

Bartosz Markowski

artysta plastyk, konserwator dzieł sztuki

KONSERWACJA MARMUROWEGO POSĄGU BOGINI KYBELE

Jednym z problemów występujących podczas konserwacji antycznych rzeźb marmurowych jest zaleganie na powierzchni obiektów nagromadzonych przez wieki nawarstwień, które stanowią nową lub obcą wartość. Podczas ich usuwania konieczne jest zastosowanie takiej metody, która nie naruszy



1. Rzeźba w trakcie oczyszczania urządzeniem ReNOVALaser 3. Wszystkie rysunki i zdjęcia B. Markowski, 2001-2003 r.
1. Statue in the course of cleaning by means of ReNOVALaser 3. All drawings and photos: B. Markowski, 2001-2003.

powierzchni oryginału, umożliwi zachowanie na kamieniu produktów wynikających z procesu wietrzenia, określanych potocznie patyną.

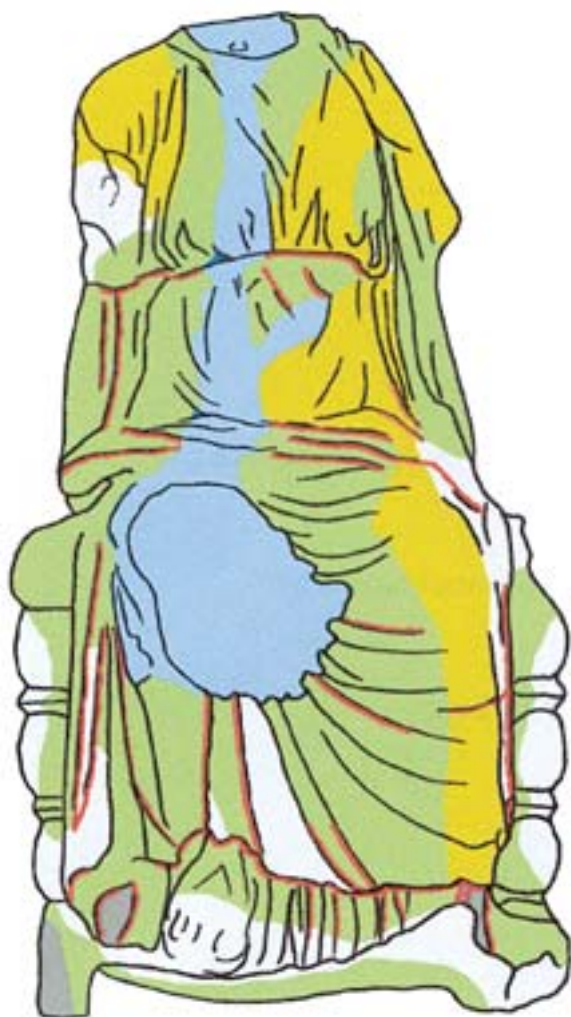
Tradycyjne metody fizyczne i chemiczne są skuteczne w przypadku usuwania nawarstwień o strukturze mniej odpornej niż marmurowa powierzchnia rzeźby. Jednak w sytuacji, gdy rzeźba jest pokryta substancjami twardszymi niż marmur, konserwator jest na ogół zmuszony do zastosowania trudnych do kontrolowania metod chemicznych lub czyszczenia mechanicznego. Podczas konserwacji posągu bogini Kybele ze zbiorów Muzeum Narodowego w Warszawie wykorzystano lasery pozwalające na pełną kontrolę procesu usuwania twardych nawarstwień zniekształcających formę rzeźby i cechy materiału, z którego została wykonana.

Innym, wciąż otwartym problemem jest rodzaj substancji używanej do wypełnienia ubytków w powierzchni marmuru. Podczas prac przy posągu Kybele z powodzeniem zastosowano kit termoplastyczny na bazie Paraloidu B-72 modyfikowanego ftalanem dibutyli.

