

NATALIA KRUPA

## NOWOCZESNE TECHNIKI ANALITYCZNE ŹRÓDŁEM INFORMACJI O DOKUMENCIE PRZESZŁOŚCI NA PRZYKŁADZIE ANALIZY METALOWYCH NICI Z PIĘTNASTO- I SZESNASTOWIECZNYCH AKSAMITÓW ZE ZBIORÓW SKARBKA KATEDRALNEGO NA WAWELU

„Zrobili też szaty z drogiej tkaniny (...) wykuli przeto cienkie blaszki ze złota i pocięli je na nitki, aby je można było wpleść we fioletową i czerwoną purpurę, w karmazyn oraz w bisior, sposobem biegłego tkacza”<sup>1</sup>.

Tradycja wykorzystywania metalowego oplotu w historii tkactwa i hafciarstwa sięga bardzo odległych czasów. Pierwszy zapis na ten temat pochodzi z *Księgi Wyjścia* Starego Testamentu opisujący przygotowanie szat dla Aarona (ok. XII–XIII w. p.n.e.)

Dogłębna analiza tkanin dekorowanych metalowymi nićmi wymaga określenia morfologii, warsztatu technologicznego czy samej techniki wplatania metalowych blaszek w procesie wytwarzania bogato zdobionych tekstyliów. Tradycja dekorowania tkanin metalowymi nićmi rozpoczęła się w starożytnych Chinach, gdzie zwyczaj ten korespondował z produkcją luksusowych materii jedwabnych. Tekstylia te cieszyły się dużym zainteresowaniem w całym Cesarstwie Rzymskim dlatego też wraz z otwarciem tzw. *Szlaku Jedwabnego* rozpoczął się okres ożywionych kontaktów handlowych między Dalekim Wschodem a Zachodem<sup>2</sup>. Dostawy tkanin do średniowiecznej Europy odbywały się poprzez kontakty z Konstantynopolem. Efektem tego stanu rzeczy były stosunkowo intensywne w pierwszej fazie wpływy

---

<sup>1</sup> Wj 39, 1; 39, 3.

<sup>2</sup> J. P. P. Higgins, *Cloth of Gold, History of Metallised Textiles*, London 1993, s. 9; L. Żarnowiecki, *Historia tkanin jedwabnych*, Kijów 1915, s. 14 n.; S. Landi, *The Textile Conservator's Manual*, London–Boston–Singapore–Sydney–Toronto–Wellington 1985, s. 20; A. Kajdańska, E. Kajdański, *Jedwab. Szlakami dżonek i karawan*, Warszawa 2007, s. 412 n.

wschodnie tak w technice wykonywania tkanin, zastosowanych materiałach, jak i stylistyce<sup>3</sup>.

Jedwabnym niciom i wschodniej tradycji wyrabiania cennych tkanin towarzyszyło wzbogacenie struktury splotowej metalowymi wątkami ozdobnymi. Blaszkki wplatanie w strukturę tkaniny w technice broszowania bądź lansowania<sup>4</sup> początkowo występowały w partii wzoru, z czasem zaś zostały wzbogacone wedle rozbudowanych wariantów dekoracyjnych. Tą drogą powstawały efektowne jedwabne tkaniny aksamitowe przetykane metalowymi nićmi tworząc bogate brokaty aksamitne i altembasy<sup>5</sup>.

Celem omawianej pracy jest zbadanie odtworzonej na bazie znanych materiałów morfologii nici metalowych z włoskich aksamitów ze zbiorów Skarbcza Katedralnego na Wawelu oraz próba wkomponowania ich w tradycję warsztatu technologicznego stosowanego we Włoszech pod koniec XV i w ciągu XVI w.

Szczególnie istotnymi dla analizy są zagadnienia morfologii metalowych nici wykorzystywanych w historii tkactwa europejskiego oraz technika ich wykonywania. Produkcja zabytkowych tkanin przetykanych metalowym wątkiem ozdobnym przywodzi na myśl sam proces wytwarzania blaszek budujących jakże efektowną strukturę splotową: Podstawowym, a zarazem jednym z pierwszych typów przędzy metalicznej wykorzystywanej w procesie tkackim i hafciarstwie europejskim jest delikatny paseczek metalu wplatany bezpośrednio w splot tkaniny. Tego typu wątki występowały także w towarzystwie przędzy, gdzie lekka blaszka oplatała rdzeń przybierając kształt spirali. Częstym przykładem zastosowania rdzenia w produkcji metalowych nici był jedwab, rzadziej zaś bawełna czy len<sup>6</sup>.

Drugim typem metalowych nici był drucik ciągniony przez całą szerokość tkaniny bądź oplatany bezpośrednio na rdzeniu.

Trzecią formą były zaś złożone membrany pokrywające organiczną bazę w postaci skóry, pergaminu, papieru czy zwierzęcego jelita. Tak powstały materiał przycinano na wąskie paseczki, wciągano bezpośrednio w splot tkaniny, bądź oplatanymi nimi rdzeń przędzy (il. 1a i b)<sup>7</sup>. Surowcem wykorzystywanym do produkcji blaszek metalowych było przede wszystkim złoto, które z czasem zastąpione zosta-

---

<sup>3</sup> J. P. P. Higgins, *Cloth of Gold*, dz. cyt., s. 14.

<sup>4</sup> L. Żarnowiecki, *Historia tkanin jedwabnych*, dz. cyt., s. 19; *Lansowanie* (lancier fr.) polega na tworzeniu wzorów poprzez wprowadzenia dodatkowego wątku bądź osnowy biegnącej przez całą szerokość lub długość tkaniny. Wątek i osnowa lansowania pojawia się na powierzchni tkaniny jedynie w partii wzoru. Przez pozostałą długość / szerokość biegnie zaś po lewej stronie tkaniny puszczone luźno bądź związana z przeplotem. *Broszowanie* (broch er fr.) metoda tworzenia wzorów poprzez wprowadzanie dodatkowego wątku rzadziej osnowy, przebiegających w partii wzoru ponad powierzchnią tkaniny. Nić broszowana związana jest ze stratygrafią poprzez dodatkowy przeplot bądź przeprowadzana jest ręcznie, Por. M. Michałowska, *Leksykon włókiennictwa*, Warszawa 2006, s. 218, s. 44.

<sup>5</sup> M. Michałowska, *Słownik terminologiczny włókiennictwa*, Warszawa 1995, s. 50, s. 60; L. Żarnowiecki, *Historia tkanin jedwabnych*, dz. cyt., s. 156.

