łuszczenie się na 33% powierzchni, a także ubytki warstwy malarskiej wraz z tynkiem na około 34% powierzchni. Z tego typu zniszczeniami wiąże się bardzo ważny problem konserwatorski, jakim jest zabieg utrwalenia i konsolidacji warstwy malarskiej z podłożem. Wrażliwość techniki temperowej oraz tropikalne warunki klimatyczne Kambodży powodują, że konserwacja malowidła ściennego przy Srebrnej Pagodzie w Phnom-Penh jest zadaniem szczególnie trudnym. Istotne znaczenie ma dobranie, spośród już stosowanych na świecie, skutecznego i efektywnego w klimacie tropikalnym środka konsolidującego warstwę malarską kambodżańskiego malowidła ściennego.

¹ *Pagode d'Argent. Rapport de la Mission Polono-Cambodgienne 1985—1990*, t. 1, Varsovie 1993, s. 6.

² *Ibid.*, s. 43.

³ Dość wysoka i zmienna temperatura od 28°C w dzień oraz duże wahania wilgotności w ciągu doby — od 17% o godz. 16.00 do 100% o godz. 6.00 rano. Systematyczne zmiany wilgotności spowodowane są także obecnością dużych rozlewisk wody Tonle Mekong i jego dopływów. Przy tak wysokiej temperaturze i dużej wilgotności występuje zjawisko parowania wody, a następnie około południa proces intensywnego promieniowania słonecznego.

PRZEBIEG BADAŃ

CEL BADAŃ

Praktyka wykazała, że najbardziej skutecznymi i najczęściej używanymi środkami utrwalającymi pudrującą się warstwę malarską malowideł ściennych są obecnie Paraloid B-72 (B-72)⁴ oraz Steinfestiger OH firmy Remmers/Wacker (SV-OH)⁵. Celem przeprowadzenia badań było wykazanie skuteczności i efektywności tychże preparatów przy zastosowaniu ich w warunkach tropikalnego klimatu Kambodży.

PRZYGOTOWANIE PRÓBEK

Wykonano pięćdziesiąt próbek o wymiarach 7 x 7 x 1,5 cm; podzielono je na 5 serii po dziesięć próbek w każdej. Seria I, II i III zostały przygotowane ściśle według wyników badań tynku będącego podłożem malowidła ściennego zdobiącego krużganki przy Srebrnej Pagodzie w Phnom-Penh⁶. Probki serii IV sformowano z dodatkiem zaprawy cemen-

⁴ Najbardziej cenionym środkiem utrwalającym stosowanym w konserwacji malowideł ściennych jest kopolimer akrylanu metylu i metakrylanu etylu o nazwie handlowej Paraloid B-72. Produkowany jest przez niemiecką firmę Rohm und Hass GmbH w Darmstadt. Paraloid B-72 stosuje się do otrzymywania werniksów ochronnych oraz farb artystycznych, tzw. polimerowych, do utrwalania pudrujących się malowideł ściennych i strukturalnego wzmacniania materiałów porowatych; por. J. Ciabach, *Właściwości i zastosowanie Paraloidu B-72*, Ochrona Zabytków, 1982, nr 1—2, s. 112.

⁵ Preparat firmy Wacker Cemie (Remmers) o nazwie handlowej Sandsteinfestiger OH (SV-OH) jest roztworem polimeru krzemooorganicznego. Pod względem chemicznym jest to związek krzemooorganiczny, który przechodzi pod wpływem hydrolizy i polikondensacji w polimery krzemowe. Zgodnie z opisem producenta SV-OH jest gotowym produktem do bezpośredniego zastosowania, bez konieczności stosowania utwardzaczy, i ma wiele pozytywnych cech, m.in.: niską molekularność i w związku z tym zdolność optymalnej penetracji materiału (wypełnia wszystkie dostępne dla cieczy pory); przy wysychaniu nie wykazuje właściwości elektrostatycznych (nie przyciąga burdu); ma dużą zdolność kapilarnego wznoszenia się, czego przyczyną jest niska lepkość, brak ubocznych produktów negatywnie oddziałujących na materiał poddany zabiegowi; za pomocą neutralnego katalizatora preparat reaguje z wilgotnością otoczenia, w wyniku czego woda absorbowana jest przy ścianach. Produktem końcowym jest hydrofilna krzemionka, którą tworzą alkoksylany wchodzące w skład preparatu; produktem ubocznym jest etanol ulatniający się ze środowiska reakcji. Por. *Wacker-silicone — Bautenschutzmittel* [prospekt firmy Wacker-Chemie], München 1975, s. 19; *Wacker Silicon-Sandsteinverfestiger OH* [prospekt firmy Wacker-Chemie], München (bd).

⁶ Badania laboratoryjne pobranych próbek wykonali pracownicy Laboratorium Naukowo-Badawczego Konserwacji Kamienia PP PKZ, Oddział w Toruniu (konsultacja prof. dr Z. Brochowicz i prof dr hab. W. Domański) i pracownicy Laboratorium Naukowo-Badawczego PP PKZ, Oddział we Wrocławiu.

towej, sugerując w ten sposób miejsca styku łaty cementowej z tynkiem w oryginale. Próbkki serii V wykonano z zaprawy cementowej dla porównania oryginału o różnym stopniu zniszczenia z łatami cementowymi. Każda z serii posiada następującą paletę pigmentów o stałej numeracji od 1 do 10 na bocznych krawędziach próbek:

- 1 i 6: czerni kostna,
- 2 i 7: błękit kobaltowy,
- 3 i 8: zieleni szmaragdowa,
- 4 i 9: czerwieni żelazowa,
- 5 i 10: ugiel.

BUDOWA PRÓBEK

Seria I — rekonstrukcja oryginału. Wybrany piasek wypłukano i wysuszono, a następnie przesiano na dwie różne grubości: bardzo drobny i średni. Wapno fabryczne hydratyzowane namoczono na dwa tygodnie przed użyciem, przetarto przez sito w celu usunięcia niepotrzebnych okruszków. Odważono:

- 2000 g przetartego wapna,
- 880 g (44%) piasku, w tym 440 g drobnoziarnistego i 440 g o ziarnach średniej grubości,
- 5% CaCO_3 w postaci drobnych okruszków związanego wapna.

Ciasto wapienne (2000 g) połączono z okruskami CaCO_3 . Uzyskane wapno podzielono na dwie części:

- pierwszą część (1000 g) wymieszano z 440 g piasku o ziarnie średniej grubości,
- drugą część (1000 g) wymieszano z 440 g piasku drobnoziarnistego z dodatkiem ciętego włókna roślinnego (lnianego) i około 3,5% drobno tłuczonego palonego węgla drzewnego.

Z obu części zaprawy uformowano w foremkach próbki w ten sposób, że zaprawę z piaskiem o średniej grubości umieszczono na „dole” próbki, a z piaskiem drobnoziarnistym na „górze” próbki.

Seria II — przygotowano identycznie jak serię I.

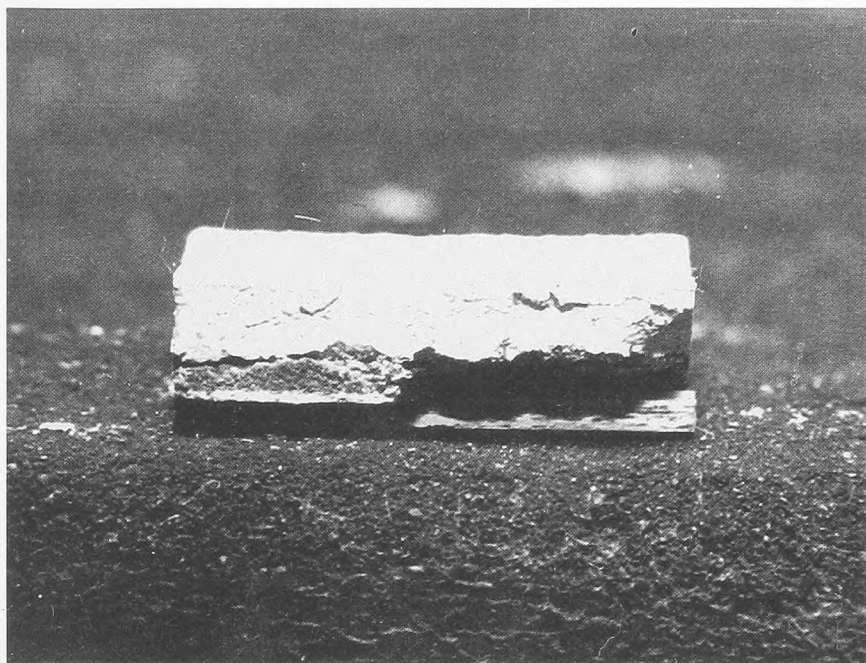
Seria III — skład zaprawy identyczny jak w serii imitującej oryginał, lecz z dodatkiem 4% NaCl (sucha domieszka do masy).