Analiza zniszczeń i założenia konserwatorskie

Rzeźba bogini Kybele powstała pod koniec okresu hellenistycznego lub w I w. n.e.¹ Spośród wielu starożytnych posągów tej bogini, zachowanych do naszych czasów, Kybele ze zbiorów Muzeum Narodowego w Warszawie wyróżnia się wysokim poziomem artystycznym. Głównym powodem podjęcia prac konserwatorskich przy rzeźbie było zaleganie na jej powierzchni grubych, rozległych i różnorodnych nawarstwień. W trakcie przeprowadzonych badań fizyko-chemicznych, a także na podstawie fotografii wykonanych m.in. w luminescencji wzbudzonej promieniami UV wykryto i zlokalizowano pięć warstw tych substancji.

Jedną z dwóch chronologicznie najstarszych było nawarstwienie krzemianowo-kalcytowo-gipsowe z dużą zawartością żelaza trójwartościowego (il. 2). Analiza jakościowa przeprowadzona przy użyciu dyfraktometru rentgenowskiego wykazała w jego składzie, oprócz kalcytu i gipsu pochodzących zapewne ze zwietrzliny marmuru, zdecydowaną przewagę minerałów ilastych, a także w małych ilościach chloryty, alit i hematyt. Biorąc pod uwagę jego skład



- nawarstwienie krzemianowo-kalcytowo-gipsowe
- powłoka woskowo-olejna z dodatkiem kalafonii
- zaprawa wapienna z wypełniaczem gruboziarnistym
- farba na bazie gumy roślinnej
- naciekowe nawarstwienie krzemianowo-kalcytowe
- marmur bez widocznych nawarstwień

2. Posąg Kybele z Muzeum Narodowego w Warszawie. Rozmieszczenie nawarstwień.
2. Statue of Cybele at the National Museum in Warsaw. Stratification pattern.

chemiczny – dużą zawartość minerałów ilastych – oraz cienkowarstwowy charakter i zbitą, twardą strukturę można przypuszczać, że nawarstwienie to powstało poprzez długotrwały kontakt powierzchni rzeźby z ziemią, przy jednoczesnym znaczącym wpływie warunków atmosferycznych. Minimalne ślady alitu, minerału charakterystycznego dla cementu portlandzkiego, mogą świadczyć o późniejszym kontakcie obiektu z zaprawą zawierającą cement portlandzki. Musiał on być jednak incydentalny, gdyż alitu nie wykryto w pozostałych próbkach.

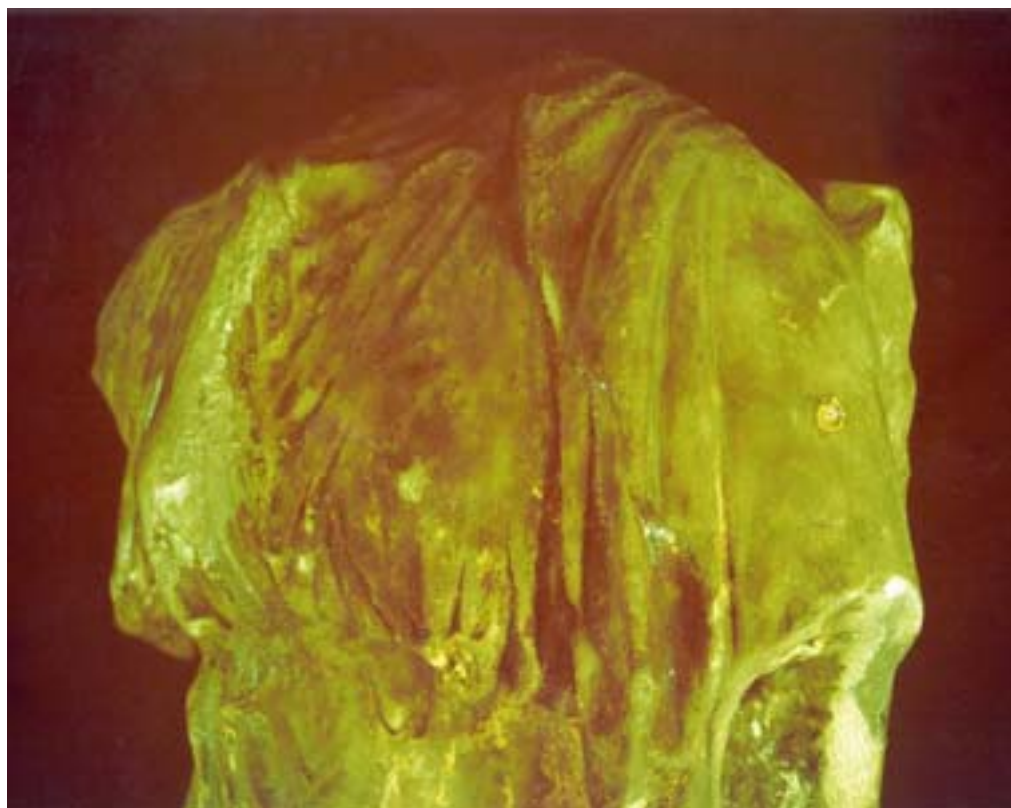
Druga z najstarszych substancji na powierzchni rzeźby to powłoka woskowo-olejna z dodatkiem kalafonii widoczna w niektórych partiach, zwłaszcza na torsie i ramionach postaci, która nadała kamieniowi żółte zabarwienie. Wosk wniknął w drobne spękania pomiędzy kryształami marmuru, co mogłoby świadczyć o tym, że został naniesiony na rzeźbę już w momencie częściowej dezintegracji powierzchni kamienia. Był to więc ślad po dawnej konserwacji posągu, a nie pozostałość oryginalnego zabezpieczenia powierzchni marmuru.

