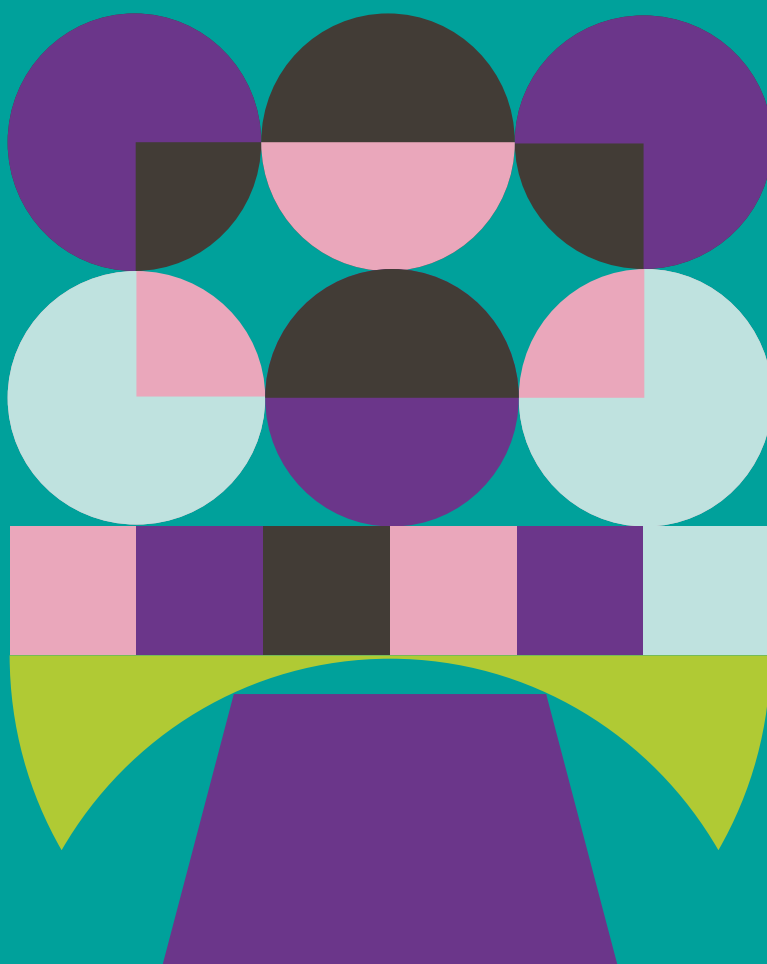


Materiały i techniki

PORADNIK DLA ARTYSTY WSPÓŁCZESNEGO



Materiały i techniki

Materiały i techniki

PORADNIK DLA ARTYSTY WSPÓŁCZESNEGO

dr Julia Burdajewicz
dr Dorota Dzik-Kruszelnicka
dr Magdalena Grenda-Kurmanow
Anna Konopko
Diana Kułakowska
dr Monika Supruniuk
dr Anna Tomkowska

Przedmowa: prof. dr hab. Iwona Szmelter



Narodowy Instytut Konserwacji Zabytków
Warszawa 2023

Spis treści

Słowo od wydawcy 7

Przedmowa 11

- 1 Tkanina jako materiał artystyczny.
Rodzaje surowców włókienniczych i ich właściwości
Anna Konopko 15
- 2 Papier jako podłoże i tworzywo w pracach artystycznych
Magdalena Grenda-Kurmanow 27
- 3 Wybrane materiały piśmiennicze
w warsztacie rysunkowym artysty
Magdalena Grenda-Kurmanow 39
- 4 Między warstwami. Wpływ warstw pośrednich
na trwałość prac. Czyli jak regulować chłonność
podłoża i dlaczego warto to robić
Diana Kułakowska 61
- 5 Nie tylko ochrona. Werniksy a estetyka
i końcowy wyraz dzieła
Julia Burdajewicz 79
- 6 Wybrane kleje naturalne w warsztacie artysty
Anna Tomkowska 93
- 7 Wybrane kleje syntetyczne w warsztacie artysty
Anna Tomkowska 117

- 8 Tkanina artystyczna i malowidła bez krosien.
Profilaktyka konserwatorska, bezpieczna ekspozycja
i przechowywanie
Anna Konopko 141
- 9 Podłoża papierowe. Wskazówki dotyczące
bezpiecznego eksponowania i przechowywania prac
Dorota Dzik-Kruszelnicka 151
- 10 Przechowywanie i wystawianie analogowych materiałów
fotograficznych. Krótki przewodnik dla artystów
Monika Supruniuk 163
- 11 Obraz w ruchu, obraz bez ruchu. O bezpiecznym
transporcie i przechowywaniu prac malarskich
Julia Burdajewicz 181
- O autorkach 201

Słowo od wydawcy

Dziś artysta to często eksperymentator. Może stanowczo odżegnywać się od tradycyjnych, ugruntowanych już form, albo wchodzić z nimi w odważną polemikę, rozsadzając zastane ramy. Jednak nawet poszukując awangardowych narzędzi i sposobów wyrazu, nierzadko konfrontuje się z tym samym wyzwaniem, przed którym stawali jego poprzednicy – trwałości ukończonego dzieła. Taki twórca właśnie trafił w dobre miejsce.

Współcześni artyści chętnie sięgają po motyw destrukcji, starając się uchwycić to, co najbardziej ulotne i dokuczliwie wręcz przemijalne. I nie mówię tu o słynnym *suspensie* Banksy'ego, którego grafikę na oczach publiczności zgryzła sprytnie ukryta w ramie niszcarka. Nawiązuję raczej do tych twórców, którzy malują kopiącą świecą czy nasączają pleśnią arkusze papieru, aby proces starzenia przebiegał już nie w latach, ale tygodniach. Co jednak, kiedy destrukcja wcale nie była wpisana w założenia dzieła, lecz stanowiła wypadek przy pracy, nieszczęśliwe zdarzenie, które teraz przeistoczyło się w niemały problem i dla artysty, i kolekcjonera?

A gdyby tak zebrać wachlarz praktyk w jednym miejscu, przedstawiając je w sposób zrozumiały i czytelny dla wszystkich, bez specjalistycznego żargonu i powoływania się na trudno dostępne produkty? To właśnie misja, która przyświecała Narodowemu Instytutowi Konserwacji Zabytków, gdy podjęliśmy pracę nad *Vademecum NIKZ. Materiały i Techniki. Poradnik dla artysty współczesnego*

– projektem systematyzującym zagadnienia dotyczące warsztatu współczesnego artysty. Kluczowe informacje z zakresu konserwatorskiej kuchni znajdują w nim jednak również ci, którzy sztuki nie tworzą, ale po prostu ją kochają – od początkujących kolekcjonerów po tych, którzy chcieliby prawidłowo zabezpieczyć stare rodzinne fotografie dla kolejnych pokoleń czy bezpiecznie przewieźć obraz w trakcie przeprowadzki.

Do współpracy zaprosiliśmy doświadczone konserwatorzy, które odkrywają przed czytelnikami sekrety jeszcze niedawno będące strzeżonymi „tajemnicami firmy”. Owoc wspólnych wielomiesięcznych przygotowań, czyli *Materiały i techniki. Poradnik dla artysty współczesnego*, to publikacja, która nie tylko porządkuje wiedzę twórcy, ale też oferuje narzędzia do kolejnych, samodzielnych już poszukiwań umożliwiających doskonalenie warsztatu.

Prezentowane Państwu vademecum jest pierwszym z całej serii planowanych poradników, która za cel stawia pomoc nie tylko samym twórcom, ale również właścicielom i użytkownikom obiektów zabytkowych. Dzięki tym publikacjom otrzymają oni merytoryczną pomoc w zakresie zabezpieczenia, przechowywania, pielęgnacji dzieł sztuki, pamiątek i zabytków.

dr Michał Laszczkowski

Dr Michał Laszczkowski, polski działacz społeczny, historyk, aktywista kultury, menedżer dziedzictwa – od 2022 r. sprawuje funkcję dyrektora Narodowego Instytutu Konserwacji Zabytków.

Przedmowa

W naszych czasach „wszystko” może być sztuką. Niezrażone tym powszechnie znanym faktem autorki książki przekazują artystom podstawową wiedzę o trwałej, materialnej podstawie dzieł sztuki wizualnej. Potrzeba takiej implementacji podstaw wiedzy o uprawianiu sztuki jest powszechna z tytułu częstej niewiedzy w młodszych pokoleniach, jak również – dla ewentualnego przypomnienia podstawowych zasad uprawiania różnych technik i technologii artystycznych, co przydać się może wszystkim.

Vademecum NIKZ. Materiały i Techniki. Poradnik dla artysty współczesnego to niezbędny elementarz z informacjami dotyczącymi sztuki autograficznej, to jest utrzymanej w tradycyjnych dyscyplinach, jak malarstwo, rzeźba, grafika czy tkanina. Sztuka ta, zakorzeniona w zachodniej kulturze od tysięcy lat, jest bardzo różnorodna pod względem podłoża, spoiw, farb, zasad uprawiania technik artystycznych, przechowywania i transportu nieobojętnych dla trwałości dzieł, także dla skutecznego ich kolekcjonowania.

Vademecum... dostarcza wiedzy głównie w zakresie kultury materialnej, ale nie tylko, gdyż kreatywny twórca, znając podstawy technologiczne, może z sukcesem budować fragmenty innych wypowiedzi artystycznych, obok ready-made, sztuki hybrydowej, syntezy sztuk, zwanej pięknie korespondencją sztuk czy też sztuką totalną. Narracja *Vademecum...* nie wkracza w obręb sztuki opartej na czasie, alograficznej, mającej charakter performatywny,

procesualizacji, sztuki konceptualnej i wszelkich innowacji w sztukach wizualnych, które mają charakter w dużym zakresie niematerialny, inaczej niż omawiana tradycyjna sztuka autograficzna. Tylko jednak pozornie wiedza materiałoznawcza jest tu niepotrzebna, bo pierwiastki materialne mogą się pojawiać i pełnić rolę trwałych świadków także w kontekście niematerialnym. W konsekwencji dematerializacji zachowanie sztuki alograficznej polega na jej odtwarzaniu, zwanym re-enactmentem, emulacji i innych metodach. Fundamentalne znaczenie ma przekazanie przez artystów idei i intencji dzieł, określenia autorskiego credo oraz technik i materiałów, a także zgody na konserwację. Służą temu wypowiedzi, wywiady, a nawet krótkie notki na ramach lub odwrociach dzieł. Zrozumienie znaczenia idei sztuki i charakteru materiałów może uratować dzieła przed zniknięciem, zamienieniem w niezrozumiałe dla odbiorców truchło ich dawnego stanu.

Vademecum... zawiera zatem wiedzę materiałoznawczą, tym samym przeciwstawiając się destrukcji utworów współczesnej kultury materialnej. Więcej tu uniwersalnej teorii materiałoznawczej niż chwilowej, handlowej charakterystyki materiałów, co ma skłonić artystów do czytania etykiet ze zrozumieniem (sic!). Tak jak według antropologa Claude'a Lévi-Straussa nieprofesjonalne bywają nie tylko materiały „nie-artystyczne”, ale i metody tworzenia sztuki nowoczesnej i współczesnej, tak ginie warsztat artysty, owo mityczne *métier* jako powołanie, profesja artystyczna. Z kolei sytuację utraty najnowszej sztuki pogłębia niefrasobliwe nabywanie nietrwałych utworów, także do zbiorów muzealnych. W konsekwencji w obrębie nawet jednego pokolenia ginie pamięć o autorach, znaczeniu dzieł i ich roli, a wskutek materialnej nietrwałości dzieł – giną one same.

Vademecum... przedstawia potrzebę łączenia materiałów zgodnego z ich charakterem. Okazuje się, że nawet bardzo skromnym materiałom można zapewnić trwałość w prosty sposób, tak jak działo się to przed wiekami, kiedy malarze wobec biedy materiałowej praktykowali przygotowanie spoiwa w trzech słojach. Podstawą była wiedza o tym, że budować jakiegokolwiek dzieło, a zwłaszcza malarskie, trzeba w kolejności „od chudego do tłustego”, stąd

dodawano stopniowo coraz więcej tłustego spoiwa do numerowanych słoików. Potem malowano farbami z tymi spoiwami w kierunku „ku tłustemu” na chłonnych podłożach. Przykładem sztuki chybionej pod względem trwałości jest z kolei taka, w której brakuje przyczepności warstw, co prowadzi do rozwarstwiania obiektów, np. gdy twórca marnuje szlachetną temperę jajową, stosując ją na gotowych, niechłonnych podłożach.

Konkludując – przez tysiąclecia artyści na ogół pomyślnie stosowali organiczne i mineralne techniki, dzięki czemu nadal oglądamy ich dzieła. *Vademecum...* proponuje podstawową wiedzę o materiałach i technikach pozwalających na zachowanie trwałości współczesnej sztuki autograficznej. Omija sytuacje w sztuce bazujące na owym „wszystkim” w budowie dzieł. Wybiera podstawy materialne sztuki, a pomija wirtualne ciało sztuki w obecnym przełomie cywilizacyjnym i rewolucji mentalnej, wymagającej częstej wymiany nośników. Mimo że *Vademecum...* traktuje sztukę współczesną wybiórczo, jego znajomość będzie mieć dla czytelników praktyczny sens. Pisząca te słowa współpracuje z twórcami i rozumie ich najdziksze eksperymenty oraz niechęć do dbania o trwałość prac, wciąż uważaną za świeży pomysł, choć trwającą ponad dwieście lat. Może zapewnić sceptyków o potrzebie zachowania trwałości dzieł oraz o tym, że wbrew początkowym, młodzieńczym deklaracjom o obojętności na los swych prac większość artystów zmienia zdanie po latach, a nawet krańcowo przechodzi do muzealizacji dorobku. Ale jak zachować najnowszą spuściznę sztuki – to opowieść na inne, kolejne vademecum.

Iwona Szmelter

Prof. dr hab. Iwona Szmelter utworzyła i kieruje „NOVUM” – Międzykatedralną Pracownią Ochrony i Konserwacji Sztuki Nowoczesnej i Współczesnej na Wydziale Konserwacji i Restauracji Dzieł Sztuki warszawskiej ASP.

1

ANNA KONOPKO

**Tkanina jako materiał
artystyczny.**

**Rodzaje surowców
włókienniczych i ich właściwości**

Definicja tkaniny jest prosta – aby powstała tkanina, muszą występować przynajmniej dwa systemy nici: osnowa i wątek, które krzyżują się ze sobą w określonym splocie¹. Tkaniny znajdują zastosowanie w obiektach artystycznych w różnej formie i funkcji. Jednym z najbardziej rozpowszechnionych zastosowań tkanin jest wykorzystanie ich jako podłoża malarskiego po napięciu na krośno. Tkanina nie musi jednak stanowić niemal dwuwymiarowej płaszczyzny – można ją formować w trzech wymiarach, wspomagając się różnymi technikami, takimi jak szycie czy utrwalenie spoiwami. Ponadto może stanowić mniej lub bardziej widoczną część przestrzennych obiektów, służąc jako wzmocnienie struktury.

1. Podstawowy podział rodzajów włókien

Na rynku dostępne są tkaniny wykonane z różnych włókien i o zróżnicowanych właściwościach. Jeden z możliwych podziałów surowców włókienniczych to taki ze względu na ich pochodzenie – wyróżnia się włókna naturalne, sztuczne i syntetyczne. Naturalne **IL. 1** można dalej podzielić na roślinne – celulozowe (takie jak len, konopie czy bawełna), i zwierzęce – białkowe (np. jedwab lub wełna). Sztuczne powstają w wyniku obróbki naturalnych surowców przez człowieka (wiskoza, włókna octanowe, kazeinowe i inne), a syntetyczne zbudowane są ze związków niewystępujących w przyrodzie (m.in. poliester, poliamid znany jako nylon czy polipropylen). Ich kompozycja chemiczna jest bardzo zróżnicowana, natomiast łączy je podstawowy fakt – ich budulcem są nierozpuszczalne w wodzie polimery, czyli cząsteczki w formie łańcucha o różnej długości. Na właściwości danego rodzaju włókna składają się więc właściwości podstawowego polimeru i dodatkowych związków.

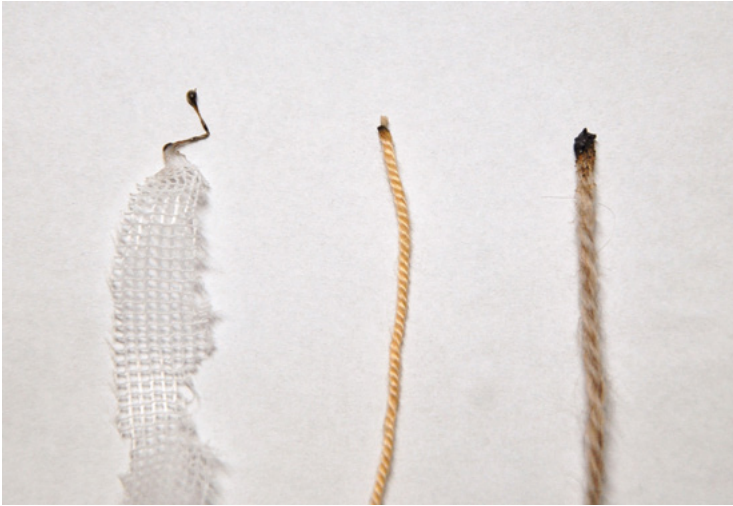
1 Najprostszy z nich to splot płótna, w którym jedna nić wątku przechodzi na przemian pod i nad kolejnymi pojedynczymi nićmi osnowy. Nici osnowy i wątki nie występują np. we włókninach i plecionkach.



il. 1 Różne rodzaje włókien naturalnych – jedwab, bawełna, len, wełna

fot. Anna Konopko

Jak odróżnić od siebie poszczególne rodzaje włókien? Czasem jest to bardzo trudne, szczególnie że obecnie w handlu przyjęło się wiele mylnych nazw, takich jak wspomniany sztuczny jedwab jako nazwa wiskozy, będącej włóknem celulozowym, a nie białkowym, czy np. satyna jako określenie połyskliwej tkaniny z włókien syntetycznych (choć technicznie jest to nazwa tkaniny o splocie atłasowym). Co więcej, mieszanki włókien naturalnych i syntetycznych często nie są odpowiednio oznaczone. Popularne są płótna lniane z domieszką włókien syntetycznych, które sprawiają, że tkanina jest bardziej stabilna i odporna na skutki zawilgocenia. Konsekwencją może być jednak np. zmniejszona rozciągliwość czy brak możliwości równomiernego ufarbowania. Na opakowaniach od producenta lub na wałkach są czasem nadrukowane dane techniczne, w tym skład chemiczny. Często nie są one jednak dostępne klientom. Prosty, choć nie zawsze stuprocentowo pewnym sposobem na sprawdzenie, z jakiego rodzaju włóknem mamy



il. 2 Próba spalania, od lewej włókno poliestrowe (stopione), w środku bawełniane (zwęglone, z szarym popiołem na końcu), po prawej wełniane (szczerniałe, skurczone)

fot. Anna Konopko

do czynienia, jest „próba spalania”, polegająca na podpaleniu niewielkiej ilości włókien (najlepiej trzymany w metalowej pęsetce **il. 2**). Włókna celulozowe zwęglają się i powstaje szary popiół, czuć zapach palonego papieru. Włókna białkowe najczęściej formują niewielką czarną kulkę, wydając zapach palonych włosów. Włókna syntetyczne topią się. Ten prosty test daje jednak tylko ogólne pojęcie o rodzaju włókna, ponieważ zarówno len, konopie, bawełna, jak i wiskoza będą spalać się tak samo, podobnie jak jedwab, wełna i włókna kazeinowe. Mieszanki włókien mogą dawać niejednoznaczne wyniki.

2. Podstawowe właściwości włókien

Aby dobrać właściwy rodzaj materiału do celów artystycznych, pomocna będzie znajomość podstawowych właściwości fizykochemicznych różnego rodzaju włókien, z których produkuje się tkaniny dostępne w handlu. Należą do nich odporność na zrywanie, rozciągliwość i higroskopijność.

Odporność na zrywanie przekłada się na wytrzymałość włókna – siłę, z jaką można naciągnąć tkaninę przed jej uszkodzeniem. Jest

tym wyższa, im dłuższe są łańcuchy polimeru. Rozciągliwość to stopień rozciągnięcia włókna, zanim zostanie zerwane, często podawany w procentach². Higroskopijność, czyli zdolność wchłaniania wody ze środowiska (także pary wodnej z powietrza, np. w wilgotnym pomieszczeniu, czy wody, którą są rozcieńczane farby), ma fundamentalne znaczenie dla zachowania się materiału w różnych warunkach wilgotności otoczenia. Ilość wchłoniętej wody przekłada się na jego objętość, co przejawia się powiększaniem lub ściąganiem się tkaniny. Włókna naturalne i sztuczne należą do najbardziej higroskopijnych, lecz ich odporność na zrywanie i rozciągliwość jest zróżnicowana.

3. Włókna naturalne i sztuczne

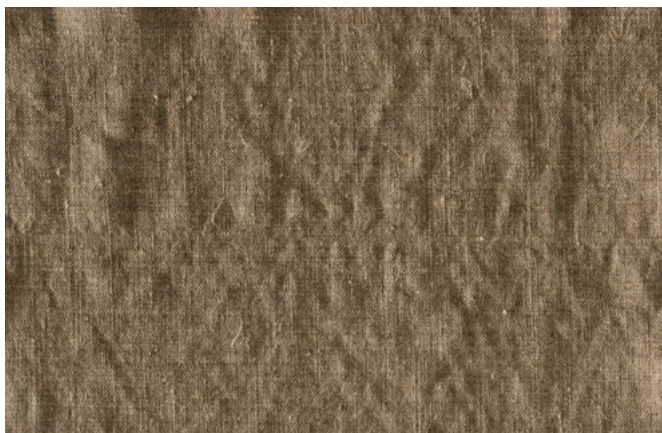
3.1. Len i konopie

Jedne z najpopularniejszych rodzajów włókien naturalnych to len i konopie. Są włóknami roślinnymi pozyskiwanymi poprzez wieloetapową obróbkę łądyg roślin. Ich podstawowym polimerem jest nierozpuszczalna w wodzie celuloza, nadająca włóknom wytrzymałość. Nie występuje ona jednak samodzielnie, towarzyszą jej hemicelulozy, lignina, woski, białka i substancje mineralne. To budowa komórkowa i proporcja celulozy do pozostałych komponentów kształtują właściwości włókien lnu i konopi. Len uprawiany w środkowej Europie zawiera najczęściej ok. 70–75% celulozy, konopie – 75–80%. W pozostałej części najwięcej jest hemiceluloz i ligniny, które są związkami wysoce higroskopijnymi, rozpuszczalnymi w wodzie i podatnymi na czynniki mechaniczne i chemiczne. Przyłączając wodę, powodują początkowe spęcznienie włókien i nierównomierne, lekkie ściągnięcie całej tkaniny **IL. 3–4**. Jednocześnie wypełniają one wolne przestrzenie między łańcuchami celulozy, blokując ich przesuwanie się względem siebie przy rozciąganiu. Przy zwilżeniu częściowo rozpuszczają się, przez

2 Należy odróżnić rozciągliwość włókna od rozciągliwości nici czy całej tkaniny, wynikającej z jej splotu. Gęsty splot płótna należy do najstabilniejszych. Im rzadszy splot i im bardziej skomplikowany, tym stabilność materiału jest niższa.

il. 3 Płótno lniane po zwilżeniu
– deformacje wynikające
z absorpcji wody

fot. Adam Palenta



il. 4 Płótno lniane po zwilżeniu
i naturalnym wyschnięciu

fot. Adam Palenta



il. 5 Płótno lniane po zwilżeniu
i naturalnym wyschnięciu,
napięte na krośnię

fot. Adam Palenta



co komponenty chemiczne włókna rozsuwają się wzdłuż. Przejawia się to np. w znanym zjawisku obwiesnięcia płócien napiętych na krosno tuż po nałożeniu wodnego roztworu kleju. Wysychając, włókna zazwyczaj wracają do pierwotnej formy **IL. 5**. Zarówno len, jak i konopie są wysoce higroskopijne i wytrzymałe, mało rozciągliwe na sucho. Włókno konopne jest jednak mniej wytrzymałe niż lniane i bardziej higroskopijne ze względu na wyższą zawartość celulozy o nieco krótszym łańcuchu. Len z kolei zawiera większy dodatek wosków, przez co zdecydowanie trudniej się farbuje.

3.2. Bawełna

Włókna bawełniane również należą do roślinnych i celulozowych, lecz ich budowa chemiczna jest zupełnie inna niż lnu i konopi. Bawełna jest włóknem nasiennym – pojedyncze włókna wyrastają na powierzchni nasion wewnątrz dojrzewającego kwiatu krzewu bawełnicy. Składają się w 90–95% z celulozy o łańcuchach o połowę krótszych niż len czy konopie, a także białek, pektyn i niewielkiej ilości wosków. Brak dużej ilości dodatkowych komponentów, takich jak hemicelulozy i ligniny, które stabilizują wewnętrzną strukturę włókien, powoduje, że łańcuchy celulozy – szczególnie w obecności wody – ślizgają się wzdłuż siebie, przez co mokra tkanina bawełniana łatwo trwale obwisa (nawet pod własnym ciężarem) i deformuje się. Jednocześnie jest dość higroskopijna. Łatwo farbuje się dzięki minimalnej zawartości naturalnych wosków. Ponadto tkaniny z włókien bawełnianych, choć procentowo zawierają więcej celulozy, są mniej wytrzymałe niż lniane czy konopne. Wynika to w dużej mierze z innego czynnika – włókna lniane i konopne mają długość kilkudziesięciu centymetrów (w zależności od wysokości łądygi), a bawełniane tylko do kilkudziesięciu milimetrów. Nici skrócone z naturalnie krótkich włókien bawełny są siłą rzeczy mniej odporne na zrywanie.

3.3. Jedwab

Najpopularniejsze naturalne włókna białkowe zwierzęce to jedwab i wełna, których skład chemiczny i budowa są zupełnie różne. Jedwab jest włóknem, które produkują larwy jedwabnika,

przędąc kokon. Pojedyncze włókno składa się z dwóch ciągłych włókien fibroiny – podstawowego, nierozpuszczalnego polimeru – sklejonych i oklejonych serycyną, która jest komponentem rozpuszczalnym i przez to także wysoce higroskopijnym, co przekłada się na właściwości całego włókna. Brak dodatkowych komponentów stabilizujących łańcuchy fibroiny sprawia, że jest to włókno rozciągliwe. Jednocześnie fibroina (szczególnie przy dużej ilości serycyny, jak w surowym jedwabiu) jest bardzo wytrzymała w stosunku do średnicy włókna. Należy jednak mieć na uwadze, że standardowe procesy obróbki jedwabiu skutkują usunięciem dużej ilości serycyny, co zmienia właściwości włókna.

3.4. Wełna

Wełna to okrywa włosowa zwierząt takich jak owce, kozy, króliki, alpaki czy wielbłądy, a jej długość wynosi od kilku do kilkudziesięciu centymetrów. Składa się głównie z keratyny (nierozpuszczalnego polimeru) i innych białek, istotnym dodatkiem jest lanolina – mieszanina tłuszczów i wydzieliny gruczołów potowych zwierząt. Surowa wełna zawiera też dużo zabrudzeń. W podstawowym procesie obróbki poddaje się ją długiemu oczyszczaniu w wodzie z detergentem, aby usunąć większość lanoliny i zabrudzenia. Im więcej lanoliny pozostało po procesie obróbki, tym trudniej się ją farbuje. Wytrzymałość, rozciągliwość i higroskopijność wełny zależą od struktury morfologicznej, różnej dla poszczególnych gatunków zwierząt, z jakich jest pozyskiwana. Generalnie jest włóknem wysoce higroskopijnym, rozciągliwym i dość wytrzymałym. Jej cechą charakterystyczną jest zdolność do filcowania w obecności wody, detergentów czy na skutek działania mechanicznego, a także przy szybkich zmianach temperatury.

4. Włókna sztuczne i syntetyczne

Włókna sztuczne i syntetyczne składają się najczęściej z pojedynczych polimerów (czasem z dodatkami niezbędnymi do przeprowadzenia procesu produkcji) i cechują się charakterystyczną budową – w przekroju są jednorodne, nie mają, w przeciwieństwie

do włókien pochodzenia roślinnego, warstw, ponieważ powstają z ciekłej mieszaniny utwardzanej różnymi metodami po przejściu przez dysze formujące pojedyncze włókna. Oznacza to, że ich właściwości są bardziej przewidywalne, nie zależą od indywidualnych różnic w składzie chemicznym czy budowie morfologicznej. Można je w dużym stopniu wywnioskować na podstawie właściwości fizykochemicznych danego polimeru w czystej postaci.

4.1. Wiskoza

Najbardziej rozpowszechnionym włóknem sztucznym jest wiskoza (jedna z nazw handlowych to Rayon), która składa się z celulozy. Często jest błędnie nazywana sztucznym jedwabiem ze względu na miękkość i połysk. Mimo że celuloza jest wytrzymała, to w procesie produkcji (współcześnie najczęściej z odpadów celulozowych i ścieru drzewnego) jej łańcuchy ulegają drastycznemu skróceniu do 1–5% długości celulozy z lnu, przez co włókno wiskozowe jest bardzo słabe. Podobnie jak w przypadku bawełny, to niemal czysto celulozowe włókno łatwo deformuje się w obecności wody i bardzo dobrze się je farbuje. Inne rodzaje włókien sztucznych, zwykle trudniej dostępne, to włókna octanowe (odmiana celulozowych), kazeinowe (z białek mleka) i inne.

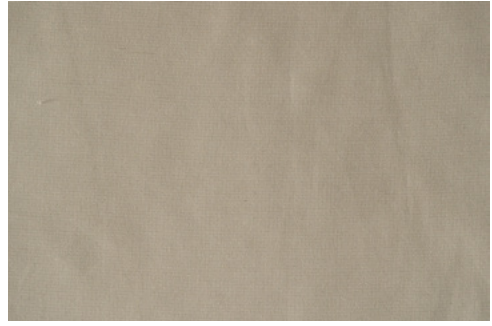
4.2. Polimery syntetyczne

Włókna syntetyczne wytwarzane są z plastików, z których produkuje się także przedmioty obecne w naszym życiu na co dzień – chociażby butelki, szyby, różnego rodzaju obudowy. Trudno wymienić wszystkie rodzaje włókien syntetycznych – możliwości syntezy nowych związków są niemal nieograniczone. Długość łańcucha polimeru jest zróżnicowana nawet w obrębie jednego rodzaju związku. Informuje o niej współczynnik polimeryzacji [*degree of polymerisation* – DP, *molecular weight* – MW, oznaczana symbolem u (dalton)] lub średniej masy cząsteczkowej, które zazwyczaj nie są publikowane przez producenta. Można się ich domyślić na podstawie zastosowania danej tkaniny syntetycznej – te o celach przemysłowych będą miały dłuższe łańcuchy, o celach dekoracyjnych, odzieżowych – krótsze. Łączy je najczęściej niska



il. 6 Tkanina poliestrowa po zwilżeniu – brak deformacji wynikających z absorpcji wody

fot. Adam Palenta



il. 7 Tkanina poliestrowa po zwilżeniu i naturalnym wyschnięciu

fot. Adam Palenta

higroskopijność, wysoka wytrzymałość i średnia lub niska rozciągliwość. Tkaniny z włókien syntetycznych trudno jest naciągnąć (np. przy nabijaniu na krosno), jednocześnie po zmoczeniu włókna nie pęcznieją, materiały nie obwisają i nie deformują się (il. 6–7). Nie da się ich samodzielnie farbować [są barwione w postaci ciekłej w bardzo kwaśnym roztworze (tzw. w masie) podczas produkcji]. Cechuje je także termoplastyczność – w określonej temperaturze najpierw mięknią, a potem się roztopiają, po schłodzeniu ponownie się utwardzają. Termoplastyczność jest indywidualna dla każdego rodzaju syntetycznego włókna (dane te są dostępne w literaturze i internecie), przeważnie wynosi zazwyczaj pomiędzy 170–220°C. Jednocześnie tkaniny te rozpuszczają się w niektórych popularnych rozpuszczalnikach, np. akryl rozpuszcza się w acetonie.

5. Procesy obróbki

Właściwości włókien elementarnych nie są jedynym czynnikiem wpływającym na cechy tkaniny. W procesach produkcji często są apreturowane – nakłada się na nie substancje nadające im pożądane cechy, takie jak wodoodporność, sztywność, ognioodporność, połysk. Skład tych apretur nie jest zazwyczaj dostępny. Najprostszym rodzajem apretury jest krochmalenie lub przeklejenie spoiwem

naturalnym, takim jak klej zwierzęcy, lub syntetycznym, np. popularnym Wikolem, czyli poli(octanem winylu). Apretury jednak zazwyczaj degradowują się w sposób niezwykle szkodliwy dla tkanin z naturalnych i sztucznych włókien, doprowadzając do ich szybkiego uszkodzenia i żółknięcia. Wiele z nich wypłukuje się w wodzie z dodatkiem detergentu, lecz nie wszystkie. Dodatkowy, trudno przewidywalny czynnik to stopień obróbki włókien (szczególnie naturalnych), w rezultacie którego zazwyczaj usuwana jest większość rozpuszczalnych komponentów, co zmienia właściwości fizykochemiczne surowca. Zasadnicze cechy pozostają jednak podobne.

6. Zastosowanie tkanin z różnych rodzajów włókien

Opisane właściwości włókien można wykorzystać według potrzeb, przewidując ich zachowanie pod wpływem zadawanych czynników. Tkaniny najlepiej spełniające funkcję nośną to zazwyczaj polimery syntetyczne, które nie będą rozciągać się pod obciążeniem ani deformować pod wpływem wilgotności. Kolejnym najlepszym wyborem będzie mieszanka włókien syntetycznych i lnu. Bawełna raczej nie nadaje się jako element nośny. Jeżeli istnieje potrzeba ufarbowania, najodpowiedniejsze będą len lub ewentualnie konopie, które jednak odkształcają się pod wpływem wody i przy obciążeniu.

Poszczególne rodzaje tkanin można farbować barwnikami przeznaczonymi do konkretnych rodzajów włókien. Włókna naturalne zawierające woski (len i wełna) farbuje się zdecydowanie lepiej i równiej po wcześniejszym namoczeniu i ewentualnie krótkim obgotowaniu z dodatkiem detergentu, który pomoże je wypłukać. W przypadku wełny kluczowe jest powolne podnoszenie temperatury kąpieli (np. od temperatury pokojowej do 60°C w ciągu minimum godziny, kontrolując ją np. termometrem do celów kulinarnych) i obniżenie przez naturalne schłodzenie wody zapobiega zjawisku karbikowania, które skutkuje filcowaniem. Syntetyczne, o ile nie dają się farbować, stanowią dobre podłoże malarskie, szczególnie dla dużych malowideł i takich bez krosien.

Zmiany objętości tkanin naturalnych i sztucznych pod wpływem wody można wykorzystać na swoją korzyść, np. formując tkaniny na mokro do pożądanego kształtu i pozwalając im wyschnąć w takiej formie, dociskając je lekko, tak aby nie ściągnęły się przy odparowywaniu wody. Ten efekt można wykorzystać także do wyprostowania tkaniny **il. 8**, jeżeli zwilży się ją, lekko napnie i zablokuje krawędzie (np. szpilkami). Syntetyczne można formować na gorąco, korzystając np. z żelazka (z przekładką np. z papieru silikonowanego) lub nagrzewnicą, znając ich temperaturę topnienia. Jeżeli istnieje potrzeba uformowania materiału do bardzo przestrzennej formy za pomocą szycia, klejami czy np. gwoździami, odpowiednie będą tkaniny z włókien krótkich, o krótkim łańcuchu polimeru, czyli np. bawełniane czy niektóre syntetyczne, takie jak nylonowe, choć w o wiele mniejszym stopniu niż włókna naturalne.



il. 8 Prostowanie tkaniny poprzez zwilżanie, przypięcie krawędzi i pozostawienie do wyschnięcia

fot. Adam Palenta

Literatura uzupełniająca

Jeziorny, A., Lipp-Symonowicz, B., *Nauka o włóknie: laboratorium*, Łódź 1980.

Szosland, J., *Struktury tkaninowe*, Łódź 2007.

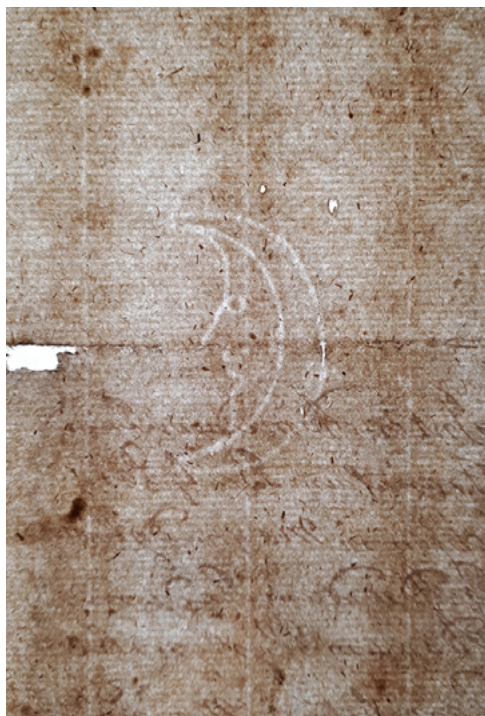
2

MAGDALENA GREEDA-KURMANOW

Papier jako podłoże
i tworzywo w pracach
artystycznych

Papier jest wspaniałym materiałem zarówno jako podłoże, jak i tworzywo prac plastycznych. Odpowiednio dobrany może być przydatny do wielu artystycznych „zadań specjalnych” i zapewnić trwałość pracom na długie lata. Trzeba jednak pamiętać, że jakość i właściwości różnych papierów mogą drastycznie się różnić, dlatego warto znać podstawowe cechy papieru, które o tym decydują.

Papier jest wynalazkiem towarzyszącym człowiekowi od co najmniej dwudziestu wieków, choć tradycyjnie jego wynalezienie i na pewno upowszechnienie przypisuje się Cai Lunowi, chińskiemu urzędnikowi cesarskiemu, żyjącemu w I wieku n.e. Od ok. XII–XIII do połowy XIX wieku w Europie powszechnie produkowano papier czerpany, który można poznać po charakterystycznym prześwicie z widocznym wzorem sita czerpalnego. W przezroczu wielu papierów historycznych zachowały się także znaki wodne (filigrany), które dziś pozwalają na identyfikację czasu i miejsca powstania danego arkusza **IL. 1**.



il. 1 Prześwit papieru czerpanego z widocznym wzorem sita i znakiem wodnym (filigranem)

fot. Magdalena Grenda-Kurmanow

Zależnie od obszaru geograficznego i dostępności surowca roślinnego papier produkowano z różnego rodzaju włókien roślinnych lub ze szmat, które rozdrabniano na pojedyncze włókna w środowisku zasadowym. Arkusze były zaklejane różnymi klejami, najczęściej różnymi rodzajami żelatyn, które zapewniały m.in. odpowiednie napięcie powierzchniowe dla warstwy malarskiej i rękopiśmiennej. Są to papiery świetnej jakości, zachowane lepiej niż niejeden późniejszy wytwór papierniczy. Dziś nadal produkuje się papiery czerpane, choć najczęściej są one czerpane maszynowo, a nie ręcznie. Nie są one jednak stosowane tak powszechnie jak kiedyś. Są dostępne zazwyczaj w sklepach artystycznych, konserwatorskich i jako papeteria.

W drugiej połowie XVIII wieku zaczęto na szeroką skalę produkować również papiery na sicie tkanym, zwane papierami welinowymi, które różnią się od czerpanych równomiernym wizerunkiem przezrocza oraz gładką, jednorodną powierzchnią. Wraz z rozpowszechnieniem maszynowej produkcji papieru w pierwszej dekadzie XIX wieku, upowszechnił się również taki rodzaj struktury arkuszy – z takim rodzajem papieru mamy do czynienia na co dzień i podobnie jak w przypadku papierów czerpanych, są one najczęściej produkowane maszynowo.

W połowie XIX wieku nastąpiły gwałtowne zmiany w produkcji papieru, które wpłynęły negatywnie na jakość tego materiału. Zaczęto wytwarzać papier ze ścieru drzewnego i zaklejać klejami żywicznymi z dodatkiem alunu glinowo-potasowego. Spowodowało to zubożenie jakości papieru i jego przyspieszoną degradację. W przypadku zaklejania klejami żywicznymi problemem było zakwaszenie arkuszy i niszczenie podstawowego składnika strukturalnego papieru – celulozy – w procesie zwanym hydrolizą kwasową. Stosowanie ścieru drzewnego z kolei powodowało, że papier oprócz celulozy miał także wysoką zawartość ligniny i innych składników, które obniżają trwałość materiału.

Dziś papiery produkuje się z mas celulozowych, otrzymywanych w procesie roztwarzania surowców roślinnych (np. drewno lub inne surowce roślinne, takie jak bawełna czy len), wykorzystując

różne ścieżki produkcyjne, oparte na procesach chemicznych wprowadzonych również w połowie XIX wieku: metodą sodową, siarczynową i siarczanową. Ich celem jest pozyskanie produktu o jak największej zawartości celulozy i jak najmniejszej zawartości ligniny. Ilość i jakość (stopień polimeryzacji) celulozy obecnej w papierze decyduje o jego trwałości. Im szlachetniejszy surowiec został użyty do produkcji papieru i im dłuższe łańcuchy celulozy, tym papier jest trwalszy i bardziej odporny na degradację. Najlepszym źródłem celulozy dobrej jakości jest bawełna.

1. Budowa chemiczna papieru a jego jakość

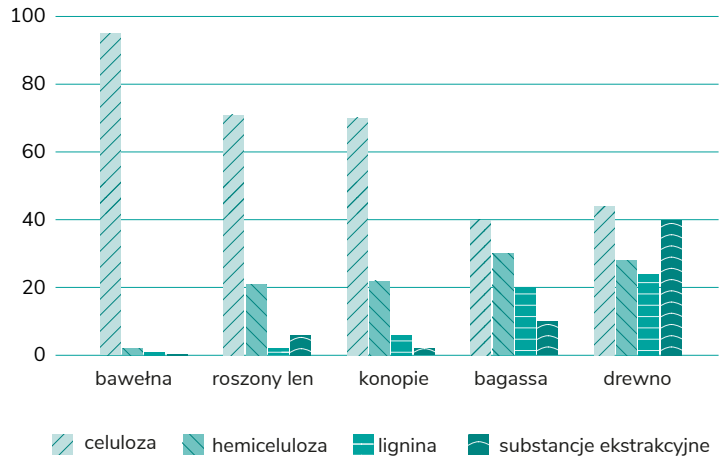
W papierze poza celulozą, hemicelulozami i ligniną mogą pozostać także resztki innych składników włókien roślinnych, określane ogólnie jako substancje ekstrakcyjne, czyli związki organiczne rozpuszczalne w rozpuszczalnikach organicznych, niebędące

Tabela 1 Rozkład składników strukturalnych w masie celulozowej

Składnik strukturalny	Masa celulozowa w %
Polisacharydy	do ok. 97
• celuloza	40–9
• hemicelulozy	ok. 2–25
Lignina	3–20
Substancje ekstrakcyjne	≤8
Substancje zaklejające	≤1
• węglowodanowe: skrobie, dekstryna, gumy	
• żywice, np. kalafonia, dimer alkilo-ketenowy (AKD), bezwodnik bursztynowy (ASA)	
• białkowe: żelatyna, inne kleje pochodzenia zwierzęcego	
• pochodne celulozy: metyloceluloza, karboksymetyloceluloza, alkohole poliwinylowe, akrylowe kopolimery styrenu (SAC)	
Wypełniacze	2–30
kaolin, kreda, talk, biel tytanowa, biel barytowa	
Dodatki	<1?
• barwniki (naturalne, z wyciągów roślinnych, lub syntetyczne barwniki organiczne)	
• pigmenty	
Substancje pomocnicze	<1?

il. 2 Średnia zawartość celulozy, hemiceluloz, ligniny i substancji ekstrakcyjnych w % w wybranych gatunkach włókien (wartości uśrednione)

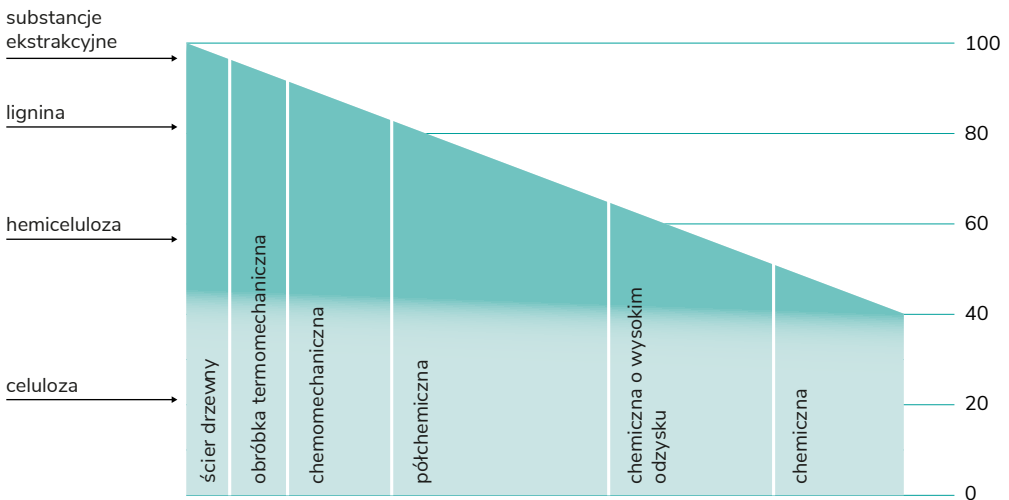
źródło: Banik, G., Brückle, I. i in., Paper and Water..., s. 123



składnikami ściany komórkowej rośliny, z której pozyskano włókna, np. kwasy tłuszczowe, żywice i naturalne fungicydy. W procesie wytwarzania mas celulozowych dąży się do ich usunięcia. Ponadto w papierze mogą występować również tzw. dodatki masowe, takie jak: substancje zaklejające – węglowodanowe (skrobie, dekstryny, gumy), żywice [kalafonia, dimer alkilo-ketenowy (AKD), bezwodnik bursztynowy (ASA)], substancje białkowe (żelatyna i inne kleje glutynowe), pochodne celulozy (metyloceluloza, karboksymetyloceluloza), alkohole poliwinylowe, akrylowe kopolimery styrenu (SAC); różnego rodzaju ałuny (glinowo-potasowy, siarczan glinu); substancje mineralne pełniące rolę wypełniaczy (kaolin, kreda, talk, biele tytanowa i barytowa); substancje barwne (barwniki i pigmenty) oraz substancje pomocnicze (skrobie, kleje glutynowe). Rozkład składników strukturalnych w masie celulozowej przedstawia **TABELA 1**.

W zależności od surowca (rodzaju włókna), z którego produkowany jest papier, rozkład podstawowych składników strukturalnych może być różny **IL. 2**. Strukturalnie papier składa się głównie z usieciowanych łańcuchów celulozy, miejscowo okrytych pozostałościami hemiceluloz. Pozostałości ligniny kumulują się na powierzchni włókien, co wynika z mechanizmu mielenia i bielenia włókien papierniczych.

Informacje na temat zawartości celulozy, hemiceluloz i ligniny w papierze nie są zazwyczaj podawane. Na przykład w produkcji papierów przeznaczonych do archiwizacji dąży się do osiągnięcia 100% celulozy, jednak należy założyć, że nawet w takim papierze znajdują się choćby śladowe ilości innych składników. Jak już wspomniano, najważniejszym celem produkcji jest usunięcie możliwie największej ilości ligniny, która pogarsza jakość papieru. Nie jest jednak możliwe całkowite jej wyeliminowanie, ponieważ długotrwałe agresywne działanie konieczne do przeprowadzenia takiego zabiegu prowadzi również do zniszczenia samej celulozy. Dla porównania: gdyby papier wykonany był wyłącznie ze ścieru drzewnego, miałby taki sam skład chemiczny jak drewno użyte jako surowiec. Zależnie od charakteru procesu produkcyjnego masa celulozowa może zawierać ponad 20% ligniny lub nie przekraczać 3% **IL. 3**. W papierze o tak niskiej zawartości ligniny zawartość celulozy może sięgać nawet ponad 95%.



il. 3 Rozkład składników mas celulozowych w % otrzymywanych różnymi metodami

źródło: Banik, G., Brückle, I. i in., *Paper and Water...*, s. 128

2. Wpływ warunków środowiskowych na papier

Papier jest wrażliwy na zmiany warunków klimatycznych. Jeśli w domu lub w pracowni dochodzi do gwałtownych zmian temperatury i wilgotności względnej (ang. *relative humidity*, RH), pierwszym materiałem, który zareaguje na te zmiany, będzie właśnie papier. Jest to szczególnie widoczne w przypadku podwyższonej wilgotności względnej, która może być efektem słabej wentylacji lub wypadku losowego, takiego jak zalanie. Pod wpływem wysokiego RH papier, który jest materiałem higroskopijnym, zaczyna wchodzić w interakcję z otaczającymi cząsteczkami wody. Włókna ulegają spęcznieniu i rozluźnieniu, co widoczne jest jako deformacja arkusza i odczuwalna zmiana w dotyku powierzchni.

Higroskopijność papieru i jego naturalna interakcja z wodą są wykorzystywane w działaniach artystycznych, ponieważ dzięki uplastycznieniu włókien papier można łatwo formować w przeróżny sposób. Nawilżenie, a następnie przytrzymanie arkusza papieru na krawędziach (za pomocą taśmy, ścisków stolarskich lub ciężarków) umożliwi prostowanie arkuszy podczas schnięcia, również w procesie nakładania warstwy malarskiej.

Wilgotny lub mokry arkusz jest jednak bardziej podatny na uszkodzenia mechaniczne. W przypadku gotowych już prac, które są narażone na warunki podwyższonej RH, pęcznieniu i osłabieniu mogą ulec też spoiwa obecne na papierowym podłożu, zatem uszkodzenia i zniszczenia mogą dotyczyć również warstwy malarskiej i rękopiśmiennej. Ponadto, wilgotność względną powyżej 75% uznaje się za krytyczną granicę dopuszczalnych warunków przechowywania ze względu na ryzyko rozwoju pleśni. Papier zainfekowany mikrobiologicznie wymaga zdecydowanej interwencji w postaci dezynfekcji papieru. Skażone arkusze nie powinny być przechowywane razem z arkuszami nieobjętymi infekcją ze względu na ryzyko zakażenia. Obecność pleśni może być także szkodliwa dla zdrowia użytkownika.

W przypadku przesuszenia, będącego kombinacją wysokiej temperatury i niskiej wilgotności względnej, papier również ulega

procesom degradacji, choć mogą być one mniej zauważalne niż w przypadku nadmiernej RH. Celuloza ma wtedy tendencję do krystalizacji, co skutkuje większą kruchością i łamliwością papieru. Kluczowe jest utrzymanie przede wszystkim stabilnych warunków przechowywania i unikanie nadmiernej wilgotności względnej powietrza (powinna być utrzymana poniżej 60%), w czym może często pomóc odpowiednia wentylacja pomieszczeń. Pomiar temperatury i RH umożliwiają powszechnie dostępne mierniki zwane stacjami pogodowymi.

Papier może również niszczyć pod wpływem zanieczyszczeń środowiska. Mogą one pochodzić z zanieczyszczeń atmosferycznych występujących na danym obszarze geograficznym, spowodowanych najczęściej spalinami w ośrodkach miejskich i przemysłowych, i wynikać głównie ze spalania paliw kopalnych przez pojazdy, fabryki i elektrownie. Szkodliwe substancje w postaci gazowej przenikają do budynków, zwłaszcza przez otwory okienne i drzwiowe. Należą do nich ozon, tlenki azotu, siarczki, tlenki i wodorotlenki siarki, kwasy karboksylowe. Związki te mają działanie utleniające i długofalowe działanie kwasotwórcze poprzez inicjowanie procesu hydrolizy kwasowej celulozy. Zanieczyszczenia mogą mieć także charakter wewnętrzny i wynikać z działań prowadzonych wewnątrz pomieszczenia, w którym są przechowywane, lub z konstrukcji i sposobu przechowywania samego dokumentu. Zjawisko takiej emisji może mieć związek z naturalnymi procesami starzenia się materiałów użytych do wytworzenia dokumentu lub materiałami wprowadzanymi do obiektów, np. emisja szkodliwych gazów ze starzejących się taśm klejących, klejów syntetycznych czy opakowań. Wśród zanieczyszczeń emitowanych przez same obiekty i opakowania można wymienić aldehydy, kwasy karboksylowe i siarkę. Dlatego należy unikać stosowania taśm klejących, większości klejów syntetycznych, metalowych zszywek i spinaczy, foliowych koszulek biurowych i plastikowych opakowań.

Innym czynnikiem przyspieszającym degradację papieru jest światło, co jest zauważalne przede wszystkim jako zmiana barwy. Zmiany są rezultatem szeregu reakcji związanych z procesem utleniania, to z kolei powoduje również skracanie łańcuchów celulozy,

dla użytkownika widoczne zazwyczaj już w bardzo zaawansowanym stadium jako rozpadanie się papieru **IL. 4**. Szczególne szkodliwe jest światło ultrafioletowe. Procesy fotodegradacji zachodzą szybciej w warunkach podwyższonej temperatury. Jeśli praca nie jest w danym momencie ekspozycyjna, powinna być przechowywana w opakowaniu ochronnym (teczka, obwoluta) z bezkwasowego papieru lub tektury. W przypadku ekspozycji warto pomyśleć o odpowiednim oświetleniu, które nie emituje promieniowania ultrafioletowego, a także o unikaniu nadmiernego oświetlenia. Jeśli praca jest ekspozycyjna w świetle naturalnym, można rozważyć odsunięcie pracy od okna, z którego pada światło. Warto też zastosować szybę z filtrem UV.



il. 4 Zniszczenia wynikające z obecności tzw. wizerów atramentowych. Skład atramentu w połączeniu ze złymi warunkami przechowywania przyspiesza procesy degradacji związane z utlenianiem i kwaśną hydrolizą celulozy, prowadząc do fragmentacji i dezintegracji podłoża. N.n., *Hebier du Cher*, Wrocław, Zielnik Muzeum Przyrodniczego we Wrocławiu, bez sygnatury, XIX w.

fot. M. Grenda-Kurmanow

3. Na co zwrócić uwagę przy doborze papieru jako podłoża lub tworzywa pracy artystycznej

Wybierając papier do prac plastycznych, warto zwrócić uwagę na jego jakość. Stosowanie papierów wysokiej jakości może zapewnić dziełu długie życie, a jeśli warunki przechowywania nie będą idealne, taki papier lepiej zniesie niekorzystne zmiany klimatyczne i będzie wolniej ulegał procesom starzeniowym z powodu ekspozycji na światło (np. w galerii czy muzeum). Jeśli taka praca w przyszłości ulegnie zniszczeniom mechanicznym i trafi do konserwatora papieru, to również w większym stopniu uda mu się ją przywrócić do użytku, naprawić uszkodzenia i przywrócić funkcje ekspozycyjne, niż w przypadku silnie zdegradowanego, łamliwego papieru z kiepskiego surowca. Podłoże bardzo złej jakości można w procesie konserwacji poddać głównie zabezpieczeniu, ale często takie obiekty wyłączają się później z użytkowania, ponieważ zły stan zachowania struktury papieru wyklucza manewrowanie arkuszem i poddawanie go ekspozycji.

Podstawowe parametry, które są uwzględniane przez producentów papierów wysokogatunkowych, to:

- **skład** (wspomniany wcześniej procent zawartości celulozy),
- **surowiec użyty w produkcji** (np. bawełna, len, masa celulozowa etc.),
- **pH, czyli odczyn papieru** – w papierach tzw. archiwalnych przekracza on wartość neutralną (pH neutralne = 7), co spowalnia procesy starzeniowe związane z hydrolizą kwasową,
- **certyfikaty** – np. ISO 9706 IL 5 lub 16245, określające parametry tzw. „trwałego papieru”, ISO 11108, norma dla „papieru archiwalnego” i atest PAT w przypadku materiałów towarzyszących fotografiom.



il. 5 Symbol normy ISO 9706, określającej wymagania dla tzw. trwałego papieru

Literatura uzupełniająca

Banik, G., Brückle, I. i in., *Paper and Water*, New York 2012, s. 121–144.

Hunter, D., *Papermaking: The History and Technique of an Ancient Craft*, New York 1978.

Okraǳa, D., del Hoyo-Meléndez, J. M., Bratasz, Ł., Łojewski, T., Włodarczak, M., Klisińska-Kopacz A., Czop J. (2012), *Zasady postępowania z obiektami zabytkowymi na podłożu papierowym*, Warszawa–Kraków 2012, dostęp online: www.tinyurl.com/jkvvd9uu

Sobucki, W., Jeżewska E., *Wiedza o papierze dla konserwatorów zbiorów*, Warszawa 2015.

3

MAGDALENA GREŃDA-KURMANOW

Wybrane materiały piśmiennicze
w warsztacie rysunkowym
artysty

W twórczości rysunkowej wykorzystywano i wykorzystuje się nadal często materiały, które są znane również jako materiały piśmiennicze. W tym rozdziale scharakteryzowano wybrane materiały należące do tych dwóch kategorii. Niektóre z nich są stosowane od tysięcy lat, inne – zaledwie od paru dekad lub krócej. Każdy z nich pozwala osiągnąć specyficzne efekty plastyczne i niestety każdy z nich ma również swoje wady, wynikające z kompozycji składników i wrażliwości na rozmaite czynniki degradacji. Przy wyborze danego materiału, oprócz dążenia do osiągnięcia konkretnego efektu artystycznego, warto rozpatrzyć też opisane czynniki ryzyka i pomyśleć o przyszłości powstającego dzieła, planując równocześnie sposób jego ochrony.

1. Ołówek, grafit

Grafit jest krystaliczną formą węgla i naturalnie występującym w skałach minerałem. Powstaje jako efekt metamorficznych zmian skał zawierających związki organiczne bogate w węgiel. Sam termin „grafit” pochodzi od greckiego *graphein* (pisać). O ile materiały piśmiennicze zawierające węgiel były znane od starożytności, o tyle forma grafitu oprawionego w narzędzie pomocnicze była szerzej stosowana w Europie od XVI wieku, a prawdziwą popularność zdobyła w wieku XVIII. Zastosowanie grafitu jako materiału pisarskiego i rysunkowego ma związek z odkryciem wysokiej jakości złoża minerału w dolinie Borrowdale w Anglii. Kawałki naturalnego grafitu owijano papierem lub umieszczano w obsadce. Popularność tego materiału doprowadziła do wyczerpania jego naturalnych zasobów, co wymusiło poszukiwanie innego sposobu jego wytwarzania. W XVIII wieku Nicolas-Jacques Conté opatentował produkcję ołówek wykonanych z niskiej jakości grafitu zmieszanego z gliną. Stanowią one prototyp narzędzi używanych dzisiaj. W 1858 roku Hyman Lipman opatentował dodatek – akcesorium do wycierania w postaci gumki wbudowanej w konstrukcję ołówka. Początkowo do wycierania warstw takich jak ołówek wykorzystywano kawałki chleba, obecnie stosuje się rozmaite gumki z materiałów syntetycznych, takich jak winyl czy lateks.



il. 1 Aleksandra
Ćwikowska, rysunek
wykonany ołówkiem

fot. Adam Palenta

Ze względu na łatwość użycia i dostępność grafit był używany przez wielu artystów, często jako narzędzie do wykonywania szkiców roboczych, stanowiących przygotowanie do końcowej formy dzieła. Od czasów rozpowszechnienia wśród artystów jest uważany za podstawowe narzędzie rysunkowe, również ze względu na łatwą usuwalność za pomocą gumek. Grafit z łatwością zostawia ślad na podłożach piśmienniczych i rysunkowych, tworząc połyskliwą szarą warstwę. Zastosowanie grafitu umożliwia uzyskanie różnorodnych efektów artystycznych – od precyzyjnych linearnych kompozycji po impresyjne działania plamą – zależnie od twardości wybranego ołówka, a także rodzaju podłoża i ekspresji danego twórcy **IL. 1**.

Grafit jest teoretycznie bardzo trwałym materiałem, lecz mogą występować różnice w trwałości dostępnych na rynku produktów, spowodowane obecnością różnych spoiw użytych do ich wytworzenia. Zależnie od twardości może mieć tendencję do rozmazywania się, co obniża trwałość rysunku. Może być łączony z wieloma pigmentami.

2. Stylus (ang. *silverpoint*, *metalpoint*)

Technika polegająca na zastosowaniu metalowego (najczęściej srebrnego, ale również złotego, platynowego, miedzianego, ołowianego lub wykonanego z innego metalu) drutu, osadzonego najczęściej w obsadce – rysiku (stylusie), na specjalnie przygotowanym podłożu **IL. 2**. Stylus, stosowany jako narzędzie pisarskie w czasach starożytnych i średniowiecznych przez skrybów przygotowujących podłoża pod rękopisy, został opisany jako narzędzie do wykonania rysunku w traktacie Cennino Cenniniego *Il Libro dell'Arte* w 1437 roku. Technika rysowania metalowymi stylusami była chętnie stosowana przez artystów w czasach renesansu. Wśród najbardziej znanych jej miłośników znajdowali się m.in. Leonardo da Vinci, Albrecht Dürer, Sandro Boticelli i Lucas



il. 2 Narzędzia do wykonania pracy w technice *silverpoint*

fot. Adam Palenta



il. 3 Izabela Wolska-Kuśmider, rysunek wykonany w technice silverpoint

fot. Adam Palenta

Cranach. Po okresie pewnego zapomnienia w kolejnych epokach, z wyjątkami stosowania techniki przez takich artystów jak Rembrandt czy Hendrick Goltzius, zyskała znów na popularności w XIX wieku dzięki prerafaelitom, a następnie dotarła do USA. Obecnie artyści tworzą w tej technice prace zarówno figuratywne, jak i abstrakcyjne.

Żeby uzyskać odpowiedni efekt rysunkowy, podłoże przed naniesieniem rysunku musi być zagruntowane, ponieważ inaczej nie byłoby możliwe osadzenie się depozytu metalu np. na papierze. Grunt zazwyczaj zawiera jakąś formę węgla wapnia w połączeniu z pigmentem i spoiwem. Najstar-

sze receptury gruntów używanych do tej techniki zawierają takie składniki jak sproszkowane kości w spoiwie z kleju króliczego, zmielone muszle i skorupki jaj. Współcześnie stosuje się grunty na bazie kazeiny, tradycyjne grunty kredowo-gipsowe, farby akwarelowe, akrylowe i inne. Obecnie na rynku dostępne są również papiery będące gotowym zagruntowanym podłożem przeznaczonym do tej techniki rysunkowej.

Jest to wymagająca technika, ponieważ podobnie jak w przypadku akwareli raz wykonany rysunek nie może być poprawiany. Zastosowanie metalowego rysika daje efekt subtelnego, delikatnego rysunku, raczej w odcieniach szarości niż o metalicznym połysku. Naostrzenie końcówki drutu pozwala uzyskać wyrafinowaną kreskę, cieńszą niż w przypadku rysunku wykonanego np. ołówkiem [il. 3](#). Silny nacisk w trakcie rysowania może doprowadzić do uszkodzenia podłoża. Historycznie rysunki wykonane stylusem często były uzupełniane warstwą białego gwaszu w partiach światła.

Ze względu na reakcje utleniania wygląd warstwy metalu na podłożu może zmieniać się w czasie – matowieć oraz zmieniać kolor – zależnie od użytego rodzaju metalu, np. w przypadku wielu metali – w kierunku odcieni brązowych, w przypadku miedzi – zielonych lub żółtych.

3. Atramenty, tusze

Atramenty i tusze są lepкими cieczami, często na bazie wody, zawierającymi pigmenty lub barwniki, a także inne dodatkowe substancje, takie jak spoiwa, alkohol lub ocet.

W języku polskim rozróżnia się dwie kategorie cieczy pisarskich: tusze i atramenty (np. w angielskim mają one tę samą nazwę: *ink*, podobna sytuacja występuje w wielu innych językach). Rozróżnienie dotyczy wielkości cząsteczek substancji barwiących występujących w cieczy pisarskiej. Atramenty są roztworami, w których cząsteczki substancji barwiącej są niedostrzegalne nawet pod mikroskopem. Tusze zaś są zawiesinami pigmentów w spoiwie, a cząsteczki pigmentu są dostrzegalne także nieuzbrojonym okiem. Nazwa „atrament” odnosi się najprawdopodobniej do koloru czarnego (łac. *ater*).

3.1. Atrament węglowy/sadza

Atrament węglowy jest najstarszym znanym na świecie atramentem, używanym już w starożytności w Chinach i w Egipcie. Jego początki datuje się na ok. 2500 lat p.n.e. Był używany w rękopisach średniowiecznych, ale w XII wieku został wyparty przez atramenty żelazowo-galusowe. Zachowało się wiele rozmaitych receptur dla tego rodzaju atramentu, powstających od starożytności do średniowiecza. Atrament węglowy był produkowany z sadzy różnego pochodzenia, np. powstałej poprzez spalanie oleju, smoły, żywicy sosnowych, różnych gatunków drewna i innych materiałów roślinnych. Wytworzoną w specjalnych piecach sadzę mieszano z olejem, klejem glutynowym, szelakiem lub gumą roślinną. Następnie przygotowaną masę formowano najczęściej w tabliczki, laski lub

inne bryły, które po wyschnięciu mogły być w sposób długotrwały składowane i rozrabiane z odpowiednim spoiwem bezpośrednio przed użyciem.

Atrament węglowy ma czarno-niebieskawy odcień. Po rozcieńczeniu umożliwia uzyskanie szarych tonacji **il. 4, 5**. Jest silnie kryjącą cieczą. Atrament ten jest wrażliwy na działanie wody, co sprawia,

il. 4 Aleksandra
Ćwikowska, rysunek
atramentem węglowym

fot. Adam Palenta





il. 5 Przygotowanie warsztatu do wykonania pracy w technice atramentu węglowego

fot. Adam Palenta

że warstwa rękopiśmienna czy rysunkowa może ulec dosyć łatwo rozmazaniu. Jego zaletą jest wysoka światłotrwałość i stabilność chemiczna.

3.2. Sepia

Sepia jest substancją zawierającą melaninę, pochodzącą z gruczołu czernidłowego (lub tzw. woreczka atramentowego) mątwy lub kałamarnicy – mięczaków należących do gromady głowonogów. Substancja ta wytwarzana jest przez nie w sytuacji zagrożenia w celu ograniczenia widoczności przeciwnikowi. Sepia, po obróbce obejmującej rozcieńczenie w słabych zasadach, a następnie wytrącanie kwasem solnym, jest neutralnym i trwałym chemicznie barwnikiem (poza wrażliwością na promieniowanie UV). Była chętnie stosowanym składnikiem atramentów popularnych jako ciecz pisarska w XVIII wieku. Ze względu na ciemnobrązowy kolor była przede wszystkim używana we wcześniejszych wiekach do wykonywania rysunków, również za pomocą kredek i farb zawierających sepię **il. 6**. Po nałożeniu jest czarna lub czarno-brązowa, z czasem zmienia barwę na bardziej czerwonawą. Była szczególnie lubiana przez artystów w czasach renesansu, a także w wiekach XVIII i XIX, gdy wyparła inny popularny materiał rysunkowy – bistr, czyli ciemnobrązową, transparentną farbę sporządzaną z sadzy

il. 6 Aleksandra Ćwikowska, rysunek wykonany atramentem sepiowym

fot. Adam Palenta

il. 7 Przygotowanie warsztatu do wykonania pracy w technice atramentu sepiowego

fot. Adam Palenta



drzewnej, głównie z drewna bukowego. Jest rozpuszczalna w zasadach i nierozpuszczalna w kwasach, wodzie i alkoholu. W wodzie, mimo braku rozpuszczalności, tworzy zawiesiny.

Termin „sepia” używany jest często do określenia barwy danej cieczy pisarskiej lub farby, niekoniecznie zgodnie z rzeczywistym pochodzeniem substancji barwiącej. Sepia pochodzenia naturalnego jest rzadkością, dlatego należy spodziewać się, że większość współcześnie dostępnych materiałów występujących pod nazwą „sepia” reprezentuje przede wszystkim kolor podobny do naturalnej sepia, lecz chemicznie należy do innej kategorii substancji **IL. 7**.



3.3. Atramenty żelazowo-galusowe

Od XII do połowy XIX wieku atramenty metalo-garbnikowe, z których najbardziej znane są atramenty żelazowo-galusowe, były najpowszechniej stosowanym rodzajem cieczy pisarskiej. Dzięki swojej trwałości i trudności w usuwaniu z podłoża były uważane za najlepszy sposób zapisu. Ze względu na długą historię i mnogość receptur jest to tak naprawdę niejednorodna grupa cieczy pisarskich, w przypadku których nazwa atramentów żelazowo-galusowych stanowi pewne uproszczenie. Ciecze pisarskie zawierające taniny były znane już w czasach starożytnych. Ponadto we wczesnych atramentach metalo-garbnikowych identyfikuje się także obecność sadzy, co komplikuje jednoznaczną klasyfikację i stanowi przykład pośredniego stadium między szerokim użyciem atramentów węglowych a późniejszą dominacją atramentów żelazowo-galusowych oraz jest dowodem poszukiwań idealnego materiału piśmienniczego.

Głównymi składnikami atramentów żelazowo-galusowych były sole metali, taniny pochodzące z roślin i spoiwa [IL. 8](#), [9](#). Najczęściej używanymi do produkcji tych atramentów surowcami były:

- **Kwas galusowy** – składnik galasówek, patologicznych narośli na liściach i owocach przede wszystkim dębu, tworzonych przez muszki błonkówki jako środowisko dla larw. Galasówki zawierają dużo tanin, których składnikiem jest kwas galusowy. Stosowany był też w lecznictwie do leczenia wielu różnych schorzeń. Galasówki były przetwarzane w różny sposób: poprzez kruszenie, gotowanie lub najbardziej efektywny proces – fermentację.
- **Witriol**, czyli uwodniony siarczan metalu. We wczesnych przepisach stosowano wymiennie siarczan żelaza (zielony koperwas) i siarczan miedzi (niebieski koperwas). Sama nazwa „koperwas” oznacza wodę miedziową (niem. *Kupferwasser*). Wymienne lub równoczesne stosowanie dwóch typów koperwasu wynika również z faktu, że w naturze te dwa rodzaje siarczanów występują razem. Gdy siarczan żelaza stał się dostępny jako produkt syntezy chemicznej, niektóre poradniki



il. 8 Przygotowanie warsztatu do wykonania pracy w technice atramentu metalo-garbnikowego

fot. Adam Palenta

nadal podawali, że należy do mikstury dodawać związki miedzi lub gotować ją w miedzianym naczyniu, ponieważ wiadomo, że to dodatek miedzi, w wyniku reakcji z siarczanem żelaza, jest odpowiedzialny za kolor atramentu. Czysty siarczan żelaza pozyskiwano z fabryk materiałów artystycznych lub barwników do tkanin, miały one postać bładozielonych granulek. Postać nieoczyszczoną można było uzyskać poprzez gotowanie skrawków metali lub gwoździ w słabym kwasie.

- **Spoiwo**, np. guma arabska. Guma ma za zadanie utrzymywanie pigmentu równomiernie w roztworze i zapobieganie opadaniu substancji barwnych na dno. Zagęszcza atrament, pozwalając na wygodne nakładanie atramentu za pomocą pióra. Powoduje też odpowiednie napięcie powierzchniowe do uzyskania wyraźnych, nierozmytych linii.
- **Rozpuszczalnik**: wino, piwo, ocet lub woda. Zastosowanie alkoholu mogło wynikać z przekonania, że jest on czystszy niż dostępna woda, albo z faktu, że umożliwił głębszą penetrację w strukturę papieru.
- **Dodatkowe barwniki**: kampeisz, anilina, indygo.



Il. 9 Galasówki – składniki potrzebne do sporządzenia atramentu metalo-garbnikowego

fol. Adam Palenta

Dodatki barwników były stosowane, aby ciecz od razu miała ciemną barwę, ponieważ świeżo przygotowany atrament żelazowo-galusowy jest bezbarwny. Warstwa nim wykonana staje się widoczna i nabiera czarnej barwy po nałożeniu na podłoże pod wpływem reakcji z powietrzem w efekcie reakcji utleniania **Il. 10**. Z biegiem czasu atrament brązowieje i może przybrać rdzawy kolor, jednak zmiany w wyglądzie atramentu zależą od zastosowanej receptury i sposobu przechowywania.

Atramenty żelazowo-galusowe działają destrukcyjnie na papierowe podłoże i z czasem powodują zniszczenia papieru. Ma to związek z niskim pH wielu atramentów (odczyn kwaśny) i procesami chemicznymi metali przejściowych (żelazo, miedź), które mogą zmieniać swój stopień utlenienia. Kwasowość atramentu i reaktywność metali przejściowych prowadzą do przyspieszenia degradacji podłoża w reakcjach hydrolizy kwasowej i utleniania, które z kolei prowadzą do skracania łańcuchów celulozy. Dla użytkownika jest to widoczne jako zniszczenia mechaniczne podłoża. Reakcje hydrolizy i utleniania zachodzą szybciej przy podwyższonej wilgotności względnej (RH) i temperaturze. W pierwszym etapie widać przenikanie atramentu na drugą stronę podłoża, następnie przerwanie ciągłości arkusza w miejscu nałożonej warstwy atramentu (pęknięcie), a w najbardziej drastycznym przypadku – wypadanie fragmentów podłoża (patrz rozdział *Papier jako podłoże i tworzywo w pracach artystycznych* w niniejszej książce). Pierwsze obserwacje destrukcyjnego działania atramentu na papier zbiegły się w czasie z wynalezieniem atramentów syntetycznych, które do końca XIX wieku wyparły atrament żelazowo-galusowy.

II. 10 Aleksandra
Ćwikowska, rysunek
wykonany atramentem
żelazowo-galusowym

fot. Adam Palenta



W związku z opisanymi mechanizmami degradacji w przypadku prac wykonanych atramentem żelazowo-galusowym niezwykle ważne jest zapewnienie odpowiednich warunków przechowywania. Przede wszystkim należy zadbać o unikanie zawilgocenia, które przyspiesza powstawanie zniszczeń. Stabilne warunki przechowywania, bez nagłych wzrostów temperatury i wilgotności

względnej pomocą przedłużyć życie dzieła. Należy unikać także długiej ekspozycji pracy na światło, zwłaszcza jeśli nie są zastosowane dodatkowe środki ochronne w postaci blokad promieniowania UV (np. szyba z filtrem UV). Prace wykonane tą techniką powinny być przechowywane w opakowaniach z materiałów bezkwasowych, co przynajmniej w pewnym stopniu spowolni procesy degradacji związane z kwaśnym odczynem wielu atramentów żelazowo-galusowych.

3.4. Atrament alizarynowy

W latach 50. XIX wieku Christian August Leonhardi opatentował recepturę atramentu alizarynowego, którą stworzył poprzez dodanie do atramentu żelazowo-galusowego kwasu indygosulfonowego i barwnika alizarynowego pozyskanego z korzeni marzanny. Dodatek kwasu indygosulfonowego hamował proces utleniania się żelaza i umożliwiał użycie atramentu w wiecznym piórze. Alizaryna jest wrażliwa na środowisko zasadowe. Atrament ten nie wymagał dodatku spoiwa, co czyniło go tańszym i popularnym materiałem piśmienniczym. Po jakimś czasie zarzucono dodatek barwnika alizarynowego, lecz nazwa cieczy została niezmieniona.

3.5. Atrament chromianowo-kampeszowy

Barwnik kampeszowy (ang. *logwood*) został rozpowszechniony w XVI wieku, gdy hiszpańscy kolonizatorzy przywieźli drewno kampeszowe z Meksyku do Europy. Jako surowiec drewno kampeszowe było używane w celach leczniczych, a także do produkcji mebli i jako źródło barwnika o głębokiej czarnej barwie. Barwnik pozyskiwano przez gotowanie kawałków drewna lub fermentację, co umożliwiała ekstrakcję barwnika – hematoksyliny, która następnie utleniała się do hemateiny. W XVIII wieku zaczęto stosować ekstrakt z drewna kampeszowego jako dodatek do atramentów żelazowo-galusowych, by stawały się od razu widoczne. Ze względu na niską światłotrwałość barwnik z drewna kampeszowego nie mógł być jednak stosowany w czystej postaci jako samodzielna ciecz pisarska.

W 1847 roku Friedlieb Ferdinand Runge opracował pierwszą recepturę atramentu kampszowego z dodatkiem chromianu potasu. Początkowa receptura wiązała się jednak z dość niestabilną płynnością, co próbowano przezwyciężyć za pomocą stabilizatorów w postaci kwasów octowego i solnego lub chlorku rtęci. To jednak z kolei powodowało niekiedy korozję stalówek w narzędziach piśmienniczych. Mimo problemów technicznych związanych z użytkowaniem tej cieczy pisarskiej, pojawienie się tańszego i dobrze kryjącego zamiennika dla atramentu żelazowo-galusowego zapoczątkowało bardziej powszechne użycie atramentu chromianowo-kampszowego. Był on jednak polecany do stosowania w prywatnej korespondencji, podczas gdy w oficjalnych dokumentach dopuszczano jedynie używanie atramentów żelazowo-galusowych jako bardziej trwałych. Choć według Friedlieba Runge do wytworzenia atramentu kampszowego niepotrzebne było żadne spoiwo, nieraz dodawano do niego gumę arabską.

Atrament chromianowo-kampszowy był popularną cieczą pisarską we Francji na przełomie XIX i XX wieku i był stosowany także do wykonywania rysunków. Przykładem mogą być prace Vincenta van Gogha z okresu jego działalności twórczej na terenie Francji. Jak już wspomniano, barwnik kampszowy nie jest światłotrwały, ulega z czasem blaknięciu, ponadto po wyschnięciu nadal może być rozpuszczalny w wodzie. Jest wrażliwy na alkalia i na środowisko silnie kwaśne. W wyniku degradacji może zmieniać barwę z głębokiej czerni na brązowo-pomarańczową.

3.6. Atramenty anilinowe

W 1860 roku opracowano pierwszy atrament anilinowy z dodatkiem barwników syntetycznych, w alkoholu jako rozpuszczalniku i z dodatkiem żywicy jako spoiwa. Atrament zachowywał dużą płynność i nie zasychał w piórze wiecznym. Barwniki anilinowe mają jednak ograniczoną światłotrwałość, są wrażliwe na zmiany pH i na działanie wody, w związku z czym mogą ulec rozmazywaniu. Były dodawane także do ołówków kopiowych, które ze względu na obecność barwnika anilinowego wykazują wysoką wrażliwość

na działanie wody, szczególnie w postaci podwyższonej wilgotności względnej. Z tego względu prace wykonane z użyciem materiałów zawierających barwniki anilinowe należy przechowywać w stabilnych warunkach klimatycznych, unikając zawilgocenia.

Dodawanie syntetycznych barwników do cieczy pisarskich w XIX wieku miało związek z intensywnym rozwojem przemysłu chemicznego, co umożliwiło produkcję kolejnych atramentów z nowo opatentowanymi barwnikami. Do cieczy dodawano różne spoiwa oraz stabilizatory, np. kwasy solny i siarkowy oraz fenol, który ma działanie biobójcze.

4. Współczesne pasty długopisowe

Pierwszy użyteczny model długopisu został opatentowany w 1938 roku przez László Biró, węgierskiego dziennikarza i grafika. Długopisy żelowe pojawiły się w 1984 roku. W drugiej połowie XX wieku powszechnie stosowanymi substancjami do wytwarzania niebieskich cieczy pisarskich stały się krystaliczny, syntetyczny niebieski pigment organiczny – błękit ftalocyjaninowy, zwany również błękitem ftalowym – oraz glikol. Nie są to jednak jedyne składniki, które można znaleźć w pastach długopisowych. Receptury materiałów kryjących występujących we współczesnych długopisach są bardziej złożone i podlegają ciągłym modyfikacjom, również w obrębie produktów jednej marki. Ich skład jest tajemnicą handlową, podobnie jak rejestr zmian w ich kompozycji.

Ze względu na rozwój badań kryminalistycznych od lat prowadzone są intensywne badania dotyczące składu i degradacji past długopisowych, co umożliwia określenie ich składu chemicznego. Obecnie materiały kryjące zawarte w długopisach składają się w około 50% z rozpuszczalników będących substancjami lotnymi, umożliwiającymi naniesienie na podłoże; w ok. 25% z substancji barwiących, które mogą być barwnikami lub pigmentami; w ok. 25% z żywic naturalnych lub syntetycznych i w ok. 1–5% z innych składników, takich jak lubrykanty, środki biobójcze, środki powierzchniowo czynne i inne substancje.

Współczesne długopisy zawierają jednocześnie co najmniej kilka różnych substancji barwiących (pigmentów lub barwników). W przypadku substancji czarnych mogą być to np. pigmenty na bazie węgla lub mieszaniny barwników niebieskich i czerwonych z grupy rodamin. Obecnie wśród past o barwie niebieskiej identyfikuje się barwnik ftalocyjaninowy, niekiedy zmieszany z innymi barwnikami, takimi jak fiolet metylowy, fiolet krystaliczny lub błękit wiktoriański, barwniki triarylometanowe, fiolet leukokryształiczny, anilina, difenylamina czy keton Michlera. W wielu recepturach identyfikuje się również bezwodnik ftalowy.

Znakomita większość długopisowych cieczy pisarskich zawiera lotny związek organiczny 2-fenoksy-etanol. Nie jest to jedyny rodzaj rozpuszczalnika, w badaniach identyfikowane są również inne substancje, takie jak alkohol benzylowy, glikol heksylenowy, 2-(2-etoksyetoksy)etanol, pochodne glikolu dipropylenowego, fenoksyetanol, fenoksyetoksyetanol, aldehyd benzoowy i fenol.

Żywice obecne we współczesnych materiałach kryjących mogą być pochodzenia naturalnego lub syntetycznego. Są to związki o dużej masie cząsteczkowej, zapewniające trwałość oraz pełniące rolę regulatora lepkości i środka wiążącego pomiędzy barwnikami a podłożem. Najczęściej występujące żywice wiążące stosowane w długopisach są oparte na żywicy acetofenonowo-formaldehadowej, cykloheksanonowo-formaldehadowej i różnych żywicach alkidowych. Żywice zaczynają twardnieć w chwili, gdy zapisek zostaje naniesiony na podłoże, tworząc z nim trwałe połączenie.

Różnorodność współczesnych materiałów piśmienniczych, ich dostępność i łatwość w stosowaniu sprawia, że są one chętnie wykorzystywane do twórczości artystycznej, umożliwiając osiągnięcie pożądaných efektów artystycznych [IL. 11](#).

Obecnie za największe zagrożenie dla warstw rysunkowych wykonanych współczesnymi długopisami i flamastrami uznaje się działanie światła, szczególnie w paśmie promieniowania UV. Pod wpływem długotrwałej ekspozycji na światło bez zastosowania filtrów ochronnych barwniki ulegają fotodegradacji, widocznej



najczęściej jako blaknięcie. Procesy degradacji past długopisowych zachodzą również już w samym narzędziu i mają związek z procesem utleniania się składników pasty i związaną z tym zmianą barwy, a także z ulatnianiem się rozpuszczalnika. Procesy utleniania nałożonej już pasty zachodzą w przypadku ekspozycji. Degradacja może być przyspieszona przez nieodpowiednie warunki przechowywania, szczególnie podwyższoną temperaturę i wilgotność względną i ich nagłe, skokowe zmiany, np. w związku z zawilgoceniem występującym w miejscu przechowywania.

il. 11 Izabela Wolska-Kuśmider, praca wykonana z użyciem długopisu kulkowego

fot. Adam Palenta

5. Flamastry

Pierwsze flamastry powstały w 1911 roku jako narzędzie z wełnianą filcową końcówką umożliwiającą stały dopływ atramentu do powierzchni podłoża. Kolejne wersje narzędzia miały końcówki wykonane z włókien nylonowych i poliestrowych. Tusze

wykorzystywane we flamastrach cechuje niewielka lepkość i niskie napięcie powierzchniowe, co wynika z zawartości dużych ilości substancji sieciujących. Tusze obecne we flamastrach zawierają rozpuszczalne barwniki zdyspergowane w żywicy, z rozpuszczalnikiem wodnym lub alkoholowym. Od lat 50. XX wieku do mieszaniny dodaje się glikol etylenowy, by zapobiec wysychaniu końcówek. Podobnie jak w przypadku past długopisowych, skład materiałów występujących we współczesnych flamastrach jest zróżnicowany i podlega ciągłym modyfikacjom, również w obrębie produktów jednej marki. Dlatego też objęty jest tajemnicą handlową, tak jak rejestr zmian w ich kompozycji.

Wiele z kolorowych tuszy stosowanych w produkcji flamastrów jest niestabilnych i wrażliwych na działanie rozpuszczalników. Materiały wykorzystane jako substancja barwiąca we flamastrach bardzo często z łatwością ulegają degradacji, nawet przy starannym zachowaniu odpowiednich warunków przechowywania. Jednoznaczna ocena trwałości flamastrów jako produktów nie jest jednak możliwa ze względu na zróżnicowaną jakość produkcji i brak dokładnych informacji o składzie. Analogicznie jak w przypadku past długopisowych za najsilniejszy czynnik degradacji warstw wykonanych flamastrami uważana jest ekspozycja na światło, w związku z czym należy unikać długotrwałej ekspozycji prac wykonanych flamastrami. Należy tu zwrócić uwagę, że produkty oznaczone jako „permanentne” nie są światłotrwałe, a oznaczenie dotyczy ich odporności na działanie wody. W składzie pisaków „archiwalnych” należy spodziewać się raczej pigmentów niż barwników, nie gwarantuje to jednak pożądanej światłotrwałości.

6. Na co zwrócić uwagę przy doborze materiałów do wykonania rysunku

Przy wyborze materiału do wykonania rysunku warto zwrócić uwagę na jakość danego materiału i czynniki wpływające na jego trwałość. Wiele z tradycyjnych materiałów, mimo niekiedy niszczonego działania na podłoże pochodzenia roślinnego (np. papier), wykazuje większą trwałość niż materiały produkowane współcześnie.

Wśród materiałów współczesnych występuje ogromna różnorodność, niepozwalająca niestety na dokładną analizę wszystkich aspektów jakości i ryzyka degradacji. Jest to również spowodowane wspomnianym brakiem dokładnej i rzetelnej informacji dotyczącej składu danego materiału ze strony producentów. Niemniej jednak jeśli chcemy, by dzieło przetrwało długo, możemy zadbać o dobranie odpowiedniej jakości podłoża i materiałów piśmienniczych wyprodukowanych przez wyspecjalizowanych producentów materiałów plastycznych, którzy mają w ofercie również produkty wykorzystywane w konserwacji zabytków. Natomiast korzystając z różnych materiałów, zwłaszcza tych gorszej jakości, należy mieć świadomość, że zmiany zachodzące pod wpływem czynników degradacji – takich jak długotrwała ekspozycja na światło, szczególnie w zakresie promieniowania UV, lub nieodpowiednie warunki przechowywania – są nieodwracalne. Konserwator, który w przyszłości zajmie się pracą wykonaną ze złej jakości materiałów, będzie mógł jedynie próbować spowolnić proces dalszej degradacji, ale w przypadku materiałów bardzo złej jakości może się to okazać wręcz niemożliwe. Takie prace nie będą też nadawały się do ekspozycji. Odpowiednie warunki przechowywania, użycie materiałów bezkwasowych, ograniczenie dostępu światła i zachowanie stabilnych warunków temperaturowo-wilgotnościowych, szczególnie jeśli chodzi o unikanie zawilgocenia i nagłych zmian w zakresie wilgotności względnej, pozwoli na wydłużenie życia pracom artystycznym.

Literatura na temat materiałów piśmienniczych i rysunkowych jest ogromnym, stale rosnącym zasobem. Poniżej zaproponowano tylko niewielki wybór pozycji – od ogólnych po bardziej specjalistyczne. Z większości z nich można skorzystać w otwartym dostępie.

Literatura uzupełniająca

Burandt, J., *An Investigation Toward the Identification of Traditional Drawing Inks*, „The Book and Paper Annual” 13, 1994, s. 9–16.

Iron Gall Ink Website – strona poświęcona atramentom żelazowo-galusowym, dostęp online: irongallink.org.

Łydźba-Kopczyńska, B., Czaja, T., Cieśla, R., Rusek, G., *Application of chemometric methods for the determination of fading and age determination of blue ballpoint inks*, „Journal of Raman Spectroscopy” 52, 2021, s. 159–169, DOI: 10.1002/jrs.6037.

Neevel, H. *Logwood Writing Inks: History, Production, Forensics, and Use*, „Restaurator. International Journal for the Preservation of Library and Archival Material” 4(42), 2021, s. 169–191, DOI: 10.1515/res-2021-0015.

Preventive Conservation for Artists. A worksheet and technical guide to material selection, dostęp online: www.tinyurl.com/3z9ub2zr (dostęp 4.03.2023).

Rabin, I., *Material Studies of Historic Inks: Transition from Carbon to Iron-Gall Inks*, [w:] Raggetti, L. (red.), *Traces of Ink*, Leiden 2021, DOI: 10.1163/9789004444805_006

Schwalb, S., Mazullo, T., *Silverpoint and Metalpoint Drawing. A Complete Guide to the Medium*, New York 2018.

Shelley, M., Dunn, A., McPhee, C., *How Is a Drawing Made?*, dostęp online: www.tinyurl.com/yeyvjedd (dostęp 4.03.2023).

Sobucki, W., *Konserwacja papieru. Zagadnienia chemiczne*, Warszawa 2013.

4

DIANA KUŁAKOWSKA

**Między warstwami.
Wpływ warstw pośrednich
na trwałość prac.
Czyli jak regulować
chłonność podłoża i dlaczego
warto to robić**

Wbrew pozorom warstwy pośrednie, choć obecnie raczej zapomniane i często pomijane przez artystów, nie są tylko fanaberią konserwatorów. Zarówno w dawnych traktatach technologicznych (*Rzecz o malarstwie* Cennino Cenniniego, Traktat T. de Mayerne'a), jak i w bardziej współczesnych podręcznikach poświęconych technologii malarstwa (J. Hopliński *Farby i spoiwa malarskie*, B. Slànskỳ *Technika malarstwa*) aż roi się od opisów różnych typów międzywarstw – od wstępnego przeklejenia podłoża przed nałożeniem na nie zaprawy, przez izolacje gruntu przed położeniem pierwszej warstwy farby, aż po werniksy i izolacje pozłotnicze. Międzywarstwy są istotne również we wszelkich pracach stolarskich, wymagających mocnego sklejenia powierzchni, a także w autorskich technikach mieszanych, w których zalecana kolejność warstw „tłuste na chudym” zostaje zmieniona na rzecz układu odwrotnego „chude na tłustym”.

Warstwy pośrednie można umownie podzielić na trzy typy: **buforujące**, **izolująco-konsolidujące** oraz **szczipne**.

Te pierwsze miały za zadanie przede wszystkim **zniwelowanie naprężeń** powstających na styku warstw na skutek zmian warunków otoczenia (głównie wahań wilgotności względnej powietrza i skoków temperatury) oraz w trakcie naturalnych procesów starzenia materiałów, te drugie natomiast miały **ograniczyć przesiąkanie spoiw** pomiędzy warstwami oraz **skonsolidować luźne cząsteczki** pyłu pokrywającego podłoże. Międzywarstwy typu trzeciego służą do **poprawy przyczepności** pomiędzy elementami dzieła, np. farbą a bardzo gładkim podłożem o znikomej chłonności (takim jak szkło czy metal) i mogą być zarówno powłoką (warstwą kleju lub lakieru), jak i sposobem opracowania powierzchni (głównie mającym na celu podniesienie stopnia jej szorstkości).

Międzywarstwy buforujące i izolujące są zazwyczaj na tyle cienkie, że nie tworzą powłoki odróżnialnej gołym okiem – ich rola jest bowiem nie estetyczna, lecz czysto technologiczna. Dzięki ich obecności każda z sąsiadujących z nimi warstw może pozostać do pewnego stopnia odizolowana, co pozwala zachować wyjściowe właściwości na dłużej.

1. Relacje pomiędzy warstwami – zarys problemu

1.1. Naprężenia międzywarstwowe i międzywarstwy buforujące

Prace plastyczne zazwyczaj składają się z elementów o bardzo różnych właściwościach, szczególnie pod względem ich elastyczności i reakcji na wilgoć. Niektóre tworzywa, jak tkaniny z włókien naturalnych, są z natury elastyczne, a pod wpływem wilgoci dość mocno się kurczą, podczas gdy inne, jak farby olejne czy akrylowe, nie reagują na zmiany wilgotności powietrza w żaden wyraźny sposób. Taki układ, w którym sztywna i mało kurczliwa błona leży bezpośrednio na warstwie elastycznej i gwałtownie zmieniającej swoje wymiary, musi po pewnym czasie doprowadzić do pęknięcia i odklejenia się sztywnej powłoki od podłoża.

Artysta zdając sobie sprawę z tego zagrożenia, może spróbować je zażegnać, m.in. poprzez wprowadzenie specjalnych warstw technologicznych – międzywarstw lub inaczej warstw pośrednich, których rolą jest poprawa przyczepności pomiędzy warstwami oraz minimalizowanie wpływu ruchów jednej warstwy na pozostałe. W malarstwie olejnym na płótnie rolę tę spełniają przeklejenie płótna (najczęściej z żelatyny, kleju skórniego lub kostnego) oraz zaprawa (chuda klejowo-kredowa lub tłusta z dodatkiem oleju lnianego, współcześnie również gotowe gessa na bazie spoiw syntetycznych). Zaprawa i przeklejenie najczęściej reagują na wilgoć dokładnie odwrotnie niż płótno z włókien naturalnych – tam, gdzie tkanina się kurczy, klej i zaprawa delikatnie pęcznią, dzięki czemu naprężenia docierające z płótna do farby są nieco osłabione i wygaszone. Dopóki obraz jest młody, a sama farba względnie elastyczna, buforująca rola przeklejenia i zaprawy nie jest aż tak istotna – jej znaczenie rośnie z czasem, gdy warstwa malarska staje się coraz bardziej sztywna i krucha, a tym samym podatna na pęknięcie. Aby międzywarstwa buforująca spełniła swoją funkcję, powinna być dość cienka, by zachować elastyczność nawet przy dużych naprężeniach.

1.2. Kłopoty z chłonnością i międzywarstwy izolująco-konsolidujące

Chłonność to cecha charakteryzująca każdy materiał, który może zostać wykorzystany przez artystę w jego pracy twórczej – tkaniny, papier, tektury, tworzywa sztuczne, zaprawy mineralne, kamień itd. W wypadku niektórych materiałów jest ona znikoma (przykładem może być np. szkło lub blacha), w innych umiarkowana (np. tkaniny z włókien mieszanych – naturalnych i sztucznych, nieszkliwiona wypalona ceramika), a w jeszcze innych – wysoka (drewno, papier, tkaniny z włókien naturalnych, gips). Warto zaznaczyć się przy temacie chłonności podłoża w kontekście trwałości leżących na nim warstw farby.

Zbyt duża chłonność podłoża sprawia, że spoiwo farby wsiąka w nie w większym stopniu, niż powinno, pozostawiając ziarna wypełniacza odsłonięte. Po wyschnięciu taka powłoka będzie nie tylko bardziej matowa, ale przede wszystkim bardziej podatna na uszkodzenia, np. zarysowania, a w skrajnych przypadkach może dojść do jej pudrowania (po dotknięciu na palcu pozostaje nalot w kolorze farby, powstający poprzez wykruszanie się odsłoniętych ziaren wypełniacza). Taka warstwa pozostaje również bardzo chłonna, a kolejne powłoki mogą się łuszczyć, mogą też pojawiać się plamy spowodowane niekontrolowanym przesiąkaniem spoiwa (odsłonięte ziarna pigmentu będą chciały „nasyć się” spoiwem z kolejnych warstw farby) **IL. 1.**



il. 1 Przykład obrazu o dużych nierównościach w połysku powierzchni spowodowanych nierównomierną chłonnością podłoża

fot. Diana Kułakowska

W sytuacji odwrotnej, gdy podłoże jest za mało chłonne lub bardziej tłuste niż mająca pokryć je farba (taki układ występuje np. podczas malowania gwaszami na podmalówce z farb olejnych), problemem będzie nie pudrowanie, lecz łuszczenie się wierzchniej warstwy malarskiej, do którego może dojść dopiero po wielu latach. Dzieje się tak, ponieważ przetłuszczone powierzchnie są słabo zwilżalne przez spoiwa wodne, za co odpowiada zbyt duże napięcie powierzchniowe, a w konsekwencji obie warstwy farby funkcjonują niejako oddzielnie.

Łuszczenie farby to problem, który dotyka również obrazy malowane jeden na drugim w większym odstępie czasu, szczególnie gdy młodsza kompozycja została wykonana bezpośrednio na obrazie wcześniejszym bez jego odkurzenia. Sytuacja ta przypomina malowanie zapylonej ściany – luźny pył utrudnia zwilżanie powierzchni, przez co farba nie jest w stanie wytworzyć dobrego połączenia z podłożem – de facto stanowi luźną, „lewitującą” nad nim powłokę. W takiej sytuacji wcześniejsze odkurzenie lub skonsolidowanie (sklejenie) luźnych cząsteczek kurzu spoiwem (w przypadku obrazu olejnego może być to wtarty w powierzchnię olej lniany lub werniks żywiczny) powinno rozwiązać ten problem.

Warstwą, którą w malarstwie sztalugowym stosuje się w celu zmniejszenia chłonności, jest barwna lub bezbarwna izolacja zaprawy, historycznie znana jako imprimitura. Była to olejno-żywiczna powłoka wykonana z dodatkiem pigmentu, którą zabezpieczano zaprawę i wykonany na niej rysunek kompozycyjny, jednocześnie nadając białej zaprawie bardziej przyjazny ton wyjściowy (najczęściej żółty, brunatny lub szary). Imprimitura była stosowana powszechnie w dawnych wiekach zarówno ze względów technologicznych, jak i estetycznych. Od podmalówki imprimiturę odróżniała zdecydowana przewaga spoiwa nad pigmentem, nadająca jej półkryjący, laserunkowy charakter, oraz monochromatyczność (jeden kolor na całej powierzchni obrazu) **IL. 2**. Międzywarstwy o charakterze izolacyjnym, zmniejszającym chłonność można wykonać również z innych spoiw i bez dodatku pigmentów – historycznie wykorzystywano do tego celu kleje zwierzęce, białko jaja kurzego czy żywice naturalne, np. szelak.



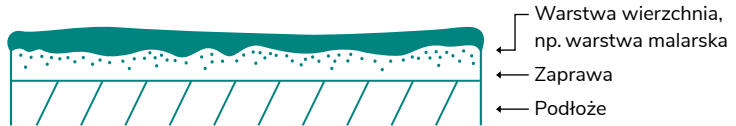
il. 2 Półprzezroczysta, żółta warstwa to przykład imprimatury – szczególnego rodzaju barwionej izolacji zaprawy stosowanej w malarstwie dawnym. Dzięki niej nie tylko zmniejszono chłonność zaprawy, ale także zabezpieczano rysunek kompozycyjny i nadawano podłożu barwny ton, ułatwiający dalsze malowanie

fot. Adam Palenta

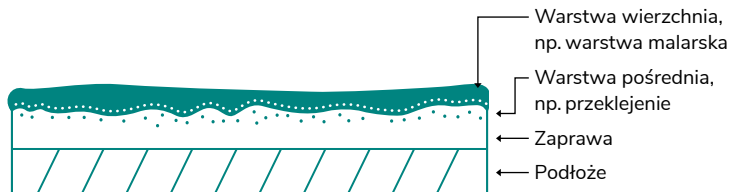
Do uzyskania dobrego połączenia pomiędzy warstwami potrzebna jest pewna niewielka chłonność podłoża – taka, aby umożliwiła przesiąknięcie niedużej ilości spoiwa z warstwy wierzchniej do podłoża. Z tego względu międzywarstwa nie powinna całkowicie ograniczać chłonności podłoża, a jedynie ją obniżyć i ujednolicić na całej powierzchni. Błędem byłoby zatem wykonanie izolacji przy użyciu zbyt stężonego kleju lub substancji zbyt tłustej. Zazwyczaj nie jest wskazane również wykonywanie zbyt grubych warstw izolacyjnych, ponieważ z biegiem lat będą one tracić początkową elastyczność, stając się kruchymi i podatnymi na odklejanie od podłoża. W skrócie można podsumować to następująco: dobra międzywarstwa powinna mieć coś wspólnego zarówno z podłożem, jak i warstwą wierzchnią, być prawie niezauważalna, ale jednak powinna się pojawić [IL. 3, 4.](#)

il. 3 Różnica w stopniu przesiąkania spoiw z warstw wierzchnich do podłoża w zależności od obecności warstwy pośredniej

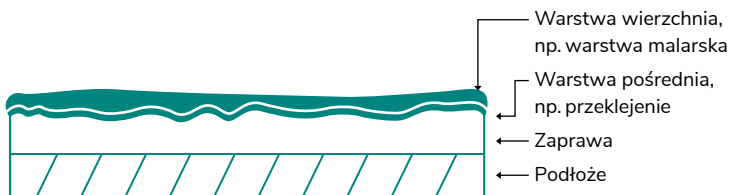
Brak warstwy pośredniej powoduje przesączenie warstwy spodniej – np. zaprawy – przez spoiwo z warstwy malarskiej. Połączenie pomiędzy warstwami jest w takim wypadku dobre, jednak spoiwość wewnętrzna warstwy wierzchniej może być zbyt mała (zbyt duży odpływ spoiwa do zaprawy) i z czasem doprowadzi do jej pudrowania.

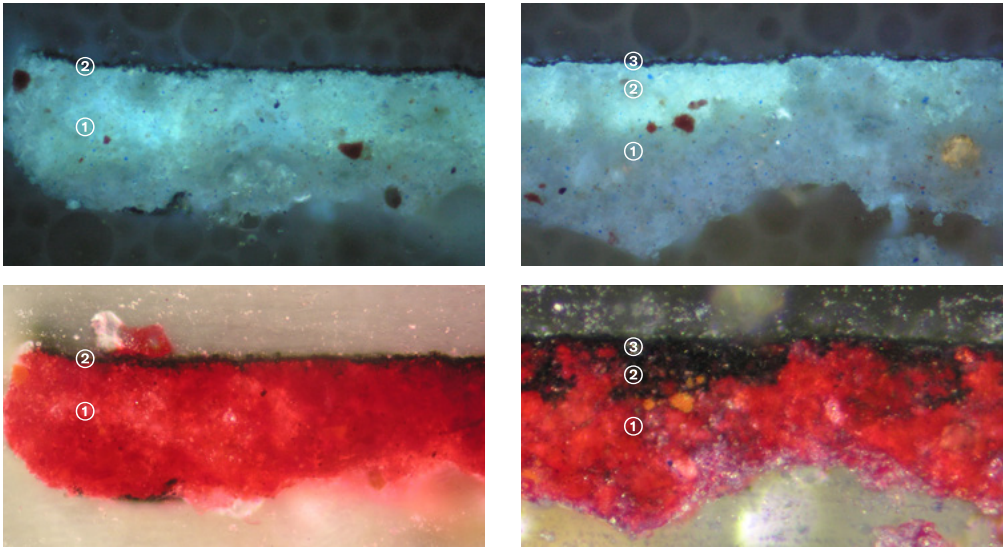


Optymalnie wykonana warstwa pośrednia pozwala na lepsze połączenie zaprawy i warstwy malarskiej dzięki regulacji stopnia przesiąkania spoiwa – powstaje strefa, w której wszystkie trzy warstwy są ze sobą powiązane, a warstwa malarska nie została nadmiernie wyjąłowiona ze spoiwa.



Zbyt szczelnie wykonana warstwa pośrednia tworzy osobną powłokę, niepozwalającą na utworzenie dobrego połączenia pomiędzy warstwą malarską a zaprawą. Naprężenia istniejące w tym układzie z czasem, w miarę postępowania procesów starzenia materiałów, doprowadzą do łuszczenia powłoki malarskiej.





il. 4 Mikroskopowe zdjęcia przekrojów stratygraficznych próbek pobranych z próbnika z il. 6, pokazujące różnice w stopniu przesiąkania spoiw z warstwy malarskiej do podłoża w zależności od zastosowanej warstwy pośredniej. Po lewej próbka B1 bez warstwy pośredniej. Zdjęcie górne ukazuje fluorescencję wzbudzoną UV, zdjęcie dolne – wybarwienie próbki w Pąsie S i Sudanie B. Po prawej próbka B7 z warstwą pośrednią w postaci werniksu damarowego. Zdjęcie górne ukazuje fluorescencję wzbudzoną UV, zdjęcie dolne – wybarwienie próbki w Pąsie S i Sudanie B, dzięki którym uwidoczniła się warstwa pośrednia @

fot. A. Rzeszutek

1.3. Zbyt gładkie podłoże – międzywarstwy szczepne

Innym przykładem zastosowania warstw pośrednich są sytuacje, w których oddzielenia wymagają farby oraz podłoża o minimalnej chłonności i bardzo gładkiej powierzchni, a więc wszelkie przypadki polichromowanej metaloplastyki oraz malarstwa na szkłe.

W wypadku metaloplastyki kluczowym zagrożeniem dla trwałości polichromii jest skłonność metalu do zmian wymiarów pod wpływem wahań temperatury (zjawisko to nazywane jest rozszerzalnością temperaturową). Leżąca na nim warstwa farby, choć z początku elastyczna i do pewnego stopnia podatna na zmiany wymiarów w obrębie podłoża, z czasem stanie się sztywna, krucha i nieelastyczna – jest to nieuniknione zwłaszcza w przypadku farb

olejnych oraz farb i lakierów przemysłowych, w szczególności rozpuszczalnikowych. W konsekwencji w pewnym momencie nie będzie już w stanie odpowiadać na zmiany wymiarów podłoża i zacznie się odspajać, a następnie odpadać w postaci mniejszych lub większych łusek. Zastosowanie międzywarstwy co prawda nie powstrzyma całkowicie tego zjawiska, może jednak je opóźnić poprzez wytworzenie mocniejszego połączenia pomiędzy podłożem a warstwą farby, a także poprzez pochłonięcie części stresów i naprężeń związanych z pracą metalu. W tym wypadku szczególnie ważne jest, aby międzywarstwę nanosić na suche, odpylone i odtłuszczone powierzchnie (dobrze sprawdza się ich przetarcie acetonem lub alkoholem etylowym).

Dodatkowym czynnikiem mogącym poprawić sytuację powłok malarskich jest wytworzenie na powierzchni podłoża nierównej, szorstkiej faktury, a dopiero później wprowadzenie międzywarstwy.

2. Brak międzywarstw – kilka przykładów

2.1. Tektura i olej – trudna relacja

Warto zastanowić się, jaki wpływ może mieć wsiąkanie spoiwa na samo podłoże, a w konsekwencji na starzenie się całej pracy. Wpływ ten będzie zależał od konkretnych kombinacji materiałów – dla niektórych podłoży i spoiw będzie on znikomy, a dla innych tragiczny w skutkach. Dobrym przykładem negatywnego oddziaływania spoiw na nieprzeklejone podłoże będzie tu malarstwo olejne na tekturze. Z historii sztuki znanych jest wielu artystów i artystek tworzących w tej technice. Część z nich malowała farbami olejnymi bezpośrednio na niezagruntowanej i nieprzeklejonej tekturze. Choć ta technika niosła ze sobą niedogodność w postaci zbyt szybkiego tężenia farby, to uciążliwość ta nie była w stanie powstrzymać malarzy przed stosowaniem tektury jako podłoża malarskiego – farbę wystarczyło przecież rozcieńczyć olejem lub terpentyną. Dla tektury przesączenie spoiwem olejnym miało jednak bardzo poważne skutki w perspektywie długofalowej, które

obserwujemy i rozumiemy dopiero po latach. Tektura, podobnie jak papier czy drewno, niszczy się pod wpływem kwasów – długie łańcuchy celulozy rozpadają się na krótsze fragmenty, tracąc wytrzymałość mechaniczną. Proces ten rozpędza się w miarę rozwoju i jest praktycznie nie do zatrzymania. W konsekwencji tektura czy papier stają się kruche, łamliwe, sztywne, zbrązowiałe – znamy to doskonale ze starych książek i dokumentów, szczególnie tych powstających od połowy XIX do końca XX wieku. Z kolei spoiwo olejne starzejąc się, staje się coraz bardziej kwaśne, czym dodatkowo przyspiesza degradację celulozy, z której zbudowana jest tektura. Zastosowanie międzywarstwy w postaci przeklejenia tektury klejem skrobiowym (kleikiem z mąki), akrylowym czy nawet klejem do tapet zmniejszyłoby ilość oleju wsiąkającego w tekturę, a w konsekwencji spowolniłoby proces niszczenia podobrazia o długie dekady, samemu obrazowi zapewniając lepszy wygląd na dłużej.

2.2. Surowe płótno

Kuszącym ze względów artystycznych wydaje się zastosowanie surowego, nieprzeklejonego i niezagruntowanego płótna jako podłoża malarskiego. W przypadku niektórych technik – np. gwaszu, suchej pasteli, akryli – wybór ten nie musi oznaczać drogi ku nieuchronnemu i szybkiemu zniszczeniu pracy. Niestety inaczej jest w wypadku spoiwa olejnego, którego kwaśny charakter jest bezwzględny dla włókien celulozowych, z których składają się len czy bawełna. Ten problem został już jednak naświetlony przy okazji omawiania malarstwa na tekturze. Innym potencjalnym kłopotem mogą być deformacje powstające na skutek dwóch występujących równoległe zjawisk: kurczliwości surowego płótna pod wpływem wilgoci i jego rosnącego z czasem usztywnienia w miejscach pokrytych farbą. Tak skrajnie różne reakcje, szczególnie w wypadku obrazów nienabitych na krosno lub nabitych zbyt luźno, muszą skutkować widowiskowymi pofałdowaniami i odkształceniami, szczególnie na styku obszarów pokrytych i niepokrytych farbą **IL. 5.** Usunięcie tych deformacji może być bardzo trudne, o ile nie niemożliwe. Zastosowanie jakiegokolwiek przeklejenia, chociażby żelatyną czy klejem do tapet, spowodowałoby dwie trudne do przecenienia rzeczy: zmniejszyłoby reaktywność płótna na zmiany



Lico obrazu wykonanego na nieprzeklejonym płótnie



Lico obrazu wykonanego na płótnie przeklejonym 7% klejem skórnym



Odwrocie obrazu wykonanego na nieprzeklejonym płótnie



Odwrocie obrazu wykonanego na płótnie przeklejonym 7% klejem skórnym

il. 5 Porównanie różnic w wyglądzie obrazów olejnych wykonanych na niezagruntowanym płótnie lnianym o różnym stopniu przeklejenia. Obecność przeklejenia zmniejszyła stopień przesiąkania farby na odwrocie oraz przespoiwienia nitek płótna, co w przyszłości wpłynie na wolniejszą degradację podobrazia

fot. Adam Palenta

wilgotności powietrza, przez co stałyby się ono bardziej stabilne wymiarowo, a także ograniczyłyby przesylenie włókien płótna farbą – w optymistycznej wersji farba znalazłaby się wyłącznie po jednej stronie tkaniny, a nie po obu. Dzięki temu płótno zachowałoby częściową zdolność do jednorodnego reagowania na zmiany wilgotności względnej powietrza na całej powierzchni, a to z kolei zmniejszyłoby rozmiar przyszłych deformacji.

3. Międzywarstwy – przydatne know-how

3.1. Warstwy buforujące

W tej roli dobrze odnajdują się wszelkiego typu warstwy zawierające nie tylko spoiwo, ale i wypełniacz, najczęściej w postaci pigmentów czy kredy, a czasem także włókien roślinnych (masy z dodatkiem rozpułchnionego papieru), które regulują pracę spoiwa pod wpływem zmiennych warunków wilgotnościowych i wahań temperatury otoczenia. Są to różnego rodzaju zaprawy – olejne, klejowo-kredowe, emulsyjne, akrylowe itd. W wypadku malarstwa sztalugowego warstwy buforujące nie powinny być zbyt grube, gdyż w przeciwnym razie tracą swoje dobroczynne właściwości i zaczynają działać na szkodę innych warstw (z uwagi na swoją kruchość i sztywność). Nierzadko, aby warstwa buforująca mogła prawidłowo odegrać swoją rolę, konieczne jest jej połączenie z innymi warstwami pośrednimi, np. izolacyjnymi (wspomniany wcześniej klasyczny układ: podobrazie – przeklejenie – zaprawa – imprimatura).

3.2. Warstwy izolująco-konsolidujące

O czym warto pamiętać, wykonując warstwę pośrednią np. na zbyt chudej i zbyt chłonnej zaprawie klejowo-kredowej? Warstwa pośrednia powinna częściowo wsiąknąć w podłoże, jednocześnie tworząc na powierzchni bardzo cienki, równomierny film. Oznacza to, że substancja, z której ją wykonamy, nie może być ani zbyt gęsta, gdyż wówczas utworzy samodzielną warstwę bez odpowiedniego połączenia z podłożem, ani zbyt rzadka, ponieważ zostanie całkowicie wchłonięta przez podłoże i nie wytworzy izolacyjnej błony na powierzchni zaprawy. Substancja ta nie może też całkowicie uniemożliwiać zwilżania warstwy zaprawy przez farby, nie może być zatem zbyt szczelna – z tego względu zdecydowanie odradza się stosowanie wszelkiego typu przemysłowych żywic epoksydowych, poliestrowych, lakierów do podłóg (szczególnie nitrocelulozowych), emalii do metalu itp. Materiały te są co prawda tanie, łatwo dostępne i w krótkiej perspektywie czasowej mogą dać dobry efekt, ale bez wątpienia bardzo przyspieszą powstawanie nieodwracalnych i bardzo trudnych do naprawienia zniszczeń

w postaci rozwiniętej siatki spękań i odspojień farby. W ich miejsce zdecydowanie lepiej stosować materiały takie jak werniks żywiczny, olej lniany (w żadnym wypadku nie należy stosować olejów nieschnących, takich jak olej rzepakowy, słonecznikowy czy oliwa z oliwek, ani tym bardziej masło czy margaryna), żelatyna lub inne kleje zwierzęce (skórny, kostny, króliczy itd.) w niskich stężeniach 5–7%, a także dyspersje wodne klejów syntetycznych, np. akrylowych lub pochodnych celulozy (np. metyloceluloza, czyli klej do tapet), również w niewielkich stężeniach (ok. 2–3%) **il. 6**.

Przeklejanie tkanin można wykonać różnymi środkami – od klejów zwierzęcych przez kleje skrobiowe (krajster z mąki), gumy, metylocelulozę, dyspersje wodne żywic akrylowych oraz ich roztwory rozpuszczalnikowe (te ostatnie należy stosować zawsze w niskich stężeniach nieprzekraczających 5%, w przeciwnym razie tkanina



il. 6 Zróżnicowanie stopnia matowości warstw malarskich opartych na różnych spoiwach w zależności od sposobu zaizolowania podłoża. Obecność oraz rodzaj izolacji wpływa w największym stopniu na końcowy wygląd warstwy malarskiej w przypadku farb olejnych – **A** to pola bez jakiegokolwiek warstwy malarskiej, **B** to farba olejna. Spoiwa chude – akrylowe **C** lub temperowe **D** – zachowują podobny stopień matowości bez względu na sposób zaizolowania podłoża (① brak izolacji, ② spoiwo akrylowe, ③ metyloceluloza 1,5%, ④ klej skórny 7%, ⑤ żelatyna 3%, ⑥ pokost lniany, ⑦ werniks damarowy)

fol. Adam Palenta

stanie się z czasem bardzo sztywna i krucha). Niewskazane jest przeklejanie tkanin olejami i werniksami żywicznymi oraz lakierami przemysłowymi, szczególnie tymi nieprzeznaczonymi do tekstyliów.

Ostatnią, uniwersalną wskazówką jest pozostawienie warstwy pośredniej do całkowitego wyschnięcia przed przystąpieniem do dalszych prac. Niewyschnięte spoiwo spełni swoje funkcje tylko częściowo, a w skrajnych przypadkach może doprowadzić do powstania spękań w leżących na nim warstwach farby (tak dzieje się w malarstwie olejnym, gdy na wolniej wysychającą warstwę farby, zawierającej np. czerń lampową, położy się farbę schnącą szybciej).

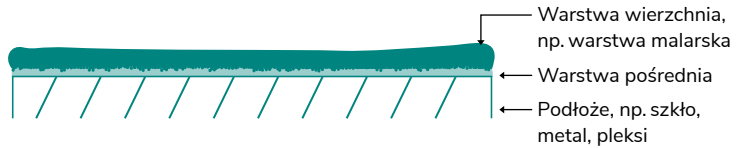
3.3. Warstwy szczipne

Metal

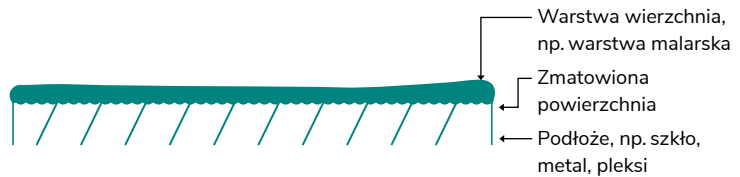
Czynnikiem mogącym w dużym stopniu poprawić sytuację powłok malarskich wykonanych na metalu jest wytworzenie na powierzchni podłoża nierównej faktury, np. poprzez jej zmatowienie metalową szczotką, wymłotkowanie, zarysowanie ostrym papierem ściernym czy nożykiem, naniesienie warstwy spoiwa z gruboziarnistym wypełniaczem, np. piaskiem. Wszelkie nierówności powierzchni sprzyjają wytworzeniu dobrej spoiny, szczególnie w przypadku obiektów gładkich. W takiej sytuacji należy jednak szczególnie zadbać o prawidłową izolację podłoża, tzn. o jego całkowite odcięcie od wpływu wilgoci i powietrza (w szczególności jego chemicznych zanieczyszczeń, sprzyjających korodowaniu metali) **IL. 7**. Aby odpowiednio wykonać taką izolację, należy przede wszystkim dobrze odpylić i odtłuścić podłoże, np. acetonem lub etanolem. Grupą preparatów, które sprawdzą się w większości przypadków bez względu na rodzaj metalu, są rozpuszczalnikiowe roztwory żywicy akrylowych, np. Paraloid B44, a także lakiery stosowane w przemyśle maszynowym. Jako izolacji pod powłoki malarskie raczej niewskazane jest używanie wosków, parafin, olejów czy bitumin, ponieważ ich obecność osłabi połączenie farby i metalu, a ponadto może również spowolnić wysychanie farb.

il. 7 Przykładowe sposoby zwiększenia adhezji do powierzchni gładkiej i niechłonnej, np. szkła, metalu lub pleksi. W przypadku ① i ② ważne jest prawidłowe dobranie żywicy i jej stężenia, które nie powinno być zbyt duże, a sama warstwa pośrednia – zbyt gruba

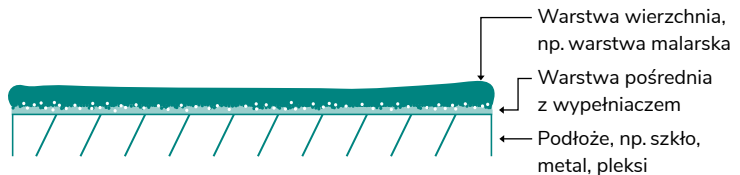
① **Warstwa pośrednia z odpowiednio dobranej żywicy syntetycznej** utworzy na powierzchni gładkiego, nieporowatego podłoża dobrze związaną z nim błonę, która umożliwi spoiwu z warstwy malarskiej częściowe przesiąknięcie i utworzenie lepszego połączenia z podłożem.



② **Zmatowienie (zarysowanie) powierzchni** gładkiego, nieporowatego podłoża pozwala na wytworzenie mechanicznych zaczepów pomiędzy nim a warstwą farby. W takim wypadku szalenie ważne jest dobre odpylenie i odtuszczenie powierzchni przed nałożeniem farby lub dodatkowej warstwy pośredniej z żywicy syntetycznej.



③ **Warstwa pośrednia z dodatkiem wypełniacza**, np. piasku, pozwala na wytworzenie nierównej, ziarnistej powierzchni zwiększającej ilość zaczepów pomiędzy podłożem a farbą. Dodatek żywicy (np. akrylowej) pozwala na częściowe przesiąknięcie spoiwa z farby do izolacji, co również pozytywnie wpływa na połączenie warstwy malarskiej z podłożem.



Szkło

W przypadku szkła zmatowienie może być niewskazane ze względów artystycznych, gdyż każde zarysowanie powierzchni zmniejsza transparentność materiału. Poprawę przyczepności można zapewnić poprzez użycie odpowiedniego spoiwa farb, np. gumy traganckiej, rozpuszczalnikowych roztworów żywic akrylowych (np. Paraloid B44, B72, B82) czy gotowych profesjonalnych farb przeznaczonych do malowania na szkłe. Ze spoiw tych można wykonać również warstwę pośrednią na całej powierzchni przeznaczonej do pomalowania – powłoka ta będzie charakteryzować się lepszą zwilżalnością niż szkło i powinna do pewnego stopnia polepszyć połączenie farb i podłoża. Innym rozwiązaniem jest także zmniejszenie napięcia powierzchniowego i dobre odpylenie i odtłuszczenie powierzchni przed malowaniem (ponownie zastosowanie może znaleźć tu aceton oraz etanol). Dodatek żółci wołowej do farb wodnych (akwarel, gwaszy, temper) może ułatwić malowanie na szkłe, jednak nie wpłynie on wyraźnie na trwałą poprawę adhezji pomiędzy warstwami.

Chude na tłustym

Chude na tłustym, czyli tempera/akwarela/akryl na farbie olejnej lub farba olejna mocno rozcieńczona terpentyną/benzyną położona na farbie olejnej rozcieńczanej olejem/werniksem. Przede wszystkim takiego układu warstw należy unikać jak ognia, jeśli oczywiście zależy nam na trwałości naszych prac. Gdy jednak sprawy zaszły na tyle daleko, że jest on już nie do uniknięcia, można wykonać warstwę pośrednią ze spoiwa emulsyjnego łączącego w sobie cechy zarówno warstwy spodniej, jak i wierzchniej (historycznie stosowano np. mieszaninę oleju lnianego i żółtka/białka jaja kurzego lub oleju i gumy, ewentualnie oleju i kleju zwierzęcego z dodatkiem emulgatorów – żółci wołowej czy piwa) lub po prostu oleju lnianego, przy czym ważne jest, aby w tym wypadku nie dopuścić do wyschnięcia międzywarstwy, lecz malować mokre w mokre (sposób ten raczej nie sprawdzi się w przypadku farb akrylowych, które bardzo niechętnie łączą się z olejem lnianym). W tym celu niewielką ilość spoiwa emulsyjnego należy wetrzeć w tłuste podłoże i niezwłocznie przystąpić do dalszego malowania. Zamiast spoiwa można zastosować żółć wołową – środek zmniejszający

napięcie powierzchniowe – zarówno jako międzywarstwę, jak i dodatek do farby wierzchniej (chudej). W przypadku farb akrylowych ten sposób ma nieco większe szanse powodzenia, aczkolwiek w dłuższej perspektywie czasowej układ „chude na tłustym” zawsze sprzyja rozwarstwianiu malowidła.

Podsumowanie

Prace artystyczne, tak jak ich twórcy, starzeją się, a w miarę postępu degradacji ich wygląd i właściwości się zmieniają. Elastyczne farby sztywnieją, miękkie tkaniny kruszeją, przezroczyste, bezbarwne lakiery żółkną, pękają i stają się matowe, a połączenia pomiędzy tymi i wieloma innymi materiałami ulegają osłabieniu. Międzywarstwy, choć również podlegają niszczącemu wpływowi czasu, mogą wyraźnie spowolnić proces zmian w wyglądzie i kondycji prac na długie, długie lata. Ich stosowanie może wydawać się uciążliwe, jest jednak inwestycją, której efekty będą tym bardziej widoczne, im więcej czasu upłynie od momentu powstania pracy.

Literatura uzupełniająca

Cennini, C., *Rzecz o malarstwie*, Wrocław 1955.

Doerner, M., *Materiały malarские i ich zastosowanie*,
Warszawa 2017.

Hopliński, J., *Technologia malarська i techniki malarские*,
Kraków 1934.

Losos, L., *Techniki malarские*, Warszawa 1991.

Slánský, B., *Technika malarstwa*, t. 1, Warszawa 1960.

Ślesiński, W., *Techniki malarские: spoiwa organiczne*,
Warszawa 1984.

5

JULIA BURDAJEWICZ

Nie tylko ochrona. Werniksy a estetyka i końcowy wyraz dzieła

Weź więc swój pokost¹ płynny, przezroczysty i najkларowniejszy, jaki znajdziesz. Postaw swój obraz na słońcu i wychędoż z kurzu i wszelkiej nieczystości jak najstaranniej [...]

Cennino Cennini, *Rzecz o malarstwie* (XIV/XV w.)²

1 Pokost = werniks.

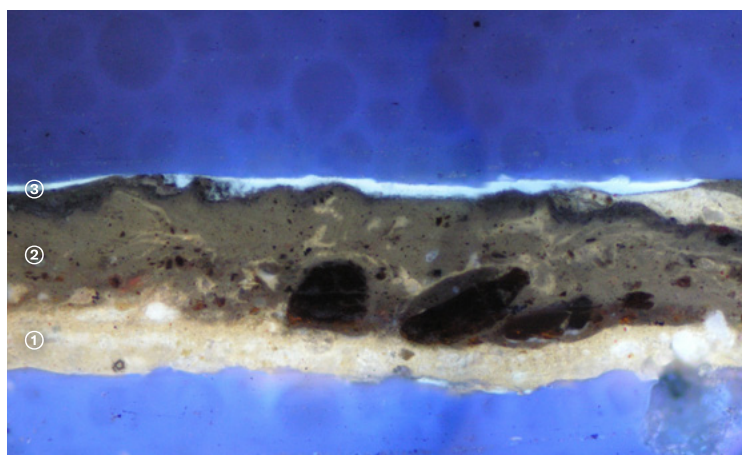
2 Cytaty z traktatu Cennino Cenniniego, *Rzecz o malarstwie* [*Il libro dell'arte. Trattato della pittura*], tłum S. Tyszkiewicz, Wrocław 1955.

Białko jaja kurzego, zagęszczony olej (pokost), wosk, wydzielina insektów, rozpuszczony bursztyn, kleje ze skór czy kości zwierzęcych, żywice pozyskiwane z drzew i wreszcie żywice syntetyczne – to tylko kilka z wielu rozmaitych substancji, po które przez wieki sięgali artyści i rzemieślnicy aby zabezpieczyć, nadać określony połysk i nasycić kolory tworzonych przez siebie dzieł: instrumentów muzycznych, mebli, lecz przede wszystkim obrazów. Słowo *vernix* (łac.) – oryginalnie oznaczające wonną żywicę – obecnie obejmuje szereg przezroczystych, mniej lub bardziej bezbarwnych powłok stosowanych dawniej i współcześnie przez artystów i konserwatorów dzieł sztuki.



il 1 Próbka warstwy malarskiej pobranej z obrazu sztalugowego, widziana w przekroju poprzecznym w świetle białym (u góry) i ultrafioletowym (u dołu): ① warstwa gruntu malarskiego; ② warstwa malarska; ③ cienka warstwa werniksu, szczególnie wyraźnie widoczna w świetle ultrafioletowym

fot. Elżbieta Jeżewska



Werniks jest swojego rodzaju „naskórkiem” dzieła, cienką i dyskretną osłoną: nie wnika on bowiem głęboko w malowidło, tylko wypełnia mikroskopijne nierówności ostatniej warstwy farby, tworząc na niej względnie równą, ciągłą powierzchnię **il. 1**. Dzięki temu chroni malowidło przed drobnymi urazami takimi jak zadrapania czy otarcia, a także stanowi barierę przed kurzem, owadzimi odchodami, substancjami smolistymi zawartymi w dymie papierosowym czy innymi zanieczyszczeniami lotnymi, stałymi lub ciekłymi, które, gdyby osiadły bezpośrednio na warstwie malarskiej, mogłyby być dla niej szkodliwe i trudne do usunięcia. O ochronnej funkcji werniksów najlepiej świadczy przypadek obrazu Pabla Picassa *Guernica*, który w 1974 roku został pomazany czerwoną farbą w sprayu. To dzięki warstwie werniksu możliwe było łatwe usunięcie szkody bez najmniejszego uszczerbku na oryginalnej malaturze.

Jednakże rola werniksu nie ogranicza się jedynie do ochrony: przezroczysta powłoka, którą tworzy on na powierzchni malowidła, łatwo odbija światło, dzięki czemu kolory stają się głębsze i bardziej nasycone. Werniks może też uwydatnić lub stonować nierówności powierzchni fakturalnie malowanych obszarów. Zatem jego obecność, rodzaj i grubość mają ogromne znaczenie estetyczne i są istotnym elementem kształtującym ostateczny wygląd i charakter dzieła. Dlatego stosowanie werniksu (lub rezygnacja z niego) powinno być świadomym wyborem artysty, takim samym jak wybór gramatury płótna czy koloru gruntu malarskiego.

1. 50 odcieni... bezbarwności

„Weź więc swój pokost płynny, przezroczysty i najklarowniejszy, jaki znajdziesz” – zaleca malarzom cytowany we wstępie Cennino Cennini, żyjący na przełomie XIV i XV wieku malarz i autor traktatu *Rzecz o malarstwie (Il libro dell'arte)*. Rzeczywiście, tradycyjnie preferowane były – i nadal są – werniksy przezroczyste i bezbarwne, możliwie niezauważalne i niewpływające w żaden sposób na tonację dzieła. Ta ostatnia cecha początkowo była jednak trudna do osiągnięcia: jako werniksu używano zagęszczonego oleju schnącego

(np. lnianego, makowego lub z orzechów włoskich), inaczej mówiąc pokostu, lub żywic naturalnych (sandarak, mastyks) stopianych na gorąco w oleju: powłoki te już na wstępie były żółtawe, a ich kolor stopniowo się pogłębiał, zmieniając tonację malowidła.

Z czasem zrezygnowano z olejów schnących i zaczęto rozpuszczać żywice w rozpuszczalnikach (np. terpentynie), co pozwoliło zbliżyć się do pożądaney bezbarwności werniksu. Dodatkowo, pojawienie się na rynku w pierwszych dekadach XIX wieku damary, żywicy z drzew rosnących w południowo-wschodniej Azji i Indiach, zrewolucjonizowało gamę dostępnych materiałów do sporządzania werniksów. Damera posiada bardzo dobre właściwości optyczne – charakteryzuje się wysoką przejrzystością oraz połyskiem i początkowo jest praktycznie bezbarwna. Jako jedyna z historycznie wykorzystywanych żywic naturalnych nadal jest wysoko ceniona i stosowana zarówno przez artystów, jak i konserwatorów dzieł sztuki. Większość sklepów plastycznych oferuje gotowe werniksy damarowe, ale można też nabyć granulki suchej żywicy i samodzielnie rozpuścić je w olejku terpentynowym lub benzynie lakowej. Podobnie granulki sandaraku i mastyksu są dostępne na rynku, lecz sprzedawane przeważnie jako produkty aromaterapeutyczne, co stanowi pretekst do narzucenia dość wysokiej ceny.

Oprócz werniksów naturalnych współcześni artyści mogą korzystać z szerokiej gamy gotowych werniksów na bazie żywic syntetycznych, zwykle akrylowych, ale też ketonowych, mocznikowo-aldehydowych i innych **IL. 2**. Produkty te często zawierają tzw. fotostabilizatory, substancje, które mają im zapewnić długotrwałą bezbarwność i przejrzystość. Podobnie jak z damarą, w niektórych wypadkach możliwy jest zakup suchych granulki żywicy syntetycznej i samodzielne przygotowanie roztworu w odpowiednim rozpuszczalniku.

Jednak na przekór powszechnemu i tradycyjnemu dążeniu do bezbarwności werniksów, niektórzy artyści zaczęli z czasem eksperymentować z ich podbarwianiem, aby nadać ukończonemu dziełu określoną tonację. Jednym z prekursorów takiej praktyki był osiemnastowieczny brytyjski malarz Joshua Reynolds, który



il 2 Niektóre spośród współcześnie dostępnych werniksów w płynie i w aerozolu

fot. Adam Palenta

podbarwiał werniksy pigmentami lub asfaltytem, aby nadać im nieco przyciemniony, miękki ton. Także współcześnie dostępne werniksy można samodzielnie podbarwiać: suchymi pigmentami, barwnikami naturalnymi i syntetycznymi, a w niektórych wypadkach farbami olejnymi. Warunkiem jest jednak stosowanie werniksu w płynie, a nie w aerozolu.

Połysk jest kolejną cechą werniksu, której postrzeganie zmieniło się u progu współczesności. O ile tradycyjnie preferowano błyszczący „finisz” powierzchni obrazów, o tyle z czasem niektórzy artyści zaczęli moderować ich połysk. Na przykład Eugène Delacroix, który bardzo świadomie, prawie obsesyjnie, podchodził do kwestii werniksowania, dodawał wosku pszczelego do werniksu damarowego, aby uzyskać matowo-satynową powierzchnię swoich prac. Paul Gauguin niektóre swoje obrazy pokrywał wyłącznie woskiem, zachowując ich matowy wygląd, co wówczas uchodziło za ekstrawagancki pomysł. Obecnie rezygnacja z połysku na rzecz

matowej powierzchni już nie budzi zdziwienia. Współcześnie dostępne werniksy występują w różnych odmianach: od całkowicie matowych, przez satynowe do błyszczących i wysoce połyskliwych. Tak jak w przeszłości, substancjami zwiększającymi matowość werniksów są przede wszystkim woski, z tym że obecnie zamiast wosku pszczelego stosuje się bezbarwne woski syntetyczne. Nie ma przeciwskazań aby różne partie obrazu były pokrywane werniksami o różnym stopniu połysku, a zabieg taki może w interesujący sposób wpłynąć na końcowy wyraz pracy.

Druga połowa XIX wieku dała też początek świadomemu odchodzeniu od stosowania werniksów. Jako pierwsi zaczęli je porzucać niektórzy impresjoniści i postimpresjoniści. Ich motywacje były różne, lecz przeważały względy estetyczne: uważali oni bowiem, że obecność werniksu tłumi „świeżość” barw i spontaniczność duktu ich pędzla. Rzeczywiście, w niektórych przypadkach werniks może w niekorzystny sposób wpłynąć na wygląd warstwy malarskiej, np. zanadto uwydatniając jej fakturę lub całkowicie zmieniając jej charakter, szczególnie jeśli wykonana jest w technice innej niż olejna. Jednak ze względu na wspomnianą wcześniej ochronną rolę werniksu przed rezygnacją z niego warto starannie rozważyć taką decyzję. Dzięki szerokiej gamie dostępnych obecnie materiałów, możliwe jest dobranie takiego werniksu, który nie wpłynie na wygląd samej warstwy malarskiej, za to zapewni potrzebną ochronę.

Istotnym czynnikiem wpływającym na estetykę dzieła jest też grubość powłoki werniksu. Ten sam rodzaj materiału może dać zupełnie inny efekt wizualny zależnie od ilości i grubości nałożonych warstw: w cienkiej warstwie będzie on praktycznie niezauważalny, grubo nałożony da – niekorzystny zazwyczaj – efekt „laminatu”. Najdawniej stosowane pokosty olejne i werniksy składające się z żywicy rozpuszczonej w oleju nakładano na płasko leżący obraz za pomocą szmatki, gąbki lub wcierano go dłońmi. Do nakładania werniksów z żywic rozpuszczonych w rozpuszczalnikach artyści mieli do dyspozycji jedynie pędzel. Taka metoda aplikacji może dać bardzo dobre efekty, choć gdy jest przeprowadzana bez wprawy, niesie ze sobą ryzyko nałożenia zbyt dużej ilości werniksu lub nierównego jego rozprowadzenia, co z kolei może skutkować



il. 3 Obraz na płótnie (autor nieznan, XIX w., własność prywatna) widziany w świetle białym (z lewej) i ultrafioletowym (z prawej), uwidoczniającym grubą i dość nierównomierną warstwę werniksu

fot. Julia Burdajewicz

niejednolitą powierzchnią obrazu. Ślady takich niejednorodnych smug po pędzlu można często dostrzec na historycznych obrazach oglądanych w świetle ultrafioletowym [IL. 3](#).

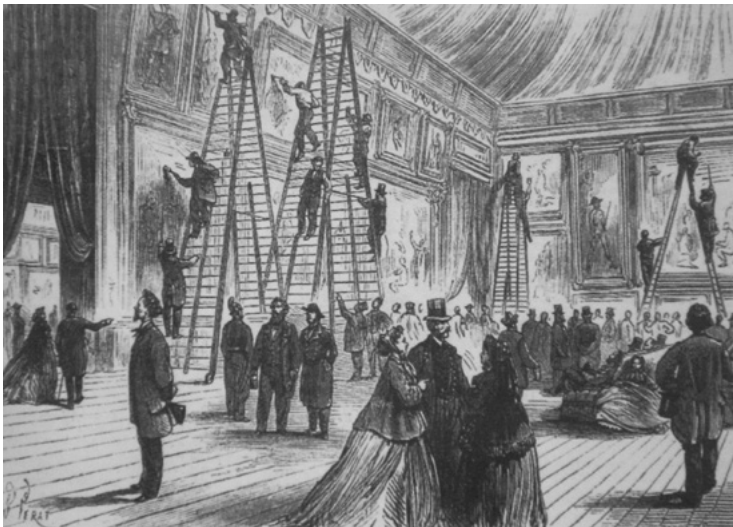
Większość współcześnie dostępnych werniksów występuje też w postaci aerozolu. Ta metoda aplikacji pozwala łatwiej kontrolować grubość powłoki, a przy większych formatach jest zwyczajnie szybsza i wygodniejsza. Natomiast tylko werniks w płynie nakładany za pomocą pędzla pozwala na precyzyjne pokrycie poszczególnych partii obrazu w sytuacji, gdy zamiarem artystycznym jest zróżnicowanie jego powierzchni za pomocą różnych rodzajów werniksów (np. zestawiając obok siebie matowy i błyszczący werniks). Ponadto nie ma możliwości podbarwienia werniksów w aerozolu.

2. „Wernisaz”

„Wiedz, że najpiękniejsze i najlepsze pokostowanie, jakie istnieje, jest wtedy, gdy zwlekaś jak najdłużej po namalowaniu obrazu, tym doskonalsze wtedy. A dobrze mówię – zwlekać, nawet parę lat, a co najmniej rok, tym świeższa wyjdzie twoja praca” – tak brzmi

kolejna rada Cennino Cenniniego. Ale czy rzeczywiście konieczne jest „jak najdłuższe” zwlekanie z werniksowaniem? W XIX wieku werniksowanie obrazów (z francuskiego *vernissage*) odbywało się na dzień przed otwarciem wystawy, na której miały być prezentowane **il. 4**. Były to zazwyczaj najnowsze prace artystów, ukończone na przestrzeni ostatnich kilku miesięcy, najwyżej roku, i pierwszy raz wystawiane na widok publiczny. Nie były więc tak dobrze „wysezonowane”, jak widziałyby to Cennini, a mimo tego werniksowanie przynosiło oczekiwane efekty zarówno w zakresie estetyki, jak i ochrony. Zatem po jakim czasie od ukończenia pracy można nałożyć werniks?

Najważniejszą zasadą jest, żeby warstwa malarska była już wyschnięta, a więc czas, który musi minąć od namalowania obrazu, będzie zależał przede wszystkim od wykorzystanej techniki. Będzie on najkrótszy w przypadku farb rozprowadzanych w wodzie, np. akrylowych, dla których bezpieczny bufor czasowy wynosi około tygodnia (choć niektórzy artyści zwlekają aż sześć tygodni). Dla farb olejnych jest on znacznie dłuższy: od sześciu do dwunastu miesięcy. Należy pamiętać, że malatura, która jest sucha w dotyku, niekoniecznie jest już gotowa do werniksowania, gdyż jej głębsze warstwy mogą nadal być niedoschnięte. Dlatego nie bez znaczenia



il. 4 B. Perat, „wernisaż” na salonie paryskim w 1866 roku. W tle stojący na drabinach malarze werniksują swoje prace

źródło: Wikimedia Commons (PD – domena publiczna)

dla czasu schnięcia obrazu jest także grubość farb. Obrazy malowane grubo, z impastowymi partiami lub z zastosowaniem past strukturalnych, wymagają więcej czasu na wyschnięcie niż te o cienkiej i równej warstwie malarskiej. Na tempo schnięcia duży wpływ mają też czynniki zewnętrzne: temperatura, wilgotność i wentylacja pomieszczenia, w którym przechowywane są prace. W żadnym wypadku nie należy jednak przyspieszać schnięcia obrazu, np. stawiając go przy źródle ciepła – takie wymuszone wysychanie może spowodować powstanie nieodwracalnych i niekorzystnych wizualnie spękań malatury!

Cierpliwość przed werniksowaniem popłaca również z tego względu, że werniks nałożony przedwcześnie nie dość, że sam może nie wyschnąć prawidłowo, to też znacznie spowalnia wysychanie warstwy malarskiej: farba może przez długi czas pozostawać miękka (czyli podatna na odkształcenia), a nawet się kleić. Stąd ta, wydawałoby się, przesadzona karencja przed werniksowaniem końcowym. Natomiast werniksy po nałożeniu na powierzchnię dobrze wyschniętego obrazu potrzebują już tylko kilku dni, żeby same wyschnąć, a w dotyku są zazwyczaj suche już w ciągu godziny od werniksowania. Nie dotyczy to jedynie werniksów olejnych czy olejno-żywicznych. Te są obecnie bardzo rzadko stosowane właśnie ze względu na długi czas schnięcia i tendencję do szybkiego żółknięcia; spotyka się je jeszcze w tradycyjnym malarstwie ikonowym.

Werniks końcowy można nakładać więcej niż raz, w więcej niż jednej warstwie, aż osiągnięty zostanie zamierzony efekt wizualny. Na przykład jeśli pierwsza warstwa werniksu okaże się zbyt błyszcząca, można ją pokryć matowym lub półmatowym werniksem, aby uzyskać pożądany stopień połysku. Ponadto jeśli poszczególne partie kolorystyczne obrazu nierówno chłoną werniks (a jest to dość częste zjawisko, związane z grubością farb i rodzajami występujących w nich pigmentów), możemy partie bardziej chłonne pokryć werniksem parokrotnie, a ominąć te, które szybko osiągnęły odpowiednie nasycenie. Nakładając werniks w kilku warstwach, przed aplikacją każdej kolejnej należy jednak odczekać, aż poprzednia będzie sucha w dotyku.

Oprócz werniksów końcowych w sprzedaży dostępne są tzw. werniksy międzywarstwowe, nazywane też werniksami retuszerskimi. Można nakładać je jeszcze w trakcie malowania, choć wciąż obowiązuje zasada, że malatura przynajmniej w dotyku powinna być sucha. Najczęściej sięgają po nie artyści, którzy malują w sposób warstwowy, rozłożony w czasie. Mogą one być rozwiązaniem, w przypadku gdy malowidło wysychając ulega nadmiernemu zmatowieniu, utrudniając ocenę dotychczasowych efektów pracy. Można je stosować na całą powierzchnię obrazu lub tylko lokalnie, czyli na określony jego obszar, na przykład gdy tylko niektóre partie kolorystyczne uległy zmatowieniu. Stosując werniks międzywarstwowy, należy nakładać go możliwie cienko, gdyż zbyt gruba warstwa może utrudnić dalsze malowanie.

3. Werniks – czy na zawsze?

Aby możliwie długo zachować dobry wygląd werniksowanych powierzchni, należy je omiatać miękkim, szerokim pędzlem lub delikatnie wycierać suchą szmatką, aby usunąć osiadający na nich kurz. Zaleca się to robić regularnie, gdyż długo gromadzący się kurz z czasem robi się kompaktowy i coraz trudniejszy do usunięcia. Nie wolno natomiast stosować do tego celu wody ani jakichkolwiek innych rozpuszczalników.

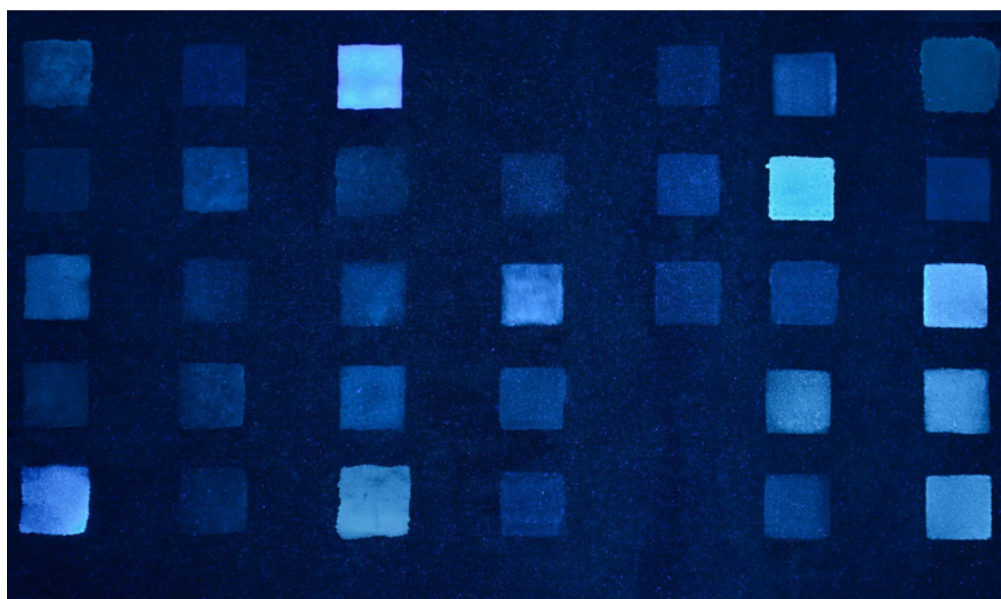
Niestety, nawet przy najstaranniejszej pielęgnacji, werniksy z czasem zmieniają swój wygląd w wyniku naturalnych procesów starzenia, a także pod wpływem warunków przechowywania. Zjawisko to dotyczy zarówno werniksów na bazie żywic naturalnych, jak i syntetycznych, jedynie jego objawy mogą być różne dla poszczególnych typów żywic **IL. 5**. Zależnie od rodzaju werniksu może on żółknąć, pociemnieć, zmętnieć, zszarzeć czy nawet zbieleć. Fotostabilizatory dodawane do współczesnych werniksów nieco spowalniają zmiany optyczne zachodzące w nich pod wpływem światła, lecz nadal są one nieuchronne. Czas, po którym zmiany te staną się widoczne, może wynosić od kilku do kilkudziesięciu lat i będzie zależał od składu werniksu i warunków, w których znajdował się obraz (szczególnie niekorzystne jest działanie promieni

ultrafioletowych i podwyższona wilgotność). Zmiany te z czasem prowadzą do przekłamania kolorystyki i tonacji, a w skrajnych wypadkach do unieczytelnienia kompozycji malarskiej.

Szybkim sposobem poprawienia wyglądu zmienionego optycznie werniksu jest pokrycie go warstwą nowego werniksu. Jednak zabieg taki może jedynie tymczasowo przywrócić nieco blasku czy nasycenie kolorów: efekt ten zazwyczaj jest krótkotrwały i na dłuższą metę nie rozwiązuje problemu, tylko go pogłębia. Dlatego w przypadku bardzo zmienionych optycznie werniksów, których wygląd zakłóca odbiór dzieła, przekłamuje jego oryginalną kolorystykę czy unieczytelnia kompozycję, jedynym rozwiązaniem jest ich usunięcie i pokrycie powierzchni obrazu nowym werniksem.

Niestety, kwestia oczyszczania obrazów ze zmienionych optycznie werniksów budzi niepokój lub wręcz sprzeciw niektórych odbiorców sztuki. Z czasem przyzwyczajają się oni do pociemniałej lub pożółkłej „wersji” danego dzieła, zapominając, że oryginalna, zamierzona przez artystę kolorystyka i tonacja są przekłamane i stłumione przez woal werniksu. Jaskrawym przykładem takiej sytuacji jest *Mona Lisa* Leonarda da Vinci, ostatni raz poddana oczyszczaniu i werniksowaniu na początku XIX wieku. W wyniku zmian optycznych werniksu *La Gioconda* ma nienaturalnie żółtą karnację, a niebo i krajobraz ukazane w tle są zielone. Mimo że pożółkła *Mona Lisa* nie ma nic wspólnego z paletą kolorów stosowaną przez Leonarda, decyzja o usunięciu werniksu jest paraliżowana przez niemalże popkulturową ikoniczność obrazu w obecnej kolorystyce, do której jest przywiązana duża część opinii publicznej.

Drugim częstym źródłem niepokoju towarzyszącego kwestii oczyszczania obrazów ze starych werniksów jest bezpieczeństwo tego zabiegu dla warstw malarskich. Rzeczywiście, wiele historycznych obrazów zostało w przeszłości „przemitych” w trakcie zdejmowania werniksu z powodu użycia zbyt agresywnych rozpuszczalników i braku umiejętności osoby wykonującej ten zabieg. Należy podkreślić jednak, że usuwanie werniksów może być przeprowadzone w sposób całkowicie bezpieczny i bez najmniejszego



il. 5 „Próbnik” ukazujący różne rodzaje werniksów po 17 latach od aplikacji, widziany w świetle białym (u góry) i ultrafioletowym (u dołu). Niektóre werniksy uległy zmianom optycznym, w szczególności pożółknieniu

fot. Adam Palenta

uszczerbku na malaturze. Warunkiem tego jest odpowiedni dobór rozpuszczalnika i doświadczenie osoby, która przeprowadza takie oczyszczanie. Dlatego zabieg usuwania werniksu powinien być wykonywany tylko i wyłącznie przez dyplomowanego konserwatora dzieł sztuki.

Werniksy mogą być w bezpieczny sposób usunięte z powierzchni obrazu, gdyż w zdecydowanej większości mają inną, znacznie lepszą rozpuszczalność niż znajdujące się pod nimi farby. Zasada ta nie dotyczy jednak różnych lakierów i powłok ochronnych, które nie są przeznaczone do użytku artystycznego. Bejce do drewna, lakiery samochodowe, żywice stosowane w przemyśle czy budownictwie nie powinny być używane do celów artystycznych. Artyści sięgający po takie materiały powinni mieć na uwadze, że mimo że początkowo mogą one dawać pożądaną efekt wizualny i wydawać się trwałe, to z czasem także będą ulegać zmianom optycznym: żółknąć, mętnieć czy bieleć. Różnica między nimi a werniksami artystycznymi polega na tym, że są bardzo odporne na działanie rozpuszczalników, a co za tym idzie – ich usunięcie bez szkody dla warstwy malarskiej najprawdopodobniej będzie niemożliwe.

4. „Proszę nie werniksować tego obrazu”

Veullies ne pas vernir ce tableau – zastrzegł z tyłu jednego ze swoich pejzaży Camille Pissarro, dając tym samym jasno do zrozumienia, że jego zamiarem artystycznym jest, aby obraz zachował matową powierzchnię. Należy tu podkreślić, że w XIX wieku matowe werniksy nie były jeszcze rozpowszechnione, stąd werniksowanie było jednoznaczne z nadaniem malaturze połysku. Obecnie dostępne werniksy dają całe spektrum możliwości uzyskania określonego charakteru powierzchni malowidła: od matowego, przez satynowy, do błyszczącego; może on być jednorodny na całej powierzchni obrazu lub zróżnicowany w poszczególnych partiach; może być bezbarwny lub podbarwiany. Dzięki tym możliwościom werniks (lub świadoma rezygnacja z niego) stał się istotnym elementem kreacji artystycznej.

Każdy artysta powinien mieć jednak na uwadze, że jego prace prawdopodobnie – prędzej czy później – trafią do konserwacji. Bardzo możliwe, że przy tej okazji zostaną poddane oczyszczaniu. Mimo że werniks osobiście nałożony przez autora traktowany jest jako integralna część dzieła, to gdy ulegnie on daleko idącym zmianom optycznym, utrudniającym prawidłowy odbiór kompozycji czy kolorystyki, zwykle podejmowana jest decyzja o jego usunięciu i ponownym zawerniksowaniu. Gdy dzieje się to jeszcze za życia artysty, konserwator dzieł sztuki powinien skontaktować się z twórcą, ustalić, jaki charakter powierzchni malowidła byłby zgodny z oryginalnym zamierzeniem, i spróbować możliwie wierne go odtworzyć za pomocą odpowiednio dobranego werniksu. W przypadku prac artystów, którzy już odeszli, pozostają jedynie domysły i nierzadko konserwatorzy dzieł sztuki muszą polegać na własnej intuicji i wrażliwości artystycznej, wybierając i aplikując werniks. Dlatego, idąc w ślady Pissarra, artysta powinien pozostawić po sobie jakiś zapis, wskazówki, jak powinna wyglądać powierzchnia obrazu, tak aby dzieło poddane w przyszłości konserwacji nie odbiegało od jego intencji, gdyż werniks – mimo że często niedostrzegany lub bagatelizowany – nie jest jedynie warstwą ochronną.

6

ANNA TOMKOWSKA

**Wybrane kleje naturalne
w warsztacie artysty**

Przed nastaniem XX wieku praktycznie wszystkie stosowane kleje produkowano jedynie z surowców pochodzenia naturalnego. Wraz z nastaniem nowego milenium produkcja klejów syntetycznych zaczęła rozwijać się niezwykle prężnie, czego efektem było pojawienie się na rynku produktów innowacyjnych, lecz nie zawsze przyjaznych środowisku. Wybór kleju często jest kompromisem wynikającym z cech i właściwości produktu. Mając jednak na względzie dobro środowiska, wybierzemy zawsze produkty biodegradowalne i nietoksyczne, czyli te pochodzenia naturalnego.

Rozdział ten poświęcony jest wybranym klejom naturalnym i ich podstawowym właściwościom, a jego celem jest dostarczenie elementarnej wiedzy potrzebnej przy wyborze najwłaściwszego produktu, aby efekt końcowy był zgodny z intencją artysty. Omawiane są w nim również zalety i wady danego kleju oraz przepisy umożliwiające sporządzenie wybranych klejów samodzielnie.

1. Przegląd klejów naturalnych

Klejami naturalnymi nazywamy te pochodzenia zwierzęcego i roślinnego. Bazą dla klejów naturalnych mogą być: albumina, kazeina, keratyna, kolagen, woski, gumy roślinne, gluten, żywice mineralne. Większość klejów naturalnych ulega rozpuszczeniu w wodzie, jednak nie dotyczy to wszystkich produktów.

2. Kleje roślinne

Kleje roślinne – jak nazwa wskazuje – są pochodzenia roślinnego. Zalicza się do nich kleje na bazie gum roślinnych, skrobi, a według starszej nomenklatury także szelak (klej obecnie zaliczany do grupy klejów zwierzęcych). Kleje roślinne są najbardziej ekologiczne spośród klejów naturalnych. Nie tylko ulegają biodegradacji, nie są toksyczne, ale także sposób ich wytwarzania jest dużo bardziej przyjazny środowisku niż klejów pochodzenia zwierzęcego. Niestety, kleje te są też w większości nieodporne na podwyższoną wilgotność oraz atak biologiczny. W celu podwyższenia

odporności można dodać do rozrobionego kleju fungicyd, jednak substancja ta może wpłynąć na właściwości kleju. Dlatego zawsze warto wykonać próbną wersję kleju z dodatkiem i obserwować ewentualne jego zmiany w czasie.

2.1. Gumy roślinne

Gumy roślinne to bardzo lepkie substancje wytwarzane przez rośliny wyższe, glony oraz bakterie. Głównym składnikiem gum naturalnych są polisacharydy inne niż skrobia. Skład chemiczny gum roślinnych różni się w zależności od rodzaju organizmu wytwarzającego gumę, warunków, w jakich wzrastał dany organizm, oraz metody, według której guma została pozyskana. Do klejów tej grupy zaliczamy m.in. dobrze znane artystom kalafonię (żywica drzew iglastych), sandarak (żywica cyprysu lub jałowca), kauczuk (sok mleczny, lateks drzew kauczukowych) i inne.

Funori

Funori to rodzaj wodorostów (krasnorostów) morskich, z których od wieków produkowany jest naturalny klej w Japonii i Chinach. W handlu produkt najczęściej dostępny jest w postaci żółto-brązowych, drobnych pasków lub włókien. Produkt jest biodegradowalny i nietoksyczny.

Suche *funori* jest rozpuszczalne w wodzie, przez co nie ma konieczności używania szkodliwych i często toksycznych rozpuszczalników organicznych. Jest to stosunkowo mocny i lepki klej (stężenie 0,6%) wykazujący dobrą penetrację. Natomiast aby zmniejszyć lepkość kleju, można dodać trochę alkoholu (np. alkoholu etylowego czystego do analizy).

Klej z *funori* świetnie nadaje się do klejenia papieru. Ponieważ wyróżnia go elastyczna spoina, można sklejać nim także cienkie tkaniny. W Japonii używany był także jako apretura przy wyrobie tkanin. Klej z wodorostów *funori* może być stosowany bez wstępnego podgrzewania, o ile pozostaje płynny w temperaturze pokojowej. W przypadku gdy klej przybierze bardziej żelową postać, można go podgrzać (50°C) przed aplikacją.

Suszone *funori* można przez długi czas przechowywać w chłodnym miejscu, natomiast klej z wodorostów należy zużyć nie później niż po dwóch, trzech dniach od sporządzenia, o ile trzymany jest w lodówce. W pokojowej temperaturze klej psuje się znacznie szybciej. Przygotowany klej można także przechowywać w zamrażarce, w której nie powinien pozostawać dłużej niż dwa, trzy tygodnie. Jeżeli klej nie zostanie zużyty, najpewniej na jego powierzchni pojawi się pleśń, ponieważ jest jednym z najbardziej podatnych na atak mikroorganizmów klejów naturalnych. Natomiast w normalnych warunkach wilgotnościowo-temperaturowych sprawdza się dobrze. Spoiny kleju z *funori* są zasadniczo elastyczne, jednak pod wpływem światła słonecznego mogą stać się kruche.

Guma arabska

Guma arabska pozyskiwana jest z określonych gatunków drzew z rodzaju *Acacia*, najlepsza pochodzi z drzewa *Acacia senegal*. Gotowy produkt sprzedawany jest w postaci niewielkich kryształków, płatków, granulek lub proszku. Guma arabska dostępna jest także w formie roztworów gotowych do zastosowania. Guma arabska może mieć barwę od białej po brązową, należy jednak pamiętać, że kolor suchego produktu nie stanowi o ostatecznej barwie kleju. Gumy, podobnie jak i inne kleje pochodzenia roślinnego, są nietoksyczne i biodegradowalne.

Guma arabska jest nierozpuszczalna w olejach i większości rozpuszczalników organicznych (alkohol, aceton, toluen itp.), natomiast powoli rozpuszcza się w glicerynie. Podstawowym rozpuszczalnikiem gumy arabskiej jest woda i w niej też rozpuszcza się najlepiej, choć może być to proces czasochłonny. Ta doskonała rozpuszczalność pozwala na stworzenie roztworów w stężeniu przekraczającym 50%, wśród innych gum roślinnych jest to cecha niespotykana. Rozpuszczenie suchego produktu we wrzącej wodzie daje efekt w postaci kleju znacznie bardziej odpornego na rozpuszczanie w wodzie niż te roztwory, do których przyrządzenia użyto wody letniej.

Guma arabska w grubych warstwach daje spoiny szkliste i błyszczące. Podczas gdy większość gum tworzy wysoce lepki roztwór

przy niskim stężeniu około 1–5%, guma arabska zyskuje lepkość dopiero w stężeniach na poziomie 40–50%, dlatego też nie zaleca się używania roztworów o mniejszych stężeniach.

Guma arabska ma niezwykle szerokie zastosowanie – od kosmetyków, farmaceutyków i produktów spożywczych po sztukę. Ze względu na zdolność do zapobiegania osadzaniu się drobnoziarnistych pigmentów sprawdza się jako spoiwo farb (akwareli i gwaszy). Może też służyć jako emulgator olejów lub, w niskich stężeniach, środek do obniżenia napięcia powierzchniowego wody. Gumę arabską stosuje się głównie do klejenia papieru, tektury czy kartonów. Tradycyjnie stosowana była jako klej w kopertach, znaczkach oraz bibułkach papierosowych. Niestety, ze względu na dość kruche spoiny nie jest zalecana przy klejeniu materiałów poddawanych ciągłym odkształceniom, np. tkanin, materiałów elastycznych.

Klej z gumy arabskiej powinien być przechowywany w suchym miejscu, co zapobiegnie jego zbrylaniu. Niestety roztwory, jak i same spoiny, narażone są na atak biologiczny. Z czasem roztwór kleju może również mętnieć.

Jak zostało to już wspomniane, spoina kleju jest krucha i mało elastyczna, cecha ta pogłębia się z czasem, co powoduje, że klej może się łuszczyć. Wraz z upływem czasu spoiny również znacząco żółkną. Natomiast, zgodnie z najnowszymi wynikami badań, odporność spoin na działanie wody wzrasta z czasem.

2.2. Kleje skrobiowe

Kleje skrobiowe wytwarzane są z korzeni lub nasion roślin takich jak kukurydza, ziemniaki, ryż czy pszenica. W handlu dostępne są w postaci drobnego proszku. Skrobie roślinne są tanie i powszechnie dostępne. Kleje skrobiowe są nietoksyczne i biodegradowalne. Wszystkie skrobie rozpuszczają się doskonale w ciepłej wodzie (ok. 50–70°C), jest ona więc głównym rozpuszczalnikiem stosowanym przy sporządzaniu kleju. Niestety, cecha ta przesądza również o braku odporności klejów skrobiowych na działanie wody i podwyższonej wilgotności powietrza.

Spoina klejów skrobiowych wykazuje niską wytrzymałość w porównaniu z innymi klejami roślinnym, jest to więc klej stosunkowo słaby. Kleje skrobiowe nadają się do klejenia papieru, a także tektury i kartonu, choć w tym przypadku łączenie nie będzie zbyt trwałe. Tradycyjnie kleje skrobiowe używane były do naklejania etykiet na butelki i elementy drewniane, tak więc można je wykorzystać przy łączeniu papieru ze szkłem, papieru z drewnem. Gęste kleje skrobiowe można wykorzystać także przy sporządzaniu ekologicznych mas typu *papier mâché*.

Sypkie proszki skrobiowe można przechowywać przez długi czas w szczelnym pojemniku, w suchym i chłodnym miejscu. Natomiast pasty i kleje skrobiowe są narażone na dość szybki atak mikroorganizmów, do którego może dojść już w ciągu kilku dni od przygotowania roztworu. Kleju nie należy po przygotowaniu przechowywać w lodówce, może to spowodować jego zbrylenie oraz całkowitą utratę właściwości klejących. Kleje skrobiowe mogą ulegać zmianom kolorystycznym, po pewnym czasie przybierając kolory od jasnoszarych po żółte. Spoiny kleju skrobiowego są dość kruche i cecha ta pogłębia się z czasem.

2.3. Dekstryna

Dekstryna to zmodyfikowana skrobia, najczęściej pozyskiwana z mąki ziemniaczanej. Modyfikacja polega na zastosowaniu w procesie produkcyjnym podwyższonych temperatur, kwasów, zasad lub innych substancji. Właściwości dekstryn zależą od metody ich produkcji, a także od rodzaju skrobi, z której zostały otrzymane.

W handlu dostępne są trzy rodzaje dekstryny: biała, żółta i tzw. guma brytyjska. Wszystkie produkty mają formę drobnego proszku.

Kleje dekstrynowe są biodegradowalne i nietoksyczne, choć zdarzają się receptury, w których zalecane jest użycie środków syntetycznych mogących mieć wpływ na toksyczność ostatecznego produktu.

Dekstryna nie rozpuszcza się w alkoholach, olejach i tłuszczach, natomiast świetnie rozpuszcza się w wodzie, szczególnie gdy ta

jest podgrzana (powyżej 80°C). Pod względem rozpuszczalności w wodzie dekstryna znacznie przewyższa skrobię, z której została wyprodukowana. Istnieją dekstryny, które mają zdolność rozpuszczania się w zimnej wodzie. Do przygotowania kleju dekstrynowego potrzebna jest mniejsza ilość wody niż w przypadku klejów skrobiowych, dzięki czemu kleje dekstrynowe mają większą lepkość od skrobiowych przy takim samym stężeniu. Kleje dekstrynowe wiążą też znacznie szybciej od skrobiowych.

Kleje dekstrynowe są klarowne i gęste, a po wyschnięciu tworzą błyszczące spoiny o zadowalającej sile klejenia. Warto zaznaczyć, że kleje te charakteryzują się mniejszą elastycznością od klejów z żywic roślinnych. Aby zwiększyć elastyczność kleju, często miesza się go z dodatkami np. kleju zwierzęcego lub gumy arabskiej. Kleje dekstrynowe wykazują słabą odporność na działanie wody i podwyższonej wilgotności. Aby dały spoiny o wyższej wodoodporności, do roztworu kleju należy dodać ok. 5–15% żywicy mocznikowo-formaldehydowej.

Zastosowanie dekstryny jest bardzo szerokie: od branży spożywczej, w której służy jako substancja zagęszczająca, po odlewnictwo czy pirotechnikę. Klej z dekstryny może być stosowany zamiennie z klejami skrobiowymi. Charakteryzuje się świetną adhezją do powierzchni porowatych. Jako kleje dekstryny są często używane w tych samych zastosowaniach co kleje skrobiowe. Kleje dekstrynowe używane są do klejenia papieru, tektury czy kartonu. Tradycyjnie wykorzystywano je jako klej w taśmach papierowych, przy zaklejaniu kopert, do naklejania znaczków i etykiet na szkło. Klej ten można także stosować podczas naklejania fotografii na papier. We włókiennictwie z kolei stosowane były jako apretura, do utrwalania wzorów na tkaninach oraz w batikach. Ze względu na niską wytrzymałość spoiny kleje te nie znalazły zastosowania przy klejeniu drewna.

Suchy proszek dekstrynowy może być przechowywany przez długi czas w szczelnie zamkniętym pojemniku, w ciemnym i suchym miejscu. Sam klej ze względu na podatność na atak biologiczny powinien być zużyty możliwie szybko, w przeciągu kilku dni, inaczej

na jego powierzchni może pojawić się pleśń. Spoiny kleju, o ile w procesie przygotowania nie zostały zastosowane odpowiednie dodatki, są nieodporne na działanie wody. Wraz z upływem czasu spoiny kleju mogą ulegać nieznacznym zmianom kolorystycznym.

3. Kleje zwierzęce

Kleje zwierzęce to kleje białkowe wytwarzane z różnych tkanek zwierząt. Czynnikiem odpowiedzialnym za ich lepkość jest kolagen, pozyskiwany ze skór, kości, ścięgien, ale także z innych tkanek. Kleje z rogów i kopyt zaliczane są natomiast do grupy klejów keratynowych, które stosuje się zdecydowanie rzadziej. Gatunkiem jadalnego kleju zwierzęcego jest żelatyna. W handlu kleje zwierzęce dostępne są w postaci perełek, płatków, kryształów, proszków i tabliczek o zabarwieniu od jasnożółtego do ciemnobrązowego. Zdecydowanie rzadziej kleje zwierzęce dostępne są na rynku w postaci galaretowatych roztworów. Kleje zwierzęce są nietoksyczne i biodegradowalne, jednak ze względu na zastosowanie do ich wytwarzania surowce są znacznie mniej ekologiczne niż kleje pochodzenia roślinnego.

Kleje zwierzęce nie rozpuszczają się w rozpuszczalnikach organicznych, choć te stosuje się jako dodatki do niektórych klejów w celu modyfikacji ich właściwości. Głównym ich rozpuszczalnikiem jest natomiast woda. Kleje zwierzęce dostępne w postaci suchego preparatu pęcznieją w zimnej wodzie i przechodzą w roztwory po podgrzaniu (ok. 45°C). Spoiny klejów można rozpuścić w wodzie, przy użyciu ciepła lub pary. Z czasem zdolność do rozpuszczania w wodzie może jednak znacząco spadać. Jeżeli zastosowanie wody nie jest wskazane przy rozpuszczaniu spoin, można użyć alkoholu, a następnie ostrożnie rozerwać spoinę.

Kleje zwierzęce mają charakterystyczny zapach, nie zawsze przyjemny. Jedyny klej zwierzęcy pozbawiony nieprzyjemnego zapachu to żelatyna. W trakcie wiązania kleje zwierzęce mają tendencję do kurczenia się, jest to istotne przy klejeniu materiałów podatnych na odkształcenia. Kolejnymi wadami klejów zwierzęcych są

ograniczony czas pracy w temperaturze pokojowej, stosunkowo słaba penetracja oraz wrażliwość na podwyższoną wilgotność i atak biologiczny. Spoiny kleju zwierzęcego są stosunkowo elastyczne.

Unikalne właściwości klejów zwierzęcych sprawiły, że przez lata były one stosowane bardzo powszechnie i miały szerokie zastosowanie. Przede wszystkim używane były do klejenia drewna, naklejania fornirów i oklein. Są też niezastąpione w lutnictwie. Kleje zwierzęce nie przebarwiają drewna, a po ich zastosowaniu możliwe jest nanoszenie bejc i innych powłok. Niektóre kleje zwierzęce znalazły także zastosowanie w introligatorstwie i pozłotnictwie.

Wszystkie kleje zwierzęce w formie suchej mogą być przechowywane przez długi czas. Natomiast roztwory wykazują podatność na atak mikrobiologiczny już po 24 godzinach od sporządzenia; przeciwdziałać temu można poprzez przechowywanie kleju w lodówce. Spoiny kleju w warunkach podwyższonej wilgotności mogą pleśnieć, nie są również odporne na działanie wysokiej temperatury, z czasem znacznie ciemnieją, stają się kruche i mają tendencję do łuszczenia.

3.1. Klej króliczy

Klej ten pozyskiwany jest ze skórek królików. Stosowany był do gruntów malarskich i w pozłotnictwie. Wśród innych klejów zwierzęcych wyróżnia się dużą lepkością, dobrą siłą klejenia i szybkim czasem wiązania. Podczas sporządzania roztwory pęcznieją znacznie dłużej niż inne i potrzebują wyższej temperatury wody do rozтворzenia. Klej króliczy nie ma tendencji do pienienia się, a jego roztwory zawierają stosunkowo mało pęcherzyków powietrza ze względu na niskie napięcie powierzchniowe.

3.2. Klej kostny

Kleje kostne pozyskuje się z kości (bydłęcych, owczych lub świńskich). Znajdują one zastosowanie w introligatorstwie i przy klejeniu papieru. Wadą kleju kostnego jest stosunkowo mała wytrzymałość spoiny, tak więc nie sprawdzą się przy montażach i przy

klejeniu drewna. Kleje skórne są mocniejsze od klejów kostnych. Uważa się, że im jaśniejszy klej kostny, tym lepsza jego jakość.

3.3. Klej rybi

Klej rybi, najczęściej wytwarzany jest z rybich pęcherzy pławnych, jednak do jego wyrobu stosowano także skóry i ości. Spośród klejów zwierzęcych karuk¹ jest najdroższy na rynku, co wynika ze skomplikowanego procesu produkcyjnego. Klej rybi charakteryzuje się wyższą lepkością, elastycznością oraz lepszymi właściwościami klejącymi w porównaniu z klejami kostnymi czy skórnymi bydlęcymi. Klej rybi wykazuje długi czas otwarcia, co umożliwia dłuższą pracę przy klejeniu. Poprzez dodanie niewielkiej ilości etanolu lub acetonu do rozrobionego roztworu można uzyskać klej dobrze penetrujący w głąb porowatego materiału. Karuk stosowany jest przede wszystkim do klejenia papieru, drewna, tkanin i skór, ale znane są przypadki wykorzystania go również ze szkłem (papier-szkło), ceramiką (papier-ceramika) czy przy klejeniu korka.

4. Klej kazeinowy

Kleje kazeinowe wytwarzane są z białka zawartego w produktach mlecznych (kazeinian wapnia). Ponieważ czysta kazeina nie jest rozpuszczalna w wodzie, do jej rozrobienia stosuje się dodatki.

W handlu dostępne są gotowe kleje kazeinowe, które po dodaniu wody nadają się do użytku. Klej taki można też zrobić samodzielnie. Kazeina w sklepach ma postać białego drobnego proszku lub granulatu. Kleje kazeinowe są nietoksyczne i biodegradowalne.

Właściwości tych klejów zależą od sposobu przygotowania. Pierwszy polega na dodaniu do kazeiny wapnia, w wyniku czego powstaje klej wykazujący właściwości wodoodporne (klej zawiera duże ilości kazeinianu wapnia). Klej ten tradycyjnie stosowany był do

1 Karuk to rodzaj kleju rybiego, którego najlepsze odmiany produkuje się z pęcherzy pławnych jesiotra.

łączenia elementów drewnianych. Do lat 30. XX wieku kleje kazeinowe wapienne pełniły rolę klejów wodoodpornych, lecz dziś wyparte zostały przez preparaty syntetyczne. Wiadomo jest, że długotrwałe oddziaływanie wilgoci obniża wytrzymałość spoiny, tak więc kleje te nie są dziś zalecane do łączeń konstrukcyjnych materiałów eksponowanych na zewnątrz. Drugi sposób przygotowania kleju polega na dodaniu soli sodowych do kazeiny, w efekcie czego powstaje klej nieodporny na działanie wody. Ten typ kleju stosowany był przy klejeniu papieru i tektury.

Roztwory klejów kazeinowych mają dobre właściwości wiążące, dużą lepkość i wytrzymałość mechaniczną, natomiast ich odporność na wodę zależy od sposobu przygotowania. Kleje te wykazują także dobrą odporność na podwyższone temperatury (do 70°C). Spoina kleju jest sztywna i krucha, dlatego nie jest zalecane używanie ich do materiałów elastycznych. Wadą ich jest podatność na atak mikroorganizmów, szczególnie w warunkach podwyższonej wilgotności. Kleje kazeinowe wykazują dobrą odporność na działanie rozpuszczalników organicznych (alkohol, aceton, toluen i inne) i zaliczyć je należy do słabo rozpuszczalnych. Rozpuszczają się natomiast w roztworach silnie zasadowych.

W zależności od sposobu przygotowania klej kazeinowy może być stosowany do papieru, kartonu i tektury lub drewna. Kazeina stosowana jest także jako spoiwo pigmentów i gruntów malarskich. Kleje kazeinowe bardzo dobrze łączą się z olejami i żywicami drewna, szczególnie z żywicami sosnowymi. Tradycyjne receptury na kleje kazeinowe są opisane w traktatach, np. u Cennino Cenniniego.

Świeży klej kazeinowy należy zużyć w ciągu kilku dni, w innym wypadku może zostać zaatakowany przez mikroorganizmy. Klej może ulec zepsuciu także na skutek działania enzymów zawartych naturalnie w kazeinie. Pod wpływem czasu spoiny kleju kazeinowego ulegają silnemu żółknięciu.

Przepis na klej z *funori* (stężenie ok. 0,7%) wg Freer Gallery of Art¹



Oplucz w wodzie 1 g wodorostów *funori*, następnie odcisnij nadmiar płynu i dalej namocz w 150 ml wody. Naczynie z wodorostami i wodą trzymaj pod przykryciem przez 6 godzin w temperaturze pokojowej lub przez noc w lodówce. Po tym czasie całość podgrzewaj na małym ogniu przez ok. 30–60 minut, często mieszając, aż większość wodorostów się rozpuści. Nie należy doprowadzać do wrzenia roztworu, ponieważ spowoduje to obniżenie lepkości kleju. Następnie całą masę należy przecedzić przez kilka warstw gazy bawełnianej lub drobne sitko. Aby uzyskać jasny kolor, należy przed sporządzeniem kleju pozbyć się ciemniejszych pasm wodorostów.

Materiały do
przygotowania kleju
z *funori*

¹ W stężeniu ok. 0,7% klej jest bardzo słaby. Nadaje się do klejenia bibuły, cienkiego papieru lub jako apretura do delikatnych tkanin.



Głony funori



Płukanie funori



Po lewej świeżo zalane wodą funori. Po prawej funori po 24 h w wodzie. Na zdjęciu widać zmiany, jakie zachodzą pod wpływem długotrwałego oddziaływania wody na glony



Podgrzewanie funori



Przecedzanie gotowego kleju



Gotowy klej w szklanym naczyniu

Przepis na klej z gumy arabskiej



Poniższy przepis pozwala na przygotowanie kleju nadającego się do zaklejania kopert lub naklejania znaczków. Klej po naniesieniu na papier i wyschnięciu może być ponownie aktywowany przez zwilżenie. Klej przygotowuje się z 10 g sproszkowanej gumy arabskiej, której kryształki należy rozetrzeć w moździerz. Suchy proszek należy zalać 50 ml wody (zalecana jest woda destylowana) i pozostawić na noc w naczyniu, najlepiej miedzianym. Następnego dnia w naczyniu szklanym należy rozpuścić 20 g skrobi z manio-ku i 10 g białego cukru w 50 ml wody destylowanej. Skrobię wraz z cukrem należy całkowicie rozpuścić w wodzie, często mieszając. Na wolnym ogniu podgrzać mieszaninę wody i gumy arabskiej, nie doprowadzając do wrzenia. Następnie do podgrzanego płynu należy dolewać powoli roztwór mąki, wody i cukru. Podczas dolewania całość trzeba ubijać np. ręczną trzepaczką. Ubijanie należy kontynuować, aż cały roztwór nabierze żelowej konsystencji. Po ostygnięciu roztwór można nanosić na podłoże.

Materiały do
przygotowania kleju
z gumy arabskiej



Materiały sypkie do wykonania kleju



Sproszkowana guma arabska w wodzie. Po lewej świeżo zalany wodą proszek. Po prawej guma arabska po 24 h w wodzie. Na zdjęciu widać zmiany, jakie zachodzą pod wpływem długotrwałego oddziaływania wody na sypką substancję



Rozpuszczanie skrobi i cukru w szklanym naczyniu



Dolewanie do rozpuszczonej gumy arabskiej roztworu mąki, wody i cukru



Łączenie i ubijanie wszystkich składników kleju



Gotowy klej w szklanym naczyniu

Przepis na klej ze skrobi ryżowej wg Metropolitan Museum of Art²



Do zamykanego szczelnie pojemnika wsypać 26 g skrobi ryżowej i 182 ml wody. Pojemnik należy zamknąć i wstrząsnąć energicznie. Zamknięte naczynie trzeba odstawić na godzinę. Po tym czasie do emaliowanego garnka należy wlać skrobię z wodą i stale mieszając, doprowadzić roztwór do wrzenia. W 25 ml wody przez podgrzanie rozpuścić 2,5 g żelatyny laboratoryjnej i zagotować. Dolać żelatynę do skrobi i wody, ciągle mieszać, aż klej stanie się gęsty i lepki. Klej można przelać do słoika i ostudzić przed zakręceniem wieczka. Przy sporządzaniu kleju należy używać czystych naczyń i mieszadeł, aby uniknąć wprowadzenia zarodników pleśni.

Materiały do
przygotowania kleju
ze skrobi

2 Dzięki zastosowanej w przepisie żelatynie klej zyskuje na elastyczności.



Szczelnie zamknięte naczynie z wodą i skrobią



Rozpuszczanie żelatyny w emaliowanym garnku



Łączenie skrobi ryżowej z rozpuszczoną żelatyną



Gotowy klej w szklanym naczyniu

Przepis na klej skrobiowy do papieru na bazie dekstryny



W pierwszej kolejności należy rozpuścić na łaźni wodnej 7,5 g boraksu w 52,5 ml wody. Po rozpuszczeniu roztwór przelać do emaliowanego naczynia i dodać 60 g białej dekstryny i 6,25 g glukozy. Całość należy ostrożnie podgrzewać i ciągle mieszając, dolewać niewielkie ilości wody. Wszystkie składniki powinny zostać całkowicie rozpuszczone. Nie wolno doprowadzać do przegrzania roztworu (powyżej 90°C). Przygotowany roztwór należy przecedzić przez drobne sitko lub gazę.

Materiały do
przygotowania kleju
z dekstryny



Materiały do przygotowania kleju



Rozpuszczanie boraksu na łaźni wodnej



Dodawanie dekstryny i glukozy do rozpuszczonego boraksu



Podgrzewanie kleju do temperatury nieprzekraczającej 90°C



Przecedzanie gotowego kleju



Gotowy klej w szklanym naczyniu

Przepis na karuk w stężeniu ok. 3% wg Metropolitan Museum of Art



Do sporządzenia kleju potrzebne będzie 10 g suszonych pęcherzy rybich w kawałku. W pierwszej kolejności należy rozdrobnić pęcherz na mniejsze kawałki, najlepiej poprzez rozrywanie poszczególnych włókien palcami. Im więcej małych kawałków, tym lepiej – sugerowana minimalna liczba to ok. 10 sztuk z 10 g suchego produktu. Następnie należy wrzucić rozdrobione kawałki do szklanego naczynia i zalać wodą demineralizowaną. Przykryć naczynie i pozostawić na noc. Następnego dnia należy wylać z naczynia wodę, a odsączone delikatnie resztki włókien przełożyć do nowego, czystego naczynia szklanego. Zalać włókna 110 ml wody demineralizowanej, tak aby przykryła masę z pęcherzy. Przygotowane w ten sposób naczynie podgrzewać na łaźni wodnej. Temperatura w naczyniu z wodą i pęcherzami nie może przekraczać 40°C. Roztworu nie można przegrzać (powyżej 60°C), ponieważ

Materiały do
przygotowania
karuku

spowoduje to utratę właściwości klejących roztworu. Aby woda nie odparowała z roztworu, podgrzewane naczynie należy nakryć np. szkiełkiem zegarowym. Roztwór podgrzewa się przez mniej więcej 2–3 godziny. Po tym czasie należy zdjąć roztwór z ognia i przecedzić go przez drobne sito lub gazę. Klej najlepiej przygotować tuż przed użyciem. Jeśli klej zgęstnieje, można go podgrzać ponownie na łaźni wodnej. Nie zaleca się przygotowania kleju w nadmiarze, ponieważ wraz z kolejnym podgrzewaniem traci on swoje właściwości.



Pęcherze rybnie w wodzie. Po lewej świeżo zalany wodą pęcherz. Po prawej po 24 h w wodzie. Na zdjęciu widać zmiany, jakie zachodzą pod wpływem długotrwałego oddziaływania wody na pęcherz rybi



Pęcherze pławne podgrzewane na łaźni wodnej



Przecedzanie gotowego kleju



Gotowy klej w szklanym naczyniu

Przepis na klej kazeinowy nierozpuszczalny w wodzie

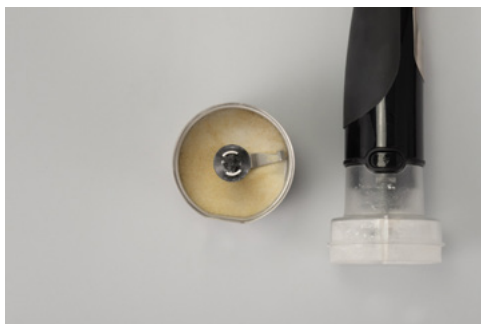


W pierwszej kolejności 200 g świeżego i koniecznie chudego twarogu należy dobrze odsączyć przez gazę z nadmiaru wody. Następnie rozdrobnić na niewielkie kawałki i wysuszyć całkowicie. Suchy twaróg należy dobrze rozetrzeć na pył, np. w móżdżierzu. Ponieważ proces ten jest bardzo czasochłonny i wymagający, można go wspomóc np. przez zastosowanie blendera. Do 40 g dobrej jakości wapna gaszonego dolewamy niewielką ilość wody, a następnie stopniowo dodajemy niewielkie ilości suchego twarogu. Podczas łączenia twarogu z wapnem należy cały czas dolewać demineralizowaną wodę, aby zapobiec zbyt szybkiemu zbryleniu masy. Ze względu na różne rodzaje wapna każda receptura będzie wymagała innej ilości wody. Składniki należy cały czas mieszać i rozcierać, aż uzyskają konsystencję gęstej śmietany. Proces rozcierania jest pracochłonny i może zająć nawet do kilku minut. Gdy wszystkie grudki zostaną rozarte, można nanosić klej na wybrane powierzchnie. Klej należy zużyć możliwie szybko.

Materiały do
przygotowania kleju
kazeinowego



Suchy twaróg rozarty na pył w moździerzu



Suchy twaróg rozarty na pył za pomocą blendera



Łączenie wapna z pyłem



Dodawanie wody do mieszaniny



Gotowy klej w szklanym naczyniu

7

ANNA TOMKOWSKA

**Wybrane kleje syntetyczne
w warsztacie artysty**

Przemysł klejów syntetycznych rozwija się bardzo prężnie. Wiele produktów dostępnych dziś na rynku jeszcze kilka dekad temu było nieznanymi. Dalszy rozwój jest nieunikniony, co z pewnością zaowocuje nowymi rozwiązaniami i innowacyjnymi materiałami. Ze względu na okrojony charakter niniejszego rozdziału nie jest możliwa analiza wszystkich dostępnych na rynku produktów czy nawet grup klejów syntetycznych. Wybrane i opisane zostały natomiast te, które najczęściej spotkać można w pracowniach artystów. Ambicją autorki nie jest publikacja naukowa, a jedynie przybliżenie podstawowych i generalnych właściwości wybranych substancji klejących mogących znaleźć zastosowanie w procesie twórczym.

Pamiętać należy, że nie istnieje klej uniwersalny. Każdy, nawet najnowocześniejszy, ma określone właściwości i zdolności w procesie tworzenia spoiny. Wybór odpowiedniego kleju często jest więc kompromisem wynikającym z cech i właściwości produktu. Poznanie charakterystyki jest zatem kluczowe w podjęciu właściwej decyzji w procesie twórczym.

Niestety, wiele produktów dostępnych na rynku pozbawionych jest precyzyjnych informacji na temat składu chemicznego, co utrudnia ich identyfikację. Pewnego rodzaju ułatwieniem może być rozpoznanie bazowego polimeru zastosowanego w produkcji kleju (np. żywicy akrylowej, poliuretanowej, epoksydowej itp.). Rodzaj polimeru bazowego generalnie określa właściwości spoiny. Dodatkowe podpowiedzi o składzie kleju mogą być zawarte w kartach technicznych produktów. Warto pamiętać, że ogólne określenie kleju – np. klej poliuretanowy – nie jest wystarczające. W procesie produkcji klejów poliuretanowych może być zastosowany szereg receptur i dodatków, które mają wpływ na jakość i właściwości finalnego produktu. Ostatecznym odniesieniem do cech danego kleju będzie więc informacja od producenta.

1. Podziały klejów

1.1. Podział ze względu na źródło pochodzenia surowca

Kleje mogą być klasyfikowane na wiele sposobów. Najprostszy sposób podziału opiera się na wskazaniu źródła pochodzenia surowca. W tym przypadku kleje dzielimy na naturalne i syntetyczne. Kleje naturalne produkowane są głównie z materiałów pochodzenia zwierzęcego lub roślinnego. Natomiast kleje syntetyczne produkowane są z materiałów wytworzonych na drodze syntezy chemicznej. Na styku tych dwóch grup znajdują się materiały, które występują w naturze, jednak poddane zostały modyfikacjom przez człowieka na drodze chemicznej (np. kleje na bazie pochodnych celulozy). Większość klejów wykonana jest z polimerów organicznych, chociaż istnieje kilka systemów klejowych pochodzenia nieorganicznego.

1.2. Podział ze względu na sposób powstania trwałej spoiny

Inny powszechnie stosowany podział klejów wynika z reakcji, w wyniku której powstaje trwała spoina. W podziale tym wyróżniamy trzy główne grupy klejów: kleje rozpuszczalnikowe, kleje chemoutwardzalne i kleje termoutwardzalne. Niektóre systemy oparte są jednak na kilku mechanizmach prowadzących do powstania spoiny (np. termoutwardzalne kleje rozpuszczalnikowe).

Kleje rozpuszczalnikowe

Proces wiązania kleju odbywa się na skutek odparowania rozpuszczalnika do atmosfery lub jego dyfuzji do podłoża. Do produkcji klejów stosowanych jest wiele rodzajów rozpuszczalników, a jednym z najbardziej popularnych jest woda (rozpuszczalnik nieorganiczny). Kleje wodne stają się coraz bardziej popularne na rynku. Sprzyja temu względnie niski koszt ich produkcji, a także zgodność z przepisami i regulacjami o toksyczności substancji. Kleje wodorozpuszczalne wykazują stosunkowo niską odporność na wilgoć i podwyższone temperatury. Jednak długi czas wiązania ich spoiny jest jedną z podstawowych przyczyn, dla których sięgamy po kleje na bazie rozpuszczalników organicznych (np. aceton,

toluen, ksylen), które nie są przyjazne środowisku, często są także łatwopalne i mogą być szkodliwe dla zdrowia człowieka.

Zaletą większości klejów rozpuszczalnikowych jest fakt, że można je rozcieńczać aż do uzyskania pożądanego stężenia poprzez dodanie odpowiedniej ilości rozpuszczalnika lub rozcieńczalnika. Niestety, ta zaleta powiązana jest bezpośrednio z jedną z największych wad. Kleje rozpuszczalnikowe w większości nie są odporne na działanie rozpuszczalnika, na bazie którego powstały. Cecha ta jest po raz kolejny zarówno atutem, jak i wadą. Rozpuszczalność spoin pozwala na wielokrotne poprawki po zastosowaniu rozpuszczalnika.

Kleje chemoutwardzalne

Wiązanie klejów chemoutwardzalnych następuje pod wpływem reakcji chemicznej za sprawą środka utwardzającego, tj. katalizatora, temperatury, wilgotności, promieniowania (np. ultrafioletowego) lub innego rodzaju promieniowania inicjującego utwardzenie.

Generalnie kleje tej grupy charakteryzuje wysoka siła wiązania, odporność na rozpuszczalniki i podwyższoną temperaturę. Większość z tych klejów jest jednak nieodwracalna, co oznacza, że rozpuszczenie spoiny nie jest proste. Często usunięcie kleju wymaga działania mechanicznego lub długotrwałego stosowania agresywnych rozpuszczalników organicznych, co może wpłynąć na materiał poddany klejeniu.

Szczególnym rodzajem klejów z grupy chemoutwardzalnych są kleje utwardzające się pod wpływem promieniowania ultrafioletowego. Kleje utwardzane promieniami UV w większości należą do grupy żywic akrylowych i epoksydowych. Główne zalety takiego kleju to brak rozpuszczalników organicznych, stosunkowo wysoka odporność na podwyższone temperatury oraz odporność chemiczna. Wadę natomiast stanowi wymóg, aby poddawane klejeniu materiały były choćby częściowo przepuszczalne dla promieniowania UV, które jest niezbędne do stworzenia trwałej spoiny. Wymóg ten dotyczy przede wszystkim klejów z grupy żywic akrylowych.

Kleje termoplastyczne

Do najpowszechniejszej grupy klejów termoplastycznych należą tzw. kleje stosowane na gorąco. Przygotowanie kleju do pracy polega na stopieniu go w specjalnym urządzeniu. Zasada wiązania klejów termoplastycznych jest niezwykle prosta – po podgrzaniu klej mięknie, a następnie podczas chłodzenia twardnieje. Należy zaznaczyć, że siła wiązania większości klejów termoplastycznych nie jest duża. Aby temu zaradzić, warto przed klejeniem przetrzeć powierzchnie papierem ściernym, tak aby powiększyć płaszczyznę styku. Niska siła klejenia jest natomiast zaletą, gdy chcemy po czasie dokonać demontażu.

Dodatkowymi zaletami klejów termoplastycznych są dość szybki czas wiązania oraz brak rozpuszczalników organicznych. Przy stosowaniu klejów termoplastycznych warto pamiętać, że temperatura topnienia materiału klejonego musi być wyższa niż ta, do której klej jest podgrzewany (najczęściej ok. 160°C). Warto zaznaczyć, że same spoiny także nie wykazują znaczącej odporności na wysokie temperatury. Kolejne wady to tendencja do pęcznienia (odkształceń), brak odporności na podwyższoną wilgotność oraz rozpuszczalniki. Główne rodzaje klejów termoplastycznych to: kleje EVA, kleje na bazie poliolefin, kleje PSA oraz kleje PUR¹.

2. Przegląd klejów syntetycznych

2.1. Kleje na bazie pochodnych celulozy

Kleje na bazie pochodnych celulozy (estry i etery celulozy) są wytwarzane przy użyciu pulpy drzewnej lub lintersów bawełnianych. Produkty oparte na pochodnych celulozy dostępne są w kilku klasach czystości i w wielu rodzajach.

¹ EVA – kleje bazujące na etylenie octanu winylu; PSA – od ang. pressure sensitive adhesive, czyli kleje wrażliwe na nacisk; PUR – kleje bazujące na żywicach poliuretanowych.

Wśród najpopularniejszych substancji wykorzystywanych do produkcji tych klejów należy wymienić azotan celulozy (nitroceluloza), octan celulozy (acetyloceluloza), metylocelulozę i karboksymetylocelulozę.

Metyloceluloza

Metyloceluloza jest jednym z najpowszechniejszych klejów wytwarzanych na bazie pochodnych celulozy, stosowanych zarówno w domach, jak i w pracowniach artystycznych. Powszechnie dostępna jest jako baza klejów do tapet i właśnie w tej formie cieszy się największą popularnością.

W handlu dostępna jest także metyloceluloza bez dodatków, która może posłużyć do samodzielnego sporządzenia kleju bez konieczności sięgania po produkty komercyjne, nierzadko zawierające różnego rodzaju dodatki. Można wyróżnić trzy rodzaje metylocelulozy: nisko-, średnio- i wysokozmetylowaną. Na potrzeby tworzenia klejów wykorzystywana jest przede wszystkim średniozmetylowana pochodna.

Metyloceluloza znajduje zastosowanie do wyrobu klejów do papieru, w stabilizacji farb i klejów emulsyjnych, jako apretura włókiennicza, a także jako środek do zagęszczania roztworów wodnych. Ponieważ jest nietoksyczna, znajduje zastosowanie w przemyśle farmaceutycznym czy spożywczym.

Odmiana stosowana w produkcji klejów jest rozpuszczalna przede wszystkim w wodzie, w której silnie pęcznieje i powoli rozpuszcza się. Co istotne, do rozpuszczenia metylocelulozy zalecane jest użycie wody chłodnej, w której rozpuszcza się znacznie lepiej niż w cieplej lub gorącej.

Metyloceluloza jest w stanie tworzyć bardzo lepkie roztwory w niskich stężeniach. Dzięki temu może stanowić substancję zagęszczającą dodawaną do innych klejów wodorozpuszczalnych. Jako klej nie jest pozbawiona wad, przede wszystkim nie jest odporna na działanie wilgoci i podwyższonej wilgotności. Degradacja zachodzi wyraźnie także pod wpływem światła oraz mikroorganizmów.

Na powierzchni przygotowanego samodzielnie wodnego roztworu metylocelulozy już po kilku dniach może pojawić się pleśń.

Spoiny metylocelulozy są twarde i kruche, mają więc tendencję do pęknięcia. Generalnie metyloceluloza to klej słaby, nieznajdujący zastosowania przy klejeniu konstrukcyjnym.

Substancja jest nietoksyczna, nie ma zapachu ani smaku. Odpowiednio dobrany produkt może być zastosowany do klejenia opakowań na żywność, jednak decydując się na takie rozwiązanie samodzielnie, należy zachować szczególną ostrożność przy wyborze.

Cena	Niska
Dostępność	Gotowe produkty – sklepy z materiałami budowlanymi Czysta metyloceluloza – sklepy dla artystów
Zastosowanie	Papier, cienka tektura
Wady	Niska odporność na działanie wilgoci, nieodporna na działanie światła, nieodporna na atak mikroorganizmów, słaby klej
Zalety	Nietoksyczna, wodorozpuszczalna, bezzapachowa

2.2. Kleje na bazie winylu

Do wyrobu klejów poliwinylowych stosuje się monomery winylowe, wykorzystywane w szerokim zakresie w różnych gałęziach przemysłu. Do żywic poliwinylowych zaliczają się m.in. poliakrylany, poli(octanu winylu), poliolefiny i polistyren.

Kleje na bazie poli(octanu winylu)

Jednym z najbardziej znanych klejów otrzymywanych z monomerów winylowych jest poli(octan winylu), powszechnie nazywany białym klejem lub klejem stolarskim. W handlu można spotkać także oznaczenia POW, PVAc, PVA, choć ten ostatni skrót bywa także wykorzystywany dla poli(alkoholu winylu).

Poli(octan winylu) wykorzystywany jest do klejenia papieru, tektury, drewna, niektórych tworzyw syntetycznych, folii metalowych, skór oraz tkanin. Najbardziej rozpowszechnioną formą są

kleje półpłynne i płynne, natomiast na rynku poli(octan winylu) dostępny jest także w formie granulek i proszków stosowanych jako klej do topienia.

Kleje na bazie poli(octanu winylu) zaliczane są do elastycznych i miękkich, mających zdolność do szybkiego wiązania. W efekcie wiązania powstaje przezroczysta, prawie niewidoczna spoina. Po związaniu klej ma tendencję do pełzania, czyli odkształceń pod wpływem znacznego obciążenia. Spoiny nie ulegają biodegradacji. Generalnie dyspersje wodne nie posiadają odporności na działanie grzybów i pleśni, jednak problem ten producenci rozwiązują poprzez dodatek fungicydów. Tak więc pojawienie się pleśni na powierzchni kleju będzie w znaczącym stopniu zależało od rodzaju dodatków zastosowanych w procesie produkcji. Spoiny szczególnie wysokogatunkowych klejów wykazują dobrą odporność na działanie światła, dzięki czemu nie żółkną. Ich odporność na działanie czynników zewnętrznych jest jednak niewielka. Dotyczy to szczególnie braku odporności kleju na wysokie temperatury (jest stabilny do ok. 100°C). Spoiny niektórych klejów mięknią już w temperaturze ok. 45°C. Najlepsze właściwości klejów osiąga się w temperaturze pokojowej. Niska odporność na podwyższone temperatury powiązana jest także z faktem, że spoiny kleju nie nadają się do szlifowania, w wyniku którego często mięknią. Kolejną wadą jest częste chłonięcie wody przez kleje poliwinylowe, co przekłada się na niską odporność na działanie podwyższonej wilgotności.

Cena	Niska
Dostępność	Sklepy papirnicze, sklepy dla artystów
Zastosowanie	Papier, tektura, drewno, niektóre tworzywa sztuczne, niektóre folie metalowe, skóra, tkanina
Wady	Pełzanie spoiny, może być nieodporny na atak mikroorganizmów, niska odporność na wysokie temperatury, nie nadaje się do szlifowania, brak odporności na podwyższoną wilgotność, niska odporność chemiczna
Zalety	Elastyczny, szybkowiążący, tworzy przezroczyste spoiny, odwracalny

Odporność poli(octanu winylu) na większość rozpuszczalników jest słaba. Przede wszystkim jest nieodporny na działanie kwasów i zasad. Chociaż wykazuje odporność na krótkotrwałe działanie smarów i olejów, to jednak w wyniku długotrwałego kontaktu może nastąpić spęcznienie spoiny, co sprawi, że stanie się ona lepka. Klej dobrze rozpuszcza się w acetonie i alkoholu, a najlepiej w metanolu. Dyspersje wodne kleju można dodatkowo rozrzedzać wodą, stają się one wtedy bardziej płynne. Jednocześnie dodatek wody wpływa na pogorszenie właściwości spoin, głównie na ich wytrzymałość.

Poli(alkohol winylu)

Poli(alkohol winylu) otrzymywany jest z poli(octanu winylu) na drodze jego kwaśnej lub zasadowej hydrolizy. Obok poli(octanu winylu) jest to jedna z najpowszechniejszych substancji wchodzących w skład klejów. W handlu produkty na bazie poli(alkoholu winylu) mogą nosić oznaczenia PVAL, PVOH i PVA, przy czym ostatni, błędnie, stosowany może być w odniesieniu do klejów na bazie poli(octanu winylu). Kleje grupy PVAL są często produkowane w postaci sztyftów lub stosowane jako dodatek do klejów. Czysty poli(alkohol winylu) w postaci drobnego białego proszku także jest dostępny na rynku, przy jego pomocy można wykonać klej samodzielnie.

Kleje na bazie poli(alkoholu winylowego) są rozpuszczalne w wodzie. Ich utwardzenie przebiega najczęściej poprzez utratę (odparowanie) wody, aktywację pod wpływem ciśnienia lub zgrzewania na gorąco, ponieważ poli(alkohol winylu) jest żywicą termoplastyczną.

Głównym ich zastosowaniem jest klejenie materiałów porowatych, takich jak skóra, korek, papier, tektura. Kleje na bazie czystego poli(alkoholu winylu) są bezwonne i nietoksyczne, więc mogą być stosowane na kopertach i znaczkach. Jednak zawsze warto pamiętać, że w produktach komercyjnych wykorzystuje się różnego rodzaju dodatki, które ostatecznie mogą być szkodliwe. Ponadto spoiny poli(alkoholu winylu) nie są podatne na atak mikrobiologiczny, zatem nie będą pleśniały. Spoiny są elastyczne i przezroczyste, wykazują dobrą odporność na działanie olejów, jednak łatwo ulegają ponownemu rozpuszczeniu w wodzie. Dlatego kleje nie powinny

być stosowane do łączenia materiałów, które będą narażone na działanie podwyższonej wilgotności. Zalecana temperatura użycia kleju nie powinna przekraczać 66°C². Spoiny kleju generalnie są stabilne i raczej nie żółkną po czasie, natomiast na ostateczny wygląd wpływ mają różnego rodzaju dodatki stosowane podczas produkcji.

Cena	Niska
Dostępność	Sklepy papirnicze, sklepy dla artystów
Zastosowanie	Papier, skóra, korek, tektura
Wady	Podatne na atak mikrobiologiczny, brak odporności na podwyższoną wilgotność, brak odporności na wysokie temperatury, może żółknąć z czasem
Zalety	Wodorozpuszczalny, nietoksyczny, bezwonny, odwracalny, elastyczny, tworzy przezroczyste spoiny

2.3. Kleje na bazie poliakrylanów (kleje akrylowe)

Kleje na bazie poliakrylanów zwane są potocznie klejami bądź żywicami akrylowymi i cieszą się dużą popularnością. Wpływ na to ma szeroka gama proponowanych na rynku produktów o zróżnicowanych właściwościach i przeznaczeniu. W grupie tej można znaleźć zarówno produkty dające spoiny elastyczne, jak i spoiny twarde. Dzięki stosunkowo niskiej cenie kleje akrylowe są łatwo dostępne i często wybierane przez artystów.

Szeroka gama produktów przekłada się na ogromną różnorodność ich zastosowania – od klejenia tekstyliów, skóry, papieru po tworzywa sztuczne, a nawet metalowe folie. Gama podłoży, które można kleić za pomocą klejów z żywic akrylowych, jest niezwykle szeroka, a wraz z postępującym rozwojem badań stale się powiększa. Kleje akrylowe wykorzystywane są w taśmach klejących (np. Scotch Magic Tape 810) oraz popularnych samoprzylepnych karteczkach Post-it.

2 Wysoka temperatura powoduje zmianę w strukturze kleju, przez co wpływa na pogorszenie właściwości fizycznych.

Dużą popularność kleje akrylowe zawdzięczają swoim właściwościom. W przeważającej większości są one przezroczyste i bezbarwne, dodatkowo w procesie starzenia wykazują dość dobrą wytrzymałość na utlenianie i zmiany pod wpływem promieniowania UV. Przeważająca większość klejów tej grupy sprawdzi się zarówno w niskich, jak i wysokich temperaturach (do ok. 170°C). Ponadto wykazują niski skurcz w trakcie utwardzania. W zależności od rodzaju kleju jego spoiny mogą być łatwo lub trudno rozpuszczalne w powszechnie dostępnych rozpuszczalnikach organicznych. Jednak w większości przypadków będą ulegały rozpuszczeniu w acetonie.

Jeżeli rozpuszczalnikiem jest woda, wtedy najczęściej kleje te określa się jako emulsje lub dyspersje akrylowe. Generalnie większość dyspersji i emulsji można samodzielnie rozrzedzać poprzez dodanie do nich odpowiedniej ilości wody. Natomiast należy pamiętać, że spoina takiego kleju będzie stosunkowo słabsza niż w przypadku zastosowania produktu o stężeniu fabrycznym.

Kleje cyjanoakrylowe (CA)

Kleje na bazie alfa-cyjanoakrylanów potocznie nazywane są super glue. Na rynku dostępna jest szeroka gama klejów z grupy estrów cyjanoakrylowych, a dzięki stosowanym w produkcji dodatkom możliwe są zmiany ich właściwości, takie jak podwyższenie odporności na wysokie temperatury, zmiana lepkości kleju czy czasu wiązania. Istotny dodatek stanowią substancje zapobiegające polimeryzacji kleju już w opakowaniu.

Gama zastosowań klejów tej grupy jest bardzo szeroka, jednak najlepiej nadają się do łączenia metali z niemetalami. Najsłabiej sprawdzą się przy klejeniu materiałów o kwaśnym odczynie, np. niektórych rodzajów drewna, tektur czy papierów.

W większości przypadków są to kleje bezbarwne, przezroczyste. Najbardziej charakterystyczną ich cechą jest zdolność do szybkiego wiązania, które następuje już w kilka sekund. Przydatność do użycia kleju jest bardzo ograniczona, w przypadku otwarcia fabrycznego opakowania warto zużyć klej nie później niż w przeciągu miesiąca.

Kleje są bezrozpuszczalnikowe, natomiast czynnikiem niezbędnym w procesie wiązania spoiny jest wilgoć zawarta w powietrzu. Kleje cyjanoakrylowe najlepiej sprawdzają się, gdy konieczne jest stworzenie bardzo cienkiej spoiny na powierzchni dwóch dobrze dopasowanych materiałów. Jednocześnie nie nadają się do wypełniania większych szczelin czy przestrzeni między dwoma klejonymi powierzchniami. Spoiny kleju są z reguły sztywne, co sprawia, że odporność na uderzenia i odkształcenia jest raczej niska.

Wadą kleju może być charakterystyczne zabielenie powstające na linii wiązania. Warto zaznaczyć, że głównym czynnikiem mogącym osłabić spoinę jest wilgoć, a oprócz niej wysoka temperatura. Spoiny wykazują też dobrą odporność na rozpuszczalniki organiczne, co sprawia, że rozklejenie spoiny nie jest łatwe. Na rynku dostępne są preparaty przeznaczone do usuwania spoiny klejów cyjanoakrylowych. Innym sposobem jest długotrwałe działanie acetonem lub DMF (dimetyloformamid). Niemniej jednak należy pamiętać, że rozpuszczając spoinę, możemy uszkodzić klejony przez nas materiał.

Cena	Niska
Dostępność	Sklepy papirnicze
Zastosowanie	Klejenie metali z niemetalami, szkło, nie nadają się do klejenia substancji o odczynie kwaśnym (np. drewno, niektóre papiery i tektury)
Wady	Krótki czas przydatności po otwarciu, nie wypełnia szczelin, brak odporności na odkształcenia, zabielenia wokół krawędzi klejenia, brak odporności na podwyższoną wilgotność, brak odporności na wysokie temperatury
Zalety	Szybkowiązący, trudno odwracalny, niektóre produkty są toksyczne

*

Ze względu na szeroką gamę klejów z grupy cyjanoakrylowych w tabeli podano właściwości najpopularniejszych na rynku produktów.

Paraloid B-72

Wśród klejów opartych na poliakrylanach mniej znanym, ale na pewno wartym upowszechnienia jest kopolimer metakrylanu etylu i akrylanu metylu, występujący pod nazwą handlową Paraloid B-72. W sprzedaży dostępny jest w formie przezroczystych, twardych granulek, natomiast rzadziej w formie roztworów.

Klej z Paraloidu B-72 przygotowuje się z reguły samodzielnie, rozpuszczając twardą żywicę. Rozpuszczalnikiem może być wiele związków organicznych, choć do najpowszechniejszych należy zaliczyć aceton i toluen. Klej wykonany przy użyciu tych rozpuszczalników daje roztwory przezroczyste. Paraloid B-72 rozpuszczony w acetonie będzie wiązał szybciej niż po rozpuszczeniu w toluenie. W etanolu Paraloid B-72 rozpuszcza się powoli, dając roztwory zmętniałe. Mimo że klej zaczyna sieciować dość szybko, trwałe spoiny tworzą się dopiero po dłuższym czasie, dlatego nie należy ruszać klejonych powierzchni przez kilka godzin. Największą zaletą kleju przy samodzielnym sporządzeniu jest możliwość wykonania roztworu o pożądanym stężeniu. W większych stężeniach klej może posłużyć także do wypełniania pustek czy klejenia powierzchni, które nie przylegają do siebie w sposób idealny. Roztwory należy przechowywać w szczelnie zamkniętych opakowaniach, ponieważ na skutek odparowywania rozpuszczalnika klej będzie stopniowo gęstniał aż do całkowitego utwardzenia. Klej na bazie estrów kwasu akrylowego świetnie sprawdzi się przy klejeniu szkła, ceramiki, kamienia, drewna, niektórych tworzyw sztucznych oraz tkanin. Spoiny kleju są wytrzymałe, choć łatwo je zmiękczyć poprzez zastosowanie podwyższonej temperatury (ok. 70°C). Wytrzymałość spoin jest zadowalająca, choć nie tak wysoka jak w przypadku klejów epoksydowych. Spoiny kleju wykazują też elastyczność i stosunkowo małą tendencję do kruszenia. Klej jest bardzo odporny na działanie światła, przez co jego spoiny starzeją się po dość długim czasie, ta cecha wyróżnia go spośród innych poliarkylianów. Uważa się, że klej ten jest jednym z najbardziej stabilnych z dostępnych produktów opartych na żywicach akrylowych. Łączenia za pomocą Paraloidu B-72 są generalnie odporne na działanie wilgotności, jednak w przypadku znaczącego jej wzrostu klej ma tendencje do bielenia. Kolejną zaletą kleju jest jego odwracalność. Aby rozkleić niechciane łączenie, można użyć wspomnianych wcześniej rozpuszczalników. To samo dotyczy oczyszczania miejsca łączeń, w przypadku gdy nadmiar kleju wypłynie poza krawędź łączenia. Spoiny Paraloidu B-72 są odporne na działanie mikroorganizmów, tak więc nie ma potrzeby dodawania substancji grzybobójczych do roztworów.

Kopolimer metakrylanu etylu i akrylanu metylu nie jest toksyczny, natomiast ze względu na konieczność stosowania rozpuszczalników, szczególnie w momencie aplikacji i klejenia, może mieć szkodliwe skutki dla zdrowia człowieka.

Cena	Niska
Dostępność	Sklepy dla plastyków
Zastosowanie	Szkło, ceramika, drewno, kamień, niektóre tworzywa sztuczne, tkaniny
Wady	Długość wiązania, twardnieje w nieszczelnych opakowaniach, nieodporny na wysokie temperatury, ze względu na obecność rozpuszczalników toksyczny
Zalety	Duża odporność na działanie światła, odwracalny, różnorodne stężenia, zdolność wypełniania pustek, wytrzymały, elastyczny, odporny na działanie podwyższonej temperatury

2.4. Kleje poliuretanowe

Wszystkie tworzywa poliuretanowe, w tym także kleje, nazwę swoją zawdzięczają chemicznym wiązaniom uretanowym. Takie wiązanie można osiągnąć w wyniku reakcji chemicznych różnych komponentów³. Tak różna struktura związków sprawia, że możliwości, właściwości oraz charakterystyki spoin klejów poliuretanowych są ogromne, co daje szansę na stworzenie produktów do dowolnego przeznaczenia. Dlatego wybierając klej poliuretanowy, warto uważnie poznać się ze wskazaniami producenta.

W handlu wyroby poliuretanowe oznacza się często jako PU lub PUR. Dostępne są kleje jednoskładnikowe oraz dwuskładnikowe, nierzadko są to kleje topliwe.

Głównym zastosowaniem klejów PUR jest łączenie materiałów trudnych do sklejenia. Mają więc one szerokie zastosowanie w klejeniu tworzyw sztucznych, kompozytów, metali, gumy, a także łączeń pomiędzy wymienionymi grupami, np. metal–kompozyt.

3 Komponentami tymi mogą być różne diizocyjaniany z alkoholami poliwdorotlenowymi (poliole).

Ponadto niektóre rodzaje klejów poliuretanowych stosowane są do klejenia tkanin syntetycznych oraz drewna.

Kleje poliuretanowe generalnie odznaczają się bardzo dobrą kohezją i wcześniej już wspomnianą adhezją do różnych materiałów. Spoina kleju jest bardzo elastyczna, odporna na ścieranie i rozrywanie. Ta duża odporność może być również wadą, jeśli wytrzymałość podłoża okaże się słabsza niż samej spoiny. Kleje tej grupy są bardzo odporne na niskie temperatury, co sprawia, że ich spoiny zachowują się w doskonałym stanie nawet w temperaturach poniżej -100°C . Są one także dostępne w wariantach o zróżnicowanym stopniu odporności chemicznej, co zapewnia, że spoina nie ulega zniszczeniu w trudnych warunkach zewnętrznych. Specjalistyczne kleje PUR są dość drogie, co może stanowić pewną przeszkodę w ich powszechnym zastosowaniu.

Spoiny klejów poliuretanowych są raczej niewrażliwe na działanie wilgoci oraz dużej liczby powszechnie stosowanych rozpuszczalników. Oznacza to, że należą do grupy materiałów nieodwracalnych lub trudno odwracalnych. Niewątpliwie jest to dużą wadą w przypadku konieczności usunięcia spoiny lub rozklejenia łączy. Alternatywą dla klejów poliuretanowych mogą być kleje akrylowe, z których część jest odwracalna. Kolejną wadą klejów PUR, szczególnie tych opartych na diizocyjanianach aromatycznych (np. diizocyjanianie difenylometylenu – MDI), jest brak odporności na oddziaływanie promieniowania ultrafioletowego. Oznacza to, że przy ekspozycji spoiny na słońce po pewnym czasie zmieni ona znacząco swoje właściwości i kolor.

Kleje poliuretanowe generalnie mogą być bardzo niebezpieczne i toksyczne⁴. Wszelkie dane o toksyczności zawarte są na opakowaniu oraz ujęte w kartach charakterystyki.

4 Po usieciowaniu kleje poliuretanowe nie stanowią zagrożenia dla zdrowia.

Cena	W zależności od jakości – od niskiej do wysokiej
Dostępność	Sklepy z materiałami budowlanymi, sklepy specjalistyczne
Zastosowanie	Tworzywa sztuczne, kompozyty, metale, guma, materiały niekompatybilne do klejenia, tkaniny, drewno
Wady	Brak odporności na działanie światła słonecznego, nieodwracalne lub bardzo trudno odwracalne, toksyczność
Zalety	Elastyczność, odporność na bardzo niskie temperatury, dobra adhezja, dobra kohezja, odporność na zrywanie, odporność chemiczna, odporność na działanie podwyższonej wilgotności

*

Ze względu na szeroką gamę klejów z grupy poliuretanów w tabeli podano właściwości najpopularniejszych na rynku produktów.

2.5. Kleje epoksydowe

Kleje epoksydowe można podzielić na dwie grupy ze względu na sposób utwardzania: termo- oraz chemoutwardzalne. Spośród wszystkich tworzyw termoutwardzalnych żywice epoksydowe stosowane są szczególnie często, a szeroki wachlarz zastosowań wpływa na coraz większe rozpowszechnienie produktów tej grupy. Jako kleje jednoskładnikowe dostępne są w formie płynnej bezrozpuszczalnikowej, płynnej rozтворzonej w rozpuszczalniku, past, proszków, sztyftów, granulek, a także różnego rodzaju folii. Z reguły systemy jednoskładnikowe wymagają odpowiedniej temperatury, która inicjuje utwardzanie. Systemy dwuskładnikowe dostępne są zazwyczaj w postaci żywicy polimerowej oraz środka utwardzającego, a sam klej wiąże po zmieszaniu obu komponentów. Podobnie jak w przypadku innych systemów dwuskładnikowych, zachowanie proporcji zalecanych przez producenta jest kluczowe przy sporządzaniu kleju dobrej jakości. Podczas wiązania systemów dwuskładnikowych często zachodzi reakcja egzotermiczna (z wydzielaniem ciepła). Nadmiernemu rozgrzewaniu masy można przeciwdziałać, mieszając klej w mniejszych ilościach lub poprzez użycie płytkich pojemników do rozrabiania. Ponadto w skład klejów epoksydowych wchodzi różnego rodzaju dodatki, jak plastyfikatory, modyfikatory czy inne substancje odpowiedzialne za uzyskanie pożądanych właściwości konkretnego produktu. Ta ogromna różnorodność kompozycji i dodatków sprawia, że na rynku dostępne są kleje epoksydowe dostosowane do określonych potrzeb, np. znacząco różniące się czasem utwardzania, mogącym wynosić od kilku minut do wielu godzin.

Kleje epoksydowe mogą być wykorzystywane do klejenia szerokiej gamy materiałów, ponieważ odznaczają się doskonałą adhezją i kohezją. Najczęściej wykorzystuje się je przy łączeniu szkła, kamienia, ceramiki, drewna, tkanin, rzadziej papieru. W przypadku metali kleje te mogą być z powodzeniem stosowane m.in. przy łączeniu aluminium lub mosiądzu. Sprawdzą się także przy klejeniu większości termoplastycznych i termoutwardzalnych tworzyw sztucznych.

Kleje epoksydowe generalnie odznaczają się bardzo dobrą wytrzymałością mechaniczną i fizyczną. Ich spoiny są niezwykle mocne, co sprawia, że często wykorzystywane są do łączenia ciężkich i dużych elementów lub ich montażu. Szczególnie w przypadku łączeń montażowych warto przygotować powierzchnię podłoża poprzez dobre oczyszczenie jej z pyłu lub smaru. Obecność zanieczyszczeń może wpłynąć na jakość klejenia. Spoiny kleju są także odporne na zmiany termiczne, w tym na powtarzające się cykle zamarzania i rozmarzania. Odporność termiczna czyni je niewrażliwymi na temperatury ujemne, choć w tej kwestii kleje poliuretanowe znacznie przewyższają właściwości epoksydów. Można je barwić zarówno pigmentami, jak i barwnikami, lub dodawać do nich wypełniaczy. Podczas utwardzania rzadko kiedy dochodzi do skurczu masy epoksydowej. Większość spoin epoksydowych ciemnieje lub żółknie pod wpływem promieniowania UV. Kleje epoksydowe wykazujące bardzo dobrą odporność na działanie promieniowania ultrafioletowego (np. HXTAL NYL-1) są bardzo drogie. Kleje epoksydowe, szczególnie te w formie płynnej, mają tendencję do tworzenia otoczek lub zacieków na powierzchniach porowatych, np. na nieszkliwionej ceramice, które w znaczący sposób wpływają na estetykę klejenia oraz samego podłoża.

Spoiny klejów są odporne chemicznie na działanie powszechnie stosowanych rozpuszczalników organicznych. Można je rozmiękczyć, a czasem nawet usunąć, stosując dichlorometan⁵ (substancja ta jest toksyczna w dużych stężeniach). W przypadku niektórych klejów spoinę można rozmiękczyć także poprzez długotrwałe

5 Dichlorometan nazywany jest również chlorkiem metylenu.

oddziaływanie acetonem, jednak ze względu na użycie dużych ilości rozpuszczalnika, a przez to zagrożenie dla zdrowia, jest to niewskazane.

Tak jak w przypadku innych klejów syntetycznych, prawdopodobieństwo toksyczności epoksydów jest duże ze względu na zastosowane komponenty oraz różnego rodzaju dodatki. Warto zapoznać się z kartą charakterystyki produktu, aby uniknąć niepożądanych skutków.

Cena	W zależności od jakości – od niskiej do wysokiej
Dostępność	Sklepy z materiałami budowlanymi, sklepy specjalistyczne
Zastosowanie	Szkło, kamień, ceramika drewno, metale, tworzywa sztuczne, laminaty z tworzyw sztucznych, rzadziej tkanina i papier
Wady	Brak odporności na działanie światła słonecznego, rygorystyczne proporcje, rozgrzewanie podczas sieciowania, tworzenie otoczek wokół spoin, nieodwracalne lub bardzo trudno odwracalne, toksyczne
Zalety	Wytrzymałość mechaniczna i fizyczna, mocne spoiny, odporne na niskie temperatury, dobra adhezja, dobra kohezja, odporność chemiczna, odporność na działanie podwyższonej wilgotności

*

Ze względu na szeroką gamę klejów z grupy epoksydów w tabeli podano właściwości najpopularniejszych na rynku produktów.

2.6. Kleje poliestrowe

Kleje na bazie żywic poliestrowych można podzielić na dwie podstawowe grupy: termoplastyczne (nasycone) i termoutwardzalne (nienasycone). Większość klejów poliestrowych dostępnych na rynku to kleje grupy pierwszej, zaliczane do tzw. klejów na gorąco. Kleje termoutwardzalne dostępne są w sprzedaży w postaci produktów dwuskładnikowych (żywica i katalizator). Właściwości klejów poliestrowych są zróżnicowane, a modyfikacje wynikają z dodatków stosowanych w procesie produkcji. Ta różnorodność sprawia, że dostępne są kleje poliestrowe zarówno zdolne do tworzenia spoin elastycznych, jak i twardych.

Głównym ich zastosowaniem jest klejenie podłoży poliestrowych. Kleje poliestrowe stosowane są także do klejenia metali, szkła, tworzyw sztucznych, drewna, betonu, kamienia i ceramiki. Ze

względu na doskonałą przejrzystość stosuje się je także do łączenia elementów optycznych.

Nienasycone kleje poliestrowe, podobnie jak kleje epoksydowe, znajdują zastosowanie w produkcji laminatów, np. w połączeniu z tkaninami z tworzyw sztucznych. Istotną gałęzią ich zastosowania jest budownictwo, gdzie pełnią rolę klejów murarskich, oraz przy imitacji kamieni naturalnych po dodaniu odpowiedniego wypełniacza. Podobnie jak kleje epoksydowe, również poliestry mogą być barwione w masie pigmentami oraz barwnikami.

Kleje tej grupy charakteryzują się doskonałą adhezją i kohezją, ich spoiny są mocne i wytrzymałe. Odporność na promieniowanie UV w przypadku klejów poliestrowych jest generalnie niższa niż porównywalnej klasy kleju epoksydowego. Na skutek oddziaływania promieniowania ultrafioletowego spoina poliestrowa może żółknąć, ściemnieć, spękać lub utracić częściowo przyczepność do klejonej powierzchni. Choć generalnie spoiny kleju są odporne na rozpuszczalniki, to jednak tracą wytrzymałość mechaniczną w wyniku absorpcji wody w znacznie większym stopniu niż kleje oparte na żywicach epoksydowych. Z tego też powodu należy rozważyć stosowanie klejów poliestrowych do łączenia materiałów wystawionych na ekspozycję zewnętrzną. Dodatkowy problem może stanowić fakt, że część klejów poliestrowych słabo sprawdza się przy ujemnych temperaturach, co skutkuje ograniczoną trwałością wykonanych łączeń. Podobnie jak w przypadku dwuskładnikowych klejów epoksydowych podczas utwardzania klejów poliestrowych dochodzi do reakcji z wydzieleniem ciepła. Nadmierne rozgrzewanie partii przygotowywanego kleju można zminimalizować poprzez użycie płytkich naczyń lub stosowanie mniejszych ilości komponentów. Kleje poliestrowe są trudno odwracalne, ponieważ ich spoiny wykazują dużą odporność na działanie powszechnie stosowanych rozpuszczalników. Oznacza to, że w przypadku naruszonych spoin ich całkowite usunięcie będzie niezwykle trudne. Tak samo jak w przypadku żywic epoksydowych (szczególnie płynnych) występuje niebezpieczeństwo podciągnięcia katalizatora lub żywicy przez porowaty materiał, co w efekcie może skutkować pojawieniem się ciemnych przebarwień przy

linii klejenia. W trakcie utwardzania niektóre kleje poliestrowe wykazują skurcz nawet do 8%, co może wpływać na odkształcenia niektórych materiałów klejonych.

Spoiny kleju są generalnie odporne na krótkotrwałe działanie wody, benzynę, słabe kwasy oraz najpopularniejsze rozpuszczalniki organiczne. Jednak, podobnie jak w przypadku epoksydów, spoiny można rozmiękczać lub rozpuszczać przy użyciu dichlorometanu – substancji w dużych stężeniach szkodliwej dla zdrowia.

Większość klejów poliestrowych zawiera w swoim składzie różnego rodzaju rozpuszczalniki. Już sama obecność rozpuszczalników sprawia, że kleje tej grupy mogą stanowić pewne zagrożenie dla zdrowia. Należy zaznaczyć, że duża część klejów poliestrowych może zawierać w swoim składzie styren, który przez pewien czas może się wydzielać w trakcie utwardzania, a nawet po utwardzeniu. Styren zaliczany jest do substancji szkodliwych i drażniących, dlatego podczas klejenia należy przestrzegać zaleceń producenta w zakresie stosowania środków ochrony osobistej, a samo klejenie prowadzić w pomieszczeniach z dobrą wentylacją. Zdecydowanie niewskazane jest przechowywanie w domu elementów klejonych za pomocą żywic poliestrowych.

Z zasady kleje poliestrowe odznaczają się gorszymi właściwościami niż podobnej klasy kleje epoksydowe, są natomiast od nich tańsze.

Cena	W zależności od jakości – od niskiej do wysokiej
Dostępność	Sklepy z materiałami budowlanymi, sklepy specjalistyczne
Zastosowanie	Podłoża poliestrowe, metal, szkło, tworzywa sztuczne, gumy, drewno, beton, ceramika, kamień, laminaty z tworzyw sztucznych, instrumenty optyczne
Wady	Bardzo toksyczne, brak odporności na działanie światła słonecznego, brak odporności na długotrwałe działanie wysokiej wilgotności, niezalecane do ekspozycji zewnętrznej, brak odporności na niskie temperatury, rozgrzewanie podczas sieciowania, tworzenie otoczek wokół spoin, nieodwracalne lub bardzo trudno odwracalne, wykazują skurcz podczas utwardzania
Zalety	Przejrzystość, dobra adhezja, dobra kohezja, wytrzymałość mechaniczna i fizyczna, mocne spoiny, odporność chemiczna

*

Ze względu na szeroką gamę klejów z grupy poliestrów w tabeli podano właściwości najpopularniejszych na rynku produktów.

3. Ogólne zasady właściwego stosowania kleju

Przy klejeniu niezwykle istotne jest stosowanie proporcji zgodnie ze wskazaniem producenta. Zmiana proporcji może wpłynąć na właściwości spoiny. Warto używać wagi do odmierzenia właściwych ilości substancji.

Do sporządzania lub nakładania kleju syntetycznego nie powinno się stosować narzędzi metalowych. Najlepiej sprawdzą się drewniane patyczki oraz szklane lub plastikowe szpachelki.

Klejów na bazie rozpuszczalników organicznych oraz takich, które uznane są za szkodliwe dla zdrowia, należy używać w przewiewnych pomieszczeniach, a na czas wiązania spoin, co w niektórych przypadkach zajmuje nawet kilka godzin, wstawić do pomieszczenia, w którym nie będziemy przebywać.

W przypadku szczególnie toksycznych żywic, np. poliestrowych lub poliuretanowych, warto stosować odpowiednie maski z pochłaniaczami i filtrami, a także inne środki ochrony osobistej, np. rękawiczki.

Warto kupować kleje wysokogatunkowe i dobrej jakości. Kleje te nie należą do tanich, ale ich spoiny będą znacznie trwalsze. Warto sięgać po kleje, które sprzedawane są w sklepach dla konserwatorów dzieł sztuki.

Zawsze warto wykonać próby kleju przed jego użyciem, szczególnie jeżeli stosujemy nowy preparat. Takie próbki można położyć w miejscu silnej ekspozycji słonecznej i po kilku dniach obserwować ewentualne zmiany.

Literatura uzupełniająca

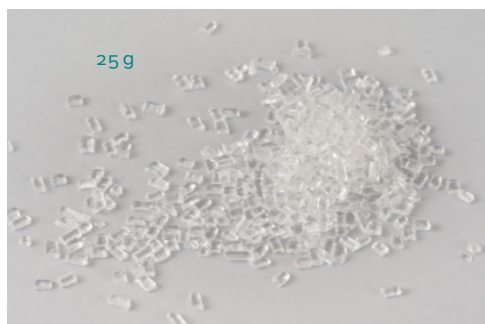
Ebnesajjad, S., Landrock, A. H., *Adhesives Technology Handbook*, Amsterdam 2015. DOI: 10.1016/C2013-0-18392-4.

Przepis na klej z Paraloidu B-72 w acetonie wg Stephena P. Kooba z Corning Muzeum of Glass



Przygotuj słoik ze szczelną zakrętką. Zważ słoik i zanotuj jego wagę. Wlej do słoika 50 ml acetonu czystego do analizy i zakręć pokrywkę. Wytnij niewielki kawałek gazy o wymiarach ok. 15 × 15 cm. Gazę umieść na wadze. Odmierz, sypiąc na gazę, 25 g granulek Paraloidu B-72. Używając nylonowej lub bawełnianej nici, zwiąż gazę w taki sposób, aby powstał pakiet o okrągłym kształcie. Nie należy obcinać długich końców nici. Następnie odkręć pokrywkę i do słoika wsyp pół łyżeczki krzemionki koloidalnej. Zmętnienie acetonu na skutek dodania krzemionki nie stanowi problemu w procesie przygotowania kleju. Ostrożnie umieść pakiet z granulami Paraloidu B-72 w słoiku, tak aby granulki nie dotykały jego ścianek. Paraloid B-72 powinien znajdować się tuż nad taflą acetonu. Zakręć słoik ostrożnie, obserwując, czy nie zmienia się położenie pakietu z Paraloidem B-72. Dłuższe końce nici należy dodatkowo przykleić do zewnętrznych ścianek słoika za pomocą taśmy klejącej.

Materiały do przygotowania kleju na bazie Paraloidu B-72



Granulki Paraloidu B-72



Zawinięty w gazę Paraloid B-72



Paraloid B-72 styka się z powierzchnią acetonu



Przelewanie gotowego kleju do aluminiowej tubki



Zamykanie gotowego kleju w aluminiowej tubce



Gotowy klej w aluminiowej tubce

Odstaw słoik z dala od bezpośredniego działania światła na 12–16 godzin. Po tym czasie należy odkręcić pokrywkę i ostrożnie wyjąć gazę. Roztwór w słoiku wymieszaj drewnianym patyczkiem. W tym momencie roztwór ma znikome zdolności klejące. Aby otrzymać klej mocniejszy i bardziej gęsty, trzeba odkręcony słoik odstawić i raz na godzinę ważyć, odnotowując wagę. Ze względu na szkodliwy charakter oparów acetonu słoik najlepiej ustawić w przewiewnym pomieszczeniu z dala od miejsca, w którym przebywamy (np. w garażu, na balkonie lub ganku). Ważne, aby nie wystawiać kleju na bezpośrednie działanie promieni słonecznych. Gdyby na powierzchni roztworu pojawił się kożuch, można przez delikatne obracanie słoikiem rozmieszać roztwór. Po ok. 2–3 godzinach, gdy aceton odparuje, a masa w słoiku będzie wynosiła ok. 54–60 g, klej uzyska odpowiednią konsystencję do łączenia przedmiotów o cienkich ściankach. Należy pamiętać, że im gęstszy klej wykonamy, tym grubsze będą jego spoiny. Gdy zdecydujemy, że klej ma odpowiednią konsystencję, powinniśmy ponownie zakręcić słoik i odstawić go na kolejne 30–60 min. Po tym czasie należy odkręcić pokrywkę i zawartość słoika wlać do aluminiowej tubki, którą wypełniamy do poziomu ok. 2,5 cm poniżej górnej krawędzi. Do zamknięcia najlepiej użyć kombinerek. Końce tubki zawijamy przy pomocy kombinerek ok. 3 razy. Przygotowany według tego przepisu klej powinien wystarczyć na napełnienie 4–5 tubek o pojemności 15 ml.



ANNA KONOPKO

**Tkanina artystyczna
i malowidła bez krosien.
Profilaktyka konserwatorska,
bezpieczna ekspozycja
i przechowywanie**

Współczesna tkanina artystyczna to szerokie pojęcie, zawierające w sobie rozmaite techniki dekoracji, często wymykające się tradycyjnym kategoriom sztuki. Klasyczne to haft czy malarstwo, ale nie da się wymienić wszystkich. Możliwości łączenia technik i tworzenia nowych są różnorodne, charakterystyczne dla twórczości indywidualnych artystów. W związku z tym niniejszy artykuł nie próbuje tych technik definiować, a jedynie określić pewne uniwersalne cechy występujące najczęściej w tkaninach dekorowanych jednostronnie.

Tego rodzaju obiekty, przeznaczone do ekspozycji bez krosien, stanowią specyficzną grupę dzieł zwykle bardzo wrażliwych na czynniki zniszczeń i jednocześnie jedne z najtrudniejszych obiektów do profesjonalnej konserwacji i restauracji. Często wymagają stosowania zaawansowanych, czasochłonnych metod, co ciągnie za sobą wysokie koszty. Z tego względu profilaktyka jest najistotniejszym aspektem ich ochrony. Znajomość zasad opieki nad nimi i materiałów do zabezpieczania pozwala na zachowanie ich w dobrym stanie na długie lata.

Na potrzeby niniejszego opracowania tkaniny dekorowane jednostronnie można podzielić na takie z równomierną na całej powierzchni, płaską „warstwą” lub występującą jedynie lokalnie, z partiami odsłoniętego tła lub podłoża. Należy pamiętać, że zawsze odsłonięte podłoże¹ będzie reagować inaczej na czynniki zewnętrzne i nasze działania niż części pokryte dekoracją – będą inaczej deformować, rozciągać i ściągać się w reakcji na zmianę poziomu wilgotności, a także pod wpływem grawitacji, przy długiej ekspozycji w pozycji wiszącej. Z kolei forma dekoracji, stopień jej wypukłości, ciężar i lokalizacja przekładają się na konieczność opracowania czasem bardzo indywidualnych rozwiązań dla konkretnego obiektu, pozwalających na bezpieczne przechowywanie, transport i ekspozycję.

1 W niniejszej publikacji znajduje się także rozdział opisujący różne rodzaje tkanin dla zastosowań artystycznych *Tkanina jako materiał artystyczny – rodzaje surowców włókienniczych i ich właściwości*.

1. Warunki środowiska – ekspozycja, przechowywanie i transport

Tkaniny, razem z obiektami papierowymi, jako materiały organiczne należą do wysoce wrażliwych na wszystkie czynniki zewnętrzne: promieniowanie UV, wysoką temperaturę i wilgotność (a szczególnie ich częste i drastyczne zmiany), czynniki mechaniczne, mikrobiologiczne, a także zabrudzenia i związki chemiczne zawarte w powietrzu. Z tego względu optymalne warunki na wystawie w muzeach zazwyczaj są określone na 50–55% RH (*Relative humidity* – wilgotności względnej) i temperaturę 18–21°C, co jest kompromisem między bezpieczeństwem obiektów i komfortem zwiedzających. Obiekty powinny być chronione przed bezpośrednim działaniem światła, eksponowane jedynie przez 3 miesiące i przy natężeniu światła 50 luksów. Jednocześnie, w przypadku tkanin dekorowanych mieszanymi technikami, przy użyciu materiałów szczególnie podatnych na niektóre czynniki, należy odpowiednio skorygować parametry środowiska, dostosowując je do najbardziej wrażliwego materiału. Przykładem są korodujące metale, dla których szczególnie groźna jest wysoka wilgotność (jeżeli to bezpieczne dla całego obiektu, obniża się ją do 40–45%).

W magazynie wilgotność i temperatura zazwyczaj są takie same lub nieco obniżone w stosunku do warunków na wystawie (ok. 50% RH i 17–18°C). Obniżenie tych parametrów spowalnia tempo zachodzenia szkodliwych reakcji chemicznych i zmniejsza ryzyko ataku mikrobiologicznego.

Te wymagania bywają trudne lub niemożliwe do spełnienia w warunkach galeryjnych lub przy przechowywaniu dużej liczby obiektów w domu. Warto jednak o nich pamiętać jako o punkcie odniesienia przy planowaniu domowego magazynu lub ekspozycji i dążyć do ich uzyskania. Wilgotność i temperaturę można kontrolować termohigrometrem. Ich szeroki wybór dostępny jest w sklepach z elektroniką, a bardziej profesjonalne można kupić w sklepach konserwatorskich i muzycznych. Najlepiej jest umieszczać obiekty tak, by nie padało na nie bezpośrednio światło z okien, daleko od grzejników, żarówek wydzielających dużą ilość ciepła, kominków,

otworów wentylacyjnych czy często otwieranych drzwi i okien lub w pomieszczeniach, gdzie naturalnie panuje wysoka wilgotność.

Warunki środowiska podczas transportu rzadko bywają zbliżone do tych w pomieszczeniach. O ile krótki czas potrzebny do przewiezienia raczej nie spowoduje w obiekcie znaczących zmian wynikających z „nieidealnych” warunków środowiska (reakcja materiałów także jest rozciągnięta w czasie), o tyle dłuższe transporty mogą tworzyć takie ryzyko. Najistotniejszym zagrożeniem wynikającym z parametrów otoczenia jest szybki spadek temperatury. Schłodzone powietrze ma mniejszą zdolność do utrzymania wilgoci niż ciepłe. Skutkiem jest skraplanie się pary wodnej z powietrza na zimnych powierzchniach – w tym potencjalnie powierzchni obiektu lub materiałów do opakowania. Częściowo można zapobiec temu zjawisku przez rozszczelnienie opakowania umożliwiające cyrkulację powietrza oraz umieszczanie absorberów wilgoci w opakowaniu z obiektem. Do najłatwiej dostępnych i tanich należy żel krzemionkowy zapakowany w saszetki.

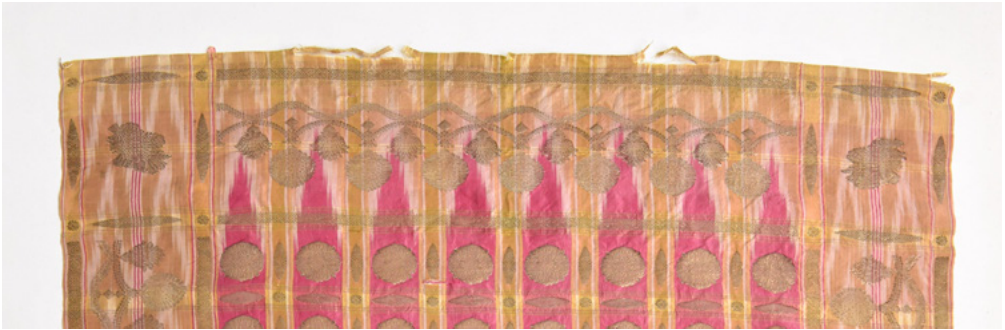
Ze względu na opisane zjawisko skraplania pary wodnej nie należy pakować tkanin na dłuższy czas w szczelne, nieprzepuszczalne materiały, takie jak folia – szczególnie do transportu, ale także do przechowywania. Nie tylko spadek temperatury jest jednak groźny – podwyższona wilgotność i temperatura pod plastikową folią są jednym z najgroźniejszych zagrożeń dla materiałów organicznych. Są to warunki sprzyjające rozwojowi grzybów, pleśni i bakterii oraz katalizujące reakcje rozpadu tkanin, nici, papieru i drewna czy korozji metali. Nie bez powodu arrasy wawelskie ewakuowane drogą morską do Kanady na czas II wojny światowej podróżowały w rozszczelnionych drewnianych skrzyniach.

2. Ekspozycja

Zaleca się unikanie ekspozycji pionowej, sugerując ułożenie tkanin na płasko, ewentualnie pod kątem do 30°. Należy mieć na uwadze, że im cieńsza tkanina (i w zależności od rodzaju włókien), a dekoracja cięższa (i rozmieszczona nierównomiernie na podłożu),

tym bardziej rozległe będą nieuniknione zniszczenia wynikające z ekspozycji pionowej. Z tego względu zalecenia muzealne mówią, żeby tkanina nie wisiała na ekspozycji dłużej niż trzy miesiące, aby odsunąć w czasie wystąpienie tych uszkodzeń.

Wiele tkanin, w tym wielkoformatowych, jest jednak z założenia przeznaczonych do zawieszania. Najczęściej popełniany błąd to przybijanie ich do ściany lub listew albo mocowanie haczyków, kółeczek, przebijając górną krawędź tkaniny, w dużych odstępach od siebie. Z czasem górna krawędź rozciąga się w tych punktach, utrwalając się w takim kształcie, otwory w miejscach przebicia powiększają się coraz bardziej, a pas tkaniny powyżej mocowania zaczyna się oddzielać pod ciężarem pozostałej części obiektu **IL. 1**. Usunięcie tego rodzaju uszkodzeń i deformacji bywa bardzo trudne albo niemożliwe w pełni.



il. 1 Typowe zniszczenia górnej krawędzi tkanin ekspozycyjnych w pozycji wiszącej – lokalne rozdarcia wzdłuż górnej krawędzi tkaniny

fot. Anna Konopko

Najbezpieczniejsze sposoby zawieszania opierają się na zasadzie równomiernego rozłożenia ciężaru wzdłuż górnej krawędzi. Najprostszy sposób to zaplanowanie „tunelu”, czyli fragmentu tkaniny stanowiącego bądź kontynuację podłoża obiektu, bądź oddzielnego pasa doszywanego do górnej krawędzi tkaniny, zaszytego w taki sposób, by można było wsunąć do środka listwę z zawieszkami mocowaną do ściany **IL. 2**. Taki system nie nadaje się jednak do wszystkich obiektów. Duże i ciężkie tkaniny wymagają współpracy kilku osób podczas wieszania, a jeżeli chce się „schować” listwę w taki sposób, by nie wystawała poza obiekt, konieczne może być nacięcie tunelu, żeby umożliwić przykręcenie haczyków lub zawieszek do listwy. Przechylenie obiektu w trakcie zawieszania może być

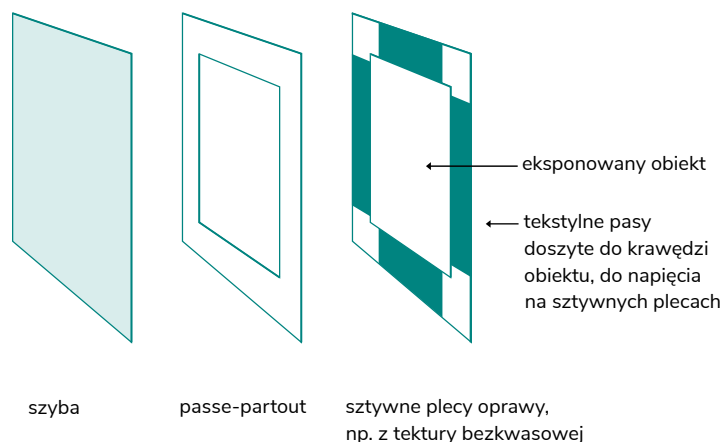


il. 2 Sposób ekspozycji pionowej na listwie wsuwanej w tekstylny „tunel” wzdłuż górnej krawędzi tkaniny

il. 3 Sposób ekspozycji pionowej z użyciem rzepu montowanego wzdłuż górnej krawędzi obiektu

niebezpieczne ze względu na ryzyko zsunięcia się tkaniny na jedną stronę listwy i powstania deformacji lub uszkodzeń. Alternatywny sposób, nieco bardziej skomplikowany, ale jednocześnie bezpieczniejszy, to przyszycie poliesterowego rzepu (miękkiej części) do górnej krawędzi tkaniny lub jej podszewki, jeżeli ją ma. Druga część rzepu (twarda, z haczykami) jest gęsto przybijana np. zszywkami do listwy z zawieszkami **il. 3**. W zależności od potrzeb można najpierw zawiesić listwę z rzepem i potem przyłączyć do niej tkaninę lub najpierw połączyć obie części i powiesić listwę z zamontowaną już tkaniną. Ten sposób jest stosowany przez muzea, ponieważ pozwala na szybkie i bezpieczne zdjęcie obiektu z ekspozycji w razie wystąpienia zagrożenia takiego jak pożar.

Mniejsze obiekty czasem eksponuje się, podobnie jak grafiki, w ramach typu passe-partout. W przypadku tkanin dekorowanych docięnięcie szybą może skutkować zniszczeniami takimi jak zgniecenie i spękanie warstwy malarskiej czy trwałe spłaszczenie wypukłych elementów. Najbezpieczniejszy sposób to doszycie do krawędzi dyskretnych pasów tkaniny, które pozwalają na



il. 4 Sposób montażu fragmentów tkanin bez krosien w passe-partout z „plecami” ze sztywnego podłoża

delikatne, równomierne napięcie tkaniny we wszystkich kierunkach i mogą być zamocowane do tekturowych „pleców” oprawy w sposób nieszkodzący dziełu, nawet taśmą dwustronną. Na awersie układa się passe-partout o takiej grubości, by szyba nie dotykała bezpośrednio obiektu, a nawet, w razie potrzeby, była w odpowiednim dystansie od dekoracji² IL. 4.

Warto mieć na uwadze, że niektóre rodzaje materiałów występujących w ramach lub gablotach mogą mieć negatywny wpływ na nasze tkaniny. Szczególnie niefortunnym połączeniem są szyby z polimerów takich jak akryl i tkaniny poliestrowe – gdy są w bliskim sąsiedztwie lub dotykają się, szybko dochodzi do wygenerowania statycznego ładunku elektrycznego, który oprócz zjawiska potocznie nazywanego „elektryzowaniem się” powoduje szybkie przyciąganie kurzu z powietrza.

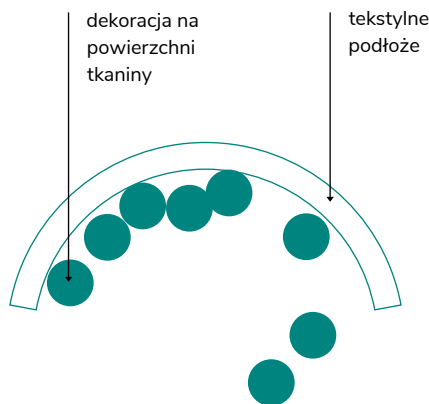
2 W niniejszej publikacji znajduje się szczegółowo opisujący rodzaje passe-partout i sposoby ich montażu rozdział autorstwa Doroty Dzik-Kruszelnickiej: *Jak bezpiecznie eksponować i przechowywać prace na papierze*.

3. Przechowywanie i transport

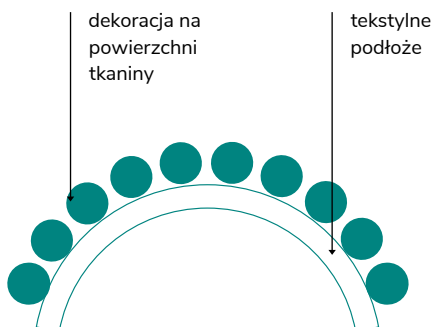
Optymalnym sposobem przechowywania tkanin z jednostronną dekoracją jest zawsze ułożenie ich płasko, dekoracją do góry. Najlepiej osłonić je od spodu i z wierzchu cienkim papierem bezkwasowym. Jest dostępny w sklepach konserwatorskich, ale równie dobrym (i tańszym) źródłem są hurtownie akcesoriów cukierniczych. Obiekty mogą być ułożone np. w szafie z szufladami czy wysuwanymi półkami lub w pudełku. Pudełka najwyższej jakości produkowane są z wytrzymałej tektury bezkwasowej. Kartony z tektury falistej nie są dobrym rozwiązaniem jako stały sposób przechowywania – jest ona produkowana z niskiej jakości zakwaszonego ścieru drzewnego, z którego wydzielają się szkodliwe dla tkanin komponenty chemiczne. Można zastosować je tymczasowo, na czas transportu, jednak profesjonalne pudełko z mocnej tektury bezkwasowej może służyć zarówno do przechowywania, jak i przewożenia obiektów.

Wielkoformatowe tkaniny siłą rzeczy nie mogą być przechowywane na płasko. Bardzo szkodliwym rozwiązaniem jest składanie ich w kostkę. Wzdłuż linii zgięć zarówno podłoże, jak i dekoracja ulegają szybkiemu zniszczeniu. Najszybciej uszkodzone zostają części obiektu znajdujące się na wierzchu, jako pierwsze ulegając przebarwieniom i zabrudzeniu. Części w środku są sfalowane i zgniecione. Jedynym bezpiecznym sposobem przechowywania i transportu dużych tkanin jest nawinięcie ich na wałek, jednak musi być to wykonane w przemyślany sposób.

Tkaniny z dekoracją po jednej stronie niezależnie od jej techniki wykonania – haft, malowidło, runo kobierca i inne – zawsze powinny być nawijane na wałek dekoracją do zewnątrz, choć mogłoby wydawać się, że lepiej jest „chronić” ją poprzez ułożenie awersu do wewnątrz. Aby zrozumieć ryzyko wynikające ze zwijania dekoracją do wewnątrz, należy myśleć o niej jako o warstwie. Nawet bardzo cienko, laserunkowo położona farba wciąż formuje warstwę na powierzchni tekstylnego podłoża, a z pewnością jest nią grube malowidło czy wielowarstwowy haft. W trakcie nawijania na wałek strona zewnętrzna ulega rozciągnięciu, a wewnętrzna ściśnięciu.



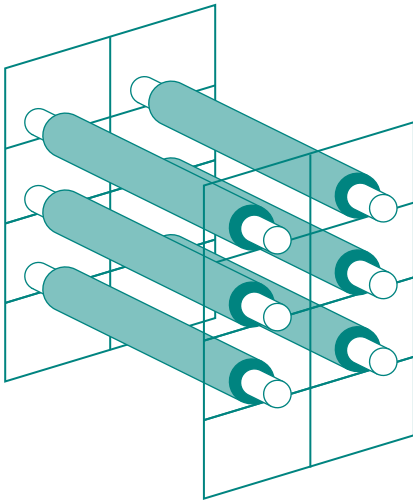
il. 5 Tkanina z wypukłą dekoracją po jednej stronie – przekrój podczas zwijania dekoracją do wewnątrz



il. 6 Tkanina z wypukłą dekoracją po jednej stronie – przekrój podczas zwijania dekoracją do zewnątrz

Oznacza to, że wszystkie „warstwy” po stronie wewnętrznej także są ściskane, kruszą się i deformują, przez co osłabione elementy dekoracji, takie jak łuski spękanej warstwy malarskiej, mogą odspoić się od podłoża [il. 5](#). Z kolei na „rozciągany” rewersie będą odsuwać się od siebie, co pozornie wydaje się być szkodliwym efektem – jest jednak dokładnie odwrotnie, ponieważ dzięki temu krawędzie łusek czy innych części dekoracji nie napierają na siebie i nie oddzielają od podłoża [il. 6](#). Swobodnie ułożone, po rozwinięciu tkaniny, wracają na swoje pierwotne miejsce, a ich krawędzie są nieuszkodzone.

Tkaniny z dekoracją występującą tylko miejscowo stanowią większy problem. Ponieważ nie da się ich nawinąć równomiernie, niezbędne może być zastosowanie lekkich wypełnień w partiach bez dekoracji, np. fragmentów tkanin odpowiedniej grubości, aby wyrównać wysokość wszystkich części dzieła. Dobrą praktyką jest zwijanie tkanin na wałek razem z przekładką. W przypadku obiektów wyłącznie tekstylnych takich jak tkaniny farbowane czy haftowane nićmi tekstylnymi odpowiednia może być przekładka z cienkiej tkaniny (np. bawełnianej) lub z papieru bezkwasowego. Dzięki niej powierzchnia haftu nie zaczepia się i nie ociera o rewers tkaniny. Dla tkanin z warstwą malarską lub inną dekoracją stanowiącą twardą warstwę, także przy obecności elementów metalowych, drewnianych i tym podobnych, odpowiedniejszy będzie papier bezkwasowy, o który te części mogą się zahaczać.



il. 7 Optymalny sposób przechowywania wielkoformatowych tkanin z dekoracją po jednej stronie, nawijanych na wałki

Najlepiej całość na koniec owinąć cienką, oddychającą tkaniną. Wałka z nawiniętym obiektem nie wolno stawiać pionowo lub pod kątem większym niż 30° . W idealnych warunkach magazynowych wałki są dłuższe niż nawinięty obiekt o przynajmniej 10 cm z każdej strony i końcówki wałka są oparte lub zawieszono na stojakach **IL. 7**, dzięki czemu obiekt nie leży jedną stroną na ziemi, a dekoracja nie zgnięta się i nie deformuje.

Na czas transportu wyjątkowo można stosować plastikowe folie (w tym bąbelkową), gąbki lub pianki, jeżeli są niezbędne do prawidłowego ustabilizowania obiektu, zapobiegania jego przesuwaniu się lub równomiernego rozłożenia ciężaru wałków z tkaninami, i jeśli zostaną usunięte jak najszybciej po przewiezieniu obiektu w miejsce docelowe.

Literatura uzupełniająca

Słomka-Groń, N., *Wybrane zagadnienia dotyczące zasad postępowania z obiektami tekstylnymi*, [w:] Biedrzycka, A. (red.), *Opieka nad obiektami muzealnymi*, Warszawa–Kraków 2016, s. 29–34.

9

DOROTA DZIK-KRUSZELNICKA

**Podłoża papierowe.
Wskazówki dotyczące
bezpiecznego ekspozowania
i przechowywania prac**

Odpowiednie przechowywanie i ekspozycja prac na papierze mieści się w dwóch kluczowych zarówno dla artystów, jak i konserwatorów obszarach – **prewencji i percepcji**.

Prawidłowe przechowywanie oprawionych bądź nieoprawionych dzieł nie tylko spowalnia wewnętrzne i zewnętrzne czynniki starzenia, ale także zabezpiecza zasadniczo nietrwałą materię przed uszkodzeniami mechanicznymi. Nieuchronną degradację papieru może determinować sam proces produkcji i skład papieru bądź niekorzystne oddziaływanie mediów użytych w procesie twórczym, jak również późniejsze niewłaściwe warunki przechowywania – temperatura i wilgotność, światło, zanieczyszczenia powietrza czy inne przyczyny natury biologicznej. Przykrymi konsekwencjami tego stanu rzeczy może być utrata właściwości wytrzymałościowych i żółknięcie zakwaszonego papieru, zmiany wymiarowe lub kolorystyczne.

Jak tego uniknąć?

Kilka zasadniczo prostych działań prewencyjnych jest w stanie zapewnić pracom na papierze długoterminową stabilność.

Właściwy sposób przechowywania i eksponowania prac nie tylko gwarantuje bezpieczeństwo, ale także może zmienić ich percepcję. Wielość form oprawy stawia twórcę przed koniecznością wyboru odpowiedniego wariantu, dając jednocześnie wyjątkową szansę ukrycia bądź zaakcentowania tego, co uzna za słuszne. W tym znaczeniu rzutuje na postrzeganie/odbiór wizualny pracy.

Rozwiązań jest kilka. Poniższy rozdział przybliży techniczne i technologiczne aspekty problemu.

1. Bezpieczne materiały i formy oprawy

1.1. Materiały

Materiały przeznaczone do bezpośredniego kontaktu z dziełem powinny być bezpieczne. W kontekście wspomnianej wyżej wrażliwości papieru w niekorzystnych bądź zmiennych warunkach otoczenia bezpieczeństwo wiążemy z chemiczną stabilnością i trwałością.

Co to oznacza?

Oprócz konieczności zachowania odpowiednich i – co najważniejsze – stabilnych parametrów wilgotnościowo-temperaturowych (najlepiej w przedziale temperatur $15 \pm 2^\circ\text{C}$ i wilgotności względnej $45 \pm 5\%$) kluczowe znaczenie ma jakość użytych materiałów. Papier, karton lub tektura wytwarzane są z mas włóknistych, dawniej pozyskiwanych z bawełny, konopi czy lnu, zaś obecnie najczęściej z drewna. Masy te mogą zawierać łatwo utleniającą się i żółknącą ligninę oraz reaktywne hemicelulozy, dlatego też wyłącznie zawartość czystej celulozy gwarantuje odpowiednią jakość papierowych materiałów. Do niepożądanych pozostałości procesu produkcji zalicza się również utleniacze (nadtlenki), reduktory (tiosiarczany) czy jony żelaza i miedzi. Wykluczyć też należy fluorescencyjne rozjaśniacze optyczne, zaś wszystkie użyte podczas wytwarzania dodatki – kleje, barwniki i pigmenty czy wypełniacze – muszą pozostać bezpieczne. Szalenie istotny jest odczyn papieru bliski wartościom neutralnym (pH około 7–9,5). Niższe pH świadczy o obecności degradujących celulozę substancji kwaśnych, natomiast zbyt wysoki odczyn może mieć destrukcyjny wpływ na wrażliwe pigmenty czy barwniki.

Brzmi nieprzystępnie?

Szczęśliwie jakość komercyjnie dostępnych papierów, kartonów czy tektur określana jest przez producentów i gwarantowana międzynarodowymi normami (ISO 9706 lub ISO 11108 oraz ISO 16245). Wybierając materiały oznaczone jako „trwałe” bądź „archiwalne”

(wytrzymałe papiery głównie z bawełnianych, konopnych bądź lnianych włókien), zapewniamy swoim pracom zasłużone bezpieczeństwo, wyświadczając im tym samym największą przysługę. Podobnie doskonałą jakością odznaczają się niektóre tradycyjnie wykonane, czyste chemicznie, długowłókniste papiery japońskie.

Należy również pamiętać, że pewne restrykcje dotyczą także pozostałych stosowanych w oprawie elementów: klejów i innych tworzyw (np. folii). Podobnie powinny spełniać wymóg wytrzymałości, trwałości i neutralnego pH, zaś w przypadku bezpośredniego łączenia ich z pracą trzeba uwzględnić możliwość późniejszego bezpiecznego oddzielenia.

1.2. Formy oprawy

Zabezpieczenie do przechowywania

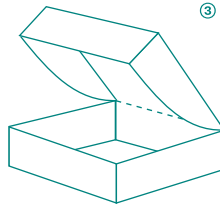
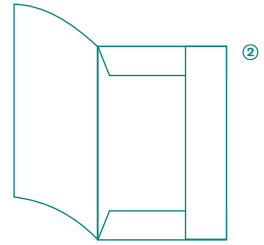
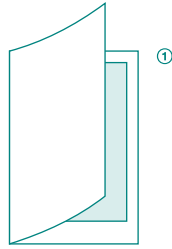
Prace przeznaczone wyłącznie do przechowywania wystarczy należycie zabezpieczyć. Oprócz zapewnienia stabilnych warunków oznacza to ograniczenie dostępu światła i zanieczyszczeń. W praktyce taką funkcję pełni papierowa obwoluta. W stosunkowo prosty sposób można wykonać ją samodzielnie poprzez umieszczenie pracy w złożonym na pół arkuszu papieru, obejmującym format obustronnie **IL. 1.1**. Jeszcze lepsze rozwiązanie stanowi obwoluta czterokłapkowa, szczelnie zabezpieczająca wszystkie krawędzie przed wnikaniem szkodliwych substancji **IL. 1.2**. Tak opakowaną pracę należy przechowywać w pozycji poziomej, najlepiej w pudle ochronnym **IL. 1.3**, szufladzie bądź na półce szafy. W przypadku obiektów składowanych w stosie zalecane jest przełożenie tekturami po oszacowaniu, czy zadany ciężar nie spowoduje uszkodzeń mechanicznych **IL. 1.4**. Trzeba wspomnieć, że wszystkie użyte do zabezpieczenia prac materiały powinny być odpowiedniej jakości [patrz podrozdział. 2.1].

Przygotowanie do ekspozycji

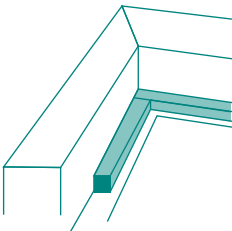
Odpowiednia oprawa w ramę z szybą i zabezpieczonym odwrócić zapewnia dodatkową ochronę dzieł na papierze. Przygotowanie do ekspozycji stawia artystę przed złożonymi zagadnieniami. Dokonując wyboru formy oprawy, należy odpowiedzieć na kilka

il. 1

- ① obwoluta
- ② obwoluta czterokłapkowa
- ③ pudło szczękowe
- ④ stos z tekturami



zasadniczych pytań. Pokazujemy pracę w całości czy przysyłamy jej krawędzie? Jak duże fragmenty postanawiamy przykryć i dlaczego? Jaki kolor podłoża bądź okalającego pracę okienka będzie najbardziej korzystny? Jaka formę passe-partout wybrać? I wreszcie, jak ma wyglądać profil i kolor ramy? Końcowy efekt wizualny oprawy stanowi wypadkową naszych decyzji i wpływa na percepcję dzieła. Pozostawiając kwestię estetyki (form i kolorów) do osobnej dyskusji, należy podkreślić wagę świadomych i – co najważniejsze – bezpiecznych dla dzieł rozwiązań.

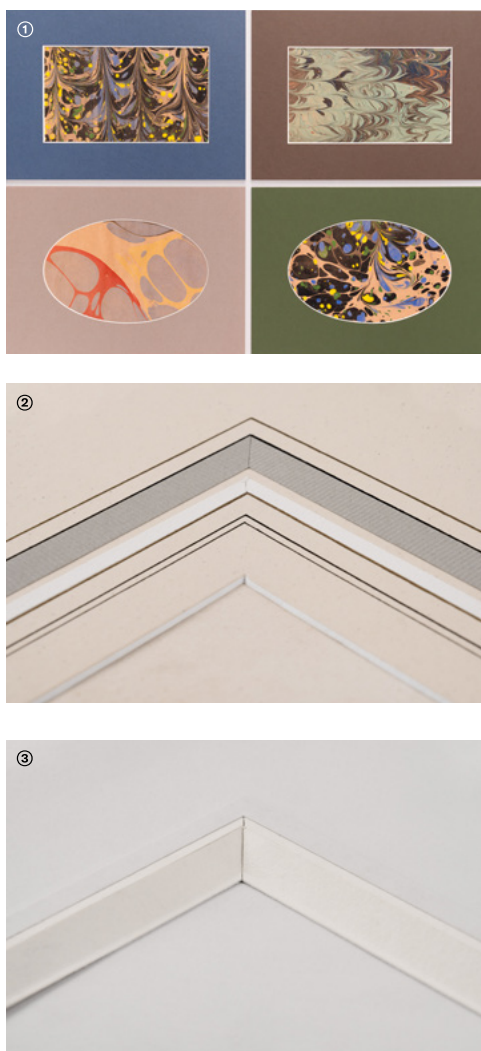
il. 2 Dystans w felcu ramy


W przypadku eksponowania prac w ramie bez passe-partout zasadniczym warunkiem gwarantującym ochronę papieru wraz z dodatkowymi warstwami (np. rysunkowymi, malarskimi i innymi) jest zastosowanie dystansu pomiędzy szybą bądź pleksi a powierzchnią dzieła **IL. 2**. Brak dystansu może spowodować nieodwracalne zniszczenia wrażliwych warstw barwnych i samego podłoża. Prawidłowo umieszczony w felcu ramy dystans jest dla odbiorcy praktycznie niewidoczny. Należy dobrać odpowiednią wysokość tekturowego dystansu, aby wypukłości wynikające z trójwymiarowości powierzchni pracy nie dotykały szyby, oraz właściwą, nieco węższą od felcu, szerokość. Dystans w kolorze korespondującym z ramą bądź kolorem podłoża, na którym umieszczamy pracę,

będzie mniej widoczny niezależnie od kąta patrzenia. Najlepiej jest wkleić tekturowy dystans bezpośrednio w felc ramy, wykorzystując syntetyczny klej dyspersyjny na bazie akrylu (przeznaczony do papieru i archiwaliów) bądź inne dobrej jakości spoiwo.

Oprawa w passe-partout stanowi bezpieczną formę, ponieważ tektura okalającego prace okienka zapewnia naturalny dystans pomiędzy szybą/pleksi a dziełem. W dobranej kolorystycznie i do formatu ramy tekturze odpowiedniej jakości [patrz: rozdz. 2.1], wyznaczamy okienko w pozycji horyzontalnej lub wertykalnej (w zależności od orientacji pracy). Pamiętajmy o zachowaniu równych marginesów bocznych, zaś kalkulacja górnego marginesu względem dolnego powinna wynosić 45 do 55%. Samo wycięcie okienka pod kątem 45° wymaga pewnej wprawy, możemy także skorzystać z gotowych, komercyjnie dostępnych produktów bądź usługi.

Form passe-partout jest wiele – od podstawowych wersji w prostokątnym albo owalnym kształcie [IL. 3.1](#), po bardziej złożone, historyczne wariacje typu francuskiego [IL. 3.2](#) czy wiedeńskiego [IL. 3.3](#). Wybierając kolor passe-partout, można rozważyć barwy neutralne dla odbioru dzieła lub wzmocnienie/zaakcentowanie wybranego waloru pracy wytypowanym kolorem.



il. 3 Różne typy passe-partout: ① zwykłe, ② detal narożnika passe-partout typu francuskiego i ③ wiedeńskiego. Ćwiczenia wykonane w Pracowni Techniki i Technologii Oprow WKiRDS ASP w Warszawie

fot. Adam Palenta

2. Jak wykonać bezpieczny montaż?

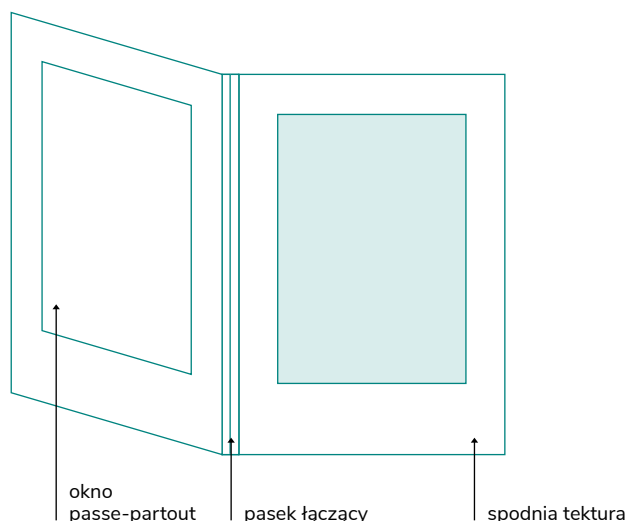
2.1. Konstrukcja bezpiecznego passe-partout

Podstawowo oprawa w passe-partout składa się z trzech elementów: okienka passe-partout, spodniej tektury, do której montujemy pracę, i paska łączącego **il. 4**. Należy pamiętać o jakości wybranych materiałów, szczególnie tektur bądź kartonów, które mają bezpośredni kontakt z pracą. Dobra wytrzymałość mechaniczna i elastyczność cechuje pasek wykonany z płótna (z wykorzystaniem spoiwa klejstrowego, patrz: 3.2.1) lub gotowe samoprzylepne, bezkwasowe taśmy, np. bawełniane.

2.2. Sposoby montażu

Kolejnym zasadniczym krokiem jest montaż pracy w oprawie. Dysponujemy możliwością połączenia obiektu z podłożem (spodnią tekturą, kartonem) z i bez użycia spoiwa, a sam wybór metody powinien być dobrze przemyślany.

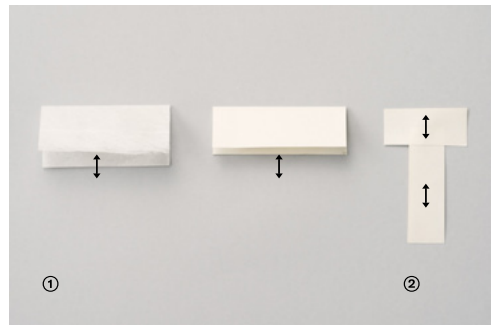
il. 4 Schemat oprawy pracy w passe-partout





il. 5 Przygotowanie papierowych zawiasów – rodzaje cięcia papieru: ① water-cut i ② cięcie ostrym narzędziem

fot. Adam Palenta



il. 6 Typy papierowych zawiasów z uwzględnieniem kierunku papieru: ① typ v i ② typ t

fot. Adam Palenta

Montaże z użyciem spoiwa

Montaż z użyciem spoiwa jest powszechny, a prawidłowo wykonany gwarantuje wytrzymałość, umożliwi eksponowanie całej pracy, łatwy dostęp do odwrotcia i co najważniejsze – zależnie od wybranej opcji może być całkowicie niewidoczny dla odbiorcy. Jego ujemną stroną jest konieczność doklejenia elementów montażowych w postaci papierowych pasków, co należy wykonać umiejętnie z wykorzystaniem przeznaczonych do tego materiałów, które w razie potrzeby ułatwią oddzielenie elementów bez strat dla pracy.

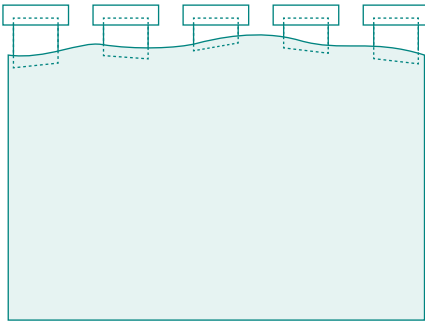
Paski najlepiej wykonać z mocnego, długowłóknistego papieru japońskiego lub innego dobrej jakości papieru. Należy dobrać gramaturę do ciężaru obiektu i zdecydować o wielkości papierowych zawiasów, ich liczbie oraz rozmieszczeniu punktów mocowania przy górnej krawędzi pracy. Kluczowe jest też symetryczne rozłożenie zawiasów, dostosowane do naprężeń wynikających z ciężaru dzieła. Paski można wyciąć w sposób klasyczny bądź posłużyć się techniką cięcia wodnego i wykorzystać powstałą rozwłóknioną krawędź, która łatwiej „wtapia się” w klejone struktury

IL. 5. Wycinając papierowe zawiasy, trzeba także uwzględnić kierunek papieru (maszynowy papier zrolowany zgodnie z kierunkiem włókien będzie mniej sprężysty niż w poprzek kierunku).

Jako spoiwo najlepiej wykorzystać klajster z oczyszczonej skrobi pszennej (np. Definol) połączonej z wodą w odpowiedniej proporcji (15 g skrobi + 120 ml wody daje średniogęstą konsystencję, którą można zmieniać, zmniejszając lub zwiększając udział skrobi), następnie zagotowanej, wystudzonej i przecedzonej. Po zaaplikowaniu klajstru za pomocą pędzla i połączeniu klejonych powierzchni, należy pozostawić je do wyschnięcia. Delikatne obciążenie pozwoli uniknąć niepożądanych odkształceń, zaś na czas schnięcia dobrze jest zabezpieczyć klejoną płaszczyznę dodatkową tekturą i gładką włókniną poliestrową umieszczoną od strony obiektu.

Papierowe paski dają nam kilka możliwości montażu.

Możemy wykonać zawiasek typu *v*, wklejając złożony papierowy pasek przy krawędzi obiektu w taki sposób, że jedna jego część połączona jest z odwrociem pracy, zaś druga doklejona do kartonu/tektury podłoża [IL. 6.1](#). Umożliwia to dostęp do odwrocia pracy, wymaga jednak przykrycia krawędzi okienkiem *passé-partout*, ponieważ pozostałe trzy krawędzie obiektu pozostają luzem. Innym wyjściem, umożliwiającym wyeksponowanie krawędzi, jest zamontowanie dodatkowo w dolnych narożnikach poliestrowych paseczków [POR. IL. 9](#).



[il. 7](#) Zawias typu *t* (ang. *t-hinge*)

Kolejną możliwością są zawiaski typu *t*. Wykonuje się je z dwóch pasek papieru, z których jeden doklejony jest do krawędzi obiektu, zaś drugi, ułożony poprzecznie względem pierwszego, doklejony jest do kartonu/tektury podłoża [IL. 6.2](#). Regulacja długości pierwszego paska umożliwia w tym wariantcie bezpieczny montaż obiektów o nieregularnych krawędziach bądź nietypowym kształcie. Stabilizujemy krawędzie pracy, zakrywając je okienkiem *passé-partout* [IL. 7](#).

Inną opcją jest dodanie papierowych pasek rozmieszczonych symetrycznie po

obwodzie pracy. Następnie papierowe paski należy przepleść przez nacięcia wykonane w kartonie/tekturze podłoża i dokleić do odwrocia kartonu/tektury **IL. 8**. Ten wariant umożliwia wyeksponowanie całej pracy wraz z krawędziami.

Innym ciekawym wariantem jest doklejenie do górnej krawędzi odwrocia zawiasków typu v, połączenie ich z kartonem/tekturą podłoża oraz dodanie do pozostałych krawędzi wymaganej liczby paseczków z delikatnego papieru japońskiego. Szlachetny, półprzezroczysty charakter tego materiału pozwoli na wyeksponowanie krawędzi przy jednoczesnym ustabilizowaniu pracy dzięki przyściśnięciu pasków okienkiem *passé-partout*.

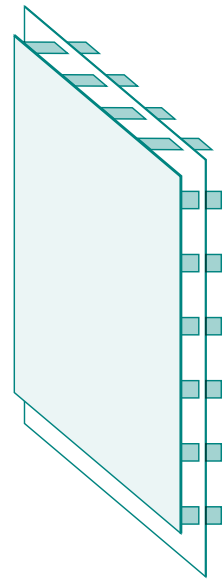
Montaż bez użycia spoiwa

Możliwy jest także montaż pracy bez użycia spoiwa. Takie rozwiązanie wymaga wykorzystania komercyjnie dostępnych przezroczystych poliestrowych pasków lub narożników, które można przycinać na dowolną szerokość. Montaż widoczny jest w narożniku pracy w postaci połyskującego paseczka tylko pod określonym kątem **IL. 9**. To rozwiązanie umożliwia zarówno wyeksponowanie, jak i przykrycie krawędzi oknem *passé-partout*.

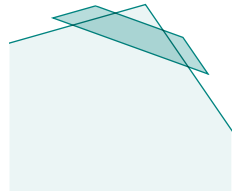
Również w stosunkowo łatwy sposób można wykonać tzw. suchy montaż, umieszczając pracę w uprzednio wykonanej na wymiar obwolucie przytrzymującej arkusz zagięciami przy dolnym i bocznych marginesach **IL. 10**. Pozwala to na swobodne wsuwanie i wysunięcie obiektu górną, otwartą częścią obwoluty, której zewnętrzna część pozostaje wklejona do kartonu/tektury podłoża. Taki montaż wymaga przykrycia krawędzi dzieła.

3. Montaż w ramę

Ostatni etap procesu stanowi montaż oprawionej pracy w ramę **IL. 11**. Prace na papierze bezwzględnie powinny być eksponowane w ramie z szybą bądź pleksi. Dostępne są produkty różnej jakości, natomiast najbezpieczniejsze cechuje niskorefleksyjność, właściwości antystatyczne i zastosowanie filtrów UV.



il. 8 Inne metody montażu z wykorzystaniem papierowych pasków

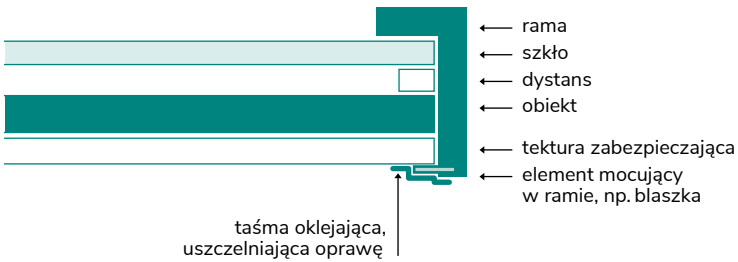


il. 9 Montaż z wykorzystaniem poliestrowych narożników

il. 10 Tzw. suchy
montaż

fot. Adam Palenta





il. 11 Schemat bezpiecznego montażu oprawionej pracy w ramę

Niezależnie od wybranego wariantu oprawy – z dystansem bez passe-partout **IL. 2** bądź w passe-partout **IL. 4** – odwrocie pracy należy zabezpieczyć dodatkową tekturą plecową. Tekturę stabilizujemy w ramie za pomocą nierdzewnych blaszek mocujących i następnie uszczelniamy odwrocie, zaklejając przestrzeń pomiędzy krawędzią listwy ramy a krawędzią tektury plecowej z wykorzystaniem bezkwasowej taśmy papierowej, pokrytej aktywowanym wodą spoiwem.

Podsumowanie

Powyższy rozdział prezentuje jedynie wybrane warianty z szerokiego spektrum możliwych rozwiązań. Oprawa zapewnia stabilizację mechaniczną, zaś wspomniane wyżej stałe warunki wilgotnościowo-temperaturowe stanowią jeden z kluczowych elementów prewencji.

Prace na papierze należy przechowywać w pozycji poziomej, najlepiej bez dostępu zanieczyszczonego powietrza. Ważne, aby wykluczyć światło słoneczne, które przyspiesza starzenie i może nieodwracalnie zmienić kolorystykę dzieł. Eksponowaniem rządzą zasadniczo podobne wymogi. Warto też systematycznie przeglądać prace, aby w razie niepokojących zmian móc w porę interweniować.

10

MONIKA SUPRUNIUK

**Przechowywanie i wystawianie
analogowych materiałów
fotograficznych.**

Krótki przewodnik dla artystów

W dzisiejszych czasach większość fotografii wykonuje się cyfrowo, jednak niektórzy artyści wciąż preferują tradycyjne procesy fotograficzne lub wykonywanie odbitek zdjęć cyfrowych. Fotografia analogowa opiera się na zastosowaniu negatywu fotograficznego, który po naświetleniu musi zostać wywołany i utrwalony. Choć wymaga to więcej pracy niż w przypadku fotografii cyfrowej, dla niektórych artystów samo wykonywanie i manipulowanie obróbką laboratoryjną stanowią dodatkową wartość. Natomiast przenoszenie zdjęć cyfrowych na papier może odbywać się na różne sposoby i z wykorzystaniem różnych technologii, np. druku laserowego lub atramentowego. Trwałość wydruków zależeć będzie przede wszystkim od konkretnych decyzji podjętych przez artystę na etapie procesu twórczego.

Oprawienie, wystawienie i przechowywanie fotografii i negatywów może prowadzić do niekorzystnych zmian, takich jak blaknięcie, żółknięcie czy kruchość. Celem niniejszego przewodnika jest pomoc w zrozumieniu, dlaczego fotografie i negatywy ulegają zniszczeniu oraz jakie odpowiednie praktyki oprawiania, wystawiania i przechowywania mogą przyczynić się do zachowania ich w jak najlepszym stanie.

1. Analogowe materiały fotograficzne

Analogowe materiały fotograficzne i filmowe, powszechne przed erą cyfrową, są wciąż wykorzystywane przez artystów, którzy cenią sobie ich unikatowe właściwości i efekty wizualne.

Oto przykłady analogowych materiałów fotograficznych:

- **Negatywy fotograficzne**, zwane również filmami, błonami, celuloidami lub kliszami, to przezroczyste materiały, na których rejestruje się obrazy za pomocą aparatu fotograficznego. Zapisany na negatywie obraz jest odwrócony w porównaniu z rzeczywistym obrazem, a w obróbce laboratoryjnej negatyw wykorzystywany jest do naświetlania odbitek fotograficznych, zazwyczaj na papierze fotograficznym. Najpopularniejsze

negatywy składają się z cienkiej warstwy emulsji (czarno-białej lub barwnej) zwykle umieszczonej na przezroczystym podłożu z tworzywa sztucznego lub szkła.

- **Papiery fotograficzne** (nazywane odbitkami, zdjęciami, fotografiami) służą do wywoływania zdjęć z negatywów lub do naświetlania ich bezpośrednio. Na odbitkach powstaje obraz pozytywowo, zgodny z obrazem rzeczywistym. Papiery pokryte emulsją światłoczułą są naświetlane i następnie poddawane obróbce w ciemni. Składają się z dwóch głównych warstw: emulsji i papierowego podłoża.
- **Diapozytywy** (potocznie nazywane slajdami) to przezroczyste, pojedyncze klatki obrazu w formacie 35 mm. Zazwyczaj są umieszczane w plastikowych ramkach i wyświetlane w powiększeniu przy użyciu przeznaczonych do tego projektorów.
- **Fotografie wykonane w technikach alternatywnych** (historycznych), takich jak cyjanotypia, ambrotypia, kolodion, papier solny, guma itp., są wykonywane z różnych materiałów w zależności od konkretnej metody **IL. 1.**

il. 1 Fotografia wykonana w technice ferrotypii



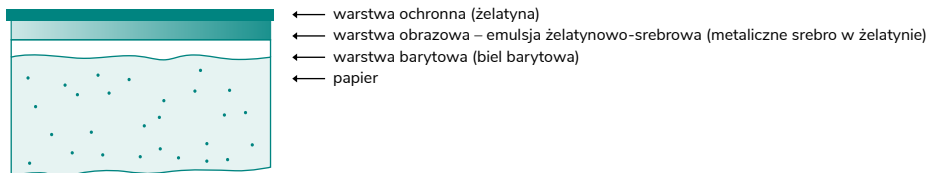


Materiały fotograficzne to skomplikowane obiekty składające się z wielu warstw, z których najważniejsze to podłoże z papieru lub polimeru oraz emulsja zawierająca metaliczne srebro lub barwniki. W przypadku negatywów podłoże z emulsją może być połączone cienką warstwą zespalającą, a także posiadać warstwę ochronną i przeciwodblaskową, która dodatkowo spełnia funkcje przeciwzwiązającą i antystatyczną. W przypadku odbitek fotograficznych podłoże jest zazwyczaj wykonane z papieru lub papieru powleczonego polietylenem, a między emulsją a podłożem może znajdować się warstwa barytowa. Emulsję przed zarysowaniem zabezpiecza warstwa ochronna. Warto pamiętać, że wszystkie warstwy wpływają na trwałość i jakość materiałów fotograficznych i filmowych **IL. 2.**

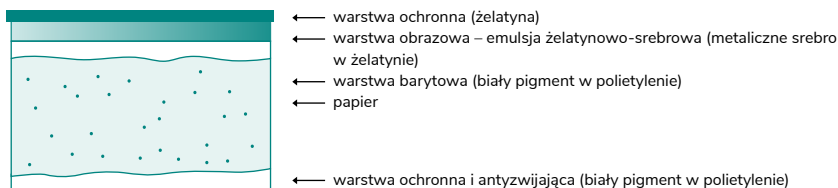
Poprawna identyfikacja techniki wykorzystanej do wykonania analogowych materiałów fotograficznych jest kluczowa dla właściwego doboru metod ich opracowania, wystawiania oraz przechowywania. Fotografie i negatywy są najpopularniejsze i najbardziej reprezentatywne dla analogowych materiałów fotograficznych, dlatego w poniższym opracowaniu poświęcę im szczególną uwagę.

il. 2 Negatywy fotograficzne z czarno-białą żelatynowo-srebrną emulsją i podłożem z tworzywa sztucznego (octan celulozy)

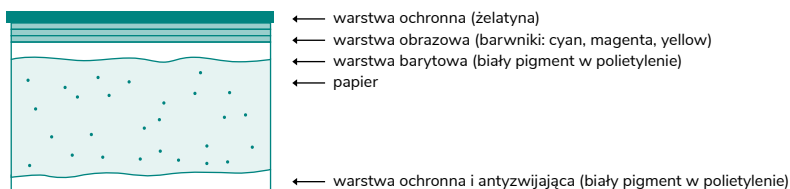
il. 3 Przekrój czarno-białej fotografii z warstwą barytową na podłożu papierowym



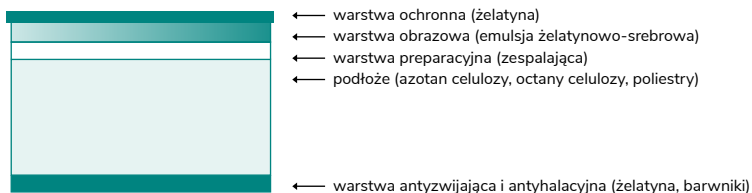
il. 4 Przekrój czarno-białej fotografii z warstwą barytową na podłożu polietylenowym (RC)



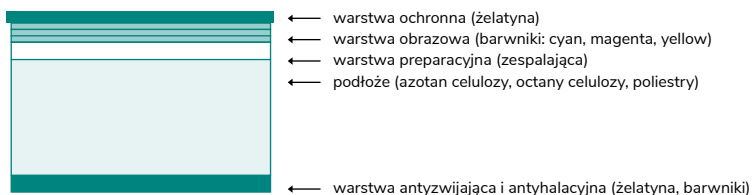
il. 5 Przekrój barwnej fotografii z warstwą barytową na podłożu polietylenowym (RC)



il. 6 Przekrój czarno-białego negatywu na podłożu z tworzywa sztucznego



il. 7 Przekrój barwnego negatywu na podłożu z tworzywa sztucznego



2. Co najbardziej szkodzi?

Powszechnie uważa się, iż fotografii oraz negatywom zagraża w pierwszej kolejności światło. Jednak warto zdawać sobie sprawę, że na ich kondycję wpływają także inne, równie niebezpieczne czynniki. Należy do nich zaliczyć m.in. działanie ciepła, zanieczyszczenia powietrza, wilgotność względną powietrza (wody) czy nawet wykorzystanie do ich przechowywania i ekspozycji niewłaściwych materiałów.

2.1. Światło

Szybkość degradacji fotografii zależy od dwóch właściwości światła: jakości i ilości. Jakość odnosi się do rodzaju światła – zarówno sztucznego (wolframowego, fluorescencyjnego), jak i słonecznego, podczas gdy ilość związana jest z jego intensywnością, czyli jasnością źródła światła. Barwa światła jest często skorelowana z jego jakością, np. światło wolframowe jest żółte, fluorescencyjne jest białe, a światło słoneczne zmienia kolor w zależności od pory dnia i pogody. Barwa wpływa na sposób i tempo degradacji fotografii¹, a światło o wyższej energii (takie jak niebieskie) może być bardziej szkodliwe dla zdjęć niż światło o niższej energii (takie jak czerwone). Ultrafiolet jest najbardziej szkodliwy, natomiast podczerwień może powodować nagrzewanie się zdjęć.

Oświetlenie wolframowe i fluorescencyjne to popularne rodzaje światła, które różnią się sposobem powstawania. Oświetlenie wolframowe (znane również jako żarówkowe) wytwarza światło poprzez przepływ prądu przez drucik wolframowy, który rozgrzewa się do bardzo wysokiej temperatury. Ma ciepłą barwę i stosowane jest głównie w warunkach domowych. Można wyróżnić kilka rodzajów oświetlenia wolframowego, takich jak standardowe żarówki, halogenowe i reflektorowe, które różnią się

¹ A Consumer Guide to Materials for Preservation Framing and the Display of Photographic Images, dostęp online: www.tinyurl.com/2ha8nhmz (28.2.2022).

dotatkowymi wkładami i obecnością lustra kierującego światło w jednym kierunku.

Oświetlenie fluorescencyjne to rodzaj oświetlenia, które wytwarza światło poprzez wzbudzenie gazów lub mieszaniny gazów, co powoduje emisję światła ultrafioletowego. To światło UV przechodzi przez pokrytą warstwą fosforu rurkę i zostaje przekształcone w światło widzialne. W porównaniu do oświetlenia wolframowego fluorescencyjne jest bardziej energooszczędne i ma chłodniejszą barwę. Jest powszechnie stosowane w oświetleniu biurowym, szkolnym i przemysłowym, a także w oświetleniu reklamowym i ulicznym.

W oświetleniu fluorescencyjnym można wyróżnić dwa główne rodzaje świetlówek: standardowe i kompaktowe. Standardowe świetłówki składają się z długiej, cienkiej rurki zgiętej w kształt litery U lub spiralnie. Natomiast świetłówki kompaktowe są mniejsze, ale mają podobną konstrukcję, co sprawia, że są idealne do stosowania w miejscach, gdzie nie ma wystarczającej ilości miejsca na zamontowanie standardowych świetlówek.

Oświetlenie fluorescencyjne LED emituje światło w różnych zakresach długości fal, w zależności od typu i koloru diody. Nie wszystkie diody LED emitują promieniowanie ultrafioletowe (UV), a te, które to robią, zwykle emitują tylko niewielką ilość UV. Ilość promieniowania UV emitowanego przez światło LED zależy od kilku czynników, takich jak typ diody LED, kolor emitowanego światła, jej moc i napięcie.

Wszystkie rodzaje światła (wolframowe, fluorescencyjne i słoneczne) zawierają różne ilości UV. Światło słoneczne zawiera najwyższe poziomy UV i jest najbardziej szkodliwe, następnie w kolejności są światło fluorescencyjne i wolframowe. UV może uszkodzić zdjęcia poprzez spowodowanie blaknięcia obrazu, żółknięcia i kruśnięcia papieru. Blaknięcie zdjęć może być wywołane zerwaniem wewnętrznych wiązań chemicznych cząsteczek barwnych, które tworzą obraz. Cząsteczki stają się bezbarwne i niewidoczne. Proces

ten nazywany jest fotolizą. Innym procesem, w którym UV powoduje blaknięcie obrazu, jest fotoutlenianie. UV wzbudza cząsteczki barwne, czyniąc je bardziej wrażliwymi na utlenianie. Jest to proces dwuetapowy (wzbudzenie–utlenianie), który zachodzi przy udziale UV i utleniacza.

Światło widzialne zwykle nie wywołuje fotolizy, ale wciąż może spowodować fotoutlenianie. Aby zmniejszyć uszkodzenia spowodowane przez to światło, warto umieszczać zdjęcia w słabo oświetlonych miejscach lub oddalać je od źródła światła.

Podczerwień, podobnie jak promieniowanie UV, występuje w różnej ilości w różnych rodzajach światła. Światło wolframowe i słoneczne mają więcej podczerwieni niż światło fluorescencyjne. Jak już wspomniano, energia podczerwona może nagrzewać zdjęcia, co odczuwalne jest np. poprzez ciepło szyby. To ciepło może spowodować wysuszenie fotografii i jej wypaczenie lub kurczenie się. Dodatkowo przyspiesza ono inne formy rozkładu. Czasami uszkodzenia spowodowane przez ciepło rozwijają się wolniej niż te powodowane przez promieniowanie UV lub światło widzialne, jednakże zawsze wystąpią one w pewnym stopniu, nawet jeśli użyte zostaną szkła ochronne przed promieniowaniem UV.

2.2. Ciepło

Fotografie i negatywy są bardzo wrażliwe na temperaturę, co oznacza, że mogą ulec zniszczeniu nawet w temperaturze pokojowej. Jednak większość materiałów fotograficznych jest stabilna, jeśli jest przechowywana w chłodnych lub nawet zimnych pomieszczeniach. Niestety, w przypadku fotografii prezentowanych na wystawach, gdzie panują warunki dostosowane do preferencji zwiedzających, niewiele możemy zrobić, aby temu zapobiec. W takich przypadkach jednym ze sposobów, aby zminimalizować ryzyko uszkodzenia, jest upewnienie się, że oświetlenie dodatkowo nie nagrzewa zdjęć.

2.3. Zanieczyszczenia powietrza

Szkodliwe działanie zanieczyszczeń powietrza może zaskoczyć nas swoim wpływem na fotografie i negatywy, objawiając się ich blaknięciem nawet w ciemności. Nie jest to zjawisko zależne od ekspozycji na światło, ale wynika z połączenia szkodliwych czynników, takich jak zanieczyszczenia powietrza, ciepło i wilgoć. Zanieczyszczenia te, jak np. ozon, tlenki siarki i azotu, a także substancje pochodzące z chemikaliów gospodarczych, sprzętu elektronicznego, farb i klejów są obecne w otoczeniu, szczególnie w dużych miastach. Ponadto niektóre rodzaje negatywów, np. wykonane na trójocianie celulozy, podlegają procesom chemicznego rozkładu z wystąpieniem charakterystycznego zapachu octu (tzw. syndromu octowego), co prowadzi do powstawania kwasu octowego i może przyczyniać się do uszkodzenia obrazu. W celu ochrony fotografii i negatywów przed tymi szkodliwymi czynnikami warto przechowywać je w chłodnych i suchych miejscach z minimalnymi poziomami zanieczyszczeń powietrza.

2.4. Wilgoć

Uszkodzenia wywołane wilgocią mogą przybierać różne formy. Jednym z najczęstszych i najbardziej szkodliwych jest adhezja, czyli przyklejenie gładkiej powierzchni, np. szyby, do powierzchni zdjęcia. W wysokiej wilgotności powietrza zewnętrznej warstwa wielu fotografii może zmięknąć i nabrać właściwości kleju, który spoi zdjęcie i szybę. Często niemożliwe jest wyciągnięcie zdjęcia bez jego uszkodzenia. Dlatego tak ważne jest zastosowanie dystansu, np. w formie passe-partout lub specjalnej ramy, aby zapobiec bezpośredniemu kontaktowi fotografii z szybą. Wysoka wilgotność może również sprzyjać rozwojowi pleśni. Pleśń jest nie tylko zagrożeniem dla fotografii, ale również dla naszego zdrowia. W takim przypadku najlepiej poprosić o pomoc konserwatora fotografii lub papieru.

2.5. Niskiej jakości materiały do oprawiania i opakowania

Nieodpowiednie materiały stosowane do opakowań lub oprawy fotografii mogą spowodować szereg uszkodzeń. Najczęściej za zniszczenia odpowiadają niskiej jakości papiery, tektury, drewniane elementy ram oraz niektóre kleje. Reakcje chemiczne wywołane przez wspomniane materiały, podobnie jak te związane z zanieczyszczeniem powietrza, często prowadzą do procesów utleniania, co może skutkować blaknięciem i przebarwieniem obrazu. Przykładowo w przypadku fotografii czarno-białych srebro może migrować na powierzchnię odbitki i powrócić do swojej pierwotnej, metalicznej postaci, co powoduje pojawienie się lustrzanego połysku na powierzchni emulsji (tzw. wysrebrzenia). Aby uniknąć takich zniszczeń, warto korzystać z materiałów i opraw wykonanych z wysokiej jakości bezkwasowych i bezchlorowych składników, które zapewnią odpowiednie warunki przechowywania dla fotografii.

2.6. Fotografie i negatywy ulegające samozniszczeniu

Niektóre materiały fotograficzne same mogą wydzielać szkodliwe gazy chemiczne, które powodują dalsze uszkodzenia. Takie reakcje nazywane są reakcjami autokatalitycznymi, ponieważ zdjęcie samo przyspiesza swój rozkład². Każde zdjęcie naświetlone na niskiej jakości papierze lub niestabilnym plastiku może ulec zniszczeniu i uwolnić substancje chemiczne, które następnie przyspieszą jego rozkład **IL. 8.**

3. Jak przechowywać fotografie i negatywy?

Fotografie i negatywy są narażone na różne rodzaje zniszczeń, w zależności od materiału, sposobu i warunków przechowywania. Dlatego ich przechowywanie wymaga odpowiedniego podejścia i troski, by można było cieszyć się nimi przez wiele lat. Aby wybrać

2 Hill, G. A., *Care of Plastic Film-based Negative Collections*, Ottawa 2020, dostęp online: www.tinyurl.com/53zkbmz9 (28.2.2023).



il. 8 Degradacja negatywów fotograficznych spowodowana autokatalityczną reakcją rozkładu tworzywa sztucznego

odpowiednie materiały do przechowywania fotografii i negatywów, warto kierować się wskazówkami przygotowanymi przez Międzynarodową Organizację Normalizacyjną (ISO), np. normami: ISO 18911:2010 *Imaging materials. Processed safety photographic films. Storage practices*, ISO 18920:2011 *Imaging materials – Reflection prints – Storage practices* czy ISO 18934:2011 *Imaging materials. Multiple media archives. Storage environment*.

Fotografie i negatywy najlepiej przechowywać w suchym i chłodnym miejscu, w którym nie będą narażone na promieniowanie UV i inne czynniki mogące spowodować zniszczenie³. Idealne miejsce to ciemna i sucha szafka lub szuflada. Zawsze trzeba unikać wilgotnych miejsc oraz kontaktu z wodą. Przechowywane w albumach są chronione przed uszkodzeniami mechanicznymi

3 Adelstein, P.Z., *IPI Media Storage Quick Reference*, Rochester 2009, dostęp online: www.tinyurl.com/ar38h8ry (28.2.2023).

oraz zniszczeniem. Warto jednak wybierać albumy wykonane z bezkwasowych materiałów i stabilnych chemicznie tworzyw sztucznych. Nie należy pozostawiać fotografii i negatywów na słońcu lub w pobliżu źródeł ciepła. Długotrwałe narażenie na światło słoneczne może prowadzić do utraty barw oraz blaknięcia obrazu. Dodatkowo ważne jest unikanie kontaktu z materiałami o silnych zapachach, jak np. farbami i klejami, co też uchroni fotografie przed przebarwieniem⁴.

Barwne fotografie i negatywy oraz materiały fotograficzne na przezroczystych podłożach z tworzyw sztucznych, w szczególności na bazie octanianu celulozy, są szczególnie narażone na zniszczenia spowodowane nieodpowiednimi warunkami przechowywania.

Po wyjęciu z ramy fotografie mogą być przechowywane na tekturowych podkładkach, na których są zamocowane. Aby zapewnić dodatkowe zabezpieczenie przed uszkodzeniem, należy wybrać podkładki wykonane z bezkwasowej tektury **IL. 9, 10**.

il. 9 Przykładowy sposób przechowywania negatywu

il. 10 Przykładowy sposób przechowywania fotografii

Zestawienie materiałów do przechowywania negatywów i oprawiania fotografii



Do opakowania materiałów archiwalnych stosuj tektury i papiery, które są:

- bezkwasowe,
- z czystej celulozy – bez ligniny,
- buforowane (papier), niebuforowane (fotografia),
- atestowane PAT.

Do opakowania materiałów archiwalnych stosuj tworzywa sztuczne, które są stabilne chemicznie:

- poliester,
- polipropylen,
- polietylen.



Najlepiej, jeśli nigdy nie będziesz stosować:

- taśm klejących typu „scotch”,
- metalowych spinaczy i zszywek,
- klejów o nieznanym składzie, np. w aerozolu, w tubce,
- laminowania,
- papieru „pergaminiowego”,
- papieru maszynowego,
- PVC (polichlorka winylu),
- CA (acetylcelulozy).

4 Reilly, J. M., Nishimura, D. W., Pavao, L., Adelstein, P. Z., *Photo Enclosures Research and Specifications*, „Topics in Photographic Preservation”, 3, 1989, s. 1–8, dostęp online: www.tinyurl.com/mfauunjb (28.2.2023).



4. Jak oprawić fotografię?

Przed rozpoczęciem procesu oprawiania należy podjąć decyzję, czy skorzystać z usług specjalisty zajmującego się oprawianiem dzieł sztuki, czy też wybrać gotowe ramy dostępne w sklepie i spróbować oprawić zdjęcia samodzielnie. Gotowe ramy, chociaż wygodne i często tańsze, zazwyczaj nie posiadają szkła z powłoką UV, co może wpłynąć na trwałość zdjęcia. Wiele z nich zawiera również elementy wykonane z kwaśnych kartonów zawierających ligninę, co może spowodować blaknięcie i zażółcenie obrazu. Jeśli brak informacji o składzie materiałów, należy założyć, że zawierają szkodliwe substancje.

Podczas dokonywania wyboru materiałów do oprawy fotografii najlepiej kierować się wskazówkami przygotowanymi przez Międzynarodową Organizację Normalizacyjną (ISO), np. normą ISO 18902:2013 *Imaging materials – Processed imaging materials – Albums, framing and storage materials*.

Sposobem na poznanie, czy materiały do oprawienia spełniły wymagania ISO, jest sprawdzenie, czy na opakowaniu produktu znajduje się stwierdzenie: „spełnia wymagania normy ISO 18902”. Niektóre materiały mogą posiadać oznaczenie: „posiada atest PAT”. Test aktywności fotograficznej (z ang. *Photographic Activity Test – PAT*) jest prostym testem używanym przez producentów do określenia, czy ich produkty spowodują blaknięcie lub żółknięcie fotografii. Mimo że to dobry wskaźnik, czy materiał nadaje się do oprawiania lub przechowywania zdjęć, to jeszcze lepiej, jeśli produkt spełnia także normę ISO 18902, która określa wiele innych wymagań niezbędnych do zapewnienia bezpieczeństwa.

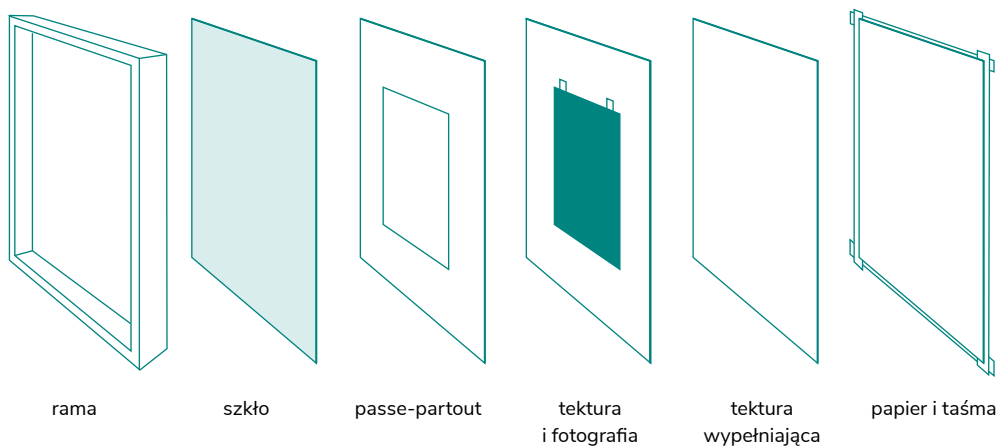
Istnieje wiele różnych określeń sugerujących, że dany produkt charakteryzuje się konkretną jakością, np. „bezkwasowy”, „archiwalny”, „jakość muzealna” czy „konserwatorski”. Często producenci stosują te terminy jako narzędzia marketingowe, dlatego ważne jest, abyśmy mieli pewność, że otrzymujemy produkt o jakości, jakiej oczekujemy.

5. Jak wybrać odpowiednią ramę do zdjęcia?

Ramy wykonuje się zwykle z drewna, plastiku lub metalu. Pełnią one nie tylko funkcję dekoracyjną, ale również chronią zdjęcie. Kluczowe jest wybranie odpowiedniej ramy, która będzie wystarczająco wytrzymała, szczególnie w przypadku zastosowania szklanej szyby. Najczęściej stosowane są ramy aluminiowe, ponieważ są chemicznie obojętne. Inne metale oraz drewno wymagają zabezpieczenia, mogą bowiem wydzielać szkodliwe substancje chemiczne. Wszystkie zabezpieczenia powinny przejść test PAT.

Norma ISO 18902 nakłada wymagania dotyczące materiałów papierowych i tekturowych, takie jak minimalne pH na poziomie 7 i brak ligniny. Nie zaleca się stosowania klejów w sprayu, taśm samoprzylepnych oraz montażu fotografii na ciepło, ponieważ są one trudne do usunięcia. Najlepszą opcją jest zastosowanie odwracalnej metody, która umożliwi łatwe wyjęcie zdjęcia z ramy, gdy będzie to konieczne. Przykładem takiej metody są narożniki z obojętnej tworzywa sztucznego lub wysokiej jakości papieru. Dla delikatnych i wartościowych fotografii najlepszym rozwiązaniem są zawiasy wykonane z bibuły japońskiej i kleju ze skrobi (tzw. klajstru). Profesjonalny ramiarz oraz konserwator fotografii lub papieru będą najlepszymi źródłami informacji w tym zakresie. Szyby do ramek fotograficznych mogą być wykonane ze szkła lub płyty plastikowej. Szkło jest odporne na zarysowania, ale ciężkie i kruche. Plastik jest łatwiejszy do zarysowania, ale lżejszy. Zarówno szkło, jak i plastik są dostępne z powłokami blokującymi promieniowanie UV. Norma ISO 18902 zaleca stosowanie szyb, które blokują co najmniej 97% promieniowania UV. Inne cechy, na które warto zwrócić uwagę, to powłoki antyrefleksyjne, neutralne kolorystycznie lub zwiększające odporność na zarysowania. Niektórzy producenci szyb dodają do swoich powłok barwniki, aby szyby wydawały się bardziej neutralne kolorystycznie, ponieważ szkło ma naturalnie lekko zielony odcień, który może wpłynąć na barwę zdjęcia. Oprawa fotografii składa się z kilku podstawowych elementów, które zostały przedstawione schematycznie poniżej [IL. 11](#).

il. 11 Elementy ramy



Przykładowe elementy ramy wraz z opisem ich przeznaczenia:

- rama – musi być wystarczająco mocna, aby utrzymać ciężar wszystkich pozostałych elementów oprawy i zdjęcia;
- szyba – może być szklana lub plastikowa (np. akrylowa lub poliwęglanowa), chroni fotografię przed kurzem i zanieczyszczeniami, a także filtruje UV;
- passe-partout – może być elementem dekoracyjnym, ale jego głównym zadaniem jest utrzymanie szyby z dala od powierzchni zdjęcia; innym sposobem na zachowanie dystansu między szybą a fotografