

Władysław Szyszko

Badania technologiczne trzech nagrobnych stel egipskich na podłożu drewnianym z Muzeum Narodowego w Krakowie : część II

Ochrona Zabytków 25/4 (99), 253-263

1972

Artykuł został zdigitalizowany i 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.

BADANIA TECHNOLOGICZNE TRZECH NAGROBNYCH STEL EGIPSKICH NA PODŁOŻU DREWNIANYM Z MUZEUM NARODOWEGO W KRAKOWIE* (CZEŚĆ II)

BADANIA BARWNIKÓW

Barwniki białe. Bieli używano do malowania już w czasach predynastycznych i chociaż nie badano jeszcze dokładnie ich składu z dużym prawdopodobieństwem można stwierdzić, że był to albo węglan wapnia (kreda)¹, albo siarczan wapnia (gips)². Obydwie substancje były już wtedy powszechnie znane. Obecność czystego węglanu wapnia stwierdzono na kamiennej polichromowanej steli (XI dynastia) z Muzeum Narodowego w Krakowie³. Spurrell znalazł resztki gipsu na obiektach pochodzących z czasów IV i VIII dynastii, zaś węglan wapnia na malowidłach z El-Bersheh (XII dynastia)⁴. Ślady węglanu wapnia stwierdził Borchardt⁵ badając głowę słynnego polichromowanego popiersia Nefretete, zaś na drewnianym posązku Echnatona z tego samego okresu występowała mieszanina kredy i gipsu. Lucas wykrył węglan wapnia na obiekcie z czasów V dynastii, siarczan wapnia na drewnianej szkatułce z VI dynastii, natomiast na 12 innych drewnianych przedmiotach znalazł ślady zarówno węglanu, jak i siarczanu wapnia. Obydwa materiały wapienne stosowano jako białe barwniki oraz jako wypełniacze zapraw. Występowały one w obfitych zło-

zach na terenie całego Egiptu. Ciekawych informacji na temat bieli sporządzanej ze sproszkowanej łuski mątw dostarcza Wagenaar⁶, lecz jego teoria wymagałaby dokładniejszych i wnikliwszych analiz.

Stela XI-489. Biel o odcieniu szarawym: a — tło sceny, b — mniejsze prostokątne fragmenty ornamentu opasującego całość malowidła na licu steli, c — środek pióropusza na hełmie boga Amona, d — trzy kwiaty lotosu nad stołem ofiarnym. Pobrano próbkę z białego fragmentu kwiatu lotosu. Reakcja mikrokrytaloskopowa na zawartość Ca: próbka + HCl — brak CO₂. Po lekkim podgrzaniu nad palnikiem powstały bezbarwne kryształy długich igieł, ułożonych w wiązki, charakterystyczne dla CaSO₄.

Wniosek: jako białego barwnika użyto gipsu prawdopodobnie z domieszką sproszkowanego węgla.

Stela XI-646. Zaprawa koloru białego pełni na malowidle również funkcję białego barwnika. Analizy wykonane przy użyciu reakcji mikro-

* Część pierwszą artykułu zamieszczono w „Ochronie Zabytków” XXV (1972) nr 3, ss. 170—182. Podstawowe badania barwników przeprowadzono w Pracowni Konserwatorskiej Muzeum Narodowego w Krakowie pod kierunkiem mgr. M. Niedzielskiej.

¹ J. Hopliński, *Farby i spoiwa malarskie*, Kraków-Wrocław 1955, ss. 127—128; K. Wehlte, *Werkstoffe und Techniken der Malerei*, Ravensburg 1967, s. 423.

² J. Hopliński, o.c., s. 131; K. Wehlte, o.c., s. 231.

³ J. Cerny, *The stela of Merer in Cracow*, „Journal of Egyptian Archaeology”, XLVII (1961), s. 9.

⁴ A. Lucas, *Ancient Egyptian Materials and Industries*, London 1962, s. 349.

⁵ L. Borchardt, *Porträts der Königin Nefretete*, Leipzig 1923, s. 32.

⁶ M. Wagenaar, *Microscopisch en Microchemisch onderzoek van einige Egyptische kleuerstoffen*, „Pharm. Weekblad”, LXX (1933), s. 895.

krystaloskopowej i spektrografii emisyjnej⁷ wykazały obecność gipsu z domieszkami magnezu, glinu, krzemu, miedzi i żelaza.

Barwniki żółte. Egipcjanie używali dwóch różnych typów barwników. Jeden to — żółta ochra naturalna występująca w bogatych złożach na terenie Egiptu, która swój kolor zawdzięcza obecności uwodnionego tlenku żelaza⁸, zaś drugi to — aurypigment, czyli naturalny siarczek arsenu⁹. Żółtej ochry używano już w czasach predynastycznych (np. malowidła z Hierakonpolis). Ponadto stwierdzono jej ślady na zabytkach z czasów IV, V, XII, XVIII dynastii oraz malowidłach z okresu El-Amarna. Niektóre grobowce z czasów Nowego Państwa w Deir el Medineh posiadają monochromatyczną dekorację wykonaną właśnie przy użyciu żółtej ochry¹⁰.

Aurypigmentu nie używano aż do połowy XVI w. p.n.e. Jego ślady wykryto, podobnie jak w przypadku barwnika białego, na głowie popiersia Nefretete oraz na drewnianej figurce Echnatona. Według Mackaya¹¹ użyto aurypigmentu na malowidłach grobowych nekropoli tebańskiej, natomiast Lucas stwierdził również jego występowanie na 8 obiektach pochodzących z czasów XVIII dynastii. Warto wspomnieć, że sztucznie wytwarzany aurypigment odznacza się silnymi własnościami trującymi, lecz jako minerał jest raczej nieszkodliwy i chętnie był stosowany przez Egipcjan. Ślady minerału zostały wykryte przez Lucasa na płóciennym woreczku pochodzącym z grobowca Tut-ench-Amona¹² oraz przez Petriego w czasie wykopaliisk prowadzonych na terenie osady Gurob (prawdopodobnie XVIII lub XIX dynastia). Przypuszcza się, że naturalny siarczek arsenu nie występuje w Egipcie, chociaż Couyat jako ewentualne źródło surowca wymienia oazę Kharga lub Wyspę św. Jana na Morzu Czerwonym¹³. Bardziej prawdopodobny wydaje się fakt, że naturalny aurypigment był importowany z Persji, choć w znacznych ilościach występuje też na terenie Armenii i Azji Mniejszej. Reisner wymienia ponadto żółty barwnik uzyskiwany z piaskowca (massikot) będący żółtym tlenkiem ołowiu, którego ślady znaleziono na paletce z ok.

⁷ zob. część 1 artykułu zamieszczona w „Ochronie Zabytków”, XXV (1972) nr 3, ss. 170—182.

⁸ R. J. Forbes, *Studies in Ancient Technology*, III Leiden 1955, s. 218.

⁹ J. Hopliński, o.c., ss. 81, 88, 136; K. Wehlte, o.c., ss. 105—106.

¹⁰ E. Bruyère, *Tombes á décor monochrome*, ss. 9—10, cyt. A. Lucas, *Materials ...* s. 350.

¹¹ E. Mackay, *On the use of beeswax and resin as varnishes in Theban tombs, Ancient Egypt*, 1920, s. 37.

¹² H. Carter, *Tut-Ankh-Amen — ein Ägyptisches*

400 r. p.n.e.¹⁴ Żółty barwnik na kamiennej steli Merera z czasów XI dynastii jest podobno sproszkowanym węglanem wapnia zabarwionym za pomocą substancji organicznej¹⁵. Według Wagenaara używano również żółtej ochry w połączeniu z materiałami organicznymi.

