

# Bogumiła J. Rouba

---

## Płótna jako podobrazia malarskie

---

Ochrona Zabytków 38/3-4 (150-151), 222-244

---

1985

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](http://bazhum.muzhp.pl), gromadzącej zawartość polskich czasopism humanistycznych i społecznych.

Tekst jest udostępniony do wykorzystania w ramach dozwolonego użytku.

ratoryjnych. Wykorzystuje się wówczas cylindryczne elektrolityczne ogniwo, posiadające na jednym końcu krążek zapewniający idealne przyleganie ogniwa do polerowanej powierzchni. Katoda znajduje się w środku ogniwa, elektrolit przechodzi przez rurkę siłą pompy zanurzonej w pojemniku z elektrolitem; katoda jest połączona obwodem elektrycznym<sup>72</sup>.

W wypadku niemożności wykonania mikrofotografii z powierzchni wypolerowanego rdzenia można wykonać jej replikę. Powierzchnię wytrawioną i wypolerowaną pokrywa się roztworem żywicy, tak aby otrzymać blon-

<sup>72</sup> Ibidem, s. 102.

<sup>73</sup> Ibidem, s. 103.

kę o grubości 0,2 mm. Wysychanie błonki można przyspieszyć przez działanie promieniami IR, następnie błonkę odrywa się, unikając odkształcenia. Replika jest gotowa do mikrofotografii. Najlepsza do wykonania repliki jest żywica metakrylowa, a w szczególności nitrocelulozowa. Metoda ta jest efektywna gdy stosuje się mikroskop fazowy. Można też inaczej przygotować replikę, tzw. faksymile, metodą utworzenia błony z żywicy na gładkim szkle, a następnie nanieść ją na badaną powierzchnię zwilżoną rozpuszczalnikiem (benzolem, octanem amylu)<sup>73</sup>.

mgr Marek K. Ślesiński  
Kraków

## METHODS OF IDENTIFYING FORGED METAL WORKS OF ART

The present article is a continuation of the subject already published in this magazine under the title „Methods of Forging Metal Objects” („Ochrona Zabytków”, 1982, nos 3-4). It gives a full survey of techniques used to identify forgeries of metal works of art. The author discusses and gives his opinion of visual and UV examinations, examinations by means of specific weight, measurement of the po-

tential of corrosion, neutron activating analysis, X fluorescence method, PIXE method and a classical wet chemical analysis, spectral emission analysis, metallurgic tests, a technique of absorptive atom spectrometry, isotopic analysis and a micro-observation technique.

The survey of these methods has been illustrated with examples of the studies that are carried out in the world.

BOGUMIŁA J. ROUBA

## PŁÓTNA JAKO PODOBRAZIA MALARSKIE

Powszechny jest pogląd, że podobrazia drewniane są podłożami aktywnie uczestniczącymi w procesach destrukcji namalowanych na nich obrazów. Podobrazia tekstylne uważane są za znacznie bardziej obojętne, a ich główną wadę widzi się w tym, że same łatwo ulegają uszkodzeniom. Duży udział w kształtowaniu takich przekonań ma fakt istnienia znacznej dysproporcji w wiedzy podstawowej dotyczącej drewna i tkanin. Drewnem zawsze interesowali się specjaliści z wielu dziedzin nauki z uwagi na jego powszechne stosowanie w budownictwie, konstrukcjach, przemyśle. Istnieje ponadto ogromna wiedza praktyczna, pomagająca zrozumieć procesy starzenia i zmian właściwości drewna zachodzące w miarę upływu czasu. W odniesieniu do tkanin również istnieje wiedza praktyczna dotycząca ich użytkowania, jednakże jest ona mało przydatna dla konserwatorów, ponieważ funkcja tkaniny w codziennym życiu jest zupełnie inna niż funkcja tkaniny w namalowanym na niej obrazie. Badania naukowe prowadzone przez specjalistów włókienników służą niemal wyłącznie poszukiwaniu optymalnych metod i warunków przerobu włókien. Badania te sięgają najdalej do określania zachowania tkanin podczas użytkowania, obliczanego na kilku-, najwyżej kilkusetletnie okresy. W rezultacie takie zagadnienia, jak np. starzenie tkanin czy zmiany ich właściwości po kilkusetletnim użytkowaniu, nie interesują nikogo poza konserwatorami.

Badania tych zagadnień prowadzi obecnie kilka ośrodków konserwatorskich na świecie. Spośród prac wykonanych i opublikowanych na uwagę zasługuje m.in.

dorobek połączonego Zespołu Laboratorium Technologii Tekstylniej Politechniki w Delft i Laboratorium Badania Zabytków w Amsterdamie. Zespół ten, powołany przez ICOM, realizował w latach siedemdziesiątych szeroki program badawczy, w wyniku którego wyjaśniono wiele zjawisk związanych ze starzeniem płócien i włókien. Opracowano m. in. teoretyczny model degradacji celulozy z bawełny<sup>1</sup>. Trwają prace nad teorią degradacji celulozy. Przebadano i uporządkowano zagadnienie wpływu poszczególnych czynników wywołujących starzenie tkanin na jego szybkość i przebieg. Określono rodzaje zmian zachodzących we włóknach i częściowo w tkaninach<sup>2</sup>. Najnowsze osiągnięcia w badaniach nad tkaninami zabytkowymi przedstawione zostały na konferencji ICOM zorganizowanej w 1981 r. w Waszyngtonie.

Jakkolwiek wszystkie te prace wyjaśniają wiele zjawisk dotychczas niezrozumiałych, to ogromna jest jeszcze liczba problemów nie tkniętych przez naukę a uciążliwych dla praktyki konserwatorskiej.

Prezentowana poniżej praca stanowi próbę stworzenia możliwie najprostszego „warsztatu badawczego”, który dałby konserwatorowi-praktykowi możliwość po-

<sup>1</sup> R. Elma, A. H. J. Nijhof, *A Model for the degradation of Cotton*, „J. Polymer Sci.”, Symposium no 42, 1545-1562, 1973.

<sup>2</sup> J. E. Leene, L. Demeny, R. L. Elema, A. J. dr Graaf, J. J. Surtel, *Artificial Ageing of Yarns in Presence as Well as in Absence of Light and Under Different Atmospheric Conditions*, ICOM Conference, Venice 1975.

głębiego rozumienia płótna użytego jako podobrazie malarские. Przedstawia również przemyślenia i wnioski sformułowane na podstawie wyników badań dużego zespołu obrazów na płótnie.

Płótna malarskie (ang. *fabric, linen canvas*; niem. *Maltuch, Malleinen, Malleinwand*; franc. *toile*; ros. *cholst*) – to tkaniny z włókien roślinnych lub zwierzęcych, które po odpowiednim przygotowaniu stanowią podłoża malarskie.

Włóknem najpowszechniej używanym jako surowiec do wyrobu płócien malarskich zawsze był len, rzadziej konopie, juta, jedwab, bawełna<sup>3</sup>. Włókna uzyskane z łodyg lnu przez rosenie i międlenie poddaje się obróbce (czyszczenie, trzepanie, czesanie) dla uzyskania przędzy. Proces przędzenia nitek jest jedno- lub kilkietapowy. Włókna ułożone i skręcone w określony sposób stanowią surowiec do otrzymania tkaniny<sup>4</sup>. Nitki splata się ze sobą różnymi metodami. W zależności od typu splotu można uzyskać z tego samego surowca tkaniny o różnej strukturze i właściwościach. Jako podłoża malarskie używane były najczęściej tkaniny o prostym splotcie płóciennym, powstające przez krzyżowanie każdej nitki osnowy z każdą nitką wątku. Wyjątek stanowią tkaniny szkoły weneckiej i hiszpańskiej o splotcie skośnym i jego pochodnej – splotcie jodełkowym (tzw. ości rybnie)<sup>5</sup>. Tkaniny skośne, jodełkowe, rypsowe, używane były również niekiedy przez pojedynczych artystów. Cechą najbardziej różnicującą tkaniny używane w różnych okresach rozwoju malarstwa były jednak nie tyle różne sposoby splatania, ile różnorodność grubości i gęstości, a w następstwie tego różnorodna faktura powierzchni.

Historia płóciennych podobrazie malarskich rozpoczęła się w starożytności. Z przekazu Pliniusza wiemy o olbrzymim (120 stóp) portrecie Nerona, wystawianym przy większych uroczystościach w Rzymie. Z całą pewnością nie był on pierwszym obrazem namalowanym na płótnie.

Śledząc kolejno traktaty o malarstwie można w każdym niemal znaleźć informację o sposobie napinania na krosna i przygotowywania płóciennych podobrazie.<sup>6</sup>

*Hermeneja* (X–XV w.) w paragrafach 27 i 53 mówi o przygotowaniu płótna i sukna, o malowaniu na jedwabiu i o krosnach malarskich. W *Mappae clavicula* (XII w.) znajduje się wzmianka o malowaniu na płótnie farbami woskowymi, zaś w *Liber iluministarius* (XV w.) jest przepis na zaprawę na płótno opartą na kleju z maki.

<sup>3</sup> Ch. Wolters, J. Tauber, *Le traitement des peintures: les supports en toile*, „Museum”, XIII, 1960, s. 135–154. Autorzy wymieniają również możliwość stosowania płócien z włókna pokrzywy, kolcolistu zachodniego (*Ulex Europeans*), bisioru (włókna jedwabiste z cieczy małżów). O włóknach bawełny wiadomo, że były sporadycznie stosowane jeszcze przed XIX w., brak jednak systematycznych badań tego zagadnienia.

<sup>4</sup> Podczas przędzenia nadaje się włóknom kierunek skrętu „Z” lub „S” w zależności od tego czy w procesie skręcania nadano pochylenie spiralne elementów warstwy zewnętrznej przędzy zgodne z pochyleniem części środkowej litery „Z” lub „S”.

<sup>5</sup> W zasadzie tkanin takich nie można już nazywać płótnami, niemniej jednak wbrew definicjom włókienników, pod pojęciem „płótna malarskie” rozumie się najczęściej każdą tkaninę użytą jako podłoże, bez względu na splot, a więc bez względu na to, czy jest ona rzeczywiście płótnem, czy nie.

Opis krosien, sposobu napinania tkaniny lnianej lub jedwabnej i malowania na nich znajdujemy u Cennino Cenniniego w rozdziałach 162–165 i 173<sup>7</sup>. W rozdziale 165 Cennini podaje sposób wykonania popularnych w ówczesnej Europie malowideł na płótnie nie gruntowanym, przeznaczonych do oglądania z obydwu stron<sup>8</sup>. Płótna używane do tego typu malowideł były cienkie, gładkie, delikatne. Bardzo często były to płótna bielone<sup>9</sup> (np. Ołtarz Drezdeński A. Dürera z 1496 r.).

Około roku 1500 nastąpiło wyraźne i szybkie rozpowszechnienie podobrazie płóciennych. Przyjęło się uważać, że przyczyną wypierania desek drewnianych był mniejszy ciężar i łatwość transportu obrazów na płótnie. Według Ch. Woltersa<sup>10</sup> znacznie ważniejszym czynnikiem było zafrapowanie ówczesnych artystów możliwościami wywoływania nowych zjawisk plastycznych przez wykorzystanie faktury płócien. Zaczęły się wówczas pojawiać płótna grube, ziarniste, o wyraźnej fakturze, a także wspomniane już tkaniny o splotcie skośnym i jodełkowym. W siedemnastowiecznym malarstwie, zwłaszcza włoskim, używano płócien rzadkich i bardzo rzadkich, których fakturę podkreślano jeszcze specjalnym sposobem gruntowania wydobywającym ją i pogłębiającym<sup>11</sup>.

W XVIII w. nastąpił powrót do płócien gęstych, bardziej gładkich i równomiernie tkanych.

Wiek XIX charakteryzował się w tym względzie dużą różnorodnością. Obowiązywały już wówczas zasady świadomego wyboru płótna do określonego typu prac malarskich. Do portretów i małych pejzaży używano zwykle płócien gęstych, o drobnym ziarnie, gładkich. Do większych prac używano płócien średnio- i rzadziej gruboziarnistych. Dopiero impresjoniści, a później ekspresjoniści, początkowo z ubóstwa, a następnie świadomie, zgodnie z przyjętą zasadą burzenia dotychczasowego porządku, wprowadzili do malarstwa płótna workowe, o chropowatej fakturze, często z włókien jutowych.

W ciągu wieku XIX zaszły głębokie zmiany w produkcji płócien. Wprawdzie pierwsze odkrycie tkackiego krosna mechanicznego nastąpiło już w roku 1678 w Anglii, jednak nie miało ono praktycznie większego znaczenia, podobnie jak powtórne odkrycie dokonane we Francji w roku 1745. Wynalazek z trudem torował sobie drogę. Po upływie dalszych 40 lat, ponownie w Anglii, powstała konstrukcja Cartwrighta. Był to rok 1787, ale i od tej daty musiało minąć wiele lat, nim płótna mechanicznie tkane stały się dostępne w han-

<sup>6</sup> E. Berger, *Quellen für Technik der Fresco – Oil – und Tempera – Malerei des Mittelalters*, München 1912, s. 22, 155, 158, 192, 197; *Erminija ili nastawlenije w žiwopisnom iskusstwie sostawlennoje Jeromachom i žiwopisem Dionisijem Furnoagrafiatom 1701–1703 god*, „Trudy Kiewskoj Duchownoj Akademii”, t. I, Kijew 1868, s. 292 i 295.

<sup>7</sup> C. Cennini, *Rzecz o malarstwie*, Wrocław 1955, s. 96.

<sup>8</sup> Brak polskiego terminu na określenie tego typu malowideł; w literaturze zachodniej występują one pod nazwami *Tüchlein* lub *telarensa*.

<sup>9</sup> K. Wehlte, *Werkstoffe und Techniken der Malerei...*, O. Mayer Verlag, Ravensburg 1967, s. 402–405.

<sup>10</sup> Ch. Wolters, J. Tauber, op. cit., s. 137–139.

<sup>11</sup> Według Ch. Woltersa, ibidem, działali wówczas wyspecjalizowani pomocnicy malarscy, którzy opanowali sztukę takiego gruntowania, że masa zaprawy osiadała w większych ilościach na szczytach nitek, niż w zagłębieniach. Taki sposób gruntowania określa Wolters terminem „structure pave-menteuse”.

dlu. W roku 1822 Roberts w Manchester wprowadził tkanie mechaniczne do praktyki. W Niemczech w roku 1845 Schönbergr uruchomił pierwsze krosna mechaniczne w Chemnitz<sup>12</sup>. Tak więc rozpowszechnianie płócien mechanicznie tkanych następowało stopniowo od roku 1822 do 1850, a na terenach ziem polskich od roku 1838 do około 1870<sup>13</sup>.

W pierwszej połowie XIX w. polskie płóciennictwo opierało się głównie na pracy drobnych manufaktur i pracy nakładczej<sup>14</sup>.

Większe ośrodki lnianstwa istniały w tym czasie w Kaliszu, Andrychowie, Łowiczu, Korczynie, Łodzi i okolicach Częstochowy. Przerabiały one głównie len produkcji krajowej, niskiego gatunku. Jedyny duży zakład lniański powstał w roku 1833 w Żyrardowie. Produkcja Żyrardowa opierała się na wysokogatunkowym surowcu importowanym z terenów północnej Rosji<sup>15</sup>. Wobec rosnącej konkurencji przemysłu bawełnianego produkcja lnianka, zwłaszcza ta oparta na chałupnictwie, wykazywała w ciągu całego XIX w. tendencje spadkowe. Oprócz fabryki w Żyrardowie, stanowiącej enklawę nowoczesności, powszechna mechanizacja objęła najpierw przemysł bawełniany. Jako pierwsze zostało zmechanizowane przędzalnictwo bawełny, potem wykańczalnictwo, a następnie dopiero tkactwo. Natomiast produkcja większości manufaktur lniankich jeszcze w latach sześćdziesiątych XIX w. ograniczała się przeważnie do skupowania, bielienia i wykańczania płócien produkowanych chałupniczo.

Procesy wykańczalnicze obejmowały spieranie tkanin w celu usunięcia śliny prządek z nitki i usunięcia klejonek z osnowy. Spieranie łączono, często z biciem stępką dla zmiękczenia i uszlachetnienia wyrobów. Następnie płótna poddawano bielieniu „na blechu”, czyli przez rozkładanie na słońcu i polewanie wodą. Drugim etapem bielienia była obróbka chemiczna. Już w XVIII w. stosowano gotowanie płócien w ługu (z popiołu drzewnego), a jako uzupełnienie – moczenie przez 24 godziny w kwaśnym mleku. Od około 1830 r. powoli zmieniły się sposoby chemicznego bielienia. Rozpoczęło się używanie chloru, większych ilości wapna, dłuższe gotowanie w silnych ługach. Zaczęto stosować sól kuchenną, kwas siarkowy, odchodząc, w miarę wzrostu i przyspieszenia tempa produkcji, od bielienia na słońcu.

Po wybieleniu płótna poddawane były krochmaleniu w rozklejonej skrobi pszenicznej lub (od XIX w.) ziemniaczanej. Krochmalenie łączono często z lazurowaniem. Aż do czasu rozpowszechnienia sztucznej ultramariny lazurowanie wykonywano za pomocą indyga. Ostatnim etapem obróbki było maglowanie lub kalandrowanie dla nadania tkaninie „lustro” i ukrycia błędów przędzalniczych i tkackich.

W tkaniu na krosnach ręcznych zawsze obowiązywała dość ściśle przestrzegana zasada, aby stosunek osnowy do wątku był w przybliżeniu stały. Na 2/3 osnowy przeznaczano 1/3 wątku<sup>16</sup>. Duże odstępstwa lub wręcz odwrócenie proporcji pozwala więc wiązać po-

wstanie tkaniny z późniejszą produkcją na krosnach mechanicznych. Mechaniczne dobijanie płochy jest o wiele silniejsze niż w krosnach ręcznych i pozwala na ubicie większej liczby nitki wątku. Podobnie kierunek skrętu nitki „Z” występuje zawsze we wszystkich płótnach, do których przędza przygotowywana była ręcznie na przęślicy lub kołowrotku (o ile prządka nie była leworęczna). Przędza o skręcie „S” zaczęła być produkowana dopiero w okresie rozpowszechniania maszyn przędzalniczych<sup>17</sup>.

Analiza tych szczegółów może być niekiedy pomocna w rozstrzygnięciu o ręcznej bądź maszynowej produkcji płótna, a tym samym w datowaniu niektórych obrazów i identyfikacji falsyfikatów. Problem ten zawsze sprawiał konserwatorom wiele kłopotu.<sup>18</sup>

## I. METODA ANALIZY STRUKTURY PŁÓCIEN ZABYTKOWYCH

Indywidualne cechy tkaniny użytej jako płótno malarskie warunkują jej wytrzymałość, zachowanie w przebiegu procesów starzenia, odporność na działanie czynników niszczących; decydują więc o tym, jak dana tkanina pełni funkcję podobrazia.