Kolejna, trzecia chronologicznie warstwa stanowiła pozostałości zaprawy wapiennej z gruboziarnistym wypełniaczem. W jej składzie znajdowały się kalcyt, gips, chloryty i etryngit, świadczące o wapiennym charakterze spoiwa, a także kwarc, skałek potasowy, minerały ilaste oraz ślady hematytu i magnetytu, określające wypełniacz jako mieszaninę częściowo zwietrzałych skał magmowych.

Czwarte chronologicznie nawarstwienie to pozostałości po farbie na bazie gumy roślinnej zawierającej biel ołowiową. Jej resztki odkryto na froncie rzeźby, głównie w zagłębieniach fałd oraz na bocznych płycinach tronu, opracowanych fakturalnie gradziwą. Na zdjęciach rzeźby w promieniach UV ślady powłoki malarskiej, a właściwie bieli ołowiowej, widoczne są jako pomarańczowe plamki na powierzchni obiektu (il. 3). Była to druga warstwa, będąca śladem po wcześniejszej konserwacji. Można przypuszczać, że zabiegi te miały miejsce pod koniec XVIII w. lub w XIX w., kiedy to posąg Kybele najprawdopodobniej trafił do jednej z kolekcji antyków.

Najmłodsza, piąta chronologicznie substancja zalegająca na powierzchni rzeźby jest to naciekowe nawarstwienie krzemianowo-kalcytowe. W jego składzie wykryto duże ilości kalcytu, minerałów ilastych i chlorytów, a także śladowe ilości kwarcu. Jego powstanie było wynikiem długotrwałego działania wody, spływającej najprawdopodobniej najpierw po murze zbudowanym z zaprawy wapiennej, a później, wraz z wypłukanymi związkami, po rzeźbie. Woda odkładała na powierzchni kamienia niesione substancje, tworząc w niektórych miejscach zbite, jasnoszare nacieki. Był to trzeci rodzaj nawarstwień zawierających w swoim składzie przewagę krzemianów. Substancje te, mimo że zbliżone pod względem chemicznym, miały różną postać i wygląd – od szarych, twardych i gładkich do brunatnych, luźno zalegających. Łącznie nawarstwienia z przewagą krzemianów pokrywały 90 proc. powierzchni rzeźby. Wszystkie wykazywały dużą zawartość związków żelaza trójwartościowego.