Seria IV — skład zaprawy jak w serii I, lecz z dodatkiem zaprawy cementowej, którą umieszczono w dolnej części próbek.

Seria V — próbki z zaprawy czysto cementowej z dodatkiem 44% piasku, przy czym zaprawę z piaskiem o ziarnie średniej grubości umieszczono w dolnej części, a z dodatkiem piasku drobnoziarnistego w górnej części próbki.

Na licu każdej próbki oznaczono nożem w miękkiej zaprawie kreskę, a następnie przez 82 dni próbki suszono na metalowej siatce w warunkach

pokojoyowych w celu ich skarbonizowania. Podczas suszenia próbki z dodatkiem cementu uległy odkształceniu lub spękaniu w miejscu styku cementu z tynkiem (fot. 1).



Fot. 1. Próbką wykonana z zaprawy wapiennej z dodatkiem zaprawy cementowej po wyschnięciu uległa odkształceniu i spękaniu w miejscu styku z tynkiem

Spoiwo kazeinowe: biały ser spożywczy (chudy twaróg) przemity wielokrotnie wodą z kranu i kilkanaście razy wodą destylowaną w celu usunięcia zanieczyszczeń w postaci soli mineralnych i cukrów prostych. Przemity ser utarto w młynku z ciastem wapiennym w stosunku 1:1, aż do całkowitego roztarcia wszystkich grudek. Spoiwo przygotowano na dobę przed użyciem. W celu sprawdzenia optymalnego stężenia spoiwa, odpowiedniego do malowania próbek, wykonano na ścianie próby farbą ze spoiwem o następujących stężeniach:

- 1) 100% spoiwa kazeinowego + pigment,
- 2) 50% spoiwa kazeinowego + 50% wody + pigment,
- 3) 25% spoiwa kazeinowego + 75% wody + pigment,
- 4) 100% spoiwa kazeinowego,
- 5) 50% spoiwa kazeinowego + 50% wody,
- 6) 25% spoiwa kazeinowego + 75% wody.

Do malowania próbek przygotowano jednak 75-procentowe spoiwo kazeinowe utarte z wyżej wymienionymi pigmentami do konsystencji farby nadającej się do nakładania pędzlem. Po 5 minutach od pomalowania próbek serii III zaobserwowano łuszczenie się warstwy malarskiej.

Pomalowane próbki pozostawiono przez dwie doby do wyschnięcia, a następnie zabezpieczono na bocznych ścianach gorącą parafiną, aby zapobiec migracji soli w niepożądanych kierunkach.

PROCES NISZCZENIA PRÓBEK

Wszystkie próbki zanurzono w wodzie destylowanej lub 4-procentowym roztworze NaCl w następującym układzie:

a) w wodzie destylowanej zanurzono:

- seria I: próbki od nr. 1 do 5,
- seria III: próbki od nr. 1 do 5,
- seria IV: próbki od nr. 1 do 5,
- seria V: próbki od nr. 1 do 5;

b) w 4-procentowym roztworze NaCl zanurzono:

- seria I: próbki od nr. 6 do 10,
- seria II: próbki od nr. 1 do 10,
- seria III: próbki od nr. 6 do 10,
- seria IV: próbki od nr. 6 do 10,
- seria V: próbki od nr. 6 do 10.

Próbki umieszczono w oznaczonych kuwetach, dbając o to, aby w każdej kuwecie znajdowały się próbki z jednej serii.