Stela XI-489: a — prostokątne elementy ornamentu opasującego całość sceny, b — pionowe paski ornamentu na skrzyniach zawierających kanopy, c — tło 6-pasmowego pionowego napisu hieroglificznego powyżej Amona i nad głową bogini Mut, d — karnacja ciała Mut wraz z częścią szaty u dołu i nakryciem głowy, e — szata Amona (ozdoby — bransolety) z nakryciem głowy (pióra), f — fragmenty kielichów kwiatu lotosu. Pobrano próbkę barwnika żółtego z ornamentu (prawa strona) i poddano analizie. 1. Reakcja barwiąca na zawartość Fe. Wynik pozytywny. Reakcja przebiegała jak w przypadku próbki zaprawy pobranej ze steli XI-489¹⁶. Analiza wykazała znaczną zawartość kationów Fe²⁺ w barwniku żółtym. 2. Reakcja sprawdzająca na nieobecność arsenu w próbce. Próbkę rozpuszczona w HCl i zadana azotanem srebra AgNO₃ nie dała charakterystycznego żółtego osadu arsenianu srebra. Drugą część rozpuszczonej próbki zadano siarczkiem amonu (NH₄)₂S₂. I w tym wypadku otrzymano wynik negatywny; brak charakterystycznego żółtego osadu siarczku arsenu. 3. Analiza próbki barwnika żółtego z ornamentu (lewa strona) za pomocą metody spektrografii emisyjnej wykazała obecność następujących pierwiastków: Fe, Si, Mg, Al, Ca. Masa próbki pobranej z obiektu była wyjątkowo mała, przez co uzyskano bardzo słabe widma.

Wniosek: na podstawie zawartości jonów Fe²⁺ i nieobecności As³⁺ w próbce można określić użyty barwnik jako ochrę żółtą¹⁷, czyli wodorotlenek żelaza z domieszką krzemu, magnezu, glinu i wapnia.

Stela XI-646: a — korona z ureuszem na głowie bóstwa Re-Harachte, b — naszyjnik i ciało bóstwa, c — kielichowata podstawa stołu ofiarnego, d — tło napisu hieroglificznego, e — fragment tronu. Pobrano próbkę barwnika żółtego z ureusza Re-Harachte i poddano analizie. 1. Reakcja

Königsgrab, I, ss. 110—111, cyt. A. Lucas, *Materials ...*, s. 354.

¹³ J. Couyat, „Bulletin Society de Minéralogie”, XXXI (1908) s. 348.

¹⁴ A. P. Laurie, *Materials, used in the Painter's Craft from the Earliest Times to the End of the XVII-th Century*, London 1911, ss. 26—28.

¹⁵ J. Cerny, o.c., s. 9.

¹⁶ zob. część 1 artykułu „Ochrona Zabytków”, XXV (1972) nr 3, ss. 170—182.

¹⁷ J. Hopliński, o.c., s. 138, K. Wehlte, o.c., ss. 92—93.

barwiąca na zawartość Fe. Wynik pozytywny. Reakcja jak w przypadku próbki zaprawy ze steli XI-489¹⁸. Analiza wykazała znaczną zawartość kationów Fe²⁺ w barwniku żółtym. 2. Reakcja sprawdzająca na nieobecność As³⁺ w próbce. Wykonano reakcję z siarczkiem amonu. Stwierdzono brak charakterystycznego żółtego osadu siarczku arsenu. Wynik negatywny; brak jonów As³⁺ w badanej próbce.

Wniosek: użyty barwnik żółty na podstawie wykonanych analiz, można określić jako ochrę żółtą (wodorotlenek żelaza) z domieszkami, których nie badano.

Barwniki czerwone. Podstawowymi barwnikami czerwonymi w Starożytnym Egipcie były naturalne tlenki żelaza występujące licznie na terenie całego kraju¹⁹. Pod względem chemicznym rozróżnia się dwa główne typy: czerwone tlenki żelaza (bezwodne) i czerwone ochry (uwodnione tlenki żelaza). Jedne i drugie nazywane są czasem hematytem, który oznacza mineralną rudę żelaza. Z okresu predynastycznego pochodzą ślady czerwonego barwnika określanego jako ochra; zachował się on na obiektach ceramicznych pochodzących z cmentarza w Armant. Spurrell odkrył na obiekcie pochodzącym z czasów IV dynastii czerwony tlenek żelaza (nazywa go czerwonym hematytem) i resztki czerwonej ochry zmieszane ze ściemniałym gipsem (obecność manganu), a na zabytkach z XII i XVIII dynastii²⁰ czerwone tlenki żelaza — ochrę czerwoną i żółtą paloną. Na ogół używano czerwonej ochry w stanie naturalnym, jakkolwiek nie można wykluczyć faktu uzyskiwania czerwonego barwnika poprzez prażenie ugrów naturalnych. Natomiast trudno zgodzić się z twierdzeniem Tocha²¹, że czerwoną ochrę zawsze uzyskiwano z żółtej. Spurrell i Russell badali skład żółtej ochry palonej, lecz wyniki ich pracy nie są zupełnie jasne²². Trzeba przyznać, że mając do dyspozycji mikroskopijną ilość pigmentu zeszkobanego z obiektu, niezwykle trudne, a nawet niemożliwe staje się rozróżnienie tych dwóch podobnych substancji. Złoża ochry naturalnej o głębokim odcieniu czerwieni znajdują się w kilku miejscach na terenie Egiptu, np. w pobliżu Assuanu i oazy zachodniej części pustyni. Można także zaobserwować przykłady zmiany barwy żółtej ochry na czerwoną na skutek działania ognia podtrzymywanego w grobowcach. Czerwony barwnik użyty na malowanych naczyniach ce-

ramicznych z Kerma miał być, zdaniem Reisnera²³, otrzymywany z piaskowca. Niedawno Iversen²⁴ wzbogacił listę egipskich barwników o realgar, czyli czerwony siarczek arsenu występujący podobno na obiektach z czasów Nowego Państwa; czasem do realgaru dodawano aury pigment.

Stela XI-489: a — prostokątne elementy ornamentu opasującego całość sceny, b — pionowe paski ornamentu na skrzynkach zawierających kanopy, c — nie zidentyfikowane przedmioty na stole ofiarnym, d — kontury ciała i ubioru bogini Mut i ubioru Amona, e — naszyjniki z amuletami dwóch leżących szakali, f — łodygi trzech kwiatów lotosu, g — kontury tronu Amona. Pobrano próbkę barwnika czerwonego z ornamentu (prawa strona) i poddano analizie. 1. Reakcja barwiąca na zawartość Fe. Wynik pozytywny. Reakcja przebiegała jak w przypadku próbki zaprawy steli i wykazała znaczną zawartość kationów Fe²⁺ w barwniku czerwonym. 2. Reakcja mikrokrytaloskopowa na zawartość Al. Do kropli roztworu składającego się z rozpuszczonej w HCl próbki wprowadzono kryształek KHSO₄ i ostrożnie podgrzewano do pełnego rozpuszczenia. Przebieg reakcji obserwowano pod mikroskopem. Kiedy na brzegach kropli utworzył się biały osad ogrzewanie przerwano. Wynik — wykryły się bezbarwne kryształy ałunu KAl(SO₄)₂ · 12 H₂O w formie sześcioboków i kwadratów zachodzących na siebie (il. 1)²⁵. Reakcja wykazuje obecność jonów Al³⁺ w badanej próbce. 3. Analiza próbki barwnika czerwonego z ornamentu (prawa strona) za pomocą metody spektrografii emisyjnej wykazała obecność następujących pierwiastków: żelazo (Fe) wyraźnie obecne, magnez (Mg) mniej wyraźny, glin(Al) wyraźnie obecny, wapń (Ca) bardzo wyraźnie obecny, krzem (Si) i bar (Ba) wyraźnie obecne, ołów (Pb) i miedź (Cu) ślady. Uwaga, skala porównawcza rozumiana jest jedynie dla porównania ilościowego w ramach danego pierwiastka, nie może służyć do porównywania zawartości różnych pierwiastków.