O indywidualności tkaniny decyduje:

– określona mikrostruktura i skład chemiczny włókien oraz

– struktura pojedynczych nitki i struktura tkaniny.

Spośród dwu wymienionych zespołów cech struktury nitki oraz struktury tkaniny ma niewspółmiernie większy (a więc i łatwiej zauważalny) wpływ na właściwości tkaniny niż różnice składu włókien. Wpływ tych cech jest tak duży, że w niemal wszystkich obrazach malowanych na płótnie można śledzić zależności między strukturą a zachowaniem płótna jako podobrazia. Prześledzenie zależności nie jest jednak możliwe bez umiejętności określenia struktury płótna. Tymczasem konserwatorom brak podstawowego warsztatu do najbardziej choćby pobieżnego oznaczania budowy płótna. Tradycyjnie stosuje się oznaczanie gęstości liniowej, lecz wartości liczbowe podawane bez określenia gęstości wątku i osnowy oraz oznaczenia ich kierunku w obrazie – są zupełnie bezużyteczne. Podobnie bezwartościowe jest charakteryzowanie płótna nieostrymi i subiektywnymi terminami „gęste”, „rzadkie”.

Istnieje odrębna gałąź nauki – metrologia włókiennicza, która zajmuje się zarówno charakteryzowaniem przędzy, jak i gotowych wyrobów włókienniczych, a dalej określanie związków zachodzących między budową tkaniny a jej właściwościami użytkowymi. Nie wydaje się jednak ani możliwe, ani potrzebne wprowadzanie na użytek konserwacji tak szczegółowego systemu oznaczania tkanin, jaki obowiązuje włókienników, niemniej jednak niezbędne jest wprowadzenie przynajmniej niektórych z nich. Część sposobów oznaczania można przyjąć wprost z włókiennictwa, większość

<sup>12</sup> K. Wehlte, op. cit., s. 401.

<sup>13</sup> I. Turnau, *Zmiany w polskiej produkcji włókienniczej XVIII w.*, Wrocław 1962, s. 25.

<sup>14</sup> K. Bajer, *Przemysł włókienniczy na ziemiach polskich od początku XIX wieku do 1939 roku*, Łódź 1958, s. 153–155.

<sup>15</sup> W Żyrardowie już w 1833 r. pracowały jedyne na ziemiach polskich maszyny do mechanicznego przędzenia lnu na moko – I. Turnau, op. cit., s. 24.

<sup>16</sup> I. Turnau, op. cit., s. 117.

<sup>17</sup> Do niedawna np. w bawełniarstwie obowiązywała zasada przeciwstawiania skrętu „S” w wątku, skrętowi „Z” w osnowie. W wełniarstwie do dziś stosuje się zasadę skrętu „Z” w wątku, a „S” w osnowie. Por. T. Balaśński, H. Dziamara, L. Malinowski, *Pracownia włókiennicza*, Warszawa 1979, s. 206.

<sup>18</sup> K. Wehlte, op. cit., s. 401; H. Kühn, *Erhaltung und Pflege von Kunstwerken und Antiquitäten*, B. 1, Keyser München 1974, s. 27.



musi zostać zmodyfikowana, głównie ze względu na niewielką liczbę próbek tkaniny, jakie konserwator może przetrzymać do badań, a także z uwagi na to, że płótno zabytkowe nigdy nie jest czyste, zaś oczyszczone nie jest już tym samym płótnem, którym było na początku.

Przede wszystkim należy pamiętać, że przy pomiarach metrologicznych we włókiennictwie obowiązuje ścisły reżim klimatyczny, gwarantujący powtarzalność wyników. Należałoby więc, wykonując takie badania czy pomiary na użytek konserwacji, w miarę możliwości wykonywać je w normalnych warunkach włókienniczych, czyli w temperaturze 293°K (20°C) oraz przy 65% RH.

Ponieważ cechy płótna są wynikiem połączenia nitki o właściwych im parametrach wyjściowych, konieczne jest określanie tych parametrów. Budowa pojedynczej nitki charakteryzowana jest we włókiennictwie przede wszystkim przez:

- wskaźnik grubości (nr metryczny),
- wskaźnik skrętu (liczba i kierunek skrętów),
- wskaźnik nierównomierności grubości i skrętu,
- wskaźnik czystości przędzy.

Struktura tkaniny charakteryzowana jest przez:

- gęstość liniową tkaniny (w układzie wątek-osnowa),
- masę liniową, powierzchniową i właściwą oraz grubość tkaniny,
- wypełnienie,
- spłaszczenie przędzy,
- wrobienie i skarbikowanie przędzy w tkaninie.

Oprócz tego we włókiennictwie, w miarę potrzeb, wykonuje się badania wytrzymałościowe nitki i tkanin w rozmaitych warunkach w zależności od przeznaczenia tkaniny.

Dla potrzeb konserwacji niezbędne jest oznaczanie tylko niektórych spośród wymienionych parametrów nitki i tkanin i to po odpowiednim zmodyfikowaniu metod ich oznaczania. Modyfikacja ta polega przede wszystkim na rezygnacji ze stosowanych we włókiennictwie pomiarów wagowych. Np. włókiennicy charakteryzują grubość przędzy tzw. numerem metrycznym

$$\left(N_m = \frac{1}{m}\right) \text{ lub numerem tex } \left(T_t = \frac{1000 \cdot m}{1}\right).^{19}$$

Tego typu charakterystyka nitki może być użyteczna wyłącznie w badaniach próbek laboratoryjnych. Nie nadaje się dla nitki płótna zabytkowego, gdyż wymaga idealnie czystych nitki, nadto w odcinkach 100- lub 500-metrowych. Oznaczenie numeru metrycznego można zastąpić pomiarem szerokości nitki w płaszczyźnie płótna. Pomiar szerokości oprócz tego, że jest badaniem nieniszczącym ma i tę zaletę, że pozwala charakteryzować płótno w sposób bardziej dla konserwatora wyobraźalny niż jakiegokolwiek numeracje oparte na wazieniu.

Nitki powstają w wyniku skręcania pasemka włókien wokół własnej osi. W procesie przedzenia skręca się je w kierunku „Z” lub „S” wykonując określoną ilość (liczbę) skrętów w jednostce długości. Wraz ze wzrostem liczby skrętów rośnie siła tarcia między poszczególnymi włóknami i jednocześnie wytrzymałość nitki, aż

do momentu osiągnięcia tzw. skrętu krytycznego, powyżej którego następuje spadek wytrzymałości i utrata giętkości nitki. Stopień skręcenia nitki ma więc duży wpływ na wytrzymałość tkaniny, a także na zdolność i szybkość chłonięcia pary wodnej z otoczenia czy wody podczas zamoczenia. Dla potrzeb konserwatorskich nie jest konieczne oznaczanie dokładnej liczby skrętów, zwłaszcza że skrętomierze włókiennicze znowu wymagają długich odcinków nitki. Niezbędne jest jednak wskazanie różnic w stopniu i kierunku skręcenia nitki wątku i osnowy. Można przyjąć, że skręt nitki uznajemy za silny, gdy rzutowany na płaszczyznę kąt nachylenia włókien w stosunku do osi nitki jest mniejszy od 45°. Słabo skręcona nitka ma kąt nachylenia włókien większy od 45°, przeciętnie skręcona – zbliżony do 45°. Jak już wspomniano, oznaczenie kierunku skrętu nitki może być w pewnych wypadkach wykorzystane do odróżnienia nitki przedzionych przemysłowo od przedzionych na przęślicy czy kołowrotku.

Wskaźnik nierównomierności grubości przędzy jest we włókiennictwie charakteryzowany metodą obliczania współczynnika zmienności. Nierównomierność przędzy

wyznacza się ze wzoru:  $V = \frac{\sigma}{M_n} \cdot 100\%$  gdzie  $\sigma$  (sig-

ma) oznacza średnie odchylenie, a  $M_n$  oznacza średnią wartość numeru metrycznego.<sup>20</sup> Dla potrzeb konserwacji wystarczy przyjąć, że za wyrażnie nierównomierne uważamy nitki, które na różnych odcinkach swej długości mają grubość o 100% lub więcej większą od najmniejszej. O nierównomierności przędzy mówimy również, gdy w tym samym układzie (wątku lub osnowy) występują nitki o 100% lub więcej grubsze od najcieńszych. Chcąc dokładniej oznaczyć nierównomierność można posłużyć się używanym we włókiennictwie współczynnikiem  $V$ , ale po zmodyfikowaniu sposobu jego wyznaczania, o czym będzie mowa dalej.

Najważniejszym czynnikiem decydującym o właściwościach płótna jest jego struktura, którą na użytek konserwacji można charakteryzować przez gęstość liniową oznaczoną dla wątku i dla osnowy, wypełnienie wątkowe, osnowowe i wypełnienie całkowite.

Gęstość liniowa płótna – to liczba nitki wątku i osnowy w jednostce powierzchni. Dla jej obliczenia trzeba najpierw określić kierunki wątku i osnowy. Dokonuje się tego albo na podstawie równoległego do osnowy bitego brzegu tkaniny (jest to najpewniejszy sposób), albo według cech przyjętych przez włókienników:

– nitki osnowy są zawsze równoległe, wątek może być łukowaty;

– surowiec osnowy jest zwykle lepszy (równo przedzenny, bez błędów);

– wzdłuż osnowy mogą występować charakterystyczne rozrzedzenia – ślady płochy dobijającej wątek;

– liczba nitki osnowy może być większa niż wątku, nitki mają zazwyczaj większy skręt, są słabiej skarbikowane;

– wątek może być z gorszego surowca, może mieć mniejszy skręt, jest zazwyczaj silniej skarbikowany i wrobiony<sup>21</sup>.

<sup>19</sup> We wzorach  $l$  oznacza długość nitki,  $m$  – masę. Od niedawna zgodnie z obowiązującym układem jednostek SI przechodzi się na ujednoczony system numeracji tex.

<sup>20</sup> Sposób wyznaczania odchylenia (sigma) podaje M. Lo-

rens, *Przędalnictwo włókien tykowych*, wyd. III, Warszawa 1978, s. 224.

<sup>21</sup> T. Balasiński, op. cit., s. 272 oraz informacje ustne uzyskane od pracowników Instytutu Włókiennictwa w Łodzi.

Po oznaczeniu kierunku wątku i osnowy oblicza się gęstość liniową na 1 cm<sup>2</sup>.

Określenie zapełnienia tkaniny w wątku, w osnowie, a wreszcie zapełnienia całkowitego pozwala unaocznić stopień, w jakim interesujące nas płótno odbiega od modelu tkaniny idealnej, a więc takiej, której nitki wątku krzyżują się w równej liczbie z identycznymi nitkami osnowy. Stopień wrobienia i skarbikowania nitek wątku tkaniny idealnej powinien być taki sam, jak w osnowie.

W tkaninie gęstej, o idealnej geometrii rozkład naprężeń jest równomierny we wszystkich kierunkach, zatem duża część naprężeń powstających w wyniku zmian objętościowych włókien (np. pod wpływem zmian RH) powinna ulegać kompensacji i być w minimalnym stopniu przenoszona w kierunku zaprawy czy warstwy malarskiej. Tkanina o idealnej geometrii powinna więc najlepiej pełnić funkcję podobrazia malarskiego. W praktyce jest to prawdziwe tylko w odniesieniu do małych i średnich obrazów, w których siły ciężenia nie odgrywają zbyt wielkiej roli. Im płótna tych obrazów bliższe są modelowi idealnemu, tym mniejszy mają wpływ na niszczenie obrazów. W płótnach obrazów o wielkich formach układ znajdujący się w pionie powinien charakteryzować się nieco wyższymi parametrami wytrzymałościowymi. Tak więc możemy stwierdzić, że przynajmniej w odniesieniu do małych obrazów, im płótno bardziej odbiega od modelu idealnie geometrycznego, tym gorzej pełni funkcję podobrazia, ponieważ tym większa jest nierównomierność jego pracy w różnych kierunkach. Nierównomierność płótna naocznie nam porównywanie zapełnień wątkowego i osnowowego, zaś gęstość tkaniny charakteryzuje współczynnik zapełnienia powierzchniowego (całkowitego).

Według W. Żurka<sup>22</sup> współczynnik zapełnienia powierzchniowego tkaniny jest stosunkiem powierzchni pokrytej rzutem przędzy na płaszczyznę tkaniny do powierzchni tkaniny.

$$Z_o = \frac{d_o}{P_o} = d_o G_o$$

$$Z_w = \frac{d_w}{P_w} = d_w G_w$$

gdzie:

Z<sub>o</sub> – zapełnienie osnowowe,

d<sub>o</sub> – średnica nitki osnowy,

P<sub>o</sub> – odległość osi nitek osnowy od siebie,

G<sub>o</sub> – gęstość (liczba) nitek osnowy na jednostkę długości,

Z<sub>w</sub> – zapełnienie wątkowe,

d<sub>w</sub> – średnica nitki wątku,

P<sub>w</sub> – odległość osi nitek wątku od siebie,

G<sub>w</sub> – gęstość nitek wątku na jednostkę długości.

Jest to uproszczony sposób obliczania zapełnienia, gdyż nie uwzględnia spłaszczenia nitek i zmian ich średnicy pod wpływem dużego zagęszczenia, silnego dobijania w procesie tkackim lub obróbki wykańczalniczej. Dokładniejszy wynik uzyskuje się mnożąc tak obliczone zapełnienie przez współczynnik spłaszczenia Novikova (X), będący stosunkiem szerokości przędzy w miejscu skrzyżowania do średnicy przędzy okrągłej. Wartości zapełnień jednostkowych pozwalają obliczyć

zapełnienie całkowite tkaniny – czyli procent powierzchni pokrytej nitkami wątku, osnowy i skrzyżowaniami tych nitek. Wyliczenia dokonuje się według wzoru:<sup>23</sup>

$$Z_{ow} = Z_o + Z_w - \frac{Z_o \cdot Z_w}{100}$$

W praktyce włókienniczej zapełnienia określa się za pomocą różnego typu nomogramów, w których danymi wyjściowymi są numer tex i gęstość liniowa przędzy. W oznaczeniach konserwatorskich za podstawę obliczenia zapełnienia przyjmujemy szerokość nitek mierzoną w płaszczyźnie płótna. Dla uniknięcia błędów, a równocześnie dla uniknięcia skomplikowanego wyznaczania współczynnika spłaszczenia nitek, należy dokonywać pomiaru ich szerokości w odpowiednim miejscu. Nitki mierzymy za pomocą lupy binokularowej, kolposkopu lub jakiegokolwiek prostego mikroskopu wyposażonego w okular z podziałką pomiarową. Zapełnienie jednostkowe można wówczas obliczyć z prostego wzoru:

$$Z_o = S_o \cdot G_o$$

gdzie S<sub>o</sub> – średnia szerokość nitki (osnowy) – oznacza wartość dłuższej osi elipsy nitki mierzonej w płaszczyźnie płótna w ok. 1/4 odległości między dwoma skrzyżowaniami, czyli w miejscu między maksymalnym a minimalnym spłaszczeniem nitki. Identyfikujemy zapełnienie wątkowe.

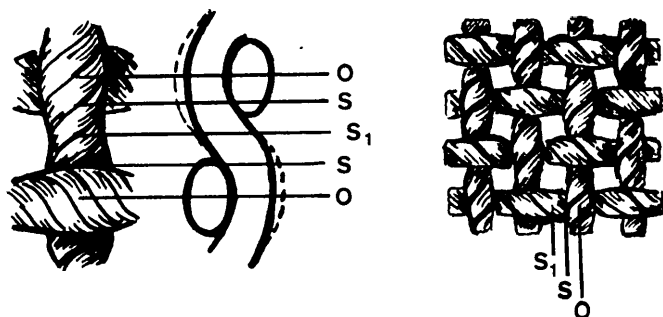
Szerokość pojedynczej nitki zmierzona w 1/4 odległości od skrzyżowania odpowiada w przybliżeniu średniej arytmetycznej między wartością długiej osi elipsy nitki w miejscu skrzyżowania, czyli w miejscu maksymalnego spłaszczenia, a jej wartością w miejscu minimalnego spłaszczenia. Odpowiednia liczba zmierzonych nitek pozwala nam ustalić średnią wartość S dla wątku i osnowy, a następnie obliczyć zapełnienie realne każdego układu wypośrodkowujące między zapełnieniem maksymalnym a minimalnym przy tej samej gęstości liniowej. Uzyskane wyniki obrazują realną średnią rzutu tkaniny na płaszczyznę. Są to właśnie te dane, które pozwalają porównywać poszczególne płócina między sobą oraz analizować wpływ budowy płócien na stan zachowania obrazów. Sposób obliczania zapełnienia oparty na wyznaczaniu gęstości liniowej i średniej szerokości jest tak prosty, że nie powinien stanowić bariery do wprowadzenia oznaczeń do praktyki konserwatorskiej.

Cały proponowany system charakteryzowania struktury płócien zabytkowych obejmuje następujące czynności:

1. Wyznaczenie kierunków wątku i osnowy.
2. Wyznaczenie gęstości liniowej w układzie wątkowym i osnowowym.
3. Wyznaczenie kierunku skrętu nitek („Z” lub „S”) i siły skrętu w trzystopniowej skali: b. słaby (gdy kąt ułożenia włókien w stosunku do osi nitki jest większy od 45°), przeciętny (gdy kąt jest bliski 45°), b. silny (gdy kąt jest mniejszy od 45°).
4. Scharakteryzowanie nierównomierności przędzy użytej do wyprodukowania płótna przez oznaczenie maksymalnych i minimalnych szerokości nitek mierzonych w ok. 1/2 odległości między skrzyżowaniami (S<sub>1</sub>max, S<sub>1</sub>min.). Wynik pomiaru najszerszych i najwęższych ni-

<sup>22</sup> W. Żurek, K. Kopias, *Struktura płaskich wyrobów włókienniczych*, Warszawa 1977, s. 22.

<sup>23</sup> J. Szosland, *Podstawy budowy i technologii tkanin*, Warszawa 1968, s. 20.



1. Punkty pomiaru szerokości nitek: O – środek skrzyżowania nitek miejsce ich największego spłaszczenia;  $S_1$  – miejsce najmniejszego spłaszczenia nitek w połowie odległości między skrzyżowaniami, punkt pomiaru szerokości nitek do wyznaczenia ich nierównomierności; S – miejsce spłaszczenia pośredniego (między najmniejszym a największym; ok. 1/4 odległości od skrzyżowania – punkt pomiaru szerokości nitek do wyznaczenia zapelnienia tkaniny

1. Points of measuring the width of threads: O – centre of threads crossing, the place of their greatest flattening;  $S_1$  – the place of the smallest flattening of threads in mid-distance between crossings, point of measuring the width of threads in order to establish their irregularities; S – place of indirect flattening (between the smallest and the highest ones; ca 1/4 th of the distance from the crossing point) – point of measuring the width of threads in order to establish the filling of the cloth.

tek należy podawać osobno dla wątku i osobno dla osnowy chyba że wymiary jednych i drugich nie różnią się między sobą.