Próbki zanurzono na głębokość 0,80 cm. Nasycenie próbek następowało przez podciąganie kapilarne, przy regulowanym poziomie wody destylowanej i solanki, uzupełnianym w miarę potrzeby. Po całkowitym nasyceniu (pobyt w kąpeli statycznej przedłużono o 24 godziny) próbki przeniesiono do drewnianej kuwety wypełnionej suchym, czystym piaskiem, uprzednio wielokrotnie mytym i pozbawionym soli rozpuszczalnych w wodzie, ściśle zachowując układ próbek według serii. Proces wysychania przebiegał w temperaturze pokojowej.

OBSERWACJA PROCESU KRYSTALIZACJI SOLI, KSZTAŁTU WYKWITÓW SOLI I ZNISZCZEŃ WARSTWY MALARSKIEJ

Przeprowadzono obserwację procesu wysychania i krystalizacji soli na licowej powierzchni próbek, notując pojawienie się, kształt i zachowanie się wykwitów soli oraz towarzyszące temu zjawisku charakterystyczne uszkodzenia w obrębie warstwy malarskiej. Obserwację prowadzono w ciągu siedmiu miesięcy, aby uzyskać pewność, że wykwity soli osiągnęły

końcowy etap krystalizacji, a sytuacja na powierzchni próbek jest całkowicie ustabilizowana.

Pierwszy raz próbki zanurzone w wodzie destylowanej i w solance na jedną dobę, po czym wysuszono na piasku. Po jedenastu dniach suszenia na próbkach zaobserwowano minimalne zmiany warstwy malarskiej — pojawienie się niewielkich wykwitów soli. Jedynie na próbkach serii III pojawiły się większe spękania i odspojenia warstwy malarskiej od podłoża, a na próbkach od nr. 6 do 10 tej serii dodatkowo wykwity soli w postaci rozbielenia. Jak już wspomniano wcześniej, na próbkach tej serii kilka minut po pomalowaniu pojawiły się spękania warstwy malarskiej.

Po 46 dniach suszenia próbki zanurzone po raz drugi na:

- 24 godziny — próbki nr 6—10 z serii I, serii II, serii III, serii IV;
- 48 godzin — próbki nr 1—5 z serii I i z serii IV;
- 72 godziny — próbki serii V.

Próbki suszono jak poprzednio.

Doświadczenie prowadzono przez 182 dni, zanurzając próbki dwukrotnie odpowiednio w wodzie destylowanej i solance, a następnie poddając procesowi suszenia. W tym czasie próbki uległy poważnej destrukcji w obrębie warstwy malarskiej, z wyraźną różnicą w stopniu zniszczenia między próbkami zanurzonymi w wodzie destylowanej (nr 1—5) a próbkami zanurzonymi w solance (nr 6—10 oraz cała seria II — tu destrukcje są większe), a także między próbkami o podłożu z dodatkiem 4-procentowego NaCl w zaprawie a próbkami bez dodatku soli.

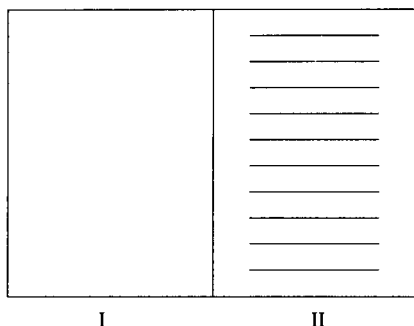
Proces destrukcji zachodzący w obrębie warstwy malarskiej, w tym szczególnie proces krystalizacji soli rozpuszczalnych w wodzie, zależy nie tylko od jakościowego i ilościowego składu soli oraz czynników wewnętrznych (skład podłoża) i zewnętrznych (wilgotność względna, wahania temperatury, woda gruntowa itp.), lecz także od samej warstwy malarskiej, która może wpłynąć na kształt i zachowanie się wykwitów soli. Wiąże się z tym bezpośrednio rodzaj i efekt zniszczenia polichromii. Obserwacje wykwitów soli na próbkach z kolejnych serii wykazały pewne ich typy: są to wykwity soli przypominające kryształki cukru (fot. 2), nitki o barwie różowej, niebieskiej i białej, wykwity wewnątrz pękniętych pęcherzyków warstwy malarskiej (fot. 3), sole podobne do osadu pyłu, sole typu *whiskers*⁷ — nitki wykwitów soli sklejone pod wpływem wilgoci są jakby poprzeplatane ze sobą i tworzą zgrubienia, unoszące często na swych szczytach małe strzępki warstwy malarskiej (fot. 4). Wszystkim rodzajom wymienionych wykwitów soli towarzyszą zniszczenia mechaniczne warstwy malarskiej, przybierające formę spudrowania i złuszczenia.