Wniosek: na podstawie zawartości jonów Fe, Al, Si w próbce można określić użyty barwnik jako czerwoną ochrę, czyli glinokrzemian zabarwiony tlenkiem żelaza wraz z domieszkami magnezu, wapnia, ołowiu, miedzi i baru.

Stela XI-645: a — elementy ornamentu geometrycznego, b — dolna część ciała Kebechsenufa,

¹⁸ zob. część 1 artykułu, „Ochrona Zabytków”, XXV (1972) nr 3, ss. 170—182.

¹⁹ R. J. Forbes, *Technology...*, s. 207.

²⁰ A. Lucas, *Materials...*, s. 347.

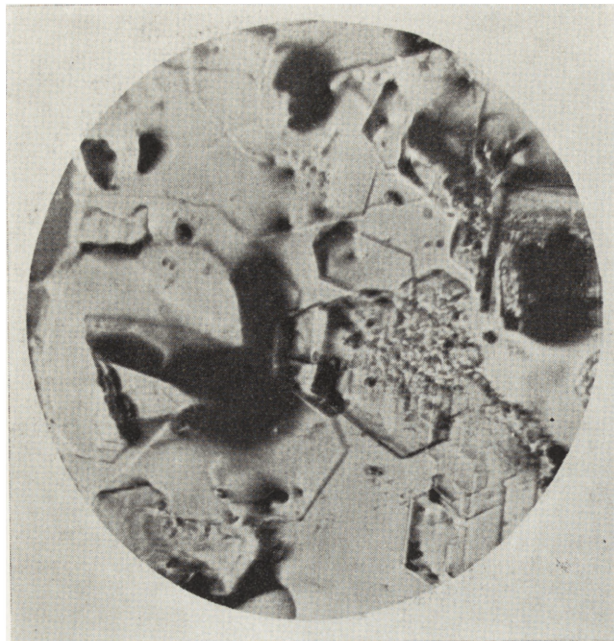
²¹ M. Toch, *The Pigments of the Tomb of Perneb*, „Journal of Chemical Education”, X (1918), ss. 118—119.

²² A. Lucas, *Materials...*, s. 348.

²³ G. A. Reisner, *Kerma*, IV—V, ss. 291—292.

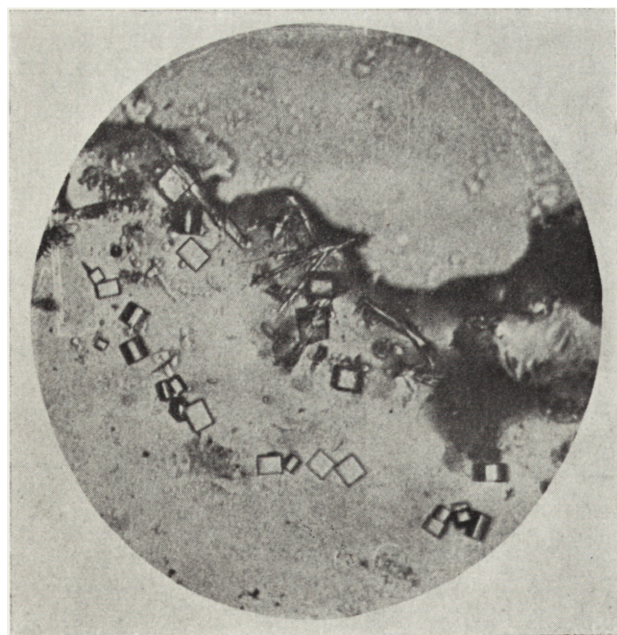
²⁴ E. Iversen, *Some Ancient Egyptian Paints and Pigments*, London 1958, ss. 49—52.

²⁵ H. Keune, *Bilderatlas zur qualitativen anorganischen Mikroanalyse*, Leipzig 1967, nr 12, 13, ss. 26—27.



1. Stela XI—489, reakcja mikrokrystaloskopowa na zawartość Al^{III} w próbce — wykryły się bezbarwne kryształy aluminu $KAl(SO_4)_2$ w formie kwadratów i sześcioboków; powiększenie 150X (fot. W. Szyszko)

1. Stele XI—489: microcrystalloscopic reaction for the content of Al^{III} in sample; colourless crystals of $KAl(SO_4)_2$ alum have precipitated in form of squares and hexagons; magnified 150 times



2. Stela XI—645, reakcja mikrokrystaloskopowa na zawartość Fe^{II} w próbce — wystąpiły kryształy (kwadraty, sześciokąty, ostrosłupy) charakterystyczne dla soli żelaza; powiększenie 100X (fot. W. Szyszko)

2. Stele XI—645: microcrystalloscopic reaction for the content of Fe^{II} in sample; crystals typical for ferrous salts (squares, hexagons and pyramids) have precipitated; magnified 100 times

c — głowa Imseta, d — szaty nie zidentyfikowanego bóstwa, e — tors Ozyrysa, f — głowa i tors zmarłego, g — dysk słoneczny i elementy skrzydeł, h — wstęgi zwisające na rękach trzech bóstw stojących za Ozyrysem. Pobrano próbkę barwnika ciemnoczerwonego z ornamentu (prawa strona) i poddano analizie. 1. Reakcja barwiąca na zawartość Fe. Wynik pozytywny. Stwierdzono znaczną zawartość kationów Fe^{II} w barwniku ciemnoczerwonym. 2. Reakcja mikrokrystaloskopowa na wykrywanie Fe jako kompleksowej soli cesowo-żelazowej²⁶, tzn. kilku typów chlorków żelazowo-cesowych o następującym składzie: $FeCl_3 \cdot 2CsCl \cdot H_2O$; $2FeCl_3 \cdot 2CsCl$. Przebieg badania. Próbkę rozpuszczono w 2n HCl. Po odparowaniu nad palnikiem dodano znów kroplę 2n HCl. Przy równoczesnym podgrzewaniu dodano CsCl w postaci małego kryształku. Wynik — tworzą się cytrynowożółte i brązowe kryształy w postaci kwadratów, sześciokątów, ostrosłupów. Jest to typ kryształów charakterystyczny dla soli Fe (il. 2).

Wniosek: na podstawie wyników przeprowadzonych analiz można określić użyty barwnik jako czerwoną ochrę, podobnie jak w steli XI-489.

Barwniki zielone. Na ogół przyjmuje się, że zielony barwnik używany w Starożytnym Egipcie zawdzięczał swój kolor zawartości miedzi. Przez prażenie piasku, związków alkalicznych i rudy mineralnej zawierającej miedź uzyskiwano sztuczny stop, który po sproszkowaniu mógł zostać użyty jako wypełniacz farby; znany już był za czasów panowania VI dynastii. Pochodzącą z okresu predynastycznego zielen określano jako „...jasnozielony proszek o ziarnistej strukturze — prawdopodobnie malachit”²⁷. Na malowidłach grobowych z czasów IV dynastii występuje często sam malachit lub z domieszką siarczanu wapnia oraz żółtego barwnika. Czasami stosowano mieszaninę sztucznego błękitnego stopu i żółtej ochry (malowidła z El-Bersheh i Kahun z czasów XII i XVIII dynastii). W czasach Średniego i Nowego Państwa weszła w użycie chrysocolla²⁸, czyli naturalny węgiel miedzi. Często stosowano również naturalny barwnik ziemny tzw. ziemię zieloną²⁹. Eibner wspomina o kładzeniu warstwy malachitu na bieli gipsowej³⁰, zaś Wagenaar³¹ rozpoznał malachit i zielony stop na kilku obiektach pocho-

²⁶ H. Keune, o.c., s. 65, pl. 128.

²⁷ J. Hopliński, o.c., s. 158; K. Wehlte, o.c., s. 136.

²⁸ R. J. Forbes, *Technology...*, s. 222.