<sup>6</sup> A. Timar-Balazsy, D. Eastop, *Chemical Principles in Textile Conservation*, Oxford 2004, s. 129 n.

<sup>7</sup> L. Żarnowiecki, *Historia tkanin jedwabnych*, dz. cyt., s. 19 n.; M. Ja'ro', *Gold Embroidery and Fabrics in Europe XI–XIV Centuries*, „Gold Bulletin” 1990, vol. 23, issue 2, s. 40.

ło srebrem złożonym, czystym srebrem, czy złożoną miedzią. Kolor rdzenia przędzy dobierany był tak aby w możliwie najbliższy sposób kolorystycznie odpowiadać blaszce, i tak złote paseczki oplatały przeważnie rdzeń w odcieniach żółcieni, srebrne zaś białe bądź niefarbowane<sup>8</sup>.

Geneza technologii produkcji metalowych nici wiąże się z zastosowaniem bardzo prostych wręcz prymitywnych narzędzi. Podstawową zasadą produkcji delikatnego drucika był proces stopniowej redukcji grubości metalowego materiału poprzez przepuszczanie go przez szereg otworów o zmniejszającej się średnicy. W efekcie powstawała forma o stopniowo rozciągającej się długości. Zasadniczym narzędziem wykorzystywanym do produkcji ozdobnego wątku była płyta do przeciągania odpowiednio dociętych metalowych prętów. Powierzchnię płyty wypełniała seria zwężających się stożkowatych dziurek, sama zaś osadzona była na postumencie nadającym jej stabilność. Rzemieślnik wytwarzający drucik używał specjalnych zacisków, za pomocą których przepuszczał drucik kolejno przez otwory w tabliczce<sup>9</sup>.

Proces obróbki metalu do wyrobu ozdobnych blaszek reprezentowały dwie podstawowe metody spośród których można wyróżnić dalsze ich odmiany. Najprostszą metodą obróbki było młotkowanie sztabki danego metalu, do momentu, w którym drucik nabrał krągłego kształtu. Efektem pracy był materiał o nieregularnej średnicy i powierzchni na całej długości drutu. W przypadku „miękkich” metali tj. złoto problem ten niwelowano poprzez rolowanie pomiędzy dwoma twardymi kawałkami drewna. Metodą wywodzącą się z młotkowania było skręcanie formy (bloków). Podobnie podstawową czynnością było młotkowanie, ale w tym wypadku efektem końcowym była forma o czworokątnym przekroju. Materiał ten skręcany był wokół własnej osi tak mocno, jak to było możliwe, a następnie rolowany. Proces ten dawał drucik o równej średnicy na całej długości materiału, gładką powierzchnię i w miarę okrągły przekrój.

Drugą grupą metod wykonywania metalowych nici była prosta technika opisana w Księdze Wyjścia 39, 2–3. Polegała na wymłotkowaniu czworokątnego pręcika i spłaszczenia go poprzez wybicie do formy cienkiej blaszki. Rozwinięciem tego procesu były techniki: przeciągania i skręcania blaszki. Pierwsza z nich polegała na przeciąganiu metalowego paska przez płytkę wypełnioną serią otworów o zmniejszającej się średnicy. Stąd pasek kręcił się wokół własnej osi formując tubę z otworem w środku. Skręcanie blaszek polegało zaś na oplataniu gotowych

---

<sup>8</sup> A.-M. Hacke, C. M. Carr, A. Brown, *Characterisation of Metal Threads in Renaissance Tapestries, Proceedings of Metal*, National Museum of Australia Canberra ACT, 2004, s. 415; N. Indictor, R. J. Koestler, M. Wypyski, A. E. Wardwell, *Metal Threads Made of Proteinaceous Substrates Examined by Scanning Electron Microscopy – Energy Dispersive x – ray Spectrometry*, „Studies in Conservation” 34, 1989 s. 171; A.-M. Hacke, C. M. Carr, A. Brown, D. Howell, *Investigation into the Nature of Metal Threads in a Renaissance Tapestry and the Cleaning of Tarnished Silver by UV / Ozone (UVO) Treatment*, „Journal of Materials Science” 38, 2003, s. 3307; A. Timar-Balzszy, *Chemical Principles of Textile Conservation*, dz. cyt., s. 128 n.

<sup>9</sup> A. Oddy, *The Production of Gold Wire in Antiquity. Hand – Making Methods Before the Introduction of the Draw – Plate*, „Gold Bulletin” vol. 10, issue 3, s. 79.

pasków wokół uprzednio wykonanego drucika, który po owinięciu był usuwany a sprężynująca forma była zaciskana i lekko rozciągnięta<sup>10</sup>.

Pierwsze metalowe nici powstawały głównie ze złota podkreślając wartość dekorowanej materii. Od XIII/XIV w. w Europie coraz bardziej popularne okazało się srebro złoczone. W procesie złoczenia metalowych nici wyróżniamy między innymi dwie zasadnicze techniki: złoczenie srebrnych pręcików przed obróbką polegającą na przeciągnięciu i spłaszczeniu oraz złoczenie przez wbijanie złotej folii w srebrną blaszkę. W pierwszym przypadku końcowy produkt w postaci metalowej blaszki złożony był dwustronnie, w drugim zaś młotkowanie odbywało się zwykle po jednej stronie<sup>11</sup>.

Tkaniny aksamitne z końca XV i XVI w. stanowią niezwykle cenny materiał badawczy należący do zbiorów licznych muzeów czy też parafialnych kolekcji sztuki przełomu późnego średniowiecza i renesansu. Znakomita większość zabytkowych aksamitów z tego okresu to tkaniny przeznaczone na szaty liturgiczne. Głównym odbiorcą dzieł włoskiej sztuki tekstylnej w Polsce był przede wszystkim dwór królewski. Stąd też tak liczne królewskie fundacje tkanin bądź też całych kompletów szat liturgicznych zmagazynowanych w Skarbcu Katedry Królewskiej na Wawelu.

Dokładna analiza stylistyczna i techniczna w oparciu o metody porównawcze z dostępnym materiałem badawczym i naukowym czy wręcz samą substancją zabytkową pozwala stworzyć ramy czasowe, w które można wpisać analizowaną tkaninę. Interdyscyplinarny charakter pracy z obiektem zabytkowym mówi o nieodzownej współpracy przedstawicieli nauk przyrodniczych, technicznych czy artystycznych w celu wnikliwego rozpoznania stanu zachowania, analizy formy i treści obiektu<sup>12</sup>.