Można również obliczyć współczynnik nierównomierności nitek dzieląc różnicę ich szerokości przez średnią arytmetyczną szerokości i mnożąc przez 100%.

$$V = \frac{S_{1\max} - S_{1\min}}{S_{1\text{śr}}} \cdot 100\%$$

5. Wyznaczanie średniej szerokości nitek wątku i osnowy mierzonych w ok. 1/4 odległości od skrzyżowania (S). Średnia szerokość nitek nie jest na ogół średnią arytmetyczną z pomierzonych wcześniej wartości minimalnych i maksymalnych. Jest to istotne, zwłaszcza w płótnach o dużej nierównomierności przędzy, gdzie uwzględnienie tylko wartości skrajnych dałoby w rezultacie całkowicie błędną ocenę zapelnienia tkaniny. Oznaczenie średniej szerokości nitek powinno opierać się na oznaczeniu szerokości około 20 nitek wątku i tyłu osnowy zmierzonej w różnych punktach płótna. Duża liczba pomiarów pozwala uzyskać wynik powtarzalny i zminimalizować błąd pomiaru. Można ją jednak zmieniać w zależności od celu, jakiemu mają służyć badania i wymaganego dla tego celu stopnia dokładności.

6. Obliczenie wartości zapelnienia wątkowego i osnowowego, a następnie zapelnienia całkowitego według wzorów:

$$Z_o = S_o \cdot G_o$$

$$Z_w = S_w \cdot G_w$$

$$Z_{wo} = Z_w + Z_o - \frac{Z_w \cdot Z_o}{100}$$

Przykładowo w płótnie obrazu wyznaczono kierunki wątku i osnowy. Gęstość liniowa płótna wynosi  $10_w \cdot 10_o / \text{cm}^2$ . W płótnie wyznaczono szerokość ( $S_1$ ) najszerszych

nitek wątku, która wynosi 0,83 mm i szerokość najwęższych nitek, która wynosi 0,24 mm. Zatem rozpiętość szerokości wyznaczająca nierównomierność przędzy wątku jest duża i zawiera się między wartościami 0,83 – 0,24 mm. Dane te pozwalają na obliczenie współczynnika nierównomierności nitek wątku V.

$$V_w = \frac{S_{1\max} - S_{1\min}}{S_{1\text{śr}}} \cdot 100\% = \frac{0,83 \text{ mm} - 0,24 \text{ mm}}{\frac{0,83 \text{ mm} + 0,24 \text{ mm}}{2}}$$

$$\cdot 100\% = 110,3\%$$

Natomiast nitki osnowy omawianego płótna są przędzone równomiernie. Wartości  $S_1$  wynoszą 0,30 – 0,32 mm. Współczynnik nierównomierności  $V_o$  wynosi wówczas 30,8%.

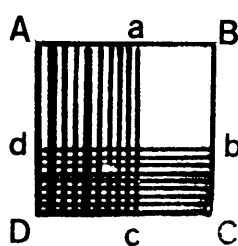
Następnie w 20 pomiarach szerokości nitek (S) wątku oznaczono:

2 nitki o szerokości 0,85 mm
10 nitek o szerokości 0,60 mm
3 nitki o szerokości 0,52 mm
1 nitkę o szerokości 0,48 mm
2 nitki o szerokości 0,42 mm
2 nitki o szerokości 0,25 mm

średnia 0,55 mm

Wartość ta stanowi średnią dłuższych osi symetrii elips spłaszczonych nitek wątku w miejscu pośredniego spłaszczenia.

W identycznych pomiarach oznaczono średnią szerokość nitek osnowy (S). Uzyskano wynik 0,25 mm. Ponieważ gęstość liniowa nitek omawianego płótna wynosi  $10_w \cdot 10_o / \text{cm}^2$ , możemy oznaczyć powierzchnię pokrytą wątkiem, osnową i skrzyżowaniami nitek



$$Z_w = \frac{Aa \cdot AD}{AB \cdot AD} \cdot 100\%$$

$$Z_o = \frac{Dd \cdot DC}{AD \cdot DC} \cdot 100\%$$

gdzie  $Aa$  = iloczynowi gęstości wątkowej i średniej szerokości nitek.

Zatem w rozpatrywanym płótnie zapelnienie wątkowe wynosić będzie:

$$Z_w = \frac{10 \cdot 0,55 \text{ mm} \cdot 10 \text{ mm}}{100 \text{ mm}^2} \cdot 100\% = 55\%$$

Analogicznie obliczone zapelnienie osnowowe wynosić będzie 25%, zaś całkowite zapelnienie tkaniny wyniesie:

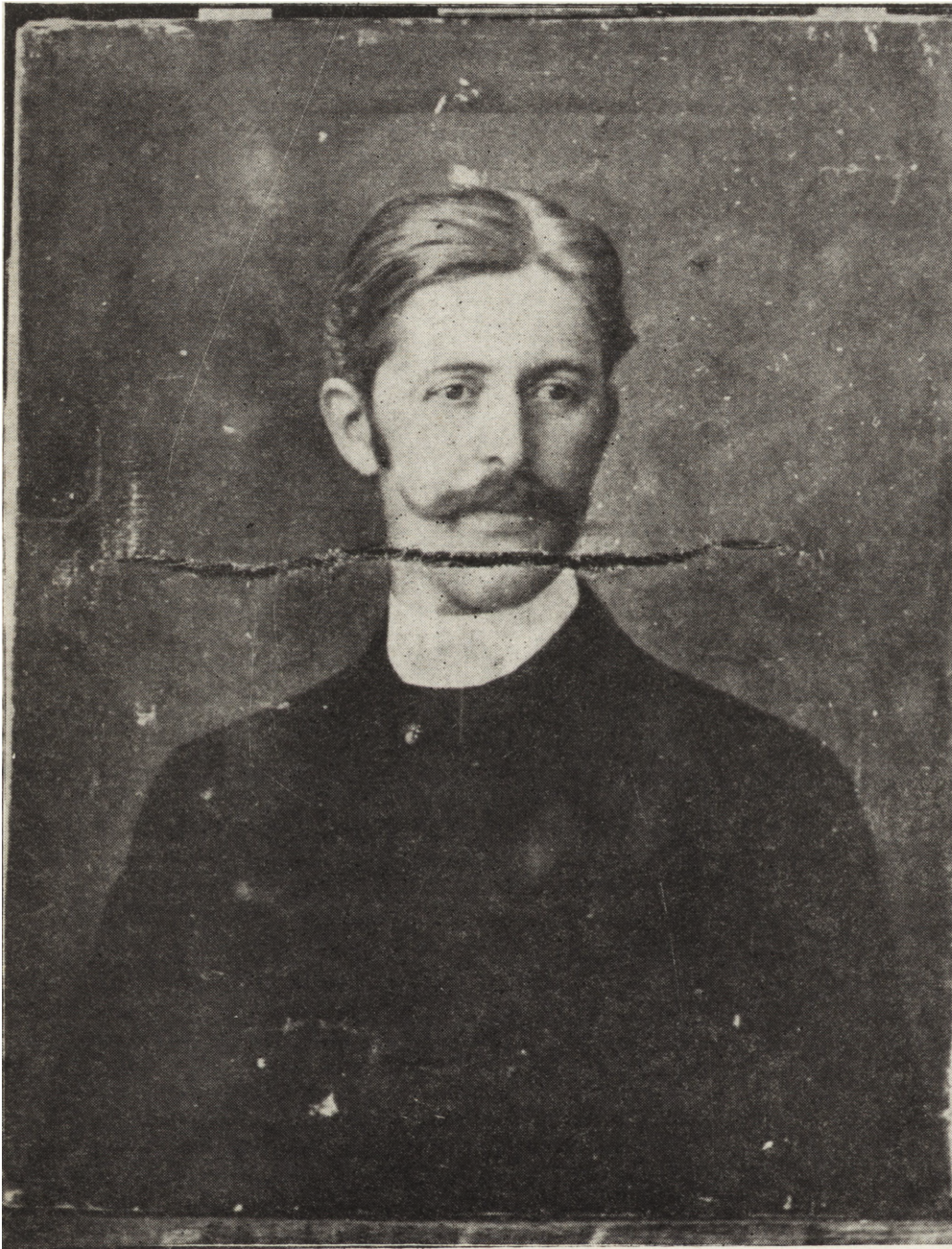
$$Z_{wo} = 55 + 25 - \frac{25 \cdot 55}{100} = 66,25\%$$

Uzyskane w ten sposób informacje pozwalają unaćnić, że mamy do czynienia z płótnem rzadkim, w którym puste przestrzenie między nitkami zajmują aż 33,75% powierzchni. Wartości „ $Z_w$ ” i „ $Z_o$ ” pokazują dużą nierównomierność budowy w kierunku wątku i osnowy. Jeżeli przyjąć, że w przedstawionym płótnie skręt nitek wątku i osnowy jest równy, to właściwości wytrzymałościowe będą znacznie gorsze w kierunku osnowy niż wątku, zaś za zmiany i zniszczenia w obra-



zie wywołane wahaniami klimatycznymi lub zamoczeniem wodą będzie odpowiedzialny układ wątkowy, dominujący w strukturze płótna. Jeżeli z jakichkolwiek przyczyn dojdzie do pęknięcia (ale nie przecięcia) takiego płótna, to pęknięcie nitki osnowy, a linia pęknięcia będzie biegła wzdłuż wątku. Gdy w opisanym płótnie nitki wątku będą silnie skręcone, a osnowy słabo, to nierównomierność wytrzymałości i reagowania na za-

moczenie jeszcze się pogłębi, zaś praca pod wpływem zmian wilgotności będzie nieznacznie tłumiona. W sytuacji odwrotnej, gdy osnowa będzie silniej skręcona, zaś wątek słabo, nierównomierność wytrzymałości zostanie nieco złagodzona, gwałtowność reakcji na zamoczenie wodą również, a nierównomierność reagowania na zmiany wilgotności będzie głębsza niż w przypadku równego skrętu nitek. Wszystkie te prawidłowo-



2. Portret nieznanego mężczyzny – 1890 r., technika olejna, 66,0×55,5 cm; 72×59,5 cm (z krajkami), własność Zakładu Konserwacji Malarstwa i Rzeźby Polichromowanej UMK w Toruniu (dalej: ZKMIRP). Przykład obrazu pękniętego, najprawdopodobniej na skutek upadku i uderzenia dolną krawędzią o podłogę. Portret namalowano na płótnie lnianym o gęstości  $14_w \times 22_o / \text{cm}^2$ . Kierunek wątku jest zgodny z pionem obrazu. Nitki wątku cienkie (śr. 0,25 mm), a osnowy prawie dwukrotnie grubsze (śr. 0,45 mm). Stopień zapelnienia tkaniny jest bliski 100%, jednak nierównomierność jej budowy charakteryzują dopiero liczby zapelnienia wątkowego – 27,5% i osnowowego – 99%. W wyniku upadku pękły nitki wątku, powstało rozdarcie prostopadle do układu wątkowego (fot. archiwum ZKMIRP)

2. The portrait of an unknown man – 1890; oil technique, 66,0×55,5 cm; 72×59,5 cm (with selvages), property of Department for Conservation of Paintings and Polychromed Sculptures, attached to N. Copernicus University at Toruń. An example of a cracked painting, most probably due to the fall and hitting against the floor with a bottom edge. The portrait painted on linen cloth with the density of  $14_w \times 22_o / \text{cm}^2$ . Direction of the weft corresponds to the vertical of the painting. Weft threads are thin (mean: 0.25 mm), and those of warp – almost twice that wide (mean: 0.45 mm). A degree of cloth filling is near 100% but irregularities of its structure are characterized by the number of weft (27.5%) and warp (95%) fillings. As a result of the fall weft threads got broken and there occurred tearing square with a weft arrangement



3. Fragment odwrocia obrazu; widoczna budowa płótna oraz nalepka Wiedeńskiego Stowarzyszenia Fotominiaturzystów – wykonawcy portretu, numer zamówienia łamany przez liczbę 90 oznaczającą najprawdopodobniej datę powstania (fot. archiwum ZKMIRP)

3. Detail of the painting's reverse; noticeable structure of the canvas and a label of the Vienna Association of Photo-Miniaturers – authors of the portrait (number of the order and no 90 meaning most probably the date of its origin)



ści zachowania płótna są w pełni sprawdzalne w nowych płótnach malarskich oraz w płótnach, które można by określić terminem „żywe”. W miarę postępującego starzenia każde płótno stopniowo nabiera cech płótna „martwego”. W tym stanie następuje utrata sprężystości, zdolności pochłaniania i odreagowywania naprężeń mechanicznych; zmienia się sposób reagowania na wahania wilgotności i obecność wody, maleje rola struktury płótna jako czynnika decydującego o wymiarach liniowych podobrazia. Zmiany objętościowe włókien w wyniku pęcznienia rozgrywają się wówczas w samych włóknach, nie znajdując tak wyraźnego odbicia w wymiarach tkaniny, jak w wypadku płócien nowych.

Właśnie te cechy różnicujące zachowanie płócien „żywych” i „martwych” w kontakcie z wodą, czy wobec zmiennej wilgotności powietrza sprawiają, że płótna obrazów dziewiętnastowiecznych i współczesnych zachowują się zupełnie inaczej niż płótna obrazów starszych.

Omówiony przykład stanowi ilustrację prawidłowości, które określono analizując budowę kilkudziesięciu płócien zabytkowych<sup>24</sup>. Przedstawiając syntetycznie wyniki tej analizy można stwierdzić, co następuje:

1. Jeżeli za punkt odniesienia przyjmijemy model tkaniny o idealnej geometrii, to każde płótno zabytkowe można odnieść do odpowiedniego dla niego modelu i określić stopień odejścia od idealnego wzorca.

2. Im większa jest nierównomierność budowy płótna użytego jako podobrazia malarskie, tym:

a) większa skłonność do powstawania zniszczeń zależ-

nych w bezpośredni sposób i odwzorowujących budowę, b) gorsza tolerancja na działanie czynników mechanicznych, c) gwałtowniejsza reakcja na zmiany wilgotności, szczególnie zaś na bezpośredni kontakt płótna z wodą.

Ad. 1. Poza wymienionymi we wstępie, charakterystycznymi dla pewnych szkół czy okresów upodobaniami do stosowania tkanin o określonej budowie (spłoty skośne, jodełkowe, rypsy, płótna bardzo rzadkie bądź bardzo gęste) w większości płóciennych podobrazia malarskich brak jest powtarzalnych zależności między ich budową a czasem powstania. Tym samym brak jest możliwości ustalenia chronologii płócien na podstawie danych dotyczących ich budowy. Np. wśród płócien pochodzących z XIX w. spotkać można płótna o dużej lub małej gęstości liniowej, bardzo gęste lub bardzo rzadkie, tkane z przędzy równomiernej lub bardzo nierównomiernej.

Sama tylko gęstość liniowa płócien, a więc liczba nitki krzyżujących się w określonej jednostce powierzchni, w żadnym wypadku nie może być uważana za parametr dostatecznie charakteryzujący tkaninę. Np. płótna o przeciętnej gęstości liniowej (ok. 15 nitki na 1 cm) utkane z przędzy cienkiej będą płótnami rzadkimi, a utkane z przędzy grubej mogą być płótnami bardzo gęstymi. Dopiero wyznaczenie wypełnień poszczególnych układów (wątku i osnowy) oraz wyznaczenie wypełnienia całkowitego tkaniny pozwala na jej scharakteryzowanie i opisanie oraz na oznaczenie nierównomierności tkaniny. Porównując wygląd i wartości liczbowe wypełnień płócien wielu obrazów można ustalić ogólną skalę ich charakteryzowania. Tak więc poszczególne wartości wypełnień całkowitych odpowiadają płótnom o określonej gęstości:

- wypełnienie 90–100% – płótna bardzo gęste,
- wypełnienie 80–90% – płótna gęste,
- wypełnienie 70–80% – płótna o średniej gęstości,
- wypełnienie 60–70% – płótna rzadkie,

<sup>24</sup> Badano ponad 60 płócien zabytkowych od siedemnastego do dwudziestowiecznych; w tym 36 płócien przebadano i opisano w pracy doktorskiej: B. J. R o u b a, *Problemy konserwacji obrazów malowanych na gotowych zaprawach olejnych*, UMK, Toruń 1983, promotor pracy – prof. dr Zb. Brochwicz.





4. Pejzaż włoski – sygn. Otto Schneider Roma 1846, wł. Muzeum Narodowe w Gdańsku, technika olejna, wymiary 44×58 cm; 50×64 cm (z krajkami). Obraz namalowany na płótnie lnianym o gęstości 26<sub>w</sub>×26<sub>o</sub>/cm<sup>2</sup>. Płótno zostało użyte wzdłuż wątku (pion obrazu jest zgodny z układem wątkowym). Nitki wątku są cienkie od 0,17 do 0,26 mm (śr. 0,21 mm) silnie Z-skręcone. Nitki osnowy mają nieco słabszy skręt „Z”, są znacznie grubsze – 0,32–0,48 mm, (śr. 0,38 mm). Zapelnienie wątkowe wynosi 54%, osnowowe – 99%, zapelnienie całkowite – 100%. Płótno sztywne, silnie pociemniałe, bardzo osłabione. Uszkodzenia obrazu powstały na skutek przebijania ostrym narzędziem (nóż, gwóźdź). Niewielkim śladom narzędzia towarzyszą szerokie pęknięcia płótna. Pękł słabiej zapelniony układ wątkowy, stąd linie uszkodzeń ułożone są w kierunku poziomym. (fot. A. Skowroński)

4. Italian landscape, signed by Otto Schneider, Roma, 1846, property of the National Museum in Gdańsk, oil technique, dimensions 44×58 cm; 50×64 cm (with selvages). The picture painted on linen cloth with the density of 26<sub>w</sub>×26<sub>o</sub>/cm<sup>2</sup>. The cloth was used lengthwise the weft (the vertical of the painting corresponds to the weft arrangement). Threads of the weft are thin (from 0.17 to 0.26 mm, mean: 0.21 mm), strongly Z-twisted. Threads of the warp have somewhat weaker „Z” twist, they are much thicker (0.32–0.48 mm), warp filling – 99%, complete filling – 100%. Inflexible, much darkened and impaired cloth. Impairing arose as a result of spitting with a sharp instrument (knife, nail). Apart from small signs of the tool we can see extensive crackings in the canvas. The cracks were the strongest at a poorly filled weft system; hence lines of impairing are horizontal.

– zapelnienie poniżej 60% – płótna bardzo rzadkie. O nierównomierności geometrii tkaniny można mówić wówczas, gdy wartość zapelnienia osnowowego jest różna (większa lub mniejsza od zapelnienia wątkowego). Już 10-procentowa różnica wartości zapelnień różnicuje zachowanie płócien zabytkowych wobec działania niektórych czynników destrukcji. Dlatego już 10-procentowa różnica zapelnień kwalifikuje tkaninę do określenia jej jako wyraźnie nierównomiernej. Przewaga zapelnienia osnowowego nad wątkowym częściej występuje w płótnach starszych, jest to bowiem zgodne z klasycznymi regułami budowania tkanin, obo-

wiązującymi dawnych tkaczy. Wyraźna przewaga pokrycia wątkowego nad osnowowym częściej się zdarza w płótnach tkanych sposobem całkowicie mechanicznym niż w płótnach starszych. Skutki nierównomierności zapelnienia płócien są albo pogłębiane, albo łagodzone przez nierównomierność przędzy i nierównomierność skrętu nitki.

Przeciwstawienie słabo skręconych nitki jednego układu silnie skręconym nitkom drugiego układu zdecydowanie pogarsza właściwości tkaniny jako podobrazia malarskiego.

Ad 2a. W obrazach namalowanych na płótnach o sil-



5. Fragment obrazu; strzałka pokazuje punkt uderzenia ostrza i powstałe pęknięcie płótna (fot. A. Skowroński)

5. Detail of the painting; arrow shows at a point of knife hitting and also canvas tearing.



nie nierównomiernej budowie obserwuje się skłonność do uwidoczniania pracy takich płócien w postaci szczególnego typu zniszczeń. Płótna bardzo rzadkie powodują powstawanie kratkowych spękań warstwy malarskiej. Jeżeli płótno utkano z nitek silnie skręconych, to spękania przybierają kształt rombów, a linie pęknięć układają się wzdłuż linii skrętu włókien w nitkach. Podobnie rzadkie tkaniny o splocie rypsowym powodują powstawanie spękań warstwy malarskiej odwzorowujących budowę podłoża.

Ad. 2b. Urazy mechaniczne (uderzenie, upadek – z wyjątkiem przecinania), w których przyłożona siła jest większa niż wytrzymałość płótna na zerwanie, powodują jego pęknięcie. W płótnach o nierównomiernej strukturze pękają nitki układu słabiej wypełnionego. W rezultacie powstaje rozdzarcie prostopadle do tego układu.<sup>25</sup>

Zależność ta jest tym wyraźniej zauważalna, im większa jest nierównomierność struktury płótna, czyli im większa różnica wypełnień w każdym z układów.

Podczas analizowania przyczyn zniszczeń obrazów i planowania przebiegu prac konserwatorskich należy zwracać uwagę na wytrzymałość układu nitek płótna zgodnego z kierunkiem pionowym. W starych obrazach płótna były najczęściej używane wzdłuż osnowy. Przypuszczalnie artyści dokonywali wyboru intuicyjnie, bowiem w literaturze technologicznej nie spotyka się zaleceń, aby osnowę, z reguły silniejszą i wytrzymalszą,

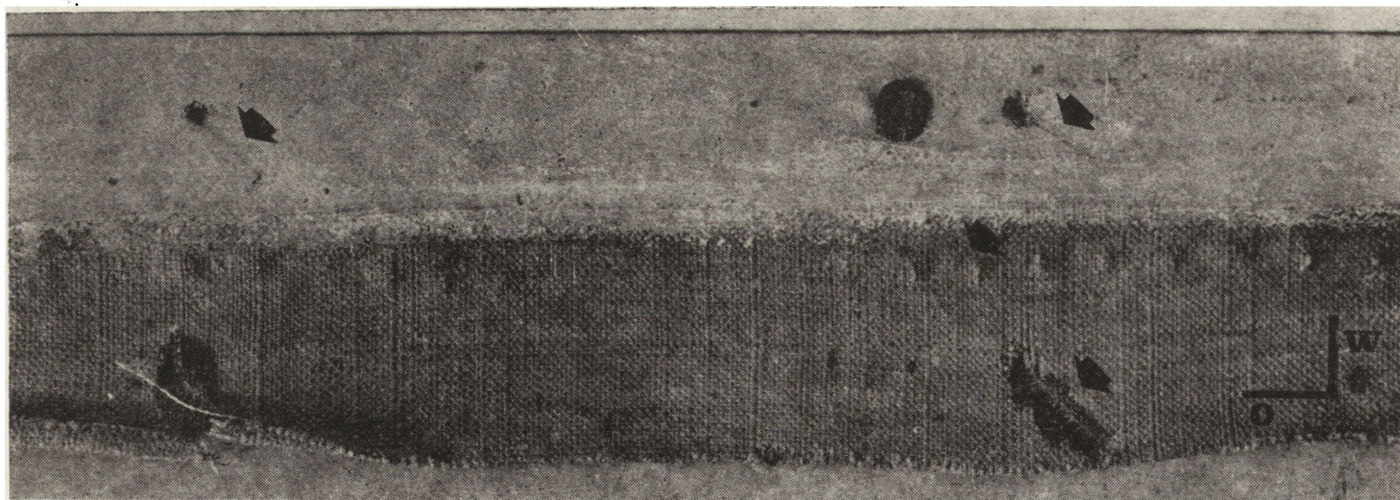
umieszczać w kierunku działania większych obciążeń. Jeśli układ pionowy obrazu stanowi wątek lub osnowa, ale rzadka, słabo wypełniona, to fakt ten należy traktować jako przemawiający za koniecznością dublowania lub wykonania innego typu wzmocnienia płótna. Jest to szczególnie ważne przy obrazach dużych formatów.

Ad. 2c. Większa nierównomierność struktury płótna powoduje jego większą wrażliwość na zmiany wilgotności otoczenia. Praca płótna jest w takim wypadku głębsza i intensywniejsza, co z kolei przyspiesza przebieg procesów jego starzenia i „obumierania”. Dopóki proces „obumierania” płótna nie zostanie zakończony, istnieje niebezpieczeństwo wywołania gwałtownego skurczu podczas jego zetknięcia z wodą. Do kurczenia płótna może dochodzić podczas przypadkowego zetknięcia z wodą w trakcie jakiejś katastrofy, ale również podczas wykonywania zabiegów konserwatorskich. Reakcja płótna jest tym silniejsza, im bardziej nierównomierna jest jego budowa. W następstwie kurczenia płótna dochodzi do powstawania daszkowatych pęcherzy i odpajania się warstwy malarskiej z zaprawą. Mechanizm powstawania tego typu uszkodzeń jest podobny do obserwowanego w obrazach na podłożu drewnianym. W obrazach zamoczonych wodą, w których dochodzi do skurczenia płótna, zmniejszenie jego wymiarów następuje zawsze w kierunku zgodnym z kierunkiem układu o mniejszym wypełnieniu. Tym samym kierunek po-

<sup>25</sup> Tak sformułowana zasada zawiera pewnego rodzaju uproszczenie. Jednoznaczne i zawsze poprawne byłoby bardziej ogólne sformułowanie mówiące, że zawsze pęka układ o mniejszej wytrzymałości na zerwanie. Jednak wobec braku możliwości oznaczania wytrzymałości poszczególnych układów sformułowanie takie byłoby bezwartościowe dla praktyki konserwatorskiej. Natomiast z doświadczenia i obserwacji wielu obrazów wynika, że w szczególnym typie tkanin jakimi stanowią zabytkowe płótna malarskie praktycznie nie zdarza się, aby układ słabiej wypełniony charakteryzował się wyższą wytrzymałością na zerwanie. Dlatego właśnie kierunek

pęknięć płótna jest tylko w bardzo niewielkim stopniu zależny od kierunku przyłożonej siły. Potwierdzają to przykłady obrazów uszkodzonych na skutek upadku i uderzenia dolną krawędzią o podłogę. Uderzenie takie może spowodować powstanie pęknięcia poziomego lub pionowego (por. dokumentację konserwatorską obrazów nr 255 i 184 – biblioteka Zakładu Konserwacji Malarstwa i Rzeźby Polichromowanej UMK w Toruniu), mimo że kierunek działania siły był w każdym wypadku taki sam, to różna budowa płótna zdecydowała o różnych kierunkach pęknięcia.





6. Fragment dolnej krajki obrazu. Widoczna budowa płótna oraz ślady procesu gruntowania. Płótno gruntowano w firmie „Fletcheron Hayard – Fabrique Couleurs et Toiles – Piazza di Spagna 45 – A Roma” (stempel na odwrociu). Widoczne ukośne wgłębienia – ślady haczyków, którymi mocowano płótno podczas gruntowania. Ślady te są podwójne, ponieważ brzeg płótna był w trakcie gruntowania podwinięty (dla uzyskania równego marginesu). Widać również ślady napinania płótna za pomocą klejczy o szerokich ząbkowanych szczękach. (fot. A. Skowroński)

6. Detail of the bottom selvage of the painting. Noticeable a construction of the canvas and signs of a grounding process. The canvas was grounded in „Flockeron Hayard – Fabrique Couleurs et Toiles – Piazza di Spagna 45 – A Roma” (stamped on the backside). To be also seen diagonal indents – traces of hooks used to fix the canvas during grounding. The traces are double, because the rim of the canvas was tucked up during grounding in order to get an even margin. One can also see signs of stretching the canvas with pliers with broad notched jaws.

wstających ubytków jest równoległy do układu o większym wypełnieniu, a prostopadły do układu o mniejszym wypełnieniu. Im większa jest nierównomierność płótna, tym wyraźniej i bardziej zdecydowanie zaznacza się kierunek powstających ubytków. Przy niewielkich różnicach wypełnień o kształcie i kierunku powstających ubytków mogą decydować inne czynniki, np. obecność siatki spękań, współdziałanie krosien lub ich brak w chwili zamoczenia.

Nabycie umiejętności analizowania struktury płócienych podobrazów malarskich nie wymaga od konserwatorów wielkiego wysiłku. Daje natomiast możliwość pogłębionego rozumienia płótna; określenia zależności jakie zachodzą między budową tekstylnych podobrazów a przebiegiem niszczenia namalowanych na nich dzieł; daje możliwość dokumentowania budowy płótna oraz możliwość uwzględniania jej podczas planowania zabiegów konserwatorskich. Dla przykładu: w trakcie dublowania lub konsolidacji obrazów na płótnach charakteryzujących się nierównomiernością przędzenia lub na płótnach bardzo rzadkich, istnieje niebezpieczeństwo spowodowania uszkodzeń samym tylko ciśnieniem,

nawet bez udziału innych czynników. Występująca na licu obrazu nierównomierność płótna, spękania warstwy malarskiej lub wgniatanie wszystkich warstw w oczka rzadkiego płótna jest następstwem dociskania do gładkiej powierzchni stołu dublażowego. W takich wypadkach należy rozważyć możliwość przeprowadzenia zabiegu „licem do dołu”. Najlepiej zaś uniknąć rozplaszczania którejkolwiek strony obrazu przez dublowanie systemem kopertowym.

Przykład opisu budowy płótna

- Włókno lniane, splot płócienny, gęstość liniowa  $10_w \times 10_o / \text{cm}^2$ . Płótno użyte wzdłuż wątku (wątek jest zgodny z pionem obrazu).
- Nitki wątku słabo skręcone w kierunku Z, przędzone nierównomiernie. Nierównomierność wątku określana wartościami  $S_1$  zawiera się między 0,83 a 0,24 mm. Współczynnik nierównomierności  $V_w = 110,3\%$ . Nitki osnowy silnie Z – skrętnie przędzone równomiernie; szerokość ( $S_1$ ) od 0,30 mm do 0,22 mm. Współczynnik nierównomierności  $V_o = 30,8\%$ .
- Średnia szerokość (S) spłaszczonych nitek wątku wynosi 0,55 mm. Wypełnienie tkaniny wątkiem – 55%.
- Średnia szerokość (S) spłaszczonych nitek osnowy wynosi 0,25 mm. Wypełnienie osnowowe – 25%.
- całkowite wypełnienie tkaniny wynosi 66,25%, jest to więc płótno rzadkie.

Przykład tabeli do zestawienia wyników badań struktury płócien zabytkowych

Włókno	Układ zgodny z pionem obrazu	Gęstość liniowa /cm <sup>2</sup>		Szerokość nitek S <sub>1</sub> max–S <sub>1</sub> min mm		Współczynnik nierównomierności V %		Kierunek skrętu (Z, S) i skręt nitki						Średnia szerokość nitki spłaszczonych S mm		Wypełnienie %			
		W	O	W	O	W	O	b. silny		prze- cięt- ny	b. słaby		W	O	Z <sub>w</sub>	Z <sub>o</sub>	Z <sub>w0</sub>		
								W	O	W	O	W	O	W	O				
len	W	10	10	0,83–0,24	0,30–0,22	110,3	30,8			Z					0,55	0,25	55	25	66,25



## II. WRAZLIWOŚĆ OBRAZÓW NA KONTAKT Z WODĄ

Zagadnieniem budzącym zwykle niepokój konserwatorów, zwłaszcza tych, którzy zetknęli się w swej pracy z obrazami tzw. młodymi, a więc dziewiętnasto- i dwudziestowiecznymi, jest zachowanie się płócien malarzkich w zetknięciu z wodą<sup>26</sup>. W praktyce konserwatorskiej często spotyka się obrazy zniszczone podczas przypadkowego zalania wodą, ale konieczność nawilżenia lub zamoczenia występuje również podczas prostowania, oczyszczania środkami wodnymi, konsolidacji lub dublowania wykonywanego dyspersjami żywic sztucznych czy roztworami wodnymi klejów. Zdarza się, że płótna reagują na wprowadzenie wody silnym skurczem, pociągającym za sobą powstanie uszkodzeń warstwy malarzkiej. Znane są również wypadki wystąpienia silnej deformacji płócien pod wpływem samego tylko ciepła<sup>27</sup>. Zjawiska te interpretuje się zazwyczaj jako skutek używania przez artystów płócien maszynowych, gorszych jakościowo.

Tymczasem len zaczęto tkąć na mechanicznych krosnach stosunkowo późno. Aż do lat pięćdziesiątych, a w Polsce do siedemdziesiątych XIX w. cała niemal produkcja lniarska oparta była na przedzeniu ręcznym i tkaniu na tradycyjnych krosnach chłopskich. Zatem wszystkie płótna z pierwszej połowy XIX stulecia nie mogą być jeszcze obarczone wadami produkcji mechanicznej, a mimo to reagują gwałtownie na wodę, podobnie jak płótna późniejsze. Z procesów produkcyjnych w zasadzie tylko kalendrowanie płócien (wykonywane już w XVIII w. może prowadzić do uwięzienia w tkaninie naprężeń mechanicznych, ujawniających się po jej zamoczeniu w postaci gwałtownego skurczu<sup>28</sup>. Miałoby to duże praktyczne znaczenie, gdyby obrazy malowano na płótnach wziętych wprost z produkcji.

Tradycyjnie wykonywane spieranie czy nawet zamoczenie podczas przeklejenia prowadzi z reguły do usunięcia tych naprężeń, choć zdarza się niekiedy wprowadzenie nowych w wyniku zbyt silnego lub krzywego napinania płótna.

Z innych zmian produkcyjnych, które niekiedy mogły pogorszyć jakość „fabrycznych” płócien, wymienić należy zmianę procesu bielenia na wybielenie chemiczne. Zmiana ta ma jednak znowu niewielkie znaczenie, po-

nieważ płótna malarzkie najczęściej były szare. W XIX w. wyeliminowano bicie tkanin stępą<sup>29</sup>. W trakcie bicia płótna w wodzie następowało m.in. wyflukowanie znacznych ilości substancji najłatwiej rozpuszczalnych (pektyny i hemicelulozy), zwiększających higroskopijność i pogarszających właściwości płótna jako podobrazia<sup>30</sup>.

Mechanizacja produkcji płócien miała i strony pozytywne, choćby to, że wymagała znacznie lepszego surowca, w przeciwnym razie dochodziło bowiem do zbyt częstego zrywania nitki podczas przedzenia czy tkania. W rezultacie jakość płócien maszynowych częściej bywała lepsza niż płócien produkcji wiejskiej. Zyski i straty płynące z mechanizacji produkcji można uznać za mniej więcej równoważne, a przyczyn gwałtownego reagowania płócien na wodę w ogóle nie można wiązać ze zmienionym sposobem wytwarzania, bowiem leżą one gdzie indziej.

To, co przyjęło się powszechnie określać skróconym terminem „praca płótna” – to zdolność do zmian objętościowych włókien elementarnych w nitkach, a w rezultacie i zmian wymiarów liniowych płótna, zachodzących w zmiennych warunkach wilgotnościowych lub po zamoczeniu wodą. Wszystkie składniki włókien roślinnych (celuloza, hemicelulozy, pektyny, ewentualnie lignina itd.) charakteryzują się higroskopijnością, czyli zdolnością chłonięcia wody z otoczenia, aż do osiągnięcia stanu równowagi z otoczeniem. Włókno roślinne, podobnie jak drewno, przez cały czas wyrównuje swoją wilgotność dostosowując ją do zmieniających się warunków otoczenia. Według Sommera<sup>31</sup> w temperaturze 293°K (20°C) wilgotność włókien lnianych zmienia się wraz ze zmianami wilgotności względnej powietrza następująco:

wilgotność powietrza (0/0)	30	40	50	60	70	100
len czesany (moczeniec)	7,5	8,3	9,1	9,9	10,7	23,0
len czesany (słaniec)	7,8	8,6	9,5	10,3	11,2	23,0

Jest rzeczą charakterystyczną, że sorpcja wody jest najintensywniejsza między 70 a 100% wilgotności. Jest

metoda dublażu na klajster, „Ochrona Zabytków”, nr 3–4, 1983, s. 265–269). Bardzo silne napinanie płótna powodujące trwałe zwiększenie jego wymiarów wywołuje najpewniej utratę zdolności kurczenia i odprężania włókien, ograniczając tym samym „pracę” płótna w przyszłości.

<sup>29</sup> Bicie płócien przeprowadzano ręcznie lub w specjalnych urządzeniach napędzanych kieratem. Zabieg trwał nawet do kilku godzin. Płótno bite uzyskiwało jedwabistą śliśkość i połysk, stawało się bardziej odporne na mięcie. We współczesnej produkcji płócien brak odpowiednika tego procesu. Stosuje się czasem tzw. opieranie gotowych tkanin, które polega na szybkim i krótkim zamoczeniu, a potem wysuszeniu tkaniny. Zabieg ten nie ma więc praktycznie żadnego wpływu na obecność substancji higroskopijnych.

<sup>30</sup> Wpływ ługowania włókien lnianych w wodzie na ich właściwości został przebadany przez St. Dowgiałewicza, *Zmiany fizycznych i chemicznych właściwości włókien lkowych spowodowane działaniem czynników zewnętrznych*, „Zeszyty Naukowe Politechniki Łódzkiej”, *Włókiennictwo*, nr 35, 1963, s. 91–108. Por. także tegoż autora, *Wytrzymałość tworzywa włókien elementarnych i spoiwa technicznego włókna lnianego, konopi, juty*, „Zeszyty Naukowe Politechniki Łódzkiej”, *Włókiennictwo*, nr 77, 1966, s. 69–88.

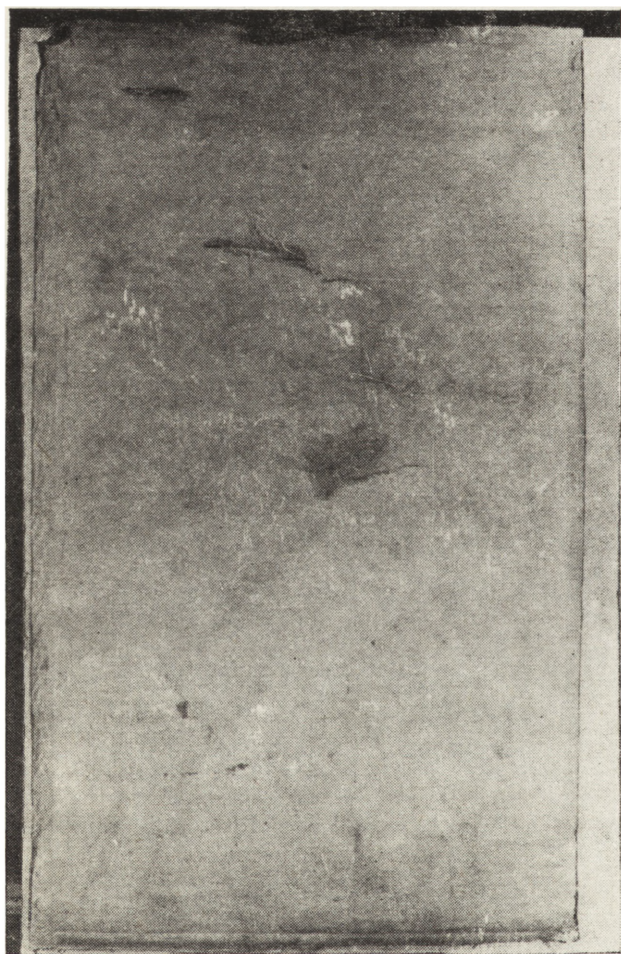
<sup>31</sup> Zob. T. Balaśniński, *Pracownia włókiennicza*, Warszawa 1979, s. 44.

<sup>26</sup> Problem ten został opracowany na podstawie wyników rozmaitych eksperymentów z płótnami czystymi, badań płócien dużego zespołu obrazów zabytkowych przeprowadzonych w ramach pracy doktorskiej (B. Roubal, op. cit.), a także na podstawie doświadczeń i obserwacji obrazów, z którymi zetknęła się autorka w pracy konserwatorskiej. Opracowanie problemu stanowi próbę syntezy i uporządkowania obserwowanych w praktyce faktów, poparte wiadomościami wybranymi z literatury konserwatorskiej i włókienniczej, nie powinno być jednak traktowane jako opracowanie ostateczne.

<sup>27</sup> M. G. A. Berger, *Consolidation of Delaminating Paintings*, ICOM Committee for Conservation, Zagreb 1978, s. 4.

<sup>28</sup> Tak dzieje się z reguły we współcześnie produkowanych płótnach, które z dużą siłą ciągnie się przez gorące walce kalandra, uzyskując znaczne wydłużenie tkaniny. Po zamoczeniu takiej tkaniny zawsze występuje odreagowanie i skurcz. Jednak kilkakrotne kalendrowanie połączone z działaniem gorącą parą wodną lub środkami chemicznymi, noszące nazwę sanforyzacji, może w efekcie prowadzić do wygubienia zdolności odprężania włókien, a zatem i zlikwidowania kurczliwości tkaniny. We francuskiej szkole dublowania obrazów na klajster płótna dublażowe przygotowuje się przez wielokrotne moczenie i coraz silniejsze napinanie na krosnach pomocniczych (por. E. Pszczulna, *Francuska*

również charakterystyczne, że jeden tylko z procesów obróbki włókna – roszenie przez ślanie lub moczenie, wpływa trwale na jego właściwości. Wynikiem zmian wilgotności włókien są zmiany objętościowe. Włókno roślinne pęczniąc zwiększa i średnicę, i długość<sup>32</sup>. Ponieważ jednak grubość nitki stanowi sumę grubości włókien, ale nie stanowi sumy ich długości, dlatego w pasemku włókien tworzących nitkę obserwujemy znaczny przyrost grubości i bardzo niewielki przyrost długości. W rezultacie wraz ze wzrostem grubości spęczniałych nitek w tkaninie pogłębia się ich wrobiecie<sup>33</sup>, co powoduje zmniejszenie wymiarów li-



7. Przykład płótna obrazu popękanego na skutek zalania wodą; zamoczona została górna część obrazu naprężonego na krosnach. Portret męski, autor nieznan, pocz. XX w., technika olejna, wymiary 111×102 cm; 117×108 cm, wł. prywatna. Namalowany na płótnie lnianym o gęstości 16<sub>w</sub>×12<sub>o</sub>/cm<sup>2</sup>. Płótno użyte wzdłuż osnowy. Nitki osnowy cienkie (śr. 0,20 mm), nitki wątku znacznie grubsze (śr. 0,59 mm). Zapelnienie osnowowe tkaniny – 24<sup>0</sup>/<sub>0</sub>; zapelnienie wątkowe – 94,4<sup>0</sup>/<sub>0</sub>. Zapelnienie całkowite – 96,2<sup>0</sup>/<sub>0</sub>. Wywołane zamoczeniem naprężenia spowodowały pęknięcia nitek osnowy. (fot. archiwum ZKMIRP)

7. An example of the canvas of the painting cracked as a result of inundation with water; the upper part of the painting stretched on looms got dampened. A portrait of a man, author unknown, early 20th cent., oil techniqua, dimensions 111×102 cm; 117×108 cm, privately owned. Painted on linen cloth with the density of 16<sub>w</sub>×12<sub>o</sub>/cm<sup>2</sup>. The cloth used lengthwise the warp. Warp threads are thin (mean: 0.20 mm), threads of weft much thicker (mean: 0.59 mm). Warp filling of the cloth – 24<sup>0</sup>/<sub>0</sub>, weft filling – 94.4<sup>0</sup>/<sub>0</sub>, complete filling – 96.2<sup>0</sup>/<sub>0</sub>. Stretchings caused by dampening brought about the tearing of warp threads.

niowych płótna. Teoretycznie procesowi desorpcji wody powinny towarzyszyć zmiany idące w odwrotnym kierunku. Tak też przyjęło się powszechnie twierdzić – że płótno wilgotne lub mokre kurczy się, zaś suche wydłuża. Taką formułę znaleźć można w każdym niemal podręczniku konserwacji. Tymczasem jest ona słuszna, ale tylko w swojej pierwszej części. Pojęcie wydłużenia przy spadkach wilgotności sugeruje, że chodzi o zwiększanie wymiarów płótna ponad wyjściowe, co już zupełnie nie jest zgodne z rzeczywistością. W żadnym płótnie, ani w laboratoryjnej próbce tkaniny nie naprężonej, ani w zwykłym płótnie napiętym na krosna, ani tym bardziej w płótnie spreparowanym jako podobrazie malarskie, po zamoczeniu lub tylko silnym nawilżeniu i wywołanym skurczu nie obserwujemy samoczynnego zwiększenia wymiarów w czasie schnięcia, nie obserwujemy nawet powracania do wymiarów wyjściowych.

Czyste płótno, na które nie działają zewnętrzne siły rozprężające, ma zawsze tendencję do zachowywania zmniejszonych skurczem wymiarów, nie można więc nawet w największym uproszczeniu powiedzieć, że same zmiany wilgotności powodują wydłużenie płótna. Podobnie samo spęcznienie nitek nie zawsze musi prowadzić do skurczenia płótna<sup>34</sup>. Tym bardziej nie można wymienionej reguły odnosić do płótna malarskiego, w którym chłonięcie i oddawanie wody przez włókna oraz idące za tym zmiany objętościowe stanowią zaledwie rodzaj bazy czy szkieletu, na którym rozgrywają się wszystkie inne zjawiska wynikające z budowy i stanu całej struktury obrazu.

Rozpatrując zmiany liniowych wymiarów samego czystego płótna można powiedzieć, że wywołanie tych zmian, ich głębokość, a także kierunek (skurcz lub wydłużenie) jest inny w wypadku bezpośredniego zamoczenia wodą niż w wypadku zawilgocenia parą wodną z otoczenia, jednak w obydwu wypadkach zależy od właściwości wynikających z mikrostruktury i składu chemicznego włókien oraz od struktury pojedynczej nitki i struktury tkaniny.

W wypadku bezpośredniego zamoczenia wodą wpływ struktury płótna jest znacznie większy niż wpływ indywidualnych cech włókna. W wypadku zmian wymiarów wywołanych zmianami RH rola tych dwu składowych jest znacznie bardziej wyrównana w obrębie średnich wilgotności, natomiast przy wysokich wilgotnościach struktura tkaniny staje się znowu czynnikiem decydującym o wymiarach.

Aby móc rozważyć zagadnienie zachowania się zamoczonych płócien czy też sprawę ich reagowania na zmiany RH, trzeba przez cały czas mieć na uwadze, że płótno użyte jako podobrazie malarskie staje się już tylko jednym z elementów obrazu i jego reagowanie jest zależne od pozostałych elementów składowych,

<sup>32</sup> Ibidem, s. 42 oraz J. Szosland, *Podstawy budowy i technologii tkanin*, Warszawa 1968, s. 39.

<sup>33</sup> Por. J. Szosland, op. cit., s. 14.

<sup>34</sup> Ibidem, s. 40. Zmieniając w określony sposób strukturę płótna można nadać mu takie cechy, że po zamoczeniu będzie następowało zwiększenie jeżeli nie obydwu, to przynajmniej jednego wymiaru.

<sup>35</sup> O właściwościach tych decyduje cała „historia” włókna, poczynając od warunków wzrostu roślin, a kończąc na sposobie prowadzenia wszystkich kolejnych operacji związanych z przedzeniem i tkaniem. Istotne zmiany zachodzą w składzie i strukturze włókien w wyniku procesów starzenia, szczególnie wobec działających równocześnie naprężeń mechanicznych.



tak, że w rezultacie zachowania się obrazu jest wypadkową udziału wszystkich jego składników.

W każdym obrazie płótno reaguje we właściwy mu sposób na zmiany wilgotności i wodę, klej przeklejenia pełni funkcję opozycyjną, zaś pozostałe warstwy, najbardziej bierne w stosunku do wody<sup>36</sup>, tłumią i hamują zmiany objętościowe dwu poprzednich.

Zachowanie się płótna podczas przeklejania przed rozpoczęciem malowania wygląda następująco:

W zamoczonej wodą klejową płótnie w pierwszej chwili obserwujemy skurcz i naprężanie. Zaraz potem płótno silnie obwisa, w miarę schnięcia napręża się powtórnie, znacznie nawet silniej niż przed przeklejeniem.

Kolejne fazy tego zjawiska:

I – szybkie spęcznienie włókien w wyniku chłonięcia wody, zwiększenie średnic nitek, pogłębienie wrobienia, a tym samym zmniejszenie wymiarów liniowych płótna,

II – osiągnięcie stanu nasycenia, w którym następuje zmiana współczynnika tarcia i swobodne ślizganie włó-

<sup>36</sup> Tak dzieje się w obrazach na zaprawie olejnej. Zaprawa klejowa również uczestniczą w objętościowym reagowaniu, podobnie jak warstwa przeklejenia, chociaż z pewnym opóźnieniem w stosunku do niej.



8. Fragment lica obrazu – widoczne pęknięcie cienkich nitek osnowy i rozsnucie grubych nitek wątku (fot. archiwum ZKMIRP)

8. Detail of the painting's facing – noticeable cracks of thin warp threads and unspinning of thick weft threads.

kien w ośrodku wodnym, a w rezultacie obwisanie pod własnym ciężarem, ciężarem kleju i znaczne powiększenie wymiarów liniowych płótna,

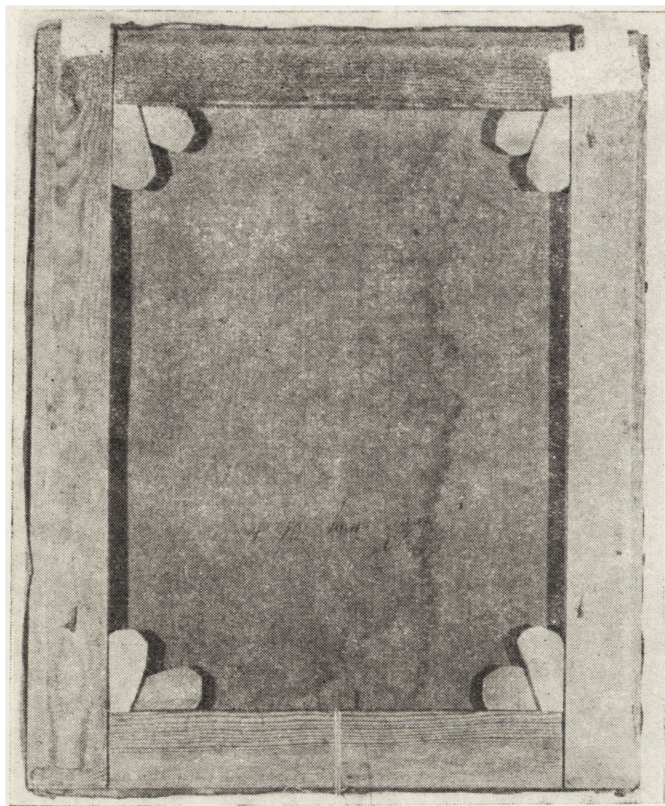


9. Portret męski, autor nieznan, druga poł. XIX w., wymiary 42,5×32,5 cm; 44,5×34,5 cm, wł. prywatna. Obraz namalowano na płótnie lnianym o gęstości 14<sub>w</sub>×14<sub>o</sub>/cm<sup>2</sup>. Kierunek osnowy jest zgodny z pionem obrazu (lewą krawkę obrazu stanowi bity brzeg tkaniny). Nitki, zarówno w wątku, jak i w osnowie, charakteryzują się nierównomierną grubością – od 0,21 do 0,93 mm. W osnowie przeważają nitki grube (śr. 0,72 mm), w wątku zaś cienkie (śr. 0,38 mm). Zapełnienie wątkowe wynosi 53,2%, a osnowowe – 100%, zapełnienie całkowite tkaniny – 100%. Na skutek zalania wodą wywołany został skurcz płótna w partii zamoczonej. Nastąpiło odsłonięcie warstwy malarskiej wraz z zaprawą, powstały dąszkowane pęcherze i głębokie, odsłaniające płótno ubytki. Płótno kurczyło się w kierunku słabo zapełnionego układu wątkowego w rezultacie powstały ubytki prostopadłe do układu wątkowego, a równoległe do osnowy. Rozległy ubytek w dolnej partii obrazu spowodowała woda gromadząca się za listwą krosna. Zdjęcie w trakcie oczyszczania lica. (fot. archiwum ZKMIRP)

9. The portrait of a man, author unknown, second half of the 19th cent., dimensions 42.5×32.5 cm; 44.5×34.5 cm., privately owned.

The picture painted on linen cloth with the density of 14<sub>w</sub>×14<sub>o</sub>/cm<sup>2</sup>. The direction of the warp corresponds to the vertical of the painting (left selvage of the painting makes a tight edge of the cloth). The threads, both in the warp and in the weft, have irregular widths (from 0.21 to 0.93 mm). Thick threads prevail in the warp (mean 0.72 mm); thin ones are found in the weft (mean: 0.38 mm). Weft filling of the cloth – 100%. Because of water inundation the cloth shrank where it got wet. Both painter's layer and mortar loosened; there appeared circumflex bulges and deep indents, uncovering the cloth. The cloth got shrank towards poorly filled weft arrangement and as a result there took place ebblings vertical to the weft arrangement and horizontal to the warp. Extensive losses in the lower part of the painting were caused by water collected behind the loom's listel. The photo taken during the cleaning of the facing.





10. Odwrocie obrazu, stan przed konserwacją – widoczne pościemnienie płótna powstałe po jego zalaniu i zaciek na granicy zamoczenia (fot. archiwum ZKMIRP)

10. The reverse of the painting, condition prior to conservation. Noticeable darkening of the cloth as result of dampening and a damp patch on the border of wetting.

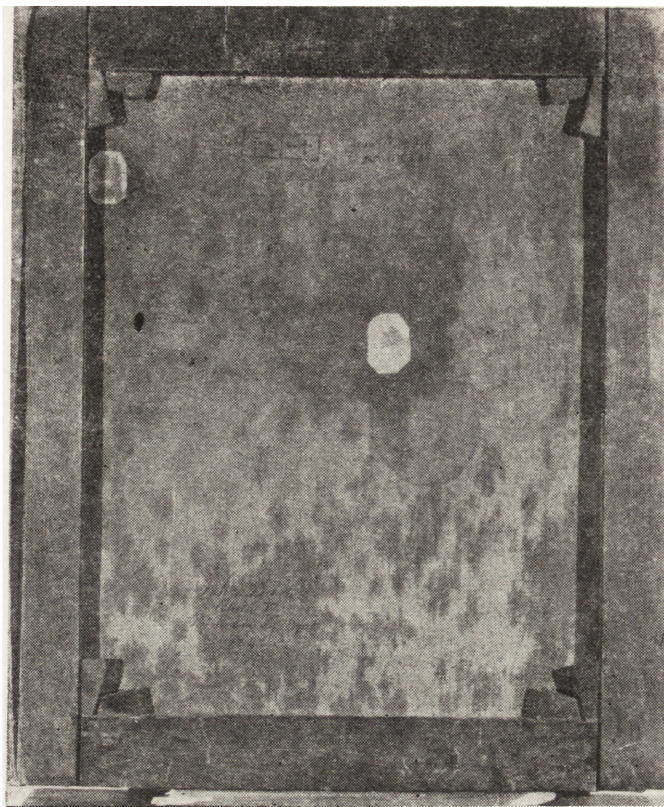
III – odparowanie wody; we włóknach występuje wówczas tendencja do odreagowywania po rozciągnięciu, powtórnego skręcania, oznaczającego powtórne zmniejszenie wymiarów płótna; schnący klej zostaje włączony do współdziału w tym procesie, przyspiesza i pogłębia kurczenie w stopniu, który umożliwia zmniejszenie wymiarów płótna poniżej wartości wyjściowych.

Obserwacja zachowania się płótna przeklejanego jest o tyle ważna, że sygnalizuje istnienie kolejnych przeciwnych reakcji (kurczenie – rozciąganie – kurczenie) występujących w całym cyklu od zamoczenia do wysuszenia takiego płótna.

N przebieg tych trzech faz wpływa kilka czynników, których udział i znaczenie odpowiada kolejności, w jakiej zostały niżej wymienione.

1. Głębokość skurczu<sup>37</sup> i w I fazie zależy od:

- struktury tkaniny (im większa nierównomierność, tym z reguły silniejsze kurczenie);
- budowy pojedynczej nitki (im silniej skręcona jest nitka, tym wolniej odbywa się chłonięcie wody i trudniej wywołać spęcznienie, ale tym większy skurcz występuje po spęcznieniu);
- od składu chemicznego i mikrostruktury włókien elementarnych (głównie od ilościowych proporcji substancji bardziej higroskopijnych i mniej higroskopijnych);
- ewentualnej obecności naprężeń początkowych wywołanych kalandrowaniem lub innymi procesami obróbki wykańczalniczej.



11. Odwrocie portretu przedstawiającego J. Bartona, sygn. T. Wyatt 1842. Poniżej górnej listwy krosien widoczna pieczęć wytwórcy płótna malarskiego. Drobne plamy rozsiane na całym płótnie spowodowane zostały przedostawaniem się werniksu, który, podobnie jak laki, założono podczas konserwacji wykonanej około przelomu stulecia. Górna część obrazu została zalana wodą (przypuszczalnie w czasie ostatniej wojny), a zaciek widoczny w połowie wysokości stanowi granicę zamoczenia. Portret namalowano na płótnie lnianym o gęstości  $16_w \times 16_o / \text{cm}^2$ . Płótno zostało użyte wzdłuż osnowy. Nitki są słabo skręcone w kierunku „Z”, przędzone równomiernie, jednak ich szerokość jest zmienna i zawiera się w granicach 0,80–0,30 mm (i dla wątku i dla osnowy). Średnia szerokość nitki wątku wynosi 0,60 mm, osnowy – 0,54 mm. Zapelnienie wątkowe tkaniny wynosi 96%, zapelnienie osnowowe – 86,4%, całkowity stopień zapelnienia – 100%. (fot. archiwum ZKMIRP)

11. The reverse of the portrait depicting J. Barton, signed by T. Wyatt, 1842.

Below the upper listel of the loom a noticeable stamp of the manufacturer of painter's canvas. Small stains seen on the entire cloth were caused by a transfer of varnish which, like patches, was put during conservation carried out at the turn of the 19th and 20th centuries.

Upper part of the painting got wet (most probably during the last world war) and a damp stain seen in mid-height makes the border of dampening. The picture was painted on linen cloth with density of  $16_w \times 16_o / \text{cm}^2$ .

The cloth was used lengthwise the warp. Threads are poorly twisted towards „Z” evenly woven; still, their width varies and ranges from 0.80 to 0.30 mm both for the weft and the warp. The mean width of weft threads is 0.60 mm, that of warp – 0.54 mm. Weft filling of the cloth is 96%, warp filling – 86.4%, total filling – 100%.

<sup>37</sup> Jak już wspomniano, spęcznienie włókien wywołuje zwykle skurczenie płótna, ale zdarza się również, że płótno kurczy się w jednym tylko kierunku, a w drugim wydłuża. Wypadki takie, jako stosunkowo rzadko spotykane, nie będą uwzględniane w poniższych rozważaniach, podobnie jak pominięte zostaną przykłady płócien, w których po spęcznieniu następuje przekroczenie 100% zapelnienia, oznaczające wywołanie rozmaitych zjawisk granicznych. Por. J. Szosland, op. cit., s. 39–40.



2. Wielkość rozciągnięcia w II fazie zależy w głównej mierze od:

- wymiarów i ciężaru płótna;
- ciężaru naniesionego kleju;
- struktury nitek i tkaniny (znowu chodzi tu o wartość liczby skrętów i wypełnienie tkaniny; im mniejsza jest liczba skrętów, im mniejsze wypełnienie tkaniny, tym mniejsze są siły tarcia między włóknami i nitkami i tym szybciej występuje ślizganie i rozciąganie).

3. Wielkość skurczu końcowego w III fazie zależy od:

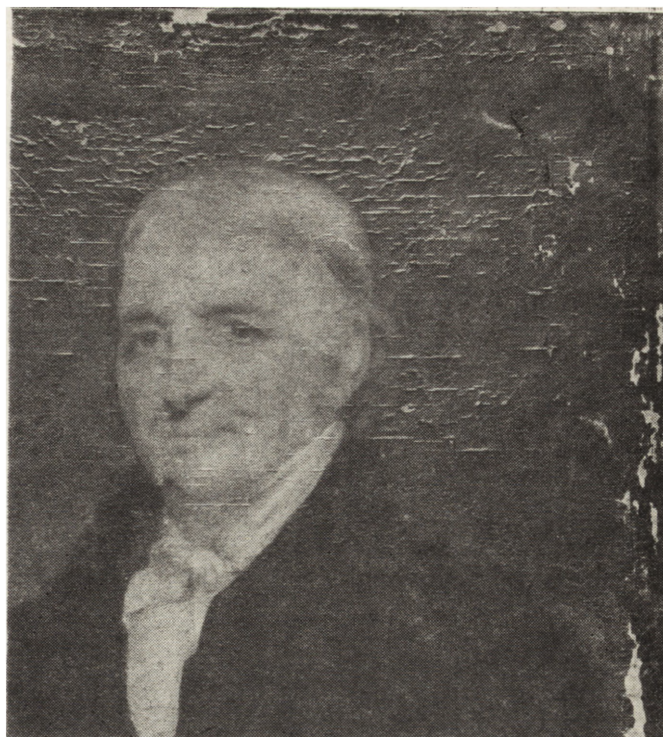
- zdolności i odreagowania płótna na poprzednie wydłużenie, czyli sprężystości włókien i całych nitek (mokre obciążone włókno prostuje się, zaś wysychając powtórnie się skręca);
- siły skurczu właściwej klejowi użytemu do przeklejenia;
- w tej fazie występuje również w miarę oddawania wody zmniejszanie grubości włókien i nitek, co powinno w rezultacie dawać zwiększenie wymiarów płótna, ale wobec intensywności dwu poprzednich czynników, nie ma ono znaczenia ani zauważalnego wpływu na wymiary płótna.

Udział krosien jest największy w fazie I i III. Krosna przeciwstawiają się wówczas zmniejszaniu wymiarów płótna, powodując rozciąganie dwukierunkowe<sup>38</sup>.

Jeżeli płótno w momencie zamoczenia jest bardzo silnie naprężone, a siły kurczenia mają dużą wartość, to i rozciąganie ma również dużą wartość. Gdy siły te przekroczą wytrzymałość tkaniny na zerwanie, wówczas płótno pęknie<sup>39</sup>. Pęknięcie płótna jest skrajnym przypadkiem gwałtownego rozładowania naprężeń, do którego dochodzi stosunkowo rzadko. We wszystkich innych wypadkach naprężenia wywołane kurczeniem płótna (w I i III fazie), kurczeniem kleju i rozciąganiem przez krosna pozostają zamknięte w postaci naprężeń wewnętrznych. Naprężenia te stymulują procesy starzenia płótna, są jednym z elementów decydujących o niestabilności wymiarowej podobrazia płóciennego, a w konsekwencji wpływają na przebieg starzenia całego obrazu. Rozładowanie tych naprężeń następuje dopiero wówczas, gdy dochodzi do trwałego rozciągnięcia nitek płótna, spękania przeklejenia<sup>40</sup>, a najczęściej do jednego i drugiego.

Zachowanie się zamoczonego wodą obrazu wygląda podobnie jak zachowanie się płótna podczas przeklejania. Różnice wynikają z obecności i udziału pozostałych warstw oraz ze zmian zachodzących w obrazie z upływem czasu.

Natychmiast po zamoczeniu płótna obrazu, w trakcie jego kurczenia (I faza) uwidacznia się opozycyjna funkcja kleju, który pęczniewiąc i zwiększając objętość przeciwstawia się siłom kurczenia. W obrazach o zaprawie klejowej również i zaprawa po przedostaniu się do niej wody zostaje włączona do tego procesu. Wszystkie pozostałe, bardzo słabo lub w ogóle nie pęczniące warstwy pochłaniają występujące naprężenia aż do momentu, kiedy przekroczona zostanie ich wytrzymałość – ściśliwość lub wytrzymałość na rozciąganie. Jeżeli nastąpi zachwianie równowagi sił kurczenia płótna i pęcznienia kleju, to w zależności



12. Daszkowate pęcherze w górnej części portretu J. Bartona, spowodowane odspojeniem warstwy malarskiej wraz z zaprawą od skurzonego płótna. Pęcherze tworzą linie równoległe do silniej wypełnionego układu wątkowego. O stosunkowo niewielkich rozmiarach pęcherzy zdecydowała w głównej mierze budowa płótna; niewielka ( $10^0/0$ ) różnica wypełnienia poszczególnych układów, wysoka wartość wypełnienia całkowitego, słaby skręt nitek identyczny w wątku i osnowie, wreszcie budowa przeklejenia; bardzo cienka warstewka (0,01 mm) kleju glutynowego. (fot. archiwum ZKMIRP)

12. Canopy-like bulges in the upper part of J. Barton's portrait, caused by loosening the painter's layer and mortar from shrank cloth. Bulges from lines parallel to a finely filled weft arrangement. A relatively small size of bulges depended mainly on the structure of the cloth. A small difference in the filling of individual arrangements, a high value of full filling, a poor twist of threads, identical in both weft and warp, and a fine structure of glueing, a very thin layer (0.01 mm) of glutin glue.

od tego, który czynnik będzie dominował, skutki zamoczenia przybiorą określoną postać. Dominujące siły kurczenia płótna, osiągając wartość wyższą niż ściśliwość kleju, zaprawy i warstwy malarskiej, spowodują wystąpienie naprężeń ścinających, a w rezultacie odspojenie warstw, powstanie pęcherzy lub ubytków, w najlepszym wypadku powstanie mikropęknięć i rozwarstwień pozornie niewidocznych, lecz znacznie i trwale osłabiających strukturę całości. W wypadku dominowania sił rozciągających wywołanych pęcznieniem kleju i przekroczenia wytrzymałości górnych warstw na rozciąganie naprężania uwalniają się, wywołując w nich spękania. Podobnie jak w przeklejanym płótnie, tak i w zamoczonej obrazie występuje II i III faza, zamykająca cykl od zamoczenia do wysuszenia. Głębokość i kierunek zmian wymiarów zależą wówczas

<sup>38</sup> Por. W. Żurek, K. Kopias, op. cit., s. 74–88.

<sup>39</sup> W starszych płótnach obrazów, w których już doszło do zmniejszenia wytrzymałości mechanicznej, ale jeszcze nie nastąpiła utrata zdolności kurczenia po zamoczeniu, wy-

padki pęknięcia zdarzają się częściej niż w nowych.

<sup>40</sup> Spękanie przeklejenia może nastąpić tuż po jego naniesieniu, jeśli klej został położony w zbyt grubej warstwie, a siły kurczenia błony były większe od sił kohezji kleju.

w głównej mierze od stanu obrazu. Im bardziej zaawansowane są procesy starzenia, tym większe są różnice w stosunku do zachowania młodego obrazu, a więc i w stosunku do omówionego zachowania przeklejanego płótna. Rola krosien jest przez cały czas taka sama, jak opisano wyżej. W obrazach olejnych malowanych na olejnych zaprawach przeklejenia i płótna są elementami najsilniej reagującymi na wodę i zmiany RH. Jest to główny powód, dla którego najszybciej ulegają one destrukcji, zaś zmiany właściwości klejów i płócien w trakcie starzenia najsilniej rzutują na stan obrazów.

Jów są słabo poznane. Doświadczenia płynące z praktyki konserwatorskiej i obserwacji różnie zachowanych starych obrazów pozwalają przypuszczać, że istnieją dwa zasadnicze typy starzenia klejów. Pierwszy z nich – to destrukcja w warunkach wilgotnych przebiegająca z udziałem mikroorganizmów. Drugi typ destrukcji przebiegający w warunkach suchych (być może tylko w nadmiernie suchych) powoduje zmniejszenie higroskopijności, pogarszanie z natury niewielkiej elastyczności i zwiększanie kruchości klejów<sup>41</sup>.

Procesy starzenia zachodzące w płótnie w sposób bardzo istotny zmieniają jego właściwości. Zjawisko starzenia płócien badań wspomniany już zespół Laboratorium Technologii Tekstylnej Politechniki w Delft i Laboratorium Badania Zabytków w Amsterdamie. Z wniosków wysnutych na podstawie tych badań przytoczyć należy kilka, które są niezbędne dla wyjaśnienia omawianej kwestii odmiennego reagowania starych płócien na wodę. Według J. Leene<sup>42</sup> i współpracowników:

1. Naprężenia mechaniczne i zewnętrzne, i wewnętrzne zwiększają szybkość niszczenia włókien i płócien. Ich wpływ objawia się głównie w postaci przyspieszenia zrywania łańcuchów celulozy. Szybkie zmiany RH również przyspieszają zrywanie łańcuchów molekularnych.
2. W efekcie starzenia maleje zdolność absorbowania energii mechanicznej, co oznacza spadek rozciągliwości i elastyczności płótna. Wzrasta znacznie współczynnik tarcia między włóknami.
3. W trakcie starzenia płótna stają się częściowo rozpuszczalne w wodzie. W próbkach starych płócien lniaanych (od 50 do 3000 lat) stwierdzono od 2 do 15% substancji rozpuszczalnych, głównie glikozy.
4. Proces wytwarzania substancji rozpuszczalnych oraz inne zmiany zachodzące w trakcie starzenia nie przebiegają równomiernie ani w czasie, ani w stosunku do siebie.
5. Wzrost gęstości starych materiałów włóknistych (oznaczanej metodą helową), obecność substancji higroskopijnych i bliżej nie zbadane zmiany strukturalne we włóknach powodują zmianę przebiegu krzywej higroskopijności w obrzoku – brak jest jednak systematycznych badań określających zmiany, które zachodzą pod-

dy płótna starego ma wartość niższą niż w płótnie nowym, natomiast przy dużych wilgotnościach (99%) pochłanianie wody jest znacznie większe niż w płótnie nowym. Po wyekstrahowaniu substancji rozpuszczalnych w wodzie zwiększa się pochłanianie w średnich wilgotnościach, zaś maleje przy dużych wilgotnościach (w stosunku do tkaniny nie ekstrahowanej).

6. Pęcznienie włókna jest tym groźniejsze w skutkach, im silniej jest ono naprężone. Przy włóknach zniszczonych i naprężonych po spęcznieniu łatwo dochodzi do przekroczenia wytrzymałości na zerwanie.

Sprawdzone przez J. Leene i zespół prawidłowości dotyczące starzenia włókien i płócien potwierdzają oraz pomagają interpretować obserwowane w praktyce zachowanie starych podobrazy płóciennych w zetknięciu z wodą.

W miarę starzenia płótna słabnie jego zdolność kurczenia w I fazie, czyli tuż po zamoczeniu. Nawet jeżeli zostanie wywołane spęcznienie włókien, to ma ono bardzo niewielki wpływ na zmniejszenie wymiarów płótna. Rozciąganie płótna zamoczonego lub nawet tylko silnie zawilgoconego jest znacznie większe w starych niż w nowych obrazach, zwłaszcza że obecność spękań we wszystkich pozostałych warstwach sprzyja chłonięciu przez nie wody, a tym samym powiększaniu ciężaru całości<sup>43</sup>.

Przebieg odprężania płótna w III fazie słabnie, aż do zupełnego zaniku tej zdolności. Spękana i skruszona warstwa kleju utraciwszy wewnętrzną spójność również przestaje brać udział w przywracaniu pierwotnych wymiarów rozciągniętego płótna.

W rezultacie, w nowych obrazach narażonych na kontakt z wodą siły kurczenia płótna zazwyczaj przeważają nad wszystkimi innymi, natomiast w starych obrazach występuje przewaga procesów rozciągania. Wobec ustępowania kurczenia i wzrostu skłonności do rozciągania zmniejsza się stopniowo rola krosien jako elementu wywołującego naprężenia ścinające. Rozciąganie dwukierunkowe przestaje w ogóle występować, zachodzi tylko rozciąganie jednokierunkowe pod wpływem sił ciężenia.

Silne zawilgocenie starych obrazów wywołane parą wodną z otoczenia prowadzi do podobnych skutków, jak ich zamoczenie. Młode obrazy o żywych płótnach, pozostając w wilgotnym pomieszczeniu, mają płótna naprężone, stare obrazy o silnie zniszczonych płótnach zwisają luźno nawet przy 100% wilgotności względnej (np. obrazy na płótnie wiszące w wilgotnych kościołach opactw cysterskich w Krzeszowie, Henrykowie i innych). H. Kuhn<sup>44</sup> twierdzi wręcz, że stare płótna zawsze zachowują się odwrotnie niż nowe: „Stare płótna obrazów (...) przy wysokiej wilgotności zwisają na ramach, w suchym otoczeniu naprężają się. Dlatego przed powtórny napinaniem starych obrazów na krosna powinno się upewnić, czy płótno nie jest rozluźnione tylko z powodu nadmiernej wilgotności

<sup>41</sup> Zagadnienie starzenia klejów konsultowano z doc. dr hab. A. Strzelczyk. Procesy starzenia klejów glutynowych były badane m. in. przez A. Gallo. Z badań tych wynika, że żelatyna po procesie sztucznego starzenia twardnieje, staje się krucha, wzrasta jej temperatura rozpuszczania. Żelatyna starzona w temperaturze 95°C już po 12 dniach zmniejszała swą zdolność rozpuszczania 10-krotnie, a temperatura rozpuszczania takiej żelatyny wzrastała z 40 do 80°C. Proces starzenia termicznego żelatyny nie odpowiada w pełni procesom zachodzącym w obrazach – brak jest jednak systematycznych badań określających zmiany, które zachodzą pod-

czas naturalnego starzenia klejów.

<sup>42</sup> J. Leene i inni, op. cit. passim.

<sup>43</sup> Zwiększanie wymiarów obrazów można obserwować podczas dublowania lub konsolidacji na stole próżniowym, szczególnie gdy zabiegi te wykonywane są na spoiwa wodne. Po zdjęciu obrazu ze stołu próżniowego jego wymiary są zwykle nieznacznie zwiększone. O ile w młodych obrazach wzrost wymiarów nie przekracza 0,5%, o tyle w starych płótnach rozciąganie i powiększanie bywa wyraźniejsze i dochodzi niekiedy do 1 – 1,5%.

<sup>44</sup> H. Kuhn, op. cit., t. I, s. 30.





13. „Śmierć Czarnieckiego”, autor nieznan, druga poł. XIX w., technika olejna, wymiary 95×149 cm; 98×152 cm (z krajkami). Obraz namalowano na płótnie lnianym o gęstości  $15_w \times 15_o / \text{cm}^2$ . Kierunek wątku jest zgodny z pionem obrazu. Nitki płótna przędzone bardzo nierównomiernie. Ich szerokość zawiera się między 1,05 a 0,20 mm. Średnia szerokość nitki wątku wynosi 0,55 mm, osnowy – 0,58 mm. Zapelnienie tkaniny wątkiem wynosi 82,5%, osnową – 87,0%. Zniszczenia obrazu spowodowane zostały zamoczeniem płótna. (fot. W. Grzesik)

13. „Czarniecki's Death”, author unknown, second half of the 19th cent., oil technique, dimensions 95×149 cm; 98–152 cm (with salvages).

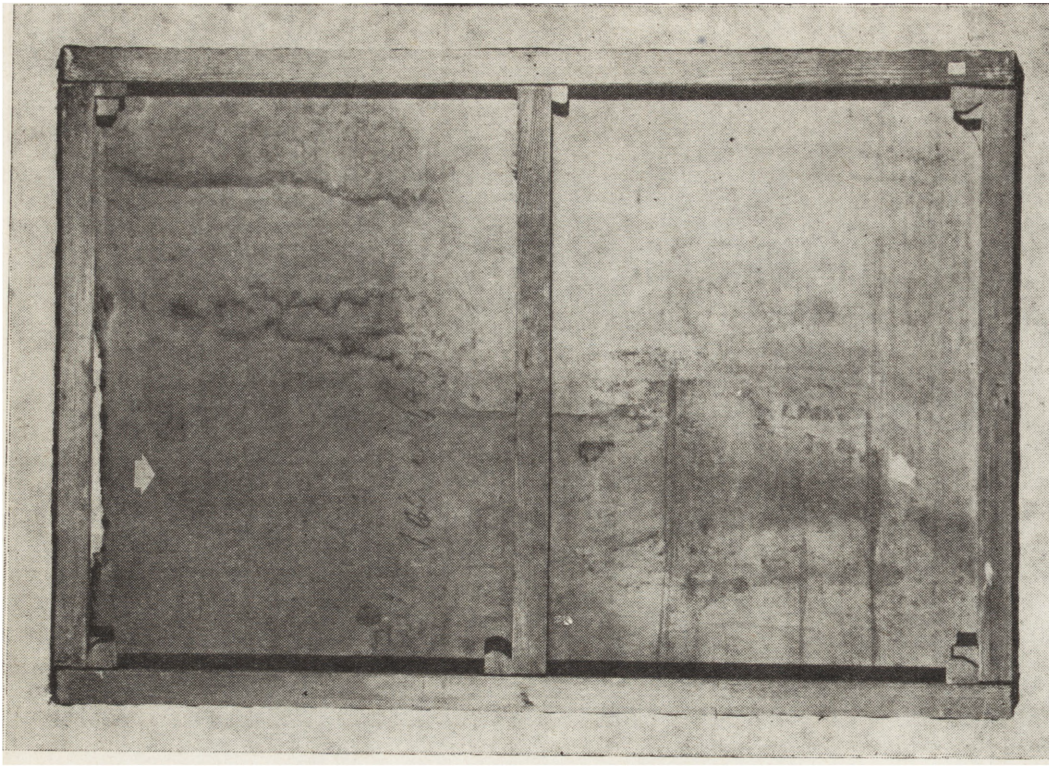
The picture painted on linen cloth with the density of  $15_w \times 15_o / \text{cm}^2$ . The direction of the weft corresponds to the vertical of the painting. Cloth threads are woven unevenly. Their width ranges between 1.05 and 0.20 mm. Mean width of weft threads varies from 0.55 of the weft to 0.58 of the warp. The filling of the cloth with the weft comes to 82.5%, with the warp – 87.6%. Impairing of the painting was caused by dampening of the canvas.

ci otoczenia i czy przy normalnej wilgotności nie naprężą się samoistnie. Kiedy napina się płótno przy dużej wilgotności to po jej spadku do normalnej powstają zazwyczaj specyficzne spękania (Spannungsrisse) w warstwie malarskiej i gruncie”. Badacz ten, jako jeden z niewielu piszących o zachowaniu się płócien w obrazach, zwraca uwagę na odrębność reagowania płócien starych i nowych. Podany przez niego opis jest sprawdzalny w obrazach, w których proces starzenia płótna jest znacznie bardziej zaawansowany niż destrukcja warstwy kleju, czyli w obrazach o zniszczonych płótnach i dobrze zachowanych przeklejeniach. Kiedy w wyniku popękania dojdzie do rozbicia warstwy przeklejenia na setki odrębnych poletek, działanie ściągające kleju już nie dotyczy całego obrazu, lecz właśnie tych odrębnych poletek. Zamiast naprężania całości w warunkach suchych, obserwuje się wówczas tendencję do poszerzania i rozciągania siatki spękań, a przy silnych twardej klejach – tendencję do miseczkowatego unoszenia brzegów spękań. Miseczkowate deformowanie rozpoczyna się wprawdzie

nie od przesuszenia obrazu, lecz od nierównomierności pęcznienia grubej warstwy kleju w okresach chłonięcia wilgoci, natomiast jest przyspieszane i pogłębiane właśnie przez przesuszenie lica obrazu, szczególnie wówczas gdy odwrocie przylega do zimnej ściany i dłużej pozostaje wilgotne niż lico. W obrazach, w których miseczkowate deformacje wystąpiły wcześniej, jeszcze przed utratą sprężystości płótna, obserwuje się skłonność do odrywania łusek od płótna. Płótna takich obrazów są zwykle płaskie. Późne wystąpienie miseczkowatych deformacji, zasze już w okresie daleko zaawansowanej destrukcji płótna, sygnalizowane jest przez charakterystyczne „wciągnięcia” płótna w siatkę spękań, przez co odwrocie obrazu przestaje być płaskie i odwzorowuje dokładnie deformacje lica.

Omawiając zagadnienie reagowania obrazów na wodę czy zmiany wilgotności powietrza, nie sposób pominąć jeszcze jednego ważnego problemu, jakim jest wpływ substancji obcych na stan i właściwości płócien malarskich. Substancje obce to – oprócz rozma-





14. Odwrocie obrazu – widoczny zasięg działania wody. Wrażliwość płótna na wodę wynikała w tym wypadku nie tyle z różnicy zapleńień, ile z olbrzymiej nierównomierności nitki (współczynnik  $V = 120\%$ ). Płótno kurczyło się najintensywniej w miejscach przerzedzeń. W rezultacie daszkowate pęchrze, powstające właśnie w tych miejscach, ułożone są i poziomo i pionowo. Pęknięcie płótna powstało w miejscu, gdzie zaciek jest najdłuższy, a więc tam, gdzie wartość sił kurczenia płótna była największa. Przeciwdziałające się tym siłom krosna były czynnikiem, który ostatecznie doprowadził do pęknięcia płótna. (fot. W. Grzesik)

14. The reverse of the painting; noticeable line of water's effect. The sensitivity of the cloth to water was rather due to big differences in threads than to differences in fillings (coefficient  $V = 120\%$ ). The cloth shranked worst in thinned-out places. As a result, canopy-like bulges that arose in those places are laid both horizontally and vertically. The cracking of the cloth appeared in the place where a damp stain was the longest, i.e. where the shrinking was most intensive. The looms counteracting those forces were the factor which finally brought about the cracking of the cloth.

itych przypadkowych zanieczyszczeń – kleje<sup>45</sup> i oleje wprowadzone w trakcie przygotowywania podłoża<sup>46</sup> lub dawnych zabiegów konserwatorskich. Dość często spotyka się w płótnach kleje pochodzące z apretur tkackich<sup>47</sup>.

Obecność substancji obcych w płótnie zmienia w sposób istotny przebieg procesów niszczenia z powodu zaburzenia stanu równowagi między płótnem a przeklejeniem. Klej wprowadzony w płótno powoduje wzmożenie funkcji przeklejenia i wytłumienie przeciwstawnej mu pracy samego płótna.

W rezultacie przy wzrostach wilgotności następuje silne rozciąganie podobrazia, a przy jej spadkach nadmierne kurczenie, ale tylko samego kleju, bez współudziału płótna. Prowadzi to do falowania powierzchni całego obrazu.

Nieco inne jest działanie oleju wprowadzonego w płótno, choć efekt końcowy – pofalowanie powierzchni obrazu – jest podobny do powstającego przy działaniu kleju.

Szkodliwość działania oleju na płótno pozostaje przede wszystkim w związku z wytwarzaniem nadtlenuków

<sup>45</sup> Są to najczęściej kleje glutynowe, skrobiowe lub ich mieszaniny oraz kleje, które podczas wykonywania badań identyfikowano jako kazeinowe.

<sup>46</sup> Badając przeklejenia posługiwano się metodą identyfikowania ich na przekrojach. Próbkę pobiera się wraz z płótnem – metodę tę można więc stosować tylko wówczas, gdy przeklejenie i zaprawa znajdują się na krajkach. Dotyczy to obrazów, których podłoża przygotowywano na krosnach pomocniczych lub też obrazów na tzw. gotowych, handlowych płótnach powstałych poza pracownią artysty. Obserwacja przeklejenia po wykonaniu reakcji barwnych dostarcza informacji o ich budowie, sposobie naniesienia i opracowania. W przebadanym zespole obrazów stwierdzono, że większość przeklejenia znajduje się wyłącznie na powierzchni płócien. Stosunkowo rzadkie są przykłady przesylenia klejem całej struktury płótna i nitki. Przesycenie takie, prowadzące do silnego usztywnienia płótna, następowało tylko w wypadku

stosowania klejów nadmiernie rozcieńczonych. Z kolei stosowanie klejów zimnych, częściowo zżelowanych lub bardzo gęstych dawało warstwy wyrównujące zagłębienia powierzchni płótna, niekiedy poprzerywane, nieciągnące.

<sup>47</sup> Apretury prawie zawsze wykonywano z klejów skrobiowych, rzadko z mieszaniny klejów skrobiowych i glutynowych, a bardzo rzadko z klejów glutynowych. Kleje z apretur przesycają równomiernie całe płótno. Obserwowane na przekroju wybarwione cząsteczki kleju otaczają nitki z każdej strony, wypełniając wszelkie szczeliny między włóknami. Apretury można obserwować na odwrocie obrazów. Wykonuje się wówczas niewielką próbkę bezpośrednio na płótnie. Obserwując badane miejsce przez mikroskop nanosi się na nie niewielką ilość  $J_2$  w  $KJ$ . Test powinien być wykonywany na krańcu obrazu. Podczas badania apretur zdarza się spotkać przykłady szlicht osnowowych. Cząsteczki kleju występują wówczas tylko na nitkach osnowy.



podczas polimeryzacji. Wytwarzanie nadtlenu jest najintensywniejsze w pierwszej, stosunkowo krótkiej fazie schnięcia, poprzedzającej stwardnienie. Okres ten jest najbardziej niebezpieczny dla płótna. Ponieważ jednak proces wytwarzania nadtlenu po stwardnieniu oleju ulega wielkiemu zwolnieniu (ale nigdy nie ustaje), ich niszczący wpływ na płótno zachodzić powinien bardzo wolno, lecz nieustannie.

Wśród obrazów, w których stwierdza się przedostanie oleju z zaprawy do płótna, obserwujemy zwykle znaczny stopień destrukcji płótna. W płótnach z tego samego okresu, w których nie stwierdza się obecności oleju, obserwować można czasem znacznie mniejszy, ale czasem również wysoki stopień destrukcji jak w płótnach przeolejonych. W pewnych szczególnych przypadkach można zauważyć działanie stabilizujące niewielkich ilości oleju, który czyni podobnie mniej wrażliwym na zmiany RH. Wynik tych obserwacji nie oznacza oczywiście, że rola oleju w płótnie może być pozytywna. Pozwala natomiast stwierdzić zmieniony sposób zachowania takiego płótna. Wyraźnie zauważalnym skutkiem przeolejenia płócien jest ich usztywnienie, co w praktyce daje skłonność do deformowania i falowania obrazu. Płótna przesycone olejem bywają w różnym stopniu uszkodzone, przypuszczalnie w wyniku bardzo różnych reakcji, jakie mogą zajść między celulozą (w rozmaitych stadiach jej destrukcji) a różnymi olejami (również w różny sposób oczyszczonymi i przygotowanymi). Wiele wskazuje na to, że nie każdy olej w tym samym stopniu przyspiesza chemiczne procesy destrukcji. Zjawiska te wymagają więc pilnych badań z zastosowaniem najnowszych metod i aparatury.

Wyników dotychczasowych badań nie można jeszcze uznać za ostateczne wyjaśnienie skomplikowanego zagadnienia wpływu substancji na przebieg destrukcji płótna. Można natomiast stwierdzić, bez wnikania w mechanizm oddziaływania chemicznego, że zarówno obecność oleju, jak i kleju w płótnie objawia się przede wszystkim usztywnieniem struktury tkaniny. Przez usztywnienie zniwelowana zostaje sprężystość tkaniny, zdolność pochłaniania naprężeń mechanicznych i odreagowywania. Tym samym płótno zaczyna zachowywać się jak płótno o bardzo zaawansowanych procesach starzenia, zdolne jedynie do obwisania i powiększania wymiarów.

Jeżeli olej nie tworzy zwartego bloku na odwrocie, lecz znajduje się wyłącznie w nitkach płótna, następuje wyeksponowanie funkcji przklejenia przez wyłączenie równoważącego działania płótna. Natomiast po pokryciu całego odwrotca szczerłą warstwą oleju lub farby olejnej zniwelowana zostaje sprężystość płótna i ograniczona praca kleju. Rośnie znacznie ciężar całości, a w związku z tym działanie sił rozciągających. Ostatecznym efektem jest więc w każdym wypadku wyraźne przyspieszenie procesów rozciągania malowidła, falowania i deformowania jego płaszczyzny.

W tym samym czasie przebiegają zjawiska starzenia i destrukcji chemicznej. Są one współodpowiedzialne za ostateczny stan płótna. Niemniej jednak obserwacja wielu obrazów pozwala stwierdzić, że przez samo usztywnienie płótna w krótkim czasie uzyskuje się efekt jak gdyby sztucznego „postarzenia”. Płótno usztywnione – bez względu na rzeczywisty stopień destrukcji chemicznej celulozy – zachowuje się w obrazie jak płótno stare.

Wszystkie przedstawione uwagi dotyczące zachowa-

nia się płócien obrazów prowadzą do wniosku, który można by sformułować następująco: Dwie opozycyjne warstwy – płótno i klej – decydują o zachowaniu całego obrazu. Stan subtelnej, chwicznej równowagi, w którym klej pełni funkcję „buforu” w stosunku do płótna, najbardziej sprzyja dobremu zachowaniu obrazu. Zaburzenie tej równowagi w wyniku procesów, starzenia, a zwłaszcza niesynchronicznego starzenia płótna i kleju lub brak równowagi wynikający z nieharmonijnego przeciwstawienia przez artystę grubego, silnego kleju słabemu płótnu czy odwrotnie – prowadzi do określonej formy destrukcji obrazu.

Zamoczenie obrazu, zwłaszcza młodego, o żywym, silnie reagującym płótnie, jest również takim zaburzeniem równowagi, a skutki jego bywają zwykle natychmiastowe, znacznie groźniejsze niż skutki trwających dziesiątki lat drobnych wibracji wywołanych zmianami RH. Bez względu na to, czy zamoczenie następuje w wyniku katastrofy, czy w trakcie prac konserwatorskich, jego skutki w skrajnych przypadkach mogą prowadzić do poważnego uszkodzenia obrazu.

Z tego, co powiedziano wyżej, wynika, że przed przystąpieniem do prac konserwatorskich wymagających wprowadzenia wody w obrazy malowane na płótnach należy określić granice bezpieczeństwa wykonywanego zabiegu, szczególnie wówczas, gdy mamy do czynienia z obrazami młodymi. Literatura konserwatorska zaleca w takich wypadkach wykonywanie testów kurczliwości płótna na krajkach, pozostawianie obrazów na krosnach podczas wprowadzania wody lub zabezpieczanie płótna przez wstępną impregnację żywicami sztucznymi. Żadne z tych rozwiązań nie jest idealne. Testy na krajkach bywają zawodne, gdyż mały fragment zamoczonego płótna silnie rozciągany przez pozostałe suche płótno wcale nie musi dać wyraźnych objawów kurczenia, do jakiego dojdzie po zamoczeniu całości, szczególnie zaś po zamoczeniu oraz ogrzaniu. Pozostawianie obrazów na krosnach może dać pozytywne rezultaty w zasadzie tylko wówczas, gdy wprowadzaniu wody towarzyszy natychmiastowe działanie ciśnienia. W związku z tym, co powiedziano wcześniej, rola krosien jako czynnika silnie przeciwstawiającego się kurczeniu płótna może być dwójaka. W wielu wypadkach będą one skutecznie powstrzymywać kurczenie się płótna. Natomiast tam, gdzie siła skurczu będzie duża, krosna, poprzez zwiększanie naprężeń ścinających, przyspieszą powstawanie odspojień lub doprowadzą do pęknięcia obrazu. Wstępna impregnacja płótna roztworami żywic sztucznych ma również istotne wady. Stosowana na wszelki wypadek często jest zbędna i stanowi niepotrzebny balast dla obiektu, wraz ze wszystkimi negatywnymi skutkami jego wprowadzenia (starzenie żywic, nieodwracalność zabiegu itd). Ograniczając pracę płótna, nie ogranicza całkowicie pracy kleju, może więc stanowić kolejny czynnik, który trwale zburzy harmonię układu klej-płótno. W przyszłości może zaś dać podobne efekty, jakie obserwuje się po dawnych impregnacjach płócien wykonywanych klejem czy olejem.

Określanie granic bezpieczeństwa obrazu podczas pracy z wodą powinno zatem opierać się na opanowaniu umiejętności przewidywania jego zachowania się po wprowadzeniu wody.

Przewidywanie takie należy oprzeć na:

1) ocenie stanu włókien i pojedynczych nitek oraz ocenie stopnia zniszczenia całego płótna, pozwalają-

cej na kwalifikację do grupy płócien żywych lub martwych;

2) analizie struktury i ocenie nierównomierności nitki i tkaniny;

3) określeniu rodzaju kleju przeklejenia, grubości warstwy i stanu zachowania przeklejenia;

4) określeniu wrażliwości pozostałych warstw obrazu na wodę i przewidywaniu ich ewentualnego zachowania się po zamoczeniu.

Ad. 1. Niebezpieczeństwo gwałtownego kurczenia dotyczy w zasadzie tylko płócien żywych. Z obserwacji wielu płócien zabytkowych wynika, że proces ich martwienia przeciętnie trwa ok. 100–250 lat. Jednakże intensywności jego przebiegu jest tak dalece różna w różnych obrazach i tak dalece zależna od wielkiej liczby czynników, że błędem byłoby szukanie prostych zależności między wiekiem płótna a jego stanem zachowania. Określenie stanu zachowania płótna należałoby oprzeć na wynikach precyzyjnych badań, tymczasem jedyną metodą, jaką wypracowano dotychczas dla oceny stanu płótna, są badania wytrzymałościowe<sup>48</sup>. Metoda ta jest dobra, lecz wyłącznie w odniesieniu do próbek płócien starzonych laboratoryjnie<sup>49</sup> lub tych szczególnych przypadków podobrazu płócien, gdzie można pobierać nitki z różnych punktów płótna. W większości obrazów nitki można pobrać wyłącznie z krajkę, te zaś są zawsze o wiele lepiej zachowane niż płótno środkowej partii obrazu<sup>50</sup>.

Oprócz zagadnienia wytrzymałości pojedynczych nitek oraz wytrzymałości płótna pozostaje jeszcze kwestia obliczania wytrzymałości płótna jako konstrukcji nośnej całego obrazu. Na konieczność wykonywania takich obliczeń i uwzględniania ich w planowaniu zabiegów konserwatorskich zwracał uwagę V. R. Mehra<sup>51</sup>. Nikt jednak nie wypracował dotychczas modelu rozkładu sił działających na płótno malarskie w zależności od wymiarów i ciężaru całego obrazu<sup>52</sup>, choć bez wątplenia pomogłoby to rozwiązać wiele zagadnień, np. zobiektywizować kryteria podejmowania decyzji o konieczności wykonania dublowania oraz zobiektywizować kryteria wyboru kleju do dublowania. Rozwiązanie tych wszystkich zagadnień jest sprawą niezwykle pilną. Tymczasem nie pozostaje nic innego, jak oprzeć ocenę stanu płótna na tradycyjnych konserwatorskich sposobach, które jakkolwiek mało precyzyjne, to przy pewnym doświadczeniu mogą być bardzo pomocne. Należy zwracać uwagę na zmiany barwy płócien. Są one najczęściej wskaźnikiem zaawansowania procesów destrukcji. Na ogół silne pociemnienie czy zbrązowienie idzie w parze z silnym osłabieniem włókien i nitki. Zdarzają się jednak również wypadki płócien bardzo jasnych (żółtawobiałych) o dużym osłabieniu, szczególnie w obiektach, które były intensywnie atakowane przez mikroorganizmy. Natomiast jasna, zielonkawa barwa, zbliżona do barwy płótna nowego, zawsze świadczy, że płótno jest żywe, a jego stan zachowania bardzo dobry. Ważnym

wskaźnikiem informującym o stanie płótna jest ocena sposobu pęknięcia pojedynczych nitki. Nitki płócien żywych pękają miękko, rozwłókniają się, a ich końce przypominają kształtem długi pędzel akwarelowy. W miarę postępu procesów destrukcji nitki pękają coraz bardziej krótko, bez rozwłóknienia. W płótnach bardzo zniszczonych, martwych nitki pękają dokładnie prostopadle do własnej osi, a końce włókien rozsypują się w charakterystyczne mioteczki. Metoda ta, wielokrotnie sprawdzana w praktyce, ma pewnego rodzaju potwierdzenie w metodach włókienniczych. T. Balasiński<sup>53</sup> pisząc o cechach włókien łykowatych proponuje następujący sposób oceny ich wytrzymałości: „Z różnych miejsc próbki pobiera się i formuje pęczki włókien technicznych. Pęczek okręcony dookoła palców wskazujących obu rąk zrywa się przez szarpanie rękoma jego odcinka o długości ok. 5 cm. Włókno wytrzymałe stawia duży opór przy rozciąganiu, w momencie zerwania wydaje charakterystyczny trzask – końce zerwanych włókien są postrzępione. Włókno słabe nie wydaje żadnego odgłosu i zrywa się równo, no, jak gdyby nacięte.”

Ad 2. Ocena nierównomierności nitki i nierównomierności tkaniny jest najważniejszym wskaźnikiem podczas przewidywania zachowania się obrazu w zetknięciu z wodą. Oceny nierównomierności nitki dokonujemy przez pomiar ich szerokości w miejscach najmniejszego spłaszczenia (w 1/2 odległości między skrzyżowaniami nitki). Porównujemy wyniki pomiarów odpowiedniej liczby nitki najgrubszych i najcieńszych. Oceniamy odrębnie nierównomierność nitki wątku i nitki osnowy. Przyjmujemy, że nitki, których szerokość zwiększa się o 100% i więcej w stosunku do najwęższych, albo też o 100% i więcej zmienia się szerokość jednej nitki w różnych jej punktach – uważamy za nitki nierównomierne. Tego typu nierównomierność uwidacznia się wyraźnie podczas pracy płótna, wpływa na zmiany jego wymiarów podczas zamoczenia, może powodować zmiany faktury obrazu podczas jego dublowania na stole próżniowym „licem do góry”. Nierównomierność nitki możemy również charakteryzować wyznaczając współczynnik nierównomierności.

Oceny nierównomierności tkaniny dokonujemy przez porównanie wartości wypełnienia wątkowego i wypełnienia osnowowego. Danymi do obliczenia tych wartości są: gęstość liniowa każdego z układów oraz średnia szerokość nitki wyznaczona w 1/4 odległości od skrzyżowania.

Im młodsze płótno i im większa jest jego nierównomierność, mierzona różnicą wypełnień poszczególnych układów, tym większe prawdopodobieństwo kurczenia płótna pod wpływem wody.

W obrazach zamoczonych wodą, w których dochodzi do skurczenia płótna, zmniejszenie jego wymiarów następuje w kierunku zgodnym z kierunkiem układu (wątku lub osnowy) o mniejszym wypełnieniu. Tym samym kierunek powstających ubytków jest równoległy

<sup>48</sup> Zagadnienie to konsultowano m. in. z pracownikami naukowymi Instytutu Włókiennictwa w Łodzi.

<sup>49</sup> Por. S. Hackney, G. Hedley, *Measurements of the Ageing of Linen Canvas*, „Studies in Conservation”, 26, 1981, s.1–14; oraz J. Leene i inni, op. cit., passim.

<sup>50</sup> Twierdzenie to oparto na wynikach badań wytrzymałości nitki pobranej z krajkę i partii środkowych destruktywów kilku obrazów pochodzących z XIX i początku XX w. Badania wykonano na zrywarce typu Instron Model 1026. Różnice wy-

trzymałości nitki z krajkę i nitki z części środkowej płócien zawierały się w granicach 50–120%.

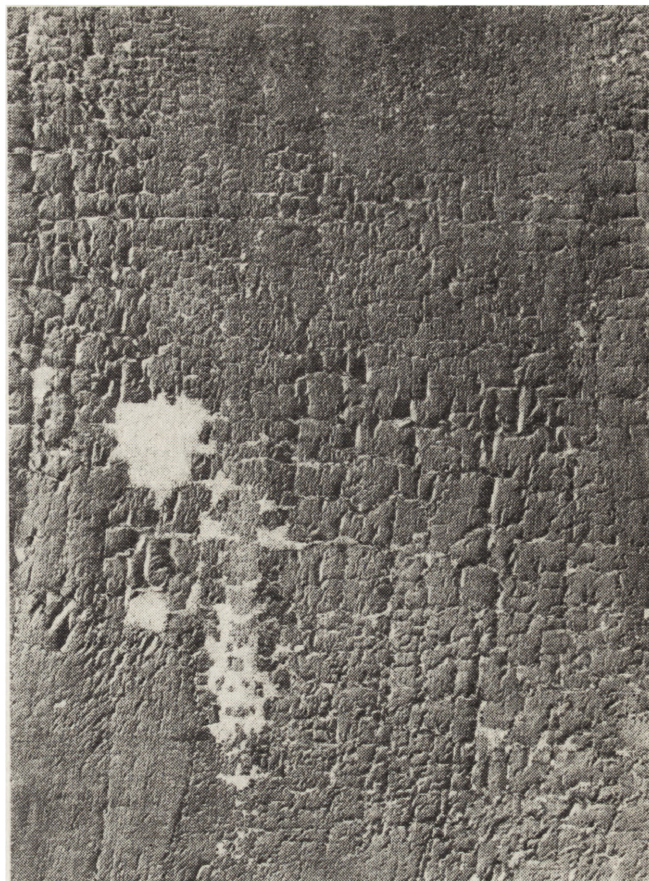
<sup>51</sup> V. R. Mehra, *Comparative Study of Conventional Relining Methods and Materials and Research Towards their Improvements*, ICOM Conference, Madrid 1972.

<sup>52</sup> Por. G. Ronca, *The Prediction of Stress Relaxation and Incipient Instability in Lining Canvases*, ICOM Conference, Zagreb 1978.

<sup>53</sup> T. Balasiński, op. cit., s. 158.

do układu o większym wypełnieniu, a prostopadły do układu o mniejszym wypełnieniu.

Ad. 3. Zarówno określenie rodzaju kleju, jak i charakterystyka warstwy przeklejenia są stosunkowo łatwe do wykonania w obrazach, których krawki są pokryte przeklejeniem i zaprawą. Pobiera się wówczas próbkę płótna wraz z zaprawą o wymiarach ok. 2×2 mm i po zatopieniu jej w kostce żywicy sztucznej wykonuje się kilka reakcji barwnych, umożliwiających identyfikację klejów na przekrojach<sup>54</sup>. Podczas barwienia obserwuje się grubość i równomierność warstwy przeklejenia, gładkość lub rozbudowanie jej powierzchni na styku z zaprawą, obecność szczelin i pęknięć. Wyniki badań budowy przeklejeń, zestawione z obserwacją stanu zachowania i zakresu zniszczeń w obrazach, które w przeszłości były narażone na kontakt z wodą, pozwalają na sformułowanie następujących wniosków: im grubsze, bardziej gładkie i równe są warstwy przeklejeń, tym większy jest ich udział w niszczeniu obrazów pod wpływem wody. Rozbudowanie powierzchni przeklejeń, obecność szczelin i spękań (również obecność głębokich spękań widocznych na powierzchni obrazów w postaci siatki) sprzyja rozładowywaniu naprężeń pęczniącego po zamoczeniu kleju. Wszystkie wskazują na to, że przeklejenia: skrobiowe i mieszane skrobiowo-glutynowe pęcznią łatwo, ale siły towarzyszące temu zjawisku są stosunkowo niewielkie i rzadko wyrządzają wyraźne szkody w obrazach. Natomiast przeklejenia wykonane z twardych klejów (gorszej jakości kleje glutynowe, kazeinowe, kazeinowo-glutynowe) trudniej ulegają spęcznieniu, ale naprężenia powstające po spęcznieniu są duże i bardzo groźne w skutkach.



15. Fragment lica obrazu w świetle skośnym (fot. W. Grzesik)

15. Detail of the facing of the painting in an oblique light.

Ad 4. Określenie wrażliwości pozostałych warstw obrazu na wodę jest proste i w zasadzie nie wymaga omawiania. Sprowadza się do prowadzonej przy odpowiednim powiększeniu obserwacji szybkości chłonięcia kropli wody oraz oceny skłonności zaprawy i warstwy malarskiej do pęcznienia. W zasadzie tylko zaprawy klejowe, warstwy malarskie klejowe, temperowe lub olejne o zniszczonym i wylugowanym (najczęściej w trakcie dawnych zabiegów oczyszczania) spoiwie mogą być zagrożone podczas wprowadzania w nie wody. Stwierdzenie wrażliwości górnych warstw obrazu na wodę nie zawsze musi wykluczać możliwości jej stosowania<sup>55</sup>. Rzeczywiste zagrożenie pojawia się dopiero wówczas, gdy w trakcie wykonywania prac konserwatorskich istnieje możliwość rozmycia, roztrawienia lub zgniecenia spęczniających warstw. Jeśli natomiast wykluczyć niebezpieczeństwo mechanicznego uszkodzenia spęczniających warstw, to zagrożenie wynikające ze zwiększenia objętości kleju w zaprawie czy

warstwie malarskiej jest bardzo małe z uwagi na jego niewielką ilość w stosunku do wypełniaczy i pigmentów. Niebezpieczeństwo takie jest nieporównywalnie mniejsze niż to, które stwarza pęczniący klej przeklejenia lub kurczące się płótno, niemniej jednak nie należy go lekceważyć.

Podsumowując, jeżeli w trakcie przeprowadzonych badań stwierdzono, że podobrazie płócienne charakteryzuje się: 1) dobrym stanem zachowania włókien, nitek, całej tkaniny, kwalifikującym do określenia terminem „żywe płótno”; 2) dużą nierównomiernością skrętu i grubości nitek w wątku i osnowie oraz nierównomiernością wypełnienia wątkowego i osnowowego; 3) dobrym stanem zachowania przeklejenia naniesionego w grubej, równej i gładkiej warstwie, szczególnie przeklejenia z klejów twardych i mocnych, możemy powiedzieć, że w obrazie występuje zespół cech sygnalizujących duże prawdopodobieństwo gwałtownego reagowa-

<sup>54</sup> Na przekrojach identyfikowano skrobię za pomocą  $J_2$  w KI, białka w reakcji z ninhydriną (0,2% roztwór w alkoholu etylowym). Por. Zb. Brochwicz, *Identyfikacja skrobi i związków białkowych na przekrojach warstw malarskich i zapraw*, „Materiały Zachodniopomorskie”, VI, Szczecin 1960; białka w reakcji z czernią amfodową (według metody opisanej przez E. Martin, *Some Improvements in Techniques of Paint Media*, „Studies in Conservation”, 22, 1977, s. 63–67). Kazeinę identyfikowano w reakcji z molibdenianem amonowym w stężonym  $HNO_3$  i octanem benzydyny. Identyfikacja kazeiny tą metodą nie daje jednakże wyników całkowicie pewnych. Obecność kleju glutynowego stwierdzano wykonując test na występowanie hydroksyproliny z odczynnikami

Erlicha (test wykonywano na sproszkowanej próbce). Podczas badania przekrojów bardzo pomocne było również barwienie ich wodnymi roztworami safraniny i zieleni malachitowej; por. Zb. Brochwicz, *Zastosowanie barwników organicznych do badania przekrojów warstw malarskich i zapraw*, „Materiały Zachodniopomorskie”, V, Szczecin 1959.

<sup>55</sup> Z praktyki wynika, że nawet malowidła klejowe wykonane na klejowych zaprawach można po odpowiednim przygotowaniu i zachowaniu środków bezpieczeństwa oczyszczać wodą, nie powodując powstania uszkodzeń. Por. E. J. Wołscy, *Zagadnienie konserwacji wielkich płaszczyzn malarstwa klejowego na płótnie (na przykładzie polichromii stropu kościoła w Stegnie)*, „Ochrona Zabytków”, nr 2, 1979, s. 121–127.



nia po zamoczeniu. Należy wówczas zweryfikować listę proponowanych zabiegów, starając się wyeliminować te, które wymagają wprowadzenia wody. Dopiero gdy uniknięcie ich okaże się niemożliwe, można zastanawiać się nad ewentualną impregnacją płótna, stosowaniem rozprężania na krosnach lub stosowaniem innych środków zaradczych. Trzeba przy tym pamiętać, że efekt ich stosowania może okazać się niewystarczający wobec siły kurczenia płótna lub wobec siły pęcznienia kleju przeklejenia.

Z kolei stwierdzenie, że w badanym podobrazu nie występuje żadna z cech sygnalizujących niebezpieczeństwo kurczenia płótna lub gwałtownego pęcznienia kleju, pozwala na względnie bezpieczne stosowanie wody, bez obawy spowodowania nieoczekiwanej reakcji. Na zakończenie warto jeszcze podjąć kwestię, która być może sama nasunie się Czytelnikom. Jak, w świetle tego co powiedziano wyżej, wyglądają działania szkół konserwatorskich posługujących się niemal wy-

łącznie spoiwami wodnymi do konsolidacji czy dublowania? Stosowanie jakiegokolwiek metody do wszystkich, bez wyjątku, obrazów nigdy nie jest rzeczą dobrą. Nawet jeśli, jak w wypadku dublażu klajstrowego, metoda jest tak znakomicie dopracowana, że nie dochodzi do powstania wyraźnych, kompromitujących wykonawcę zniszczeń, to pewnych typów obrazów nie można uchronić przed uszkodzeniami drobnymi i tylko z pozoru nieistotnymi.

Wszelkie zabiegi rozprężania, brutalnego rozciągania kurczących się płócien czy też innego typu działania gwałtujące naturalne właściwości substancji tworzącej dzieło sztuki, jakkolwiek gwarantują pozornie pozytywne wyniki konserwacji, to z punktu widzenia etyki zawodowej budzą poważne wątpliwości.

*dr Bogumiła J. Rouba  
Instytut Zabytkoznawstwa i Konserwatorstwa  
UMK w Toruniu*

## CANVAS AS UNDERPAINTINGS

The article contains a brief description of the history of canvas underpaintings, history of their manufacture and a description of the method for an analysis of the structure of old canvases. The method has been worked out in such a way as to ensure simple and easy studies in the conditions of each conservation workshop. The results obtained are useful as objective data, making it possible to documentate the structure of the canvas. Still, their main value consists in that they allow the conservator to investigate causative and effective connections taking place between the structure of the canvas and its functioning as painters' groundwork.

The author discusses also problems of the behaviour of canvas underpaintings in a contact with water introduced

during various conservation treatment or during an accidental flood.

The structure of the canvas, its condition and finally the condition of the entire painting decide of the fact whether or not the contact with water will be harmful or relatively safe for the painting. The knowledge of dependencies governing the behaviour of canvases may enable the conservator to foresee the behaviour of paintings after the introduction of water. This kind of foreseeing is of particular importance to works with 19th and 20th cent. paintings. The use of water agents is purposeful and advantageous in many cases but only after making sure that these are not canvases which will react with rapid shrinking that is harmful for a painter's layer.

SLAWOMIR SKIBIŃSKI

## UDZIAŁ SOLI ROZPUSZCZALNYCH W WODZIE W PROCESACH NISZCZENIA KAMIENNYCH OBIEKTÓW ZABYTKOWYCH ORAZ KONSERWATORSKIE SPOSOBY OGRANICZANIA ICH DZIAŁANIA \*

W wyniku oddziaływania środowisk korozyjnych<sup>1</sup> na kamienne obiekty zabytkowe oraz wadliwego stosowania materiałów i środków do ich konserwacji powstają produkty wtórne. Ich skład chemiczny, zależny od rodzaju i zaawansowania procesów destrukcyjnych, jest jednym z najważniejszych czynników określających stopień zagrożenia obiektu. Szczególnie ważne są tutaj sole rozpuszczalne w wodzie, które stanowią główną przyczynę destrukcji kamiennych rzeźb, elementów wystroju architektonicznego oraz murowanych obiektów zabytkowych. Nie zawsze w praktyce konserwatorskiej podejmuje się zabiegi, których celem byłoby niedopuszczanie do zasolenia tych obiektów, lub takie, które

ograniczyłyby niszczące działanie soli rozpuszczalnych, albo prowadziłyby do usunięcia soli z obiektów.

W działalności konserwatorskiej od wielu lat obserwuje się niedocenianie w procesach destrukcji murowanych obiektów zabytkowych udziału soli rozpuszczalnych w wodzie. Ten stan rzeczy jest wynikiem braku systematycznych, kompleksowych badań laboratoryjnych oraz wdrożeń nowych nad wykorzystaniem nowoczesnych osiągnięć naukowych w praktyce konserwatorskiej.

Celem artykułu jest ukazanie zagrożeń, jakie niesie obecność soli rozpuszczalnych w wodzie w porowatym materiale obiektu zabytkowego, oraz dokonanie przeglądu i oceny metod ograniczania ich działania.

\* Uzupełniony fragment pracy doktorskiej S. Skibińskiego pt. *Odsalanie kamiennych obiektów zabytkowych metodą elektrodializy membranowej*, napisanej pod kierunkiem prof. dra hab. W. Domasłowskiego.

<sup>1</sup> B. Cwynar, B. Głowiak, *Charakterystyka korozyjnych środowisk naturalnych*, wyd. Politechnika Wrocławska, Wrocław 1978.