⁷ W opisach wykwitów soli zastosowano określenia przyjęte w literaturze przedmiotu, np. „cukrowe” sole *whiskers* itp. (por. A. Arnold, A. Kueng, *Chrystalization and Habis of Salf Efflorescences on Walls*, [w:] *International Congress on Deterioration and Conservation of Stone*, t. 1, Lousanne 1985).

BADANIE PRZYDATNOŚCI B-72 I SV-OH DO KONSOLIDACJI

Celem sprawdzenia przydatności żywic B-72 i SV-OH do prekonsolidacji i konsolidacji polichromii przeprowadzono doświadczenie, w którym użyto wyżej opisanych próbek ze zniszczoną warstwą malarską.

Na jedną połowę każdej próbki (podzielonej pionową kreską) zastosowano B-72, nakładając go metodą „kropelkową”, tzn. gęsto pokrywając kroplami całą powierzchnię, natomiast na drugą połowę każdej próbki nałożono SV-OH (rys. 1). Wszystkie próbki pozostawiono na piasku w warunkach laboratoryjnych (temperatura pokojowa).



Rys. 1. Schemat próbki. I — część pokryta B-72, II — część pokryta SV-OH

Po 14 dniach prekonsolidacji próbki nr 6—10 serii I, nr 1—5 serii III, nr 6—10 serii IV i nr 6—10 serii V wybrano do odsolenia w celu przygotowania ich do testu na wytrzymałość klimatyczną. Pozostałe próbki (seria I: nr 1—5, seria III: nr 6—10, seria IV: nr 1—5, seria V: nr 1—5) ułożono na suchym, czystym piasku w kuwecie i pozostawiono do dalszej obserwacji. Natomiast próbki serii II ponownie utrwalono wyżej wymienionymi konsolidantami: próbki nr 1—5 pozostawiono na piasku, zaś próbki nr 6—10 zanurzone w solance.

Próbie przeprowadzono w celu sprawdzenia, który z konsolidantów ma zdolności przepuszczania roztworów soli na powierzchnię warstwy malarskiej.

WYNIKI PRZEPROWADZONEGO DOŚWIADCZENIA

Po 24 godzinach próbki nr 6—10 serii II w części utrwalonej B-72 pokryły się grubą warstwą białych wykwitów soli; roztwór soli dość szybko migrował z solanki na powierzchnię warstwy malarskiej. Natomiast w częściach próbek utrwalonych SV-OH proces migracji był o wiele wolniejszy, a na powierzchni próbek sole były ledwie zauważalne. Po 48 godzinach

sytuacja uległa zmianie: na powierzchniach utrwalonych SV-OH widoczne były większe niż poprzednio wykwitły białych soli.

Na pozostałych próbkach (ułożonych na piasku) nie zaobserwowano żadnych zmian.

Podsumowując: błona żywicy B-72 łatwo przepuszcza szybko migrujące roztwory soli w obu kierunkach, natomiast SV-OH przepuszcza migrujące roztwory soli o wiele wolniej, długo trwa również „cofanie się” tych soli w kierunku tynku. Zaletą zastosowania tego drugiego środka jest możliwość mechanicznego usuwania wykwitów soli bez uszkodzenia przy tym warstwy malarskiej.

ODSALANIE I BADANIE WYTRZYMAŁOŚCI KLIMATYCZNEJ

Próbki wybrane do odsolenia ułożono w kuwetach na czystym piasku. Na warstwę malarską każdej próbki położono warstwę bibułki japońskiej i 10 warstw ligniny. Podczas zabiegu odsalania (metoda kompresowa) ligninę zmieniano czterokrotnie. W celu sprawdzenia ilości soli „odebranej” próbkom za każdym razem ważono ligninę przed i po odsoleniu (tab. 1).