Włoskie aksamity stanowią bogaty materiał zabytkowy, źródło informacji o zasobach Skarbcu Katedry na Wawelu. Celem konserwatora w obliczu tej klasy obiektów jest konieczność zachowania maksymalnej ilości informacji, które ukazują nie tylko historię obiektu ale też technikę wykonania, materiały i surowce wykorzystywane do produkcji tkanin. Co więcej możliwości współpracy ze specjalistami różnych nauk ścisłych stwarzają warunki do przeprowadzenia rekonstrukcji warsztatu technologicznego.

---

<sup>10</sup> Tamże, s. 83 n.

<sup>11</sup> L. Żarnowiecki, *Historia tkanin jedwabnych*, dz. cyt., s. 17; S. Landi, *The Textile Conservator's Manual*, dz. cyt., s. 21 n.; A. Timar-Balazsy, D. Eastop, *Chemical Principles of Textile Conservators*, dz. cyt., s. 128.

<sup>12</sup> P. Karaszkiwicz, *Chemia w konserwacji zabytków albo miejsce nauk ścisłych w konserwacji zabytków*, [w:] *Techniki analityczne w konserwacji zabytków*, Instytut Maszyn Przędzarnych PAN, Gdańsk 2006, s. 8 n.; K. Furrykiewicz, *Konserwacja dziedziny interdyscyplinarnej – edukacja jako przygotowanie do współpracy*, [w:] *Nauka i Zabytki. Nauki ścisłe w służbie archeologii, ochronie zabytków oraz historii*, red. W. Weker, Warszawa 2008, s. 13, s. 15; A. Łopuska, *Roła konserwatora-restauratora dzieł sztuki w interdyscyplinarnych działaniach na rzecz ochrony dóbr kultury*, [w:] *Nauka i Zabytki. Nauki ścisłe w służbie archeologii...*, dz. cyt., s. 31.

Stopniowe odchodzenie od badań niszczących na rzecz analiz nieinwazyjnych, postęp nauki czy rosnące możliwości techniczne sprawiają, iż nowoczesne aparaty wykorzystywane do badań instrumentalnych dostarczają informacji o strukturze zabytku bez zbędnej ingerencji w strukturę obiektu.

Wykorzystaniem nowoczesnych technik badawczych w rozważaniach nad tematyką tkanin dekorowanych ozdobnym wątkiem stanowią niezwykle cenny materiał w analizie obiektu. Badania w oparciu o metody fizyko-chemiczne pozwalają bowiem uzyskać dostęp do danych, których zbadanie nie jest możliwe bez zastosowania specjalistycznego sprzętu. Przeprowadzone analizy należą do grupy badań nieinwazyjnych, tzn. nie ingerujących bezpośrednio w strukturę obiektu. Dobór technik wiązał się z próbą zebrania materiału na temat morfologii nici metalowych (mikroskop optyczny, manualny mikroskop cyfrowy, mikroskop fluorescencyjny, SEM<sup>13</sup>) oraz sposobów złożenia (analiza pierwiastkowa jakościowa i ilościowa SEM EDS, XRF<sup>14</sup>). Badania przeprowadzono przy współpracy z Wydziałem Chemii UJ<sup>15</sup>, Wydziałem Geologii UJ<sup>16</sup> oraz z Akademią Górniczo Hutniczą<sup>17</sup>.

Aksamity ze zbiorów Skarbcza Katedry na Wawelu z końca XV i XVI w. to zabytki wykazujące dużą różnorodność technologiczną, przedstawiają także stosunkowo złożoną budowę techniczną. Badaniu poddano trzynaście próbek w postaci jedenastu fragmentów metalowych nici oraz dwóch drucików drotowych<sup>18</sup>. Analiza mikroskopowa badanych materiałów, w oparciu o dziesięciokrotne powiększenie pozwoliła ocenić budowę nici, jej skręt, kierunek opłotu, tak w odniesieniu do metalowej oplatającej blaszki, jak i jedwabnego rdzenia.

Pobrane fragmenty nici to ozdobny wątek metalowy występujący w zabytkowych tkaninach w postaci lansowanej bądź broszowanej. Z morfologicznego punktu widzenia badany pod mikroskopem optycznym materiał można zakwalifikować

---

<sup>13</sup> SEM – Skaningowy mikroskop elektronowy, Por. P.H. Greaves, B. P. Saville, *Microscopy of Textile Fibres*, Oxford 1995, s. 51 n.; E. Ciliberto, G. Spoto, *Modern Analytical Methods in Art and Archaeology*, New York–Chichester–Weinheim–Brisbane–Singapore–Toronto 2000, s. 155.

<sup>14</sup> SEM EDS – Skaningowy mikroskop elektronowy z mikrosondą do identyfikacji pierwiastkowej, Por. N. Barakat, A. A. Hamza, *Interferometry of Fibre Materials*, New York 1999, s. 1 n.; XRF – spektrometr fluorescencji rentgenowskiej. Fluorescencja rentgenowska: zjawisko wybicia elektronu z najbardziej wewnętrznych orbitali K i L i przemieszczeniem elektronu z bardziej zewnętrznych orbitali L lub M w kierunku pustego miejsca. Przemieszczenie to wyzwala energię w postaci wtórnego promieniowania rentgenowskiego zwanego fluorescencją., Por. A. M. Pollard, C. M. Batt, B. Stern, S. M. M. Young, *Analytical Chemistry in Archaeology*, University of Cambridge 2007, s. 92 n.; Z. B. Alfassi, *Non – Destructive Analysis*, Oxford 2001, s. 152 n.; F. Rousseac, A. Rousseac, *Chemical Analysis. Modern Instrumentation Methods and Techniques*, Chichester 2007, s. 264 n., M. Sawczak, A. Kamińska, M. Poksińska, *Przenośny spektrometr XRF do badań obiektów zabytkowych*, [w:] *Techniki analityczne w konserwacji zabytków*, dz. cyt., s. 73.

<sup>15</sup> Badania wykonali: dr T. Łojewski, Wydział Chemii UJ (XRF) styczeń 2009, dr T. Kępczyński, Wydział Chemii UJ (mikroskop optyczny i fluorescencyjny) listopad 2008.

<sup>16</sup> Pracownia SEM przy Wydziale Geologii UJ, grudzień 2008.

<sup>17</sup> Badania wykonała Pani mgr B. Trybalska, Pracownia SEM AGH (SEM – EDS), październik 2008.