²⁹ M. Doerner, *Malmaterial und seine Verwendung im Bilde*, Stuttgart 1960, s. 80.

³⁰ A. Eibner, *Entwicklung und Werkstoffe der Wandmalerei*, München 1926, s. 54.

³¹ M. Wagenaar, o.c., s. 896.

dzących z okresu późnego. Według Borchardta ślady zielonego, sztucznego stopu występują na polichromowanej głowie wspomnianego już popiersia Nefretete. Eibner omawiając grupę figurek z czasów XVIII dynastii zwraca uwagę na zastosowanie jako barwnika zielonego — sztucznego stopu, nazywając go nawet „zielenią egipską”³².

Stela XI-489: a — prostokątne elementy ornamentu opasującego całość sceny, b — kwiaty lotosu trzymane przez Amona w lewej ręce, c — fragmenty kielichów kwiatu lotosu, d — nogi i płyta stołu ofiarnego, e — naszyjnik Amona, f — szata i naszyjnik bogini Mut. Pobrano próbkę z naszyjnika boga Amona i poddano analizie. 1. Reakcja barwiąca na zawartość Fe. Wynik pozytywny. Reakcja przebiegała jak w przypadku próbki zaprawy steli i wykazała znaczną zawartość kationów Fe²⁺ w barwniku zielonym. 2. Reakcja mikrokryskopowa na wykrywanie Fe jako kompleksowej soli cezowo-żelazowej (por. badania próbki barwnika ciemnoczerwonego ze steli XI-645). Wynik pozytywny. Zaobserwowano tworzenie się kryształków charakterystycznych dla soli Fe.

Wniosek: na podstawie stwierdzenia znacznej ilości kationów Fe²⁺ w próbce można określić użyty barwnik jako zieloną ziemię, dwuwartościowy krzemian żelazowy z dodatkiem glinki.

Stela XI-645: a — szata zmarłego, b — liść i kwiat na stole ofiarnym, c — pióra zdobiące koronę Ozyrysa, d — atrybuty, szata i nogi Ozyrysa, e — głowa i ręce nie zidentyfikowanego bóstwa, f — syn Horusa — Imset od pasa w dół, g — górna część ciała Kebechsenufa (ostatnia postać w rzędzie), h — elementy szerokiego ornamentu poziomego odgraniczającego scenę od linii sklepienia niebieskiego z uskrzydłym dyskiem słonecznym. Pobrano próbkę z ornamentu (prawa strona) i poddano analizie. 1. Reakcja barwiąca na zawartość Fe. Wynik pozytywny. Reakcja przebiegała jak w przypadku próbki zaprawy steli XI-489, lecz nie tak wyraźnie. Po powtórzeniu badania uzyskano identyczny rezultat. Analiza wykazała nieznaczną ilość kationów Fe²⁺ w barwniku zielonym. 2. Analiza próbki barwnika zielonego z ornamentu (lewa strona) za pomocą metody spektrografii emisyjnej wykazała obecność następujących pierwiastków: miedź (Cu) bardzo wyraźnie obecna, żelazo (Fe) i krzem (Si) obecne, wapń (Ca), magnez (Mg) i glin (Al) wyraźnie obecne, wapń (Ca), cyna (Sn) ślady. 3. Analiza niedyspersyjna x-fluorescencyjna³³ potwierdziła znaczną zawartość Cu z domieszką Fe. Promieniowanie charakterystyczne wzbudzano promieniami γ

pochodzącymi z izotopu $\frac{48}{119}\text{Cd}$ ($T_{1/2} = 1,3$ lat o aktywności 3 meV, $E = 0,54$ meV). Promieniowanie fluorescencyjne odbierał licznik proporcjonalny wraz z analizatorem impulsu, pracujący w układzie wielokanałowym. Zalety metody — pozwala stwierdzić obecność pierwiastka bez naruszania struktury obiektu, tj. bez pobierania próbek. Wady — nie pozwala analizować pierwiastków o zbliżonej liczbie atomowej. Różnica Z musi wynosić co najmniej 3.

Wniosek: na podstawie stwierdzenia zawartości kationów Cu, Fe, Si, Al oraz Mg można określić użyty barwnik jako mieszaninę błękitu egipskiego ($\text{CaO}-\text{CuO}-4\text{SiO}_2$) i żółtej ochry, czyli wodorotlenku żelaza z domieszkami magnezu, glinu i cyny.

Stela XI-646: a — podstawa tronu Re-Harachte (cienkie linie poziome), b — dwie owalne formy po dwóch stronach stołu ofiarnego (liście?), c — kwiat lotosu. Pobrano próbkę z liścia obok stołu ofiarnego i poddano analizie. 1. Reakcja barwiąca na zawartość Fe. Wynik pozytywny; analiza wykazała znaczną zawartość kationów Fe²⁺ w barwniku. 2. Reakcja mikrokryskopowa na nieobecność jonów Cu w próbce. Przebieg badania. Próbkę rozpuszczono w kwasie azotowym i zadziałało rodanortęcianem amonu $(\text{NH}_4)_2[\text{Hg}(\text{CNS})_4]$. W przypadku obecności Cu²⁺ powstają charakterystyczne kryształki rodanortęcianu miedzi CuHgCNS_2 . Wynik negatywny; nie zaobserwowano tworzenia się kryształów, nawet przy kilkakrotnym powtarzaniu reakcji. 3. Analiza niedyspersyjna x-fluorescencyjna potwierdziła znaczną zawartość jonów Fe i Si w barwniku zielonym.

Wniosek: na podstawie stwierdzenia znacznych ilości Fe i Si w próbce można określić użyty barwnik jako zieloną ziemię, czyli dwuwartościowy krzemian żelazowy z domieszką glinki.

Barwniki błękitne. Najwcześniej znanym barwnikiem błękitnym jest występujący w przyrodzie minerał — azuryt³⁴ (Chessylit), czyli błękitny węgiel miedzi, którego złoża znajdują się na półwyspie Synaj. Spurrell³⁵ odkrył ślady azurytu na użytej jako paleta skorupce, znalezionej w czasie wykopalisk w Medum (IV dynastia) oraz w farbie, służącej do malowania ust i brwi, na tkaninie spowijającej mumię z czasów V dynastii. Według niego barwnik, ze względu na starość i zabrudzenia, przypomina najbardziej zieleń. Elliot Smith omawiając tę samą mumię dodaje: „...oczy przedstawiono przy użyciu zielonej farby, źrenice,

³² A. Eibner, o.c., ss. 582—583.

³³ Analizę wykonano w Zakładzie Radiometrii Przemysłowej Instytutu Techniki Jądrowej AGH w Krakowie pod kierunkiem dr J. Lubeckiego.

³⁴ J. Hopliński, o.c., s. 152; K. Wehlte, o.c., ss. 154—155.