Tabela 1
Wyniki odsalania próbek

Nr serii	Ilość soli podciągniętej w czasie odsalania (g)			
	I etap	II etap	III etap	IV etap
I	0,0757	0,0108	0,0215	0,0144
III	0,0435	0,0182	0,0073	0,0064
IV	0,0912	0,0381	0,0680	0,0439
V	0,1322	0,0596	0,0423	0,0294

Po odsoleniu próbek poczyniono następujące obserwacje:

— Na powierzchni próbek nr 6—10 serii I i nr 1—5 serii III w miejscach usuniętych już wykwitów soli pojawiły się liczne spękania i odspojenia warstwy malarskiej od podłoża oraz ubytki warstwy malarskiej spowodowane jej pudrowaniem się.

— Na próbkach nr 6—10 serii V warstwa malarska zachowała się w dość dobrym stanie.

— Na próbkach wykonanych z czystej zaprawy cementowej warstwa malarska zachowała się dosyć dobrze, tzn. nie uległa dużym złuszczeniom i pudrowaniu.

Przed umieszczeniem próbek w szafie klimatyzacyjnej (VEB Feutron Greiz, prod. DDR) próbki nr 6 i 7 serii I oraz nr 6 i 7 serii IV pokryto

przez bibułę japońską 3,5-procentowym roztworem polialkoholu winylu⁸. Na próbkach nr 1 i 2 serii III spróbowano podkleić złuszczenia warstwy malarskiej polialkolem winylu tylko w partiach złuszczenia. Natomiast próbki nr 6 i 7 serii V umieszczono w szafie bez zastosowania polialkoholu winylu. Po wykonaniu tych zabiegów zaobserwowano:

— seria I: na próbce nr 6 (czern) — duże ubytki spudrowanej warstwy malarskiej, szczególnie przy krawędziach, natomiast na próbce nr 7 (błękit) — złuszczenia i odspojenia warstwy malarskiej od podłoża, szczególnie na powierzchni pokrytej żywicą B-72;

— seria III: na próbce nr 1 i 2 (czern i błękit) — znaczne złuszczenia i spudrowania warstwy malarskiej;

— seria IV: na próbce nr 6 — zniszczenia warstwy malarskiej jak wyżej, na próbce nr 7 — ubytki warstwy malarskiej głównie wzdłuż krawędzi;

— seria V: próbki nr 6 i 7 zachowały się w dość dobrym stanie.

Wyżej wymienione próbki oraz próbki nr 1 i 2 serii I, nr 6 i 7 serii III, nr 1 i 2 serii IV oraz nr 1 i 2 serii V (kąpiele w wodzie destylowanej) umieszczono w szafie klimatyzacyjnej (warunki: wilgotność 20—98%, temperatura — 30—40°C — wahania jednodobowe).

Po 12 dniach sezonowania w szafie klimatyzacyjnej próbki nr 6 i 7 serii IV (czern, błękit) uległy destrukcji w warstwie tynku, który uległ rozwarstwieniu. Powierzchnia warstwy malarskiej wraz z odspojoną warstwą tynku zaczęła rolować się od krawędzi próbki w kierunku środka. W części utrwalonej SV-OH rozwarstwienie tynku było znacznie mniejsze (fot. 5). Natomiast w przypadku próbek nr 6 i 7 serii III nastąpiło całkowite odspojenie tynku od podłoża.