<sup>18</sup> Drucik ciągniony przez całą szerokość tkaniny, przeważnie w technice lansowania, wplatany w strukturę tkaniny w splocie skośnym, A. Timar-Balazsy, D. Eastop, *Chemical Principles in Textiles Conservation*, dz. cyt., s. 129.

do dwóch grup typowych dla układu przędzy metalicznej. Pierwsza z nich to charakterystyczna wiązka nici z oplotem z metalowej blaszki, do której to należy duża większość omawianych przykładów. Drugą zaś reprezentuje drucik, ciągniony poprzez szerokość tkaniny.

W oparciu o wyniki badań pod mikroskopem optycznym i cyfrowym wszystkie poddane obserwacji mikroskopowej nici charakteryzują się skrętem metalowej blaszki „S” w typie średnim, oplatającej rdzeń nici złożony z grubej wiązki przędzy prawdopodobnie jedwabnej. Rdzeń nici wskazuje bardzo często na określony kierunek skrętu co przedstawiają fragmenty nici z ornatu niebieskiego z XV/XVI w. (KKK tk / 238 bok i kolumna ornatu<sup>19</sup>) – kierunek „S” słaby. Kolorystyka rdzenia nici ogranicza się do różnych odcieni żółci, typowych dla funkcji jakie spełniały metalowe nici, jak również do bieli charakterystycznych dla srebrnego oplotu. Większość z nich charakteryzowała się obecnością złotej, lub złoczonej blaszki metalowej, gdzie rdzeń zbliżony doń kolorystyką stanowi podkład barwny, wzmacniający akcent szlachetnego materiału wykorzystanego do dekoracji tkanin. Obok złotych nici kilka próbek prezentuje srebrny oplot o białym rdzeniu podkreślającym jego świetlistość.

Odnosząc omawiany materiał do historii tkaniny i technologii, morfologia metalowych nici kwalifikuje je do grupy materiałów wykorzystywanych w przedziale wiekowym od XIV do XVI w. z naciskiem na koniec okresu. Gdzie wraz z zapotrzebowaniem na kosztowne tkaniny nastąpiła ewolucja w produkcji metalowych nici na szaty do sprawowania obrzędów sakralnych. Ze względu na swój charakter i przeznaczenie szaty liturgiczne wymagały wykorzystania cennych materiałów o stosunkowo niewielkiej wadze, stąd też warsztat produkcji nici metalowych ukierunkowany został w stronę bardziej praktycznego, a zarazem oszczędnego wykorzystywania metali szlachetnych<sup>20</sup>. Okres średniowiecza charakteryzuje się więc obecnością połączonych lub posrebrzanych paseczków przetykanych bezpośrednio lub oplatających jedwabny rdzeń. W tym okresie paseczki wykorzystywane były w procesie tkania, nici metalowe zaś do tkania i haftowania<sup>21</sup>. Wykorzystywane surowce modyfikowano przez zastępowanie droższych tańszymi, a niewygodnych, bardziej praktycznymi. Ten stan rzeczy spowodował, iż etap produkcji jedwabnych nici z metalowym oplotem, czy ciągniętego drucika dał początek nowej technologii produkcji metalicznych wątków ozdobnych. W dokładnym określeniu technologii, wykorzystanych surowców niezbędne okazały się dalsze badania jakościowe i ilościowe.

---

<sup>19</sup> Omawiane tkaniny poddawane były licznym reparacjom i konserwacjom czego wynikiem jest zmontowanie części kompletów szat liturgicznych z różnych fragmentów tkanin, tak w partii kolumn, jak i boków ornatów. Efektem jest obecność w ramach jednego ornatu różnych tkanin. Dlatego też analizie poddawano jedynie aksamity, brokaty i altembasy z XV i XVI w.

<sup>20</sup> L. Żarnowiecki, *Historia tkanin jedwabnych*, dz. cyt., s. 17.

<sup>21</sup> Tamże, s. 19 n.

Szeroki wachlarz możliwości wykorzystania nowoczesnych technik analitycznych pozwala wyznaczyć pewną hierarchię w kolejności doboru metod badawczych. Zastosowanie mikroskopu cyfrowego<sup>22</sup> winno zatem wyprzedzać pobranie materiału do badań. Dokładna analiza tkaniny pomaga bardzo drobiazgowo ocenić technikę, technologię i przede wszystkim stan zachowania. Przebadanie struktury i kondycji nici, tak bazowych, jak i dekoracyjnych ułatwia podjęcie decyzji na temat roli i przydatności pobranego materiału. Weryfikuje materiał już na poziomie oryginalnej tkaniny, stąd też eliminuje ryzyko niepotrzebnego pobierania nici do analiz. Dla porównania przedstawiono poniżej fragmenty nici metalowych pobranych do badania pod mikroskopem optycznym i zdjęcia wykonane mikroskopem cyfrowym bezpośrednio na tkaninie (il. 2).

Powyższe zestawienie metod mikroskopowych jednoznacznie wykazuje, iż cyfrowa mikroskopia działa zdecydowanie nieinwazyjnie na tkaninę zabytkową, co więcej, wykorzystanie jej bezpośrednio w oryginalnym położeniu badanego materiału, nie tylko daje możliwość dokładnej analizy morfologicznej, określa także cały kontekst otoczenia, relację z pozostałymi nićmi w splocie. Ponadto wybrana metoda przynosi bardzo dobre wyniki w badaniu techniki wykonania splotów tkackich, a przez to możliwość zakwalifikowania zabytkowych tkanin do konkretnych grup technicznych, a co za tym idzie wiekowych (il. 3–4).

Analiza morfologiczna nici metalowych pochodzących z włoskich aksamitów z XV i XVI w. pod mikroskopem cyfrowym wniosła do niniejszej pracy kilka bardzo cennych informacji. Jedną z nich jest wyodrębnienie z grupy poddawanych badaniom metalowych nici sześć bardzo ciekawych, a zarazem rzadko występujących przykładów modyfikacji nici o metalowym oplocie. Można tu zaobserwować wykorzystanie podwójnie i potrójnie różnokierunkowo oplecionej blaszki wokół wielonitkowej przędzy rdzenia (il. 5 i 6). Rozwiązanie w postaci podwójnego i potrójnego opłotu blaszki reprezentują przykłady w postaci boków ornatu czerwonego z drugiej połowy XV w. (nr inw. KKK tk / 122), podwójny zaś opłot reprezentuje tkanina z kolumny ornatu złotego z końca XV w. (nr inw. KKK tk / 44), kolumna i bok ornatu złotego fundacji Zygmunta I, z początku XVI w. (nr inw. KKK tk/ 46), bok ornatu fioletowego z końca XV w. (nr inw. KKK tk / 237), kolumna czerwonego ornatu z aparatu liturgicznego z XVI w. Wykorzystanie kilkakrotnie oplecionej metalicznej nici nie należy do przypadków odosobnionych w historii przemysłu tkackiego. Powyższe rozwiązania odnajdujemy na przykładzie poddawanych anali-