³⁵ A. Lucas, *Materials...*, s. 340.

krawędzie powiek i brwi wymalowano zieloną pastą malachitową.”³⁶ Ślady azurytu znaleziono ponadto na malowidłach z czasów XVIII dynastii³⁷. Głównym barwnikiem błękitnym był w Egipcie sztuczny stop składający się z krystalicznego związku krzemu, miedzi i wapnia³⁸. Uzyskiwano go przez podgrzewanie razem związków krzemu, miedzi (malachitu), węglanu wapnia i węglanu sodu. Jakkolwiek w opisie procesu przetapiania wspomnianych wyżej surowców przytaczanym przez Petriego mówi się o „substancjach alkalicznych”³⁹, nie precyzując czy chodzi o sól, czy potas, mamy prawo przypuszczać, że głównie stosowano powszechnie występujący na terenie Egiptu — węglan sodu. Witruwiusz⁴⁰ również twierdził, że błękitny stop egipski uzyskiwano przez stapianie piasku, opiłków miedziowych i węglanu sodu (nitri flore — natron). Teofrast odnosi błękit do materiału, który nazywa kyanos i wywodzi jego pochodzenie z Egiptu, zaś Pliniusz⁴¹ wspomina o egipskim caeruleum, nazywając go „rodzajem piasku”. Skład tegoż stopu badało wielu chemików⁴², a najwcześniejsze próby miały miejsce na początku XIX w. (Humphry Davy). Godne uwagi są badania przeprowadzone przez Fouqué i Russella⁴³, którym udało się uzyskać próbki identycznego prawie błękitu egipskiego oraz Spurrella opierającego się na znalezionych w El-Amarna śladach produkcji stopu. W r. 1914 Laurie, Mc Lintock i Miles potwierdzili wyniki prac Fouqué, uważając, że błękit egipski można uzyskać i dziś przez wspólne podgrzewanie szlachetnego gatunku piasku, węglanu miedzi, węglanu wapnia i sodu. Wtedy przy temperaturze ok. 830—850°C tworzą się wyraźne, błękitne kryształy. Podobny eksperyment powtórzyła L. Hodgson⁴⁴, która otrzymała stop o wysokim stopniu pleochroizmu, dzięki zastąpieniu węglanu sodu chlorkiem sodu i podgrzewaniu mieszaniny do temperatury 850°C. Kolor sproszkowanej próbki błękitu, jak sądzono na podstawie

fotografii wykonanych przy zastosowaniu promieni x, wynikał z obecności glinianu miedzi⁴⁵; nowsze badania znacznie osłabiły ten pogląd. Schippa i Torraca⁴⁶, a w rok później Nicolini i Santini⁴⁷, badając próbki przy zastosowaniu metod chemicznych, mikrokrystalograficznych oraz promieni x, otrzymali wierną reprodukcję stopu przy temperaturze 840°C; zwracali przy tym szczególną uwagę na czynniki wywierające wpływ na tworzenie się kryształów. Uzyskane wyniki potwierdziły słuszność drogi obranej przez Fouqué i Lauriego oraz ich licznych współpracowników, lecz nie byli oni jeszcze w stanie bliżej określić zasady powstawania sztucznego błękitu. Data pierwszego użycia powyższego stopu jest raczej niepewna, choć według Spurrella i Lauriego mogło to nastąpić w czasach panowania IV dynastii. Smith⁴⁸ przytacza szereg przykładów potwierdzających tę tezę. Na ogół za najwcześniejsze uważa się ślady błękitu znalezione w grobowcu Per-neb, jakkolwiek Laurie skłonny jest przesunąć datę pojawienia się błękitu w znacznej ilości do czasów panowania XI dynastii. Później barwnik ten używany jest już często w czasach Średniego i Nowego Państwa, jak i w okresie ptolemejskim. Wyraźnie występujący kolor niebieski na głowie popiersia Nefretete — to właśnie błękit egipski⁴⁹. Jego ślady wykryto ponadto na drewnianej figurce Echnatona i malowidle ściennym z okresu El-Amarna omawianym przez von Bissinga i Reacha w r. 1906⁵⁰. Wagenaar w dwóch przypadkach stwierdził istnienie stopu błękitnego w okresie późnym, natomiast Lucas, przeprowadzając badania ok. 30 próbek, zauważył występowanie niewielkich ilości bezbarwnych kryształków kwarcu. Barwnik suchy dokładnie rozarty i zmieszany z wodą mógł być dowolnie formowany, a powstałe paciorki czy amulety zachowywały po wysuszeniu i wypaleniu swój pierwotny kształt. Odnośnie używania w Egipcie sproszkowanego lapis-lazuli⁵¹ czy nawet błękitu

³⁶ A. Lucas, *Materials...*, s. 340.

³⁷ R. J. Forbes, *Technology...*, s. 216.

³⁸ J. Hopliński, o.c., s. 153; K. Wehlte, o.c., ss. 155—156; M. Doerner, *Malmaterial...*, s. 76.

³⁹ A. Lucas, *Materials...*, s. 341.

⁴⁰ Witruwiusz (VII, 11, 1—2) nazywa go caeruleum i pochodzenie jego wywodzi z Aleksandrii, chociaż wiadomo, że był znany wcześniej o ponad 2 tysiące lat zanim powstało to miasto.

⁴¹ Pliniusz, *Historiae Naturalis*, XXXIII, 57—58.

⁴² H. Rabaté, *A'propos du „bleu égyptien”*, „Peintures, Pigments, Vernis”, XXXIV (1958), ss. 343—345.

⁴³ W. J. Russell, „Nature”, XLIX (1893—94), ss. 374—375.

⁴⁴ L. Hodgson, *Egyptian blue frit, Occasional Papers, Society of Mural decorators and Painters in Tempera*, III (1936), ss. 36—38.

⁴⁵ CuAl_2O_4 — E. M. Jope, G. Huse, *Examination of Egyptian blue by x-Ray Powder Photography*, „Nature”, CXLVI (1940), s. 26.

⁴⁶ G. Schippa, G. Torraca, *Contributo alla conoscenza del „bleu egiziano”*, „Bollettino dell'Istituto Centrale del Restauro”, 31—32 (1957), ss. 97—105.

⁴⁷ L. Nicolini, M. Santini, *Contributo alla Studio dello Smalto Blu Egiziano*, „Bollettino dell'Istituto Centrale del Restauro”, 34—35 (1958), ss. 59—70.

⁴⁸ W. S. Smith, *A History of Egyptian Sculpture and Painting in the Old Kingdom*, London (1949), s. 256.

⁴⁹ L. Borchardt, o.c., s. 32.

⁵⁰ W. von Bissing, M. Reach, *Über die Technik der Hawatafresken im Museum vom Kairo*, „Annales de service des antiquités de l'Egypte”, VII, (1906), s. 64.

⁵¹ J. Hopliński, o.c., s. 150; K. Wehlte, o.c., ss. 149—150.

turkusowego, nie dysponujemy bardziej szczegółowymi danymi. Wiadomo natomiast, że znakomity i trwałe barwnik — ultramarzynę uzyskać można właśnie z lapis-lazuli poprzez ucieranie na moku przesianego dokładnie surowca, chociaż wydajność tej metody jest niewielka (ok. 2⁰/₀). Nie mamy dowodu na jej stosowanie przed okresem panowania XI dynastii. Ze sproszkowanego lapis-lazuli Lucas otrzymał bardzo słaby pod względem natężenia, błękitnawoszary barwnik. Należy sądzić, że błękit turkusowy jako barwnik uzyskiwany ze zbyt drogiego surowca nie mógł być stosowany w malowidłach na większą skalę. Ślady błękitnego pigmentu z grobowca Per-neb z czasów V dynastii, określone przez Tocha jako kobalt, w wyniku przeprowadzonych później analiz okazały się miedziowym krzemianem wapnia. W wielu przypadkach, mimo ogromnej trwałości barwników egipskich, można zauważyć poważne zmiany kolorystyczne błękitu, ulegającego ciemnieniu, brązowieniu i szarzeniu. Zauważył to Lucas na obiektach z grobowca Tut-ench-Amona i Amenhotepa II. Laurie twierdzi, że stop błękitny „...był używany nie tylko w Egipcie, ale i w Rzymie za czasów Cesarstwa, jako uniwersalny niebieski kolor do malowania fresków” i zniknął z palety artysty mniej więcej między II a VII w. n.e.⁵²

Stela XI-646: a — fragment tronu, b — płyta stołu ofiarnego, c — nie zidentyfikowany element wyposażenia ofiarnego na stole, d — ślady na ciemnej czerwieni podstawy steli, e — łuk sklepienia niebieskiego obramiający górną część malowidła, f — 6 pionowych linii odgraniczających od siebie poszczególne fragmenty tekstu hieroglificznego. Próbkę spatynowanego barwnika błękitnego pobrano z płyty stołu ofiarnego. Stwierdzono, że próbka nie rozpuszcza się w stężonych kwasach, wodzie królewskiej ani w stężonym NH₄OH. Poddano ją analizie niedyspersyjnej x-fluorescencyjnej, która wykryła znaczną zawartość Cu wraz z domieszkami Fe i Ca.