Wymienione substancje miały szkodliwy wpływ na rzeźbę. Marmur, pod wpływem soli zawartych w nawarstwieńiach oraz z powodu uszczelnienia jego powierzchni, w przyspieszonym tempie ulegał procesom wietrzeniowym. Nawet odpowiednie przechowywanie obiektu z tak rozbudowanymi nawarstwieńiami doprowadziłoby po pewnym czasie do



3. Powierzchnia rzeźby przed oczyszczeniem w luminescencji wzbudzonej promieniami UV.
3. Surface of the statue prior to cleaning in luminescence produced by UV rays.

ich odpadnięcia razem z powierzchnią marmuru. Znaczna grubość nawarstwień i ich brunatno-szare zabarwienie sprawiły, że zatarciu uległa forma rzeźbiarska i zafalszowana została jasna barwa marmuru, z którego wykonano posąg. Stan zachowania rzeźby przed konserwacją, a przede wszystkim jej ogólny wygląd był na tyle zły, że uniemożliwił jej ekspozycję w muzeum.

Zdecydowano, że rzeźba powinna zostać oczyszczona z nawarstwień przy możliwie najmniejszym naruszeniu oryginalnej powierzchni kamienia. Z tego powodu jednym z głównych założeń konserwatorskich było ograniczenie do minimum stosowania środków chemicznych oraz wykluczenie metod czyszczenia mechanicznego.

Przebieg prac

Po usunięciu żelaznych elementów zamocowanych w marmurze, będących pozostałościami po bolcach i klamrach, przystąpiono do prób czyszczenia powierzchni rzeźby metodami tradycyjnymi. Wykonano próby środkami uznanymi za bezpieczne dla podłoża marmurowego: wodą, parą wodną, pastą Monumentique C oraz 20% roztworem wodnym kwaśnego węglanu amonu. Sprawdzano, w jakim stopniu te preparaty mogą oddziaływać na składniki nawarstwień kalcytowo-gipsowych oraz krzemianowo-kalcytowo-gipsowych.

Próby przeprowadzone na fragmentach rzeźby nie przyniosły zakładanych efektów. Nawarstwienia

pozostały twarde, zbite i mocno przylegające do powierzchni kamienia. Jedynym efektem działania pasty Monumentique C było nieznaczne rozjaśnienie naciekowych nawarstwień na brzuchu postaci, jednak nie miało to wpływu na ich rozmiękczenie. Zgodnie z wcześniejszymi przewidywaniami okazało się, że składnik krzemianowy ma decydujące znaczenie dla usuwalności nawarstwień krzemianowo-kalcytowo-gipsowych.

W sytuacji, w której bezpieczne dla rzeźby środki okazały się nieskuteczne, pozostawało użycie silnych środków chemicznych (np. kwasu fluorowodorowego HF lub pasty Monumentique Si, również zawierającej HF) lub mechaniczne usuwanie nawarstwień. Istniało jednak duże niebezpieczeństwo, że metody te – oprócz usunięcia nawarstwień – uszkodzą powierzchnię marmurowego posągu. W przypadku bogato rzeźbionych draperii, i tak już poważnie poobtłukiwanych, należało znaleźć inny, mniej ingerencyjny sposób czyszczenia.

Alternatywą dla tradycyjnych metod okazało się wykorzystanie technologii laserowej. Przy współpracy z Międzyuczelnianym Instytutem Konserwacji i Restauracji Dzieł Sztuki, pod kierunkiem prof. Andrzeja Kossa i dr. Jana Marcza, wykonano próby czyszczenia laserem wszystkich typów nawarstwień na powierzchni rzeźby. Prace te przeprowadzono w ramach grantu badawczego Eureka 2542! Próby wypadły pomyślnie. Urządzenie ReNOVALaser 1 (parametry: energia wyjściowa 110 mJ, czas trwania impulsu 8 ns, repetycja 10 Hz, średnica wiązki wyjściowej 6 mm)²



4. Nawarstwienia krzemianowo-kalcytowo-gipsowe w trakcie usuwania urządzeniem ReNOVALaser 2.

4. Silicate-calcite-gypsum stratification in the course of removal by means of ReNOVALaser 2.

z powodzeniem usuwało zarówno grube nawarstwienia naciekowe, jak i sięgające w głąb struktury kamienia zażółcenia woskowo-olejne. Po wykonaniu prób zdecydowano powierzchnię całej rzeźby oczyścić laserem.