---

<sup>22</sup> Urządzenie to jest lekkim, przenośnym przyrządem, podłączanym do komputera poprzez port USB. Obraz przesyłany w ten sposób na ekran monitora, można wyświetlać w różnym zakresie powiększeń od 10 do ok. 400 razy. Szczególnie ważnym parametrem jest wbudowane oświetlenie w postaci kilku LED. Tego typu parametry pozwalają na zarejestrowanie obrazu z tkaniny w dużym powiększeniu, wysokiej rozdzielczości, a przede wszystkim w trudnych do fotografowania warunkach. Do utworzenia zdjęcia nie jest wymagane pobranie materiału, mikroskop cyfrowy pracuje bezpośrednio na tkaninie przez co staje się niezwykle cennym narzędziem do analizy stanu zachowania, techniki wykonania, identyfikacji splotu czy wręcz zastosowanego surowca.

zie próbek metalowych nici z szesnastowiecznych tapiserii, gdzie mamy do czynienia zarówno z nićmi o podwójnym, jak i potrójnym oplocem<sup>23</sup>.

Powyższe wyniki analizy zbliżone są do rezultatów badań opublikowanych przez A.-M. Hacke, C. M. Carr, A. Brown. W przytoczonej publikacji przeprowadzono bowiem identyfikację nici metalowych pochodzących z tapiserii z pierwszej i drugiej połowy szesnastego wieku. Autorzy wykorzystując możliwości technik analitycznych dowiedli, iż w grupie 23 próbek przebadano zarówno nici o pojedynczym, podwójnym, jak i potrójnym oplocie metalowym. Kierunek nici podobnie, jak w przypadku nici z włoskich aksamitów występował w typie „S”, a rdzeń w kolorze białym i różnych wariantach koloru żółtego. Autorzy publikacji dowodzą, iż obecność nici o podwójnie czy potrójnie skręconej blaszce świadczy o wcześniejszym pochodzeniu wykorzystanych materiałów, jak również podnosi wartość obiektów, w których zastosowano wybraną technikę. Nici podwójnie skręcone znane już były bowiem w XIV w. na Bliskim Wschodzie, w XV w. w centralnej Hiszpanii bądź w Wenecji<sup>24</sup>. Odnosząc się do powyższych materiałów należy wspomnieć, iż tkaniny, w których występowały fragmentarycznie nici o wielokrotnym oplocie to altembasy i brokaty datowane stylistycznie na koniec piętnastego i początek szesnastego wieku.

Zastosowanie podwojonego czy potrójnego oplotu blaszki wydaje się być zabiegiem niezwykle dekoracyjnym i efektownym. Tego typu rozwiązanie mogło być rodzajem modyfikacji tradycyjnego w XVI w. pojedynczego metalowego oplotu wokół rdzenia. Co więcej zaobserwowanie omawianych nici w tkaninach należących do grupy brokatów i przede wszystkim altembasów może sugerować intencję podniesienia ich wartości ze względu na obecność rozwiniętych form typowych materiałów. Próbuąc dowieść powyższą hipotezę przeprowadzono szereg analiz pod mikroskopem cyfrowym badając układ nici, częstotliwość ich występowania, jak również kierunek splotu na całej długości metalowego wątku. Wynik obserwacji daleki był od postawionej hipotezy. Stwierdzono, iż układ nici metalowych z podwójnym oplotem zaobserwowanych na badanej tkaninie jest zupełnie przypadkowy. Nie można ustalić pewnej sekwencji czy cyklu występowania nici. Co więcej podwójny opłot blaszki występuje jedynie miejscowo (il. 7) na całej długości zasadniczej nici o pojedynczym oplocie.

Wielogodzinne obserwacje, poparte literaturą z zakresu historii produkcji tkanin pozwalają przypuszczać, iż zdwojenie oplotu metalowej blaszki stanowi połączenie dwóch ciągów nici o pojedynczym oplocie. W miejscu zakończenia nici dokręcano doń odpowiednio wcześniej kolejną partię blaszki łącząc je w sposób mechaniczny głównie poprzez młotkowanie i wkręcanie gotowych już przygoto-

---

<sup>23</sup> A.-M. Hacke, C. M. Carr, A. Brown, *Investigation into the Nature of Metal Thread*, dz. cyt., s. 3309, A.-M. Hacke, C. Carr, A. Brown, *Characterisation of Metal Threads*, dz. cyt., 415 n,

<sup>24</sup> Tamże, s. 417.



wanych sprężynek. Tego typu zabieg technologiczny sugeruje sama wieloetapowa produkcja metalowych nici.

Podsumowując wnioski wypływające z wyników badań na bazie mikroskopu cyfrowego można stwierdzić, iż narzędzia te uzupełniają się wzajemnie czego konsekwencją jest dogłębna analiza morfologiczna grupy tkanin w oparciu o materiał badawczy. Zastosowanie mikroskopu cyfrowego pozwoliło poszerzyć grupę wyodrębnionych typów metalowych nici w postaci wątków z pojedynczym metalowym opłotem oraz drucików drotowych, o trzecią, grupę w postaci nici o wielokrotnie kręconej blaszce. Po przebadaniu w sumie trzynastu próbek nici obiema technikami stwierdzono obecność sześciu nici o pojedynczym oplocie metalowym, pięciu nici o podwójnym, jednej nici o potrójnym oraz dwóch drucików ciągniętych. Powyższe warianty dekoracyjnych wątków o wielokrotnym oplocie towarzyszą sobie wzajemnie w obrębie jednej tkaniny. Druciki zaś występują samodzielnie przeprowadzane przez całą jej szerokość. Praktycznie wszystkie nici wykazują średni typ skrętu opłotu metalowej blaszki o kierunku „S”. W przypadku podwójnych opłotów, wewnętrzna blaszka wykazuje skręt w typie „Z”, zewnętrzna zaś w typie „S”. Nić złożona z trzech skręcających się spiralnie pasków reprezentuje kierunek skrętów w kolejności od wewnętrznej strony: „S” – „Z” – „S”. Metalowe blaszki okręcane były wokół wielonitkowego rdzenia o słabym skręcie reprezentującym typ kierunku „S”.