Wniosek: można przypuszczać, że jako barwnik błękitny został użyty błękit egipski, czyli krzemian wapniowo-miedziowy CaO-CuO-4SiO.

Analizie poddano dwa pozostałe obiekty i stwierdzono, że jako barwnik błękitny także został użyty błękit egipski. Potwierdzeniem wyników powyższej analizy była próbka błękitu pobrana z dolnego pasa ornamentu steli XI-645, którą badano metodą spektrofotometrii emisyjnej. Uzyskany spektrogram wykazał obecność następujących pierwiastków: miedź (Cu) i krzem (Si) bardzo wyraźnie obecne, magnez (Mg) mniej, żelazo (Fe), glin (Al) i wapń (Ca) wyraźnie obecne, ołów (Pb) i cyna (Sn) ledwie dostrzegalne.

Wniosek: na podstawie powyższych badań moż-

na określić użyty barwnik jako krzemian wapniowo-miedziowy z dodatkiem żelaza, magnezu, glinu, ołowiu i cyny.

Barwniki brązowe. Egipcjanie używali na ogół ochry i tlenków żelaza, które występują na obiektach z czasów IV dynastii, z okresu El-Amarna i późnego. Spotyka się także przypadki nakładania warstw czerwonego barwnika na czarny lub ich mieszania oraz pokrywania czarnym werniksem ciemnożółtej ochry (grobowiec Meketre, XI dynastia). W skład próbki barwnika brązowego pobranej z wierzchu szkatułki (XVIII dynastia) wchodził tlenek żelaza i gips⁵³. Spore ilości ochry ciemnoczerwonej i brązowej doskonałej jakości znaleziono w oazie Dakhla.

Stela XI-645: a — linia opasująca malowidło, biegnąca przy krawędziach steli, b — dwa rzędy napisu hieroglificznego poziomego (w kilku miejscach odcień jaśniejszy). Pobrano próbkę z linii opasującej całość malowidła i poddano analizie. 1. Reakcja barwiąca na zawartość Fe. Wynik pozytywny; analiza wykazała znaczną zawartość kationów Fe²⁺ w barwniku brązowym. 2. Reakcja mikrokrystaloskopowa na zawartość Al (por. badanie próbki barwnika czerwonego) wykazała obecność Al³⁺ w badanej próbce.

Wniosek: na podstawie stwierdzenia zawartości jonów Fe²⁺ i Al³⁺ można określić badany barwnik jako ochrę czerwoną paloną, czyli glinokrzemian zabarwiony tlenkiem żelaza.

Stela XI-646: a — skrzydła Ozyrysa, b — fragment tekstu hieroglificznego, c — karnacja ciała zmarłego i kontur białej szaty, d — ramiona bóstwa Re-Harachte, e — zapleczek tronu, f — prostokątny fragment tylnej części tronu, g — trzy pionowe kreski na podstawie tronu, h — dolny poziomy pas ornamentu, i — przedmioty ofiarne na stole, j — lodyga kwiatu lotosu (barwnik nieco jaśniejszy, przechodzący w czerwień). Pobrano próbkę barwnika brązowego z prawego skrzydła Ozyrysa. Reakcje na zawartość Fe i Al wypadły pozytywnie. Stwierdzono znaczną ilość jonów Fe²⁺ i Al³⁺ w badanej próbce.

Wniosek: jako barwnika brązowego o odcieniu czerwonym użyto czerwonej ochry palonej, czyli glinokrzemianu zabarwionego tlenkiem żelaza.

Barwnik pomarańczowy. Uzyskiwany był przez Egipcjan przez kładzenie warstwy czerwonej farby na żółtej lub mieszanie tych dwóch barwników.

Stela XI-645: a — prostokąci ornamentu opasującego stelę bez zwieńczenia (w górnej partii dwa równoległe biegnące rzędy ornamentu), b —

⁵² A. P. Laurie, o.c., s. 24.

⁵³ R. J. Forbes, *Technology...*, s. 221.

korona Ozyrysa, c — nie zidentyfikowany szczegół w formie owalnej na stole ofiarowym. Pobrano próbkę barwnika pomarańczowego z ornamentu (lewa strona) i poddano analizie. Wykrycie jonów Fe^{2+} i Al^{3+} , za pomocą metod podanych przy badaniu próbek barwników czerwonego i żółtego, potwierdza przypuszczenie, że użyty barwnik pomarańczowy jest mieszaniną czerwonej ochry (glinokrzemian z dodatkiem żelaza) i żółtej ochry (wodorotlenek żelaza).

Barwniki czarne. Czarny barwnik występował przeważnie w postaci węgla, choć nie zawsze w tej samej formie. Lucas, badając 12 obiektów zawierających czarny pigment (jeden z czasów V, dziesięć z XVIII i jeden z czasów XXIII dynastii) stwierdził we wszystkich obecność węgla, przy czym w jedenastu przypadkach była to sadza w stanie surowym⁵⁴. Niestety niewielka ilość materiału uniemożliwiła przeprowadzenie dokładniejszych badań. Czerni węglową „lampową” zidentyfikowano na fragmentach ceramiki predynastycznej⁵⁵. Reisner wymienia czerni lampową na obiektach z grobowców w Kerma (Średnie Państwo), a występowanie czerni węglowej na malowidle ściennym z okresu El-Amarna stwierdzili von Bissing i Reach. Borchardt⁵⁶ wspomina o użyciu węgla drzewnego wraz z woskiem jako spoiwem na głowie popiersia Nefretete. Laurie uznał czarny pigment występujący w czasach XIX dynastii za sproszkowany węgiel drzewny, z czym zgodził się Wagenaar omawiając szereg obiektów z okresu późnego⁵⁷. Czarny barwnik z grobowca Per-neb określił niezbyt ściśle Toch jako węgiel drzewny lub czern z kości⁵⁸. Istnienie czerni z kości sygnalizował już Beke bez przeprowadzenia analizy chemicznej. Spurrellowi udało się określić czarny barwnik z czasów XII dynastii (Beni Hassan) jako piroluzyt, czyli czarna ruda manganowa⁵⁹ (dwutlenek manganu), występująca obficie na półwyspie Synaj. Według Meriméego czern o zabarwieniu niebieskawym wskazuje na czern z węgla, zaś o zabarwieniu brunatnym mieszaninę czerni z czerwonym ugre⁶⁰.

Stela XI-489: a — kontury ornamentu opasującego całość malowidła, b — postacie dwóch szakali, c — karnacja boga Amona, d — podstawa tronu, e — „grzebień” stołu ofiarowego, f — włosy bogini Mut i pasy na szacie, g — ornament z pionowych kresek na skrzynkach mieszczących urny u góry sceny, h — tekst hieroglificzny nad Amonem i Mut. Pobrano próbkę barwnika czarnego z grzbietu lewego szakala i pod-

dano analizie. 1. Reakcja barwiąca na zawartość P w próbce. Przebieg badania. Próbkę prażono w tygielku. Stwierdzono obecność białego popiołu, który rozpuszczono w stężonym HNO_3 . Po ogrzaniu rozpuszczonej próbki w probówce zadano roztwór 10% molibdenianem amonu. Wynik — wytrącił się słaby żółty osad świadczący o obecności fosforu w badanej próbce.

Stela XI-645: a — napis hieroglificzny, b — fragmenty prostokątnych elementów, które tworzą ornament opasujący scenę. Pobrano próbkę z ornamentu (lewa strona) i powtórzono reakcję barwiącą na zawartość fosforu. Wynik pozytywny.