Po 30 dniach sezonowania w szafie klimatyzacyjnej próbki nr 1 i 2 serii IV nie uległy znacznym zmianom, zauważono jedynie nieliczne, drobne białe plamy wykwitów soli. Na próbkach nr 6 i 7 serii IV zaobserwowano mocne rozwarstwienie tynku i rozchodzące się spękania warstwy malarskiej; w części utrwalonej SV-OH tynki są lepiej zachowane. Pośrodku próbki nr 7 (błękit) widoczne są spękania i odspojenia warstwy malarskiej od podłoża (fot. 6). Na próbkach nr 6 i 7 (czern, błękit) serii I warstwa malarska nie uległa większym zmianom. Powierzchnia utrwalonea przez SV-OH jest lepiej zachowana — w części utrwalonej B-72 warstwa malarska roluje się od krawędzi ku środkowi, podobne zjawisko zachodzi w części utrwalonej SV-OH, ale w mniejszym stopniu. Na próbkach nr 1 i 2 serii III tynk jest dobrze zachowany; warstwa malarska utrwalonea SV-OH uległa większemu zniszczeniu niż część utrwalonea B-72. Próbki nr 1 i 2 serii I nie uległy żadnym widocznym zmianom; podobny jest stan zachowania próbek 6 i 7 serii V.

⁸ Dodatkowo pracownicy PKZ we Wrocławiu wykonali badania z użyciem polialkoholu winylu ze względu na sondażowe zastosowanie tego środka przy konserwacji kambodżańskiej polichromii; por. *Pagode d'Argent...*, s. 41—49.

WNIOSKI KOŃCOWE

Przy ocenie badanych środków konsolidujących zabezpieczających pudrujące się malowidła ściennie brano pod uwagę stan zachowania warstwy malarskiej po odsoleniu i sezonowaniu w szafie klimatyzacyjnej.

Należy podkreślić, że wpływ środków zastosowanych do wstępnego wzmocnienia pudrujących się warstw malarskich na ich stan zachowania, po poddaniu procesowi niszczenia, jest widoczny i zróżnicowany zależnie od charakteru użytej żywicy. W efekcie dwa zastosowane środki dały dwa różne działania, które można scharakteryzować następująco:

1. Paraloid B-72 — środek ułatwiający krystalizację białych soli, pod którymi warstwa malarska nie ulega głębokiej dezintegracji.

2. Steinfestiger OH — środek pozwalający na tworzenie się białych wykwitów soli na powierzchni malowidła bez uszkodzeń warstwy malarskiej.

Po wstępnym wzmocnieniu malowidła jednym ze środków i wykrystalizowaniu się na powierzchni warstwy malarskiej wykwitów soli niezbędne jest ich usunięcie przed powtórą (końcową) konsolidacją. W przeciwnym razie zabieg końcowego utrwalania nie przyniesie oczekiwanych efektów, a nawet jest bezsensowny.

Jeżeli proces niszczenia przez sole rozpuszczalne w wodzie jest bardzo daleko posunięty, aż do odspojenia tynku, wówczas nawet po odsoleniu obiektu i ponownym utrwaleniu efektywność działania zarówno SV-OH, jak i 3-procentowego B-72 jest niezadowalająca. Podobnie jest w przypadku próbek wykonanych z zaprawy wapiennej z dodatkiem 4-procentowego NaCl, odsolonych i ponownie utrwalonych. W celu uzyskania zadowalających wyników przy tak dalece posuniętym procesie zniszczenia malowidła ściennego, do końcowej konsolidacji należałoby zastosować roztwór B-72 o większym stężeniu (4—10%).

Pozostałe próbki sugerują, że z zastosowaniem żywicy Paraloid B-72 należy jednak wiązać duże nadzieje. Powierzchnia warstwy malarskiej utrwalona tym środkiem wykazuje dobry stan zachowania i dobry kontakt z podłożem (tzn. środek ten nie powoduje większych odspojen od podłoża). Utworzona na powierzchni warstwy malarskiej błona B-72 pozwala na migrację soli rozpuszczalnych w wodzie w obu kierunkach w dość szybkim tempie. Pozwala także na mechaniczne usunięcie soli, przy ograniczeniu interwencji do niezbędnego minimum, gdyż po usunięciu wykwitów soli zaobserwowano lekkie pudrowanie się powierzchni malowidła.

Zdecydowanie lepszy efekt, z konserwatorskiego punktu widzenia, dało w badanych seriach zastosowanie SV-OH firmy Remmers. Środek ten przyczynia się do krystalizacji soli nad powierzchnią warstwy malarskiej, co nie powoduje jej zniszczenia, a ponadto pozwala na

mechaniczne usunięcie powstałych wykwitów soli z warstwy malarskiej bez jej uszkodzenia.