Każdy obiekt materialny ulega naturalnemu procesowi zniszczenia. Wiąże się to zarówno z osłabieniem strukturalnym surowców, które podlegają stopniowemu osłabieniu, jak również z ingerencją zewnętrzną np. w postaci niewłaściwych warunków przechowywania. Znajomość procesów degradacji oraz umiejętność identyfikacji jej symptomów, pozwala znaleźć i wykorzystać możliwie najlepszą metodę aby zapobiec bądź zwolnić proces zniszczenia stwarzając zabytkom warunki do przetrwania. Dlatego też tak bardzo ważnym momentem często decydującym na etapie wyboru właściwej techniki konserwatorskiej jest zastosowanie metod analitycznych. W tej dziedzinie nauka wychodzi naprzeciw historykom i konserwatorom stosując urządzenia nie wymagające pobierania materiału badawczego bądź wykorzystujące niewielkie jego próbki.

Celem uzyskania większej ilości informacji o obiektach poddano materiał badaniom skaningowym mikroskopem elektronowym SEM z mikrosondą EDS. Przeprowadzono analizę trzynastu próbek metalowych nici pobranych z włoskich aksamitów pochodzących ze zbiorów Katedry na Wawelu. Analiza elementarna wykazała procentowy skład pierwiastków charakterystyczny dla badanej substancji. Szczególnie istotne i pożądane w niniejszej analizie jest badanie obecności złoceń bądź stopów złota charakterystycznych dla wczesnej technologii produkcji blaszek. Obok samego składu bardzo ważny wydaje się wybór badanej powierzchni próbki. Analiza tak zewnętrznej jak i wewnętrznej strony blaszki pozwala określić

czy badana blaszka złożona była jednostronnie czy może dwustronnie. Informacja ta pozwala bowiem odtworzyć system produkcji badanych próbek (zob. tabela)<sup>25</sup>.

Badanie skaningowym mikroskopem z mikrosondą elektronową wykazało obecność czterech blaszek złożonych dwustronnie na bazie ze srebra, z dużą przewagą stopu złota po stronie zewnętrznej. Ponadto zidentyfikowano trzy oploty złożone jednostronnie w oparciu o srebro. Pozostałe nici podlegają innym kryterium podziału<sup>26</sup>.

Analizując morfologię nici przy użyciu SEM, badanie trzech próbek pochodzących z kolumny ornatu złotego (białego) fundacji Zygmunta I z pocz. XVI w. (nr inw. KKK tk / 46) boków czerwonego ornatu, z drugiej połowy XV w. (nr inw. KKK tk / 122) i boków czerwonego ornatu fundacji Zygmunta I, z początku XVI w. (nr inw. KKK tk / 57) potwierdziło obecność jednostronnego złocenia sugerując młotkowanie blaszki wraz z dodaną złotą folią celem pozłocenia materiału. Znako- mita większość złożonych nici charakteryzuje się obecnością samego złota w składzie od ok. 40% do 80%. Tak duża przewaga w stosunku do pozostałych komponentów wpływa na wysoką jakość materiału wykorzystanego w produkcji zabytkowych tkanin aksamitnych. Obok jednak tych bardzo wartościowych nici są też takie o bardzo słabym stopie z domieszką miedzi. Na tych przykładach w miejscach wytarcia złocenia pojawia się wyraźnie odnotowana na wykresach EDS obecność tlenków srebra, siarczków i jonów sodu świadczących o obecności korozji<sup>27</sup>.

Chcąc porównać możliwości analityczne metod instrumentalnych, trzy próbki metalowych nici pochodzących z włoskich tkanin aksamitnych poddano analizie spektrometrem fluorescencji rentgenowskiej. W powyższym zestawieniu SEM daje bardziej czytelny obraz składu pierwiastkowego także pod względem ilościowym. Wybrano próbki nici z kolumny zielonego ornatu fundacji Zygmunta I, z początku XVI w. (nr inw. KKK tk / 42), boku złotego (białego) ornatu z końca XV w. (nr inw. KKK tk / 44) oraz boku złotego (białego) ornatu fundacji Zygmunta I, z początku XVI w. (nr inw. KKK tk / 46).

Powyższe badania potwierdzają wyniki analiz skaningowym mikroskopem elektronowym z dużą dokładnością, zwłaszcza jeśli chodzi o zestawienie pierwiastków kluczowych w interpretacji składu procentowego złota, srebra i miedzi. Analiza ta wskazuje na możliwość wykonywania analiz spektrometrem XRF w przypadku badań nad niemi metalowymi, zwłaszcza w tkaninach, gdzie nie zawsze jest możliwość pobrania materiału badawczego. Wiarygodność wyniku wskazuje na duże możliwości aparatury w badaniach składu pierwiastkowego stopów nici metalowych, czy produktów korozji. Powyższe analizy mogą jednak okazać się niewystarczające wobec identyfikacji ilościowej pierwiastków tak ważnej w badaniach nad chronologią i warsztatem technologicznym materiału zabytkowego, gdzie tego

<sup>25</sup> M. Ja'ro', *Gold Embroidery*, dz. cyt., s. 47.

<sup>26</sup> Nie wszystkie bowiem materiały badano pod kątem obecności złota po stronie wewnętrznej blaszki.

<sup>27</sup> A. Timar-Balazsy, D. Eastop, *Chemical Principles in Textile Conservation*, dz. cyt., s. 135 n.

typu informacje stanowią często jeden z kierunków interpretacji. Ponadto SEM EDS stwarza także możliwości zobrazowania próbki w dużym powiększeniu i w dużej rozdzielczości, gdzie punktowe wyznaczenie przestrzeni pozwala na zebranie danych o składzie pierwiastkowym z konkretnego pola czy większej powierzchni.

Podsumowując wyniki przeprowadzonych badań trzeba wspomnieć, iż analiza morfologiczna w oparciu o badania analityczne pozwoliła wyodrębnić z bogatej grupy powszechnie stosowanych nici metalowych trzy zasadnicze typy. Nić z pojedynczym oplotem metalowej blaszki, nici z wielokrotnym oplotem oraz druciki ciągnięne. W przypadku pierwszych dwóch typów zaobserwowano zasadę skrętu, jego kierunek oraz inne parametry takie jak kolor, materiał czy sposób złożenia. Analiza morfologiczna druczika nie stwarzała specjalnych trudności badawczych. Wyróżniono tu skład pierwiastkowy wskazujący na sposób złożenia czy też sposób wykonania, jak również wyobrażenie o układzie splotowym.