Wniosek: na podstawie zawartości P w badanych próbkach można określić czarny barwnik użyty w steli XI-489 i steli XI-645 jako czern z kości $Ca_3(PO_4)_2$. Sześć plam koloru czarnego widocznych na licu malowidła steli XI-645 nie należy do oryginalnej warstwy malarskiej. Powstały one w wyniku późniejszego przypadkowego zabrudzenia lica czarną farbą lub tuszem. Pobrano próbkę czarnej farby i poddano analizie. Wykonano reakcję barwiącą na zawartość Fe. Wynik pozytywny; analiza wykazała znaczną zawartość kationów Fe^{2+} w badanej próbce.

Wniosek: uzyskany rezultat sugeruje użycie czerni mineralnej, czyli glinokrzemianu z dużą domieszką żelaza⁶¹.

Stela XI-646: a — włosy i broda zmarłego, b — kontury przedmiotów ofiarnych, c — kontury ciała bóstwa Re-Harachte i jego atrybuty, d — szczegóły rysów głowy bóstwa, e — napis hieroglificzny, f — fragmenty ornamentu u dołu sceny. Pobrano próbkę ze środkowego pasa napisu hieroglificznego i poddano analizie. Wykonano reakcję barwiącą na zawartość fosforu (por. badanie próbki stel XI-489, XI-645). Mimo kilkakrotnego powtórzenia analizy uzyskano wynik negatywny, nie stwierdzono obecności P w badanej próbce. Pobrano nową próbkę z tego samego miejsca i poddano analizie na zawartość manganu. Próbkę prażono w tygielku, a po uzyskaniu niewielkiej ilości popiołu rozpuszczono go w stężonym HNO_3 i zadano siarczkiem amonu NH_4S . Wytrącił się słaby różowawy osad, świadczący o obecności Mn^{2+} w badanej próbce (siarczek manganu).

Wniosek: na podstawie obecności jonów Mn^{2+} można określić czarny barwnik ze steli XI-646 jako czern manganową (piroluzyt — dwutlenek manganu).

⁵⁴ A. Lucas, *Materials...*, s. 495.

⁵⁵ A. Lucas, *Materials...*, s. 495; J. Hopliński, o.c., s. 168; K. Wehlte, o.c., ss. 175—176.

⁵⁶ L. Borchardt, o.c., s. 32.

⁵⁷ M. Wagenaar, o.c., s. 894.

⁵⁸ M. Toch, o.c., ss. 118—119.

⁵⁹ J. R. Forbes, *Technology...*, s. 224.

⁶⁰ E. Berger, o.c., s. 24.

⁶¹ K. Wehlte, o.c., s. 169.

PODSUMOWANIE WYNIKÓW BADAŃ

Zamieszczone niżej tablice (1—4) stanowią podsumowanie wyników badań dotyczących drewnianych podobraz, zapraw malarskich, spoiw oraz barwników trzech analizowanych stel nagrobnych.

Tablica 1

Drewniane podobrazia steli XI-489, XI-645, XI-646

Objekt	Metoda	Wynik
Stela XI-489	badanie mikroskopowe przekrojów a) poprzecznego, b) stycznego, c) promieniowego	mahoń afrykański Sappeli — <i>Entandophragma candollei</i> Harms (<i>Meliaceae</i>)
Stela XI-645	jak wyżej	jak wyżej
Stela XI-646	jak wyżej	jak wyżej

Tablica 2

Zaprawy malarskie steli XI-489, XI-645, XI-646

Objekt	Metoda	Wynik
Stela XI-489	a) mikrokrytaloskopowa b) barwiąca c) spektrofotometria w podczerwieni	mieszanina CaSO ₄ , CaCO ₃ , Fe ₂ O ₃ , z dodatkiem krzemianów i tlenków metali
Stela XI-645	a) mikrokrytaloskopowa b) barwiąca c) chromatografia rozdzielcza bibułowa	CaSO ₄ , z domieszką tlenków żelaza — brak śladów substancji białkowych
Stela XI-646	a) mikrokrytaloskopowa b) spektrografia emisyjna	CaSO ₄ , z domieszkami magnezu, glinu, krzemu, miedzi i żelaza

Tablica 3

Barwniki użyte w warstwie malarskiej steli XI-489, XI-645, XI-646

Objekt	Barwnik	Metoda	Wynik
Stela XI-489	biały	mikrokrytaloskopowa	gips
	żółty	a) barwiąca b) spektrografia emisyjna	ochra żółta-wodortlenek żelaza z domieszką krzemu, magnezu glinu i wapnia
	czerwony	a) barwiąca b) mikrokrytaloskopowa c) spektrografia emisyjna	ochra czerwona — glino-krzemian zabarwiony tlenkiem żelaza z domieszką magnezu, wapnia, ołowiu, miedzi, i baru
	zielony	a) barwiąca b) mikrokrytaloskopowa	ziemia zielona — dwuwartościowy krzemian żelazowy z domieszką glinki
	błękitny	a) x-fluorescencja niedispersyjna	błękit egipski — krzemian wapniowo-miedziowy
	czarny	b) spektrografia emisyjna barwiąca	czern z kości — dwufosforan wapnia

Stela XI-645	biały	mikrokrytaloskopowa	gips
	czerwony	a) barwiąca	ochra czerwona
	zielony	b) mikrokrytaloskopowa a) barwiąca b) spektrografia emisyjna c) x-fluorescencja niedispersyjna	mieszanina błękitu egipskiego i żółtej ochry
	błękitny	spektrografia emisyjna	błękit egipski
	brązowy	a) barwiąca	czerwona ochra palona
	pomażańcowy	b) mikrokrytaloskopowa	
		a) barwiąca b) mikrokrytaloskopowa	mieszanina żółtej i czerwonej ochry
	czarny	mikrokrytaloskopowa	czern z kości
Stela XI-646	biały	mikrokrytaloskopowa	gips
	żółty	barwiąca	żółta ochra
	brązowy	barwiąca	czerwona ochra palona
	czerwony	a) barwiąca b) mikrokrytaloskopowa c) x-fluorescencja niedispersyjna	ziemia zielona
	zielony	a) barwiąca b) mikrokrytaloskopowa c) x-fluorescencja niedispersyjna	błękit egipski
	błękitny	x-fluorescencja niedispersyjna	czern manganowa — dwutlenek manganu
	czarny	barwiąca	

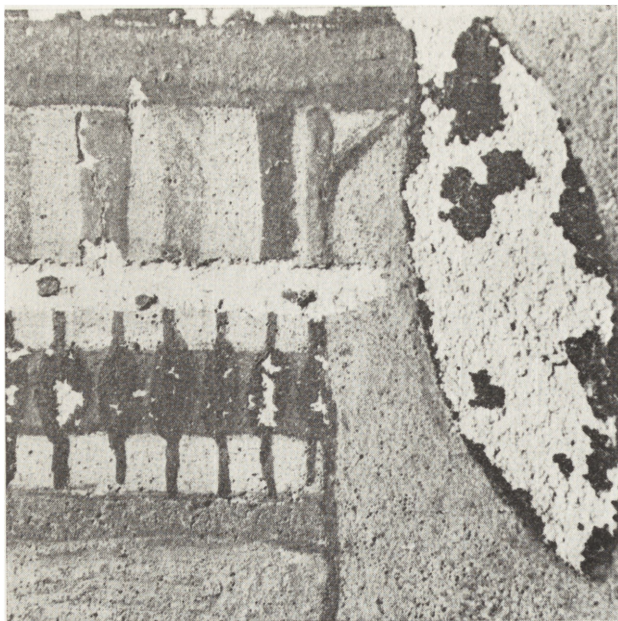
Tablica 4

Spoiva użyte w warstwie malarskiej steli XI-489, XI-645, XI-646

Objekt	Metoda	Wynik
Stela XI-489	a) analiza barwiąca b) chromatografia bibułowa c) chromatografia cienkowarstwowa d) spektrofotometria w podczerwieni	guma arabska lub tragancka
Stela XI-645	a) analiza barwiąca b) chromatografia bibułowa c) chromatografia cienkowarstwowa	guma arabska lub tragancka
Stela XI-646	a) analiza barwiąca b) chromatografia bibułowa c) chromatografia cienkowarstwowa	guma tragancka