Najpierw oczyszczano brunatne, cienkowarstwowe nawarstwienia krzemianowo-kalcytowo-gipsowe

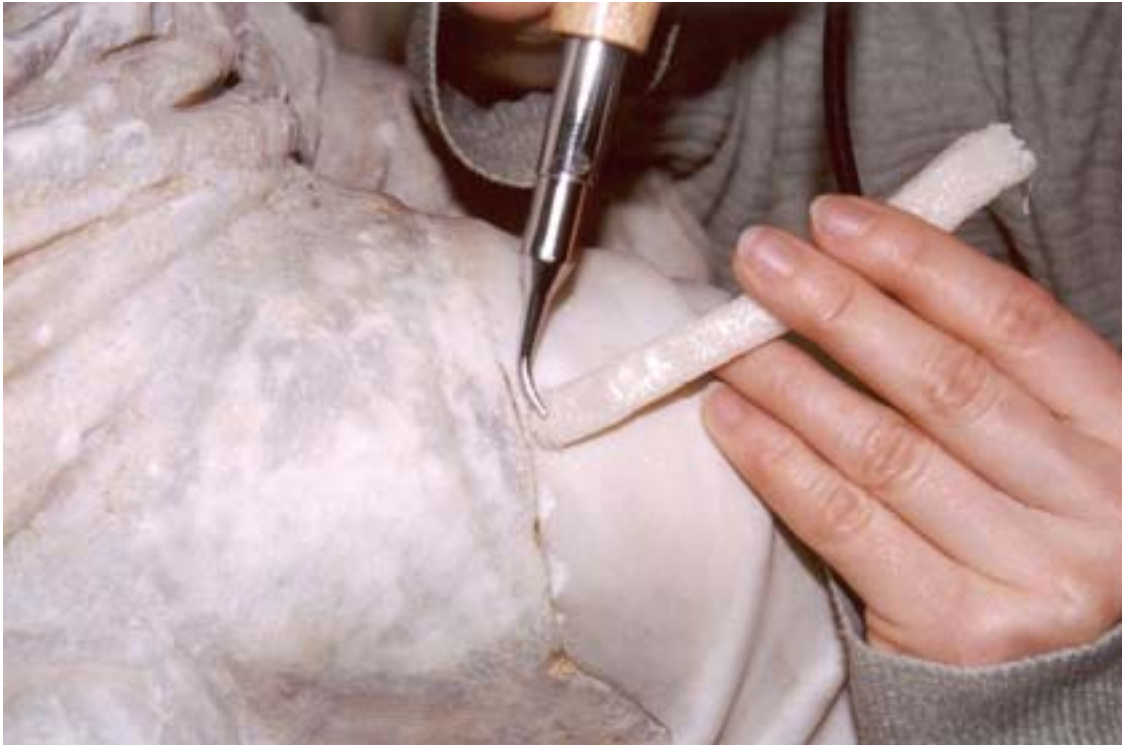
pod lewym kolaniem i na lewym udzie postaci. Niestety, choć w próbach urządzenie spisywało się zadowalająco, w trakcie pracy okazało się, że jest zbyt słabe do oczyszczania większych powierzchni. Praca przebiegała bardzo powoli – w ciągu 5 godzin oczyszczono zaledwie powierzchnię o wymiarach 10 x 10 cm. Było to spowodowane m.in. wykorzystaniem ze względów technicznych jedynie w 60 proc. nominalnych możliwości urządzenia. Próbowano zwiększyć gęstość energii, stosując soczewkę skupiającą o ogniskowej $f = 800$ mm. Wówczas można było regulować gęstość energii, zmieniając odległość urządzenia od obiektu. Niestety, przy zadowalającej sile usuwania nawarstwienia średnica wiązki zmniejszała się do ok. 2-3 mm i praca posuwała się równie wolno, co przed zastosowaniem soczewki. Ponadto, przy nadmiernym zwiększeniu gęstości energii, o co było bardzo łatwo, wystarczyło zbyt oddalić urządzenie od obiektu, by pojawiały się symptomy przeczyszczenia powierzchni w postaci ubytków w obszarze pojedynczych kryształów marmuru.