Szczególnych trudności dostarczyła analiza nici wielokrotnie oplecionych metalową blaszką (podwójnie i potrójnie). Badania analityczne pozwoliły w tym wypadku postawić dwie hipotezy powstawania czy wykorzystywania tego typu nici w XV i XVI wiecznych aksomitach. Analiza SEM pozwoliła wyodrębnić z badanego materiału grupę nici metalowych złożonych dwustronnie: nić z kolumny ornatu z aparatu liturgicznego z XVI w., z boków ornatu fioletowego z XVI w. (nr inw. KKK tk / 98), z boków ornatu fioletowego z końca XV w. (nr inw. KKK tk / 237) i złożonych jednostronnie nici z boków czerwonego ornatu z poł. XV w. (KKK tk / 122) oraz boków czerwonego ornatu fundacji Zygmunta I, z pocz. XVI w. (nr inw. KKK tk / 57). To rozróżnienie prowadzi do postawienia hipotezy na temat sposobów złożenia metalowych blaszek, jak również metody wytwarzania samej blaszki. M. Jaro<sup>28</sup> sugeruje, iż w technologii późnego średniowiecza i wczesnego renesansu istniały dwa kierunki złożenia blaszek zależne od sposobu ich wykonania. Pisze bowiem, iż większość publikacji europejskich wskazywała w XIII i XIV w. na metodę wykorzystywania paseczków ze srebrnego złoconego druczika<sup>28</sup>.

Wraz z postępem techniki i rozwojem przemysłu tkackiego tak stosowany w produkcji surowiec, jak i ilość złota dodawanego w procesie złożenia maleje. Obserwacje te przedstawiono w tabeli, gdzie zestawiono stopniowo malejące wyniki wskazujące na skład procentowy złota z prawdopodobnym czasem powstania zabytku. Co więcej w blaszkach z XV i pocz. XVI w. wyraźnie przeważa stop czystego srebra pokryty stosunkowo wysoką wartością procentową złota, późniejsze zaś nici metalowe (XVI w. i 2 poł. XVI w.) stopniowo ujawniają obecność miedzi zwłaszcza w drucikach drotowych (ornat fundacji Stefana Batorego z połowy XVI w. i zielony ornat fundacji Zygmunta I z początku XVI w. o nr inw. KKK tk / 42).

Analiza morfologii metalowych blaszek wykorzystywanych jako wątek ozdobny we włoskich brokatach i altembasach z XV i XVI w. wskazuje na prawdo-

---

<sup>28</sup> A. Oddy, *The Production of Gold Wire*, dz. cyt., s. 83 n.

podobną technikę wykonania. Bardzo regularna forma, gładka powierzchnia i średnica o podobnym przekroju na całej długości blaszki wskazują na sposób wykonania metalowych nici poprzez nawinięcie złoconej blaszki na wcześniej przygotowany pręcik. Metodę tę przywołują argumenty w postaci stosunkowo ciasnego, spiralnego oplotu powstałego po usunięciu drucika. Ciekawą wskazówką jest przeprowadzony sposób łączenia metalowych blaszek oplatających rdzeń poprzez spiralne dołączenie kolejnych pasków. Tego typu zabieg zaobserwowany na kilku przykładach omawianych tkanin możliwy był do wykonania w niniejszej technice.

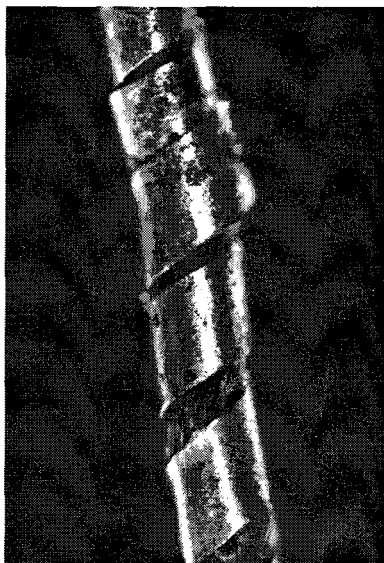
Badanie SEM EDS obok analizy morfologicznej i identyfikacji pierwiastkowej przyczyniło się do postawienia dwóch przypuszczalnych hipotez na temat nici metalowych włoskich aksamitów z XV i XVI w. Jedną z nich jest identyfikacja warsztatu technologicznego typowego dla danego okresu, drugą zaś jest analiza morfologiczna nici metalowych tkanin ze Skarbca Katedry na Wawelu.

Postęp nauki w dziedzinach ścisłych i dostosowanie urządzeń pomiarowych do badań obiektów zabytkowych z jednej strony, a otwarcie się historyków sztuki, opiekunów obiektów zabytkowych i konserwatorów na współpracę z instytucjami naukowymi z drugiej, doprowadziły do odnalezienia wspólnego interdyscyplinarnego języka i stworzenia zaplecza naukowego. Ewolucja możliwości sprzętu, dobór odpowiednich detektorów bądź też stopniowa eliminacja metod inwazyjnych i niszczących sprawiają, że chętniej wykonuje się analizy bez konieczności pobierania próbek. Podejmując pracę nad dziełem sztuki, przyjmuje się wraz z nim odpowiedzialność za dokument przeszłości, za jakość nośnika informacji przekazywanego w przyszłości specjalistom dysponującym bardziej specjalistyczną wiedzą popartą nowymi możliwościami sprzętu technicznego. Zatarcie bowiem nawet najdrobniejszego szczegółu zaważyć może o jakości poznanej historii badanego materiału.

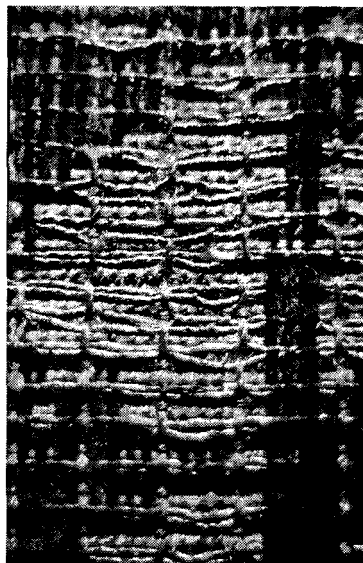
TABLICA. Skaningowy mikroskop elektronowy sem eds – analiza pierwiastkowa nici metalowych