Przy zastrzeżeniu, że żaden z konsolidantów nie jest środkiem idealnym, można uszeregować je pod względem przydatności do zabiegu wzmacniania pudrującej się polichromii w Phnom-Penh, narażonej na zniszczenie przez krystalizację soli rozpuszczalnych w wodzie, następująco:

- 1) Steinfestiger OH firmy Remmers/Wacker,
- 2) Paraloid B-72 (3-procentowy roztwór w toluenie).

Przedstawione tu doświadczenia i obserwacje sugerują wniosek, że oba konsolidanty mogą być zastosowane do utrwalania warstwy malarskiej malowidła w Phnom-Penh. Więcej zalet ma SV-OH: w większym stopniu zabezpiecza polichromię przed dalszą destrukcją (dobrze wzmacnia tynk i warstwę malarską, chociaż wykazuje słabe właściwości przy spajaniu warstwy malarskiej z podłożem), daje dobre efekty w warunkach zbliżonych do kambodżańskich. Optymalne byłoby połączenie cech SV-OH i Paraloidu B-72 podczas przeprowadzania zabiegu utrwalania malowidła, mianowicie zastosowanie SV-OH jako prekonsolidanta do wstępnego wzmocnienia pudrującej się warstwy malarskiej i tynku, a Paraloidu B-72 jako środka do utrwalania końcowego warstwy malarskiej.

Należy podkreślić, że do zabezpieczania całych powierzchni polichromii nie powinno się stosować polialkoholu winylu ze względu na jego właściwości, tzn. nieodporność na działanie soli w warunkach dobowych wahań wysokiej temperatury i wilgotności. Środek ten można jedynie zastosować do miejscowego podklejania łusek warstwy malarskiej wobec braku do tego celu lepszego środka.

TESTING OF THE POSSIBLE USE OF RESINS PARALOID B-72 AND STEINFESTIGER OH IN PRE-CONSOLIDATION OF POWDERING PAINT LAYER AT SILVER PAGODA IN PHNOM-PENH, CAMBODIA

Summary

Practice has proved, that the most efficient and the most often used consolidants for powdering wall paintings are now Paraloid B-72 and Steinfestiger-OH. The aim of conducted test was to prove efficiency and effectiveness of those materials used in tropical climate in Cambodia.

Fifty samples (in five series) were prepared according to the results of the examination of plaster in wall paintings at Silver Pagoda in Phnom-Penh, among

them a part with an addition of 4% NaCl and a part of cement mortar. Each series was covered with a range of pigments with casein binding medium. The side walls of samples were sealed with hot paraffin to prevent salt migration in unwanted directions. Samples were submitted to the destructive process in distilled water and in 4% NaCl solution. The test was conducted in 182 days period by immersing and drying the samples twice. The samples were seriously distracted within the compass of paint layer. There were differences in extent of damage between samples immersed in distilled water and those immersed in saline, and also between samples on support with 4% addition of NaCl in the mortar and those without an addition of salt. All kinds of salt efflorescence were accompanied by destruction of paint layer in form of powdering and flaking.

To check usefulness of resins B-72 and SV-OH in consolidation of damaged polychromy they were applied on samples with destroyed paint layer by spraying half of each sample with B-72 and the other half with SV-OH. After 14 days of pre-consolidation part of samples was desalted and seasoned in a climate chamber, part was consolidated for a second time and immersed in saline. While estimating tested materials two following observations were made: Paraloid B-72 is a consolidant which facilitates the crystallisation of white salts, under which the paint layer does not disintegrate deeply. Steinfestiger OH is a consolidant which allows white salts to effloresce without damage of paint layer. The test described above suggests a conclusion that both consolidants can be used for consolidation of paint layer in Phnom-Penh. SV-OH has more advantages because it prevents further destruction more effectively (it strengthens the plaster and the paint layer, however it is not effective in re-adhering the paint layer to the support), and gives good results in climate conditions close to Cambodian. The best would be to join the qualities of SV-OH and B-72. That means to use SV-OH to preliminary reinforcement of powdering paint layer and plaster and B-72 as a final consolidant of paint layer.