W związku z tym zastosowano urządzenie laserowe ReNOVALaser 2 o parametrach: energia wyjściowa 600 mJ, czas trwania impulsu 8 ns, repetycja 10 Hz, średnica wiązki wyjściowej 8 mm. Ono również wykorzystywało około 60 proc. swojej nominalnej energii (ok. 360 mJ). Ponieważ moc tego lasera również była zbyt mała w stosunku do średnicy jego wiązki, ponownie zastosowano soczewkę skupiającą o ogniskowej $f = 800$ mm. To zwiększyło gęstość energii, ale zmniejszyło średnicę wiązki do ok. 5 mm. Z tym zestawem kontynuowano oczyszczanie nawarstwień krzemianowo-kalcytowo-gipsowych, tym razem z tyłu rzeźby. W ciągu kilku godzin pracy oczyszczono powierzchnię o wymiarach około 15 x 15 cm (il. 4).

5. Powierzchnia marmuru z naciekowym nawarstwieniem krzemianowo-kalcytowym przed i po oczyszczeniu urządzeniem ReNOVALaser 3.

5. Marble surface with encrustant silicate-calcite stratification prior to and after cleaning by means of ReNOVALaser 3.





6. Wypełnianie spoiny kitem z modyfikowanego Paraloidu B-72.
6. Filling a joint with putty made of modified Paraloid B-72

Jako kolejnego urządzenia użyto ReNOVA-Lasera 3 o parametrach: energia wyjściowa 960 mJ, czas trwania impulsu 12 ns, repetycja 10 Hz, średnica wiązki wyjściowej 8 mm. Mogło ono wykorzystywać około 90 proc. swojej energii nominalnej (ok. 860 mJ). Nie było konieczne stosowanie soczewki skupiającej, dzięki czemu odległość urządzenia od obiektu nie miała znaczenia, co bardzo ułatwiało pracę. Laser usuwał bez trudu nawarstwienia krzemianowo-kalcytowo-gipsowe. Żółte przebarwienia na ramionach i torsie wymagały nieznacznego (ok. 10%) zmniejszenia gęstości energii ze względu na przeczyszczanie powierzchni marmuru. Jasne i stosunkowo grube (0,5-1,5 mm) nawarstwienia naciekowe, wbrew przypuszczeniom, łatwo odpryskiwały, pozostawiając nietkniętą powierzchnię rzeźby (il. 4). Jedynie w dwóch miejscach, gdzie naciek był bardzo gruby (ok. 2 mm), częściowo odspojone nawarstwienie trzeba było usunąć, podważając je dodatkowo skalpelem. Pozostałości powłoki malarskiej z zawartością bieli ołowiowej odparowywały, wydając głośny trzask.

Jedynymi trudno usuwalnymi substancjami okazały się pozostałości zaprawy wapiennej. Na prawej płycinie tronu schodziły one bardzo łatwo, podczas gdy na lewej płycinie wymagały kilkakrotnego „strzału” lasera, a i tak w miejscach, gdzie była zaprawa, pozostawały zielonkawe plamki, których nie można było całkowicie usunąć. W porównaniu z pierwszymi dwoma urządzeniami praca z ReNOVA-Lasera 3 przebiegała bardzo szybko. Po około 10 godzinach pracy cała rzeźba została oczyszczona (il. 1).

Dalsze działania konserwatorskie

Po oczyszczeniu laserem oryginalna powierzchnia rzeźby pozostała nienaruszona. Umiejętne zastosowanie techniki laserowej pozwoliło uniknąć efektu przeczyszczenia, który wiązałby się z nieodwracalnym uszkodzeniem rzeźby. Jednocześnie obiekt, który powstał 2 tys. lat temu, nie wygląda jak nowy. Dzięki pozostawieniu patyny udało się zachować jego szczególny charakter, właściwy dla starego, antycznego posągu. Po całkowitym oczyszczeniu okazało się, że marmur, z którego wykonano rzeźbę, nie jest – jak pierwotnie sądzono – biały, lecz w przeważającej części szary lub biały z szarym użyleniem. Świadczy to najlepiej o tym, jak dalece nawarstwienia na powierzchni rzeźby fałszowały jej oryginalną kolorystykę.

W marmurze wykonano rekonstrukcję brakującego i niegdyś już uzupełnianego prawego kolana postaci. Flek wklejono w istniejące gniazdo przy użyciu żywicy poliestrowej, a spoinę – podobnie jak ubytki pozostałe po wyjętych bolcach żelaznych – wypełniono kitem na bazie Paraloidu B-72 modyfikowanego ftalanem dibutyłu z wypełniaczem z mączki marmurowej i dodatkiem pigmentów syntetycznych (w proporcjach: 11 cz. Paraloidu, 1 cz. ftalanu dibutyłu, 4 cz. mączki marmurowej). Paraloid topiono w emaliowanym naczyniu, dodawano ftalan dibutyłu, mieszano i dodawano mączki marmurowej. Ubytki wypełniano kitem na gorąco, przy użyciu kautera ustawionego na temperaturę 100°C (il. 6). Przed nałożeniem kitu powierzchnię kamienia pokrywano

50% Paraloidem B-72 w acetonie w celu zwiększenia przyczepności. Dość łatwo można było dobrać odpowiednią barwę kitów, a dzięki odpowiedniej transparencji i możliwości nadania im faktury w wielu miejscach, w zakresie światła widzialnego są one prawie niewidoczne. Na małym fragmencie spoiny pod flekiem kolana wykonano unifikację kolorystyczną kitu, używając 3% Paraloidu B-72 w acetonie i pigmentów syntetycznych (il. 7, 8).

Kity termoplastyczne na bazie Paraloidu B-72 znane są od dawna. Wykorzystują właściwości Paraloidu B-72, jednego z najlepszych środków stosowanych obecnie w konserwacji dzieł sztuki, takie jak m.in. bardzo wysoka odporność na procesy starzenia i całkowita odwracalność. Jednak wadą tak nakładanego kitu jest jego temperatura uplastycznienia – 150°C, zbyt wysoka dla powierzchni marmuru, dla którego górną granicą ze względu na możliwość wystąpienia uszkodzeń w strukturze krystalicznej jest temperatura ok. 80°C. Zastosowanie plastyfikatora w postaci ftalanu dibutyli pozwoliło obniżyć temperaturę uplastycznienia kitu do bezpiecznego poziomu 80°C³. Teoretyczna analiza chemiczna wykazała, że dodanie plastyfikatora – ftalanu dibutyli w ilości około 8% nie spowoduje zmiany właściwości Paraloidu B-72, jak również ftalan dibutyli nie wpłynie negatywnie na strukturę marmuru⁴.

Na pilotażowe zastosowanie powyższego kitu w konserwacji posągu bogini Kybele zdecydowano się, biorąc pod uwagę znakomite cechy Paraloidu B-72 oraz przewidywany brak niepożądanego wpływu plastyfikatora na marmur.

W Międzyuczelnianym Instytucie Konserwacji i Restauracji Dzieł Sztuki w Warszawie prowadzone są obecnie szczegółowe badania starzeniowe z mieszaniny Paraloidu B-72, plastyfikatora – ftalanu dibutyli oraz ftalanu di (2-etyloheksylowego) zwanego dioktylowym i wypełniacza w zależności od rodzaju i zawartości procentowej plastyfikatora. Efekty tych badań pozwolą uściślić recepturę oraz dobrać optymalne proporcje składników kitu termoplastycznego na bazie modyfikowanego Paraloidu B-72.

Posąg bogini Kybele jest niezwykle cennym dziełem sztuki. Główny problem konserwatorski – oczyszczenie powierzchni obiektu z różnorodnych nawarstwień twardszych od marmuru i bardziej od niego odpornych chemicznie – nie mógł być rozwiązany przy użyciu tradycyjnych metod i środków. Jedyną możliwością było zastosowanie do oczyszczenia promieni lasera. Rzeźba odzyskała swój antyczny charakter. Bezpieczne i kontrolowane oddziaływanie laserów, wynikające głównie z różnicy efektywnych współczynników odbicia warstwy wierzchniej i podłoża, potwierdza przewagę tej metody nad stosowanymi również tradycyjnymi metodami, zwłaszcza w usuwaniu z powierzchni marmuru substancji z przewagą składników krzemianowych.

Dla poprawy estetycznego wyglądu posągu miało również znaczenie uzupełnienie dawnych otworów

technicznych oraz spoiny przy rekonstrukcji kołana bezpiecznym dla marmuru kitem na bazie modyfikowanego Paraloidu B-72. Właściwości tej mieszaniny, a zwłaszcza jej odwracalność sprawiają, że może ona znaleźć zastosowanie w uzupełnianiu ubytków w obiektach marmurowych w zastępstwie używanych dość powszechnie kitów na bazie spoiw poliestrowych⁵.

Mgr Bartosz Markowski ukończył studia w Katedrze Konserwacji Rzeźby Kamiennej, Ceramiki i Detalu Architektury ASP w Warszawie. Brał udział w licznych pracach konserwatorskich w Polsce, m.in. w Pałacu Potockich w Warszawie, pałacu w Wilanowie oraz w ratowaniu polskich zabytków na Białorusi i Ukrainie, m.in. w Nieświeżu i Kamieńcu Podolskim. Współpracuje z misjami archeologicznymi na Bliskim Wschodzie m.in. w Syrii (Palmyra, Hawarte) oraz w Egipcie (Baouit).



7. Zrekonstruowane kolano postaci po konserwacji.
7. Reconstructed knee of the figure after conservation.



8. Rzeźba po konserwacji.
8. Statue after conservation.

Przypisy

1. *Corpus Signorum Imperii Romani, Corpus des sculptures du monde Romain*, Pologne, vol. III, fasc. 1, *Les sculptures mythologiques et décoratives dans les collections polonaises par Tomasz Mikocki*, Warszawa 1994, s. 59-60.

2. Szczegółowe wyjaśnienie procesów fizycznych, jak i parametrów technicznych stosowanych urządzeń laserowych, patrz: J. Marczak, *Zagadnienie wykorzystania ablacji laserowej w usuwaniu wtórnych nawarstwień z powierzchni dzieł sztuki i obiektów zabytkowych w architekturze*, Warszawa 2000.

3. Modyfikację znanego od dawna w konserwacji kitu termoplastycznego z Paraloidu B-72 ftalanem dibutyli jako pierwszy – wg wiedzy autora tej pracy – przeprowadził w roku 2002 Donat Grzechowiak, absolwent Wydziału Konserwacji i Restauracji Dzieł Sztuki ASP w Krakowie. Kit ten zastosował m.in. w trakcie konserwacji portretu księżnej Leopoldyny autorstwa Antonia Canovy, przeprowadzonej na początku 2003 r. w Wiedniu.

4. Próbę teoretycznej analizy chemicznej przeprowadziła dr hab. Irmina Zadrożna z Politechniki Warszawskiej wiosną 2003 r.

5. Artykuł oparty został na pracy magisterskiej, poświęconej zastosowaniu techniki laserowej oraz kitów na bazie modyfikowanego Paraloidu B-72 w konserwacji marmurowego posągu bogini Kybele ze zbiorów Muzeum Narodowego w Warszawie. Praca powstała w Katedrze Konserwacji i Restauracji Rzeźby Kamiennej i Elementów Architektury ASP w Warszawie pod kierunkiem prof. Andrzeja Kossa.

CONSERVATION OF THE MARBLE STATUE OF THE GODDESS CYBELE IN THE COLLECTIONS OF THE NATIONAL MUSEUM IN WARSAW

The prime difficulty encountered during the conservation of the classical statue of the goddess Cybele was the removal of secondary stratification from its surface. Some, such as the silicate-calcite stratification, were harder than the marble out of which the statue had been executed.

The application of laser beams proved to be a much more effective alternative to chemical and physical methods. The laser technique facilitated

cleaning the marble surface while preserving the patina, a procedure impossible in the case of traditional methods.

The supplementation of missing fragments used thermoplastic putties based on modified Paraloid B-72. This modification made it feasible to lower the temperature rendering Paraloid B-72 more flexible to a level lower than 100°C, safe for the crystalline structure of the marble.