Numery wykonywanych analiz:		C	Au %	Ag %	Cu %	Ag <sub>2</sub> O %	Ag <sub>2</sub> S %	AgCL %	Si %	N %	Mg %	Identyfikacja metalowego oplotu
Bok złotego ornatu z końca XV w. (KKK tk / 44)	l.niść blaszka	X x	- ~60	~2 ~35	- -	~5 ~1	~1 -	- ~4	- -	- -	- -	Srebro złoczone o wys. Stopie czystego złota
Bok z niebieskiego ornatu z XV/XVI w. (KKK tk / 238)	l.niść blaszka	X x	- ~75	~2 ~20	- -	~3 -	- -	- -	- -	- -	~2 -	Srebro złoczone o wys. Stopie czystego złota
Bok fioletowego ornatu z końca XV w. (KKK tk / 237)	l.niść blaszka zew. blaszka wew.	X X x	- ~45 ~2	~4 ~50 ~4	- ~3 ~4	- - -	- - ~1	- - -	- - -	- - -	~2 - -	Srebro złoczone <b>dwustronnie</b> (lekka domieszka Cu)
Bok z czerwonego ornatu z 2 poł. XV w. (KKK tk/ 122)	l.blaszka zew. blaszka wew.	X x	14.38 -	76.4 4 88.5 6	- 3.36	- -	9.16 2.94	- 5.14	- -	- -	- -	Srebro złoczone <b>jednostronnie</b>
Bok zielonego ornatu z pocz. XVI w. fundacji Zygmunta I (KKK tk / 57)	l.blaszka zew. blaszka wew.	X x	6.32 -	82.6 0 88.6 5	- -	- -	7.69 7.70	2.81 3.65	0.5 8 -	- -	- -	Srebro złoczone <b>jednostronnie</b> Czystym Au
Bok złotego ornatu z pocz. XVI w. Fundacji Zygmunta I (KKK tk/ 46)	l.blaszka zew. blaszka wew.	X x	49.78 -	39.6 8 82.8 2	10.2 8 15.6 8	- -	- 0.81	- 0.68	0.2 6 -	- -	- -	Srebro złoczone <b>jednostronnie</b> , wysokim stopem Au z dodatkiem Cu

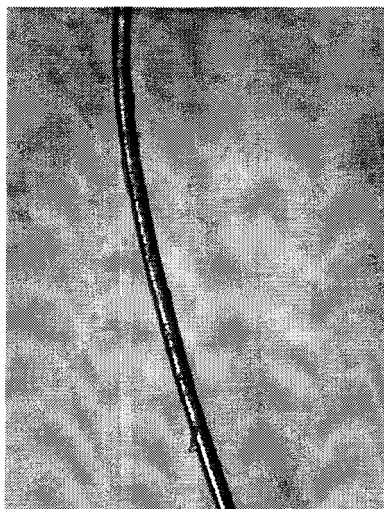
Numery wykonywanych analiz:		C	Au %	Ag %	Cu %	Ag2O %	Ag2S %	AgCL %	Si %	N %	Mg %	Identyfikacja metalowego oplotu
Ornat z czerwonego aparatu liturgicznego -1poł. XVI w.	1. blaszka zew. blaszka wew.	X x	~17 ~20	~75 ~75	~2 ~4	~1 ~1						-srebro złożone <b>dwustronnie</b> , stop Au, AG, Cu
	2. blaszka zew. blaszka wew.	X x	~45 ~3	~45 ~5	~1 ~1	~1 ~1						Srebro złożone <b>dwustronnie</b> , od wewnątrz bardzo słaby stop prawdopodobnie Łączony z Ag i Cu
	3. blaszka nić	X x	~50 -	~40 x	~5 -	~2 x	x	x	x		x	Srebro złożone wysokim stopem złota z domieszką miedzi
Ornat fundacji Anny Jagiellonki- poł XVI w.	1. nić blaszka	X x	- -	~5 ~83	- -	~2 ~5	~1 ~7	~2 ~5	- -	- -	- -	Czyste srebro
Fioletowy ornat z XVI w. ( KKK tk / 98) dar Anny Jagiellonki	1. nić blaszka zew. blaszka wew.	X X x	- ~60 ~1	~5 ~39 ~5	~0,5 ~1 -	~1 - ~2	~1 - -	x - -				Srebro złożone <b>dwustronnie</b> , o wysokim stopie prawie czystego złota od zewn. i b. niskim od wew
Kolumna zielonego ornatu z 2. poł. XVI w., fundacja Zygmunta I (KKK tk/42)	1. drucik	X	0.42	83.71	4.49	-	-	11.39	-	-	-	Srebro złożone b. słabym stopem z dodatkiem Cu
Ornat fundacji Stefana Batorego z poł. XVI w.	drucik	X	0,2	63,2	2,1	-	0,6	8,2	-	-	-	Srebro złożone b. słabym stopem z dodatkiem Cu



A



B



C



D

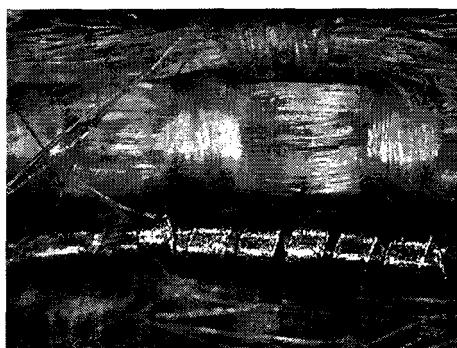
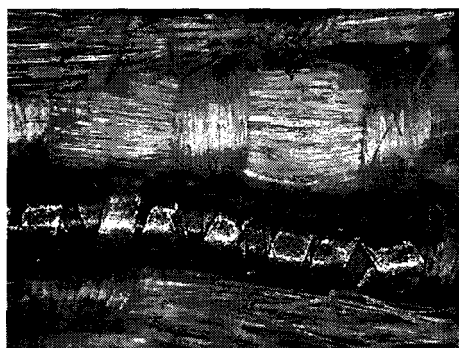
Il. 1a. Typy i możliwości wykorzystania metalowych nici. A i B – nić z metalowym oplotem na jedwabnym rdzeniu; C i D – drucik metalowy



Il. 5. Podwójny opłot metalowej blaszki boków czerwonego ornatu z drugiej połowy XV w. (KKK tk / 122) (mikroskop cyfrowy – fot. N. Krupa)



Il. 6. Potrójny opłot metalowej blaszki z boków czerwonego ornatu z drugiej połowy XV w. (nr inw. KKK tk / 122) (mikroskop cyfrowy – fot. N. Krupa)



Il. 7. Przykłady blaszki o wielokrotnym oplocie. Mikroskop cyfrowy (A, B) (fot. N. Krupa)