WNIOSKI I POSTULATY KONSERWATORSKIE

Stan w jakim znajdują się omówione wyżej trzy obiekty, nie wymaga natychmiastowej interwencji konserwatorskiej. Podobrazie drewniane nie jest zagrożone, gdyż zwartość struktury i wysoka twardość drewna gwarantują odporność na ataki mikroorganizmów i owadów. Za-



3. Stela XI—489, fragment wymagający uzupełnienia ubytków (fot. K. K. Pollesch)

3. Stele XI—489: a fragment requiring the filling of losses



4. Stela XI—489, fragment, widoczne uszkodzenia warstwy malarskiej i zaprawy aż do drewnianego podłoża oraz ślady użycia kleju (fot. K. K. Pollesch)

4. Stele XI—489: fragment with the visible losses in painted layer and those in primer reaching to wood support; visible also are traces of glue

stosowaniu przez starożytnych artystów barwników mineralnych, które, jak widać, z powodzeniem oparły się działaniu czasu, zawdzięczamy zachowaną do dziś świeżość kolorów, jakkolwiek i na nich widoczne są wyraźne ślady patyny.

Szczególnie widoczna jest ona na grubo kładzionych fragmentach błękitu egipskiego i czerwonej ochry.

Nie zauważono oznak zaniku spoiwa, a spoiwość farb jest dobra, co zaobserwowano podczas pobierania skalpelem próbek do badań. Należy natomiast zwrócić uwagę na obecność grzybów i drożdży⁶² występujących na powierzchni warstwy malarskiej. W tej chwili stan zaatakowania malowideł nie jest tak poważny, aby groził destrukcją obiektów, niemniej jednak wskazana byłaby interwencja w postaci dezynfekcji środkami chemicznymi wszystkich trzech stel. Godne polecenia wydaje się zastosowanie tlenku etylenu $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O}$ z dodatkiem penta-chloro-fenolu $\text{C}_6\text{HCl}_5\text{O}$ (1,5—3%) rozpuszczonym w alkoholu, chlorku etylenu lub dioksanie. Jak wiadomo, tlenek etylenu należy do najdoskonalszych środków bakterio- i grzybobójczych. Ze względu na szybkość parowania daje gwarancję nieuszkodzenia malowideł. Jest to związek powierzchniowo czynny działający przede wszystkim na błonę komórkową bakterii lub grzybów, a następnie na wnętrze danego drobnoustroju. Z uwagi na wysoką toksyczność tlenek etylenu znalazł duże zastosowanie przy dezynfekcji i wyjaławianiu polichromowanych obiektów zabytkowych o szczególnej wartości.

Z trzech omówionych obiektów jedynie stela XI-489 może stanowić problem w zakresie uzupełnienia ubytków, gdyż zarówno stela XI-645, jak i stela XI-646 są w stanie zadowalającym. Uwagę zwraca fragment w dolnej części steli XI-489 pozbawiony zarówno zaprawy, jak i warstwy malarskiej oraz postać lewego szakała, którego ok. 60% czarnej farby uległo zniszczeniu (il. 3). W miejscu ubytku widać wyraźnie warstwę gipsowej zaprawy. Reszta drobnych ubytków rozproszona jest na całej powierzchni lica malowidła (il. 4). Nasuwa się pytanie: czy znając skład zaprawy, spoiwo i rodzaje użytych barwników można przeprowadzić zabieg uzupełnienia ubytków, stosując kitowanie i punktowanie?

Zakres ubytków na steli XI-489 jest stosunkowo niewielki i rekonstrukcja brakujących fragmentów byłaby przedsięwzięciem raczej nieskomplikowanym, choć wymagającym ściślejszej współpracy z egiptologiem. Jednakże nie można zapominać, że w skali zbiorów muzealnych Polski powyższe obiekty mają wartość unikalną. Stosowanie kryteriów estetycznych, którymi operujemy przy konserwacji np. malowidła gotyckiego na desce, mogłoby być bardzo ryzykowne. Wprowadzenie bez wyraźnej potrzeby do obiektu, liczącego ok. 4 tys. lat, retuszów, a więc elementów nowych i obcych, choćby zgodnych technologicznie z oryginałem, na pewno stano-

⁶² Porównaj wyniki badań mykologicznych podanych w części 1 artykułu „Ochrona Zabytków” XXV (1972) nr 3, ss. 170—182.

wiłoby zakłócenie harmonii zabytku. Równie poważnym argumentem przeciw rekonstrukcji warstwy malarskiej są niewielkie stosunkowo rozmiary obiektów, co pociąga za sobą fakt niebezpieczeństwa zbyt wyraźnego wyeksponowania fragmentów dodanych. Jeśli mówimy o estetycznej roli ubytków i zniszczeń, to chyba przede wszystkim powinniśmy mieć na myśli zabytki starożytne. Dlatego też usiłowanie nadania obiektom typu omawianej steli XI-489 pierwotnej (w przybliżeniu) formy tj. zlikwidowanie charakterystycznych z historycznego punktu widzenia ubytków i uszkodzeń, może w efekcie zaszkodzić samemu zabytkowi.

W przypadku trzech obiektów będących przedmiotem artykułu nie napotykamy typowych

problemów konserwatorskich w rodzaju prze-malowań czy późniejszych uzupełnień warstwy malarskiej i stąd chyba najszlachetniejszym rozwiązaniem jest możliwie jak najlepsze zabezpieczenie ich przed atakami mikroorganizmów, bez przeprowadzania jakichkolwiek zabiegów uzupełniających. Naturalnie ten punkt widzenia może, i powinien stać się przedmiotem dyskusji, w której obok konserwatora i technologa powinni wypowiedzieć się historyk sztuki starożytnej i egiptolog.

mgr Władysław Szyszko
Wydział Konserwacji DS ASP
Kraków

TECHNOLOGICAL INVESTIGATIONS OF THE THREE EGYPTIAN EPITAPHIAL STELAE ON WOOD SUPPORTS NOW PRESERVED IN NATIONAL MUSEUM, CRACOW — PART II

This is the second part of work dealing with technological investigations of the three Egyptian epitaphial stelae painted on wood supports which are at present forming a part of collection in National Museum, Cracow (cf. "Ochrona Zabytków", vol. XXV, 1972, iss. 3, pp. 170—182).

The basic part of the present article is devoted to presentation of results of analyses carried out on pigment samples taken from the separate objects. The following pigments were subjected to analyses: white, yellow, red, green, blue, brown, orange and black. From the analyses it follows that except for bone black that was encountered in two objects the other pigments are those mineral characteristic of their prevalence of ferrous compounds.

In addition to reagent dyeing analyses in technological investigations under discussion were applied the methods of emission spectrography, non-dispersive X-ray fluorescence and also microcrystalloscopic reactions. The investigations of pigments carried out by the author have, in each instance, been preceded by a short

survey of the present-day knowledge relating to a given pigment.

Within this article are summarized the results of investigations of wood supports, primers, binders and pigments. In conclusion the author suggests that the stelae should be left without any complementary treatments as, for instance, filling with putties or retouching. It would be rather difficult to approve such measures in a case where we have to do with archaeological monuments. Nonetheless, it will be necessary to carry out the disinfection of objects. As the most appropriate for this purpose seems the use of ethylene oxide, $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O}$ which is expected to protect them against the growth of microorganisms. The traces of their action have been found on surfaces of two objects.

Although a number of losses has been observed on one of the stelae the state of preservation of those remaining may be regarded as one satisfactory. They are now kept in Restoration Department of the National Museum, Cracow where the most analyses were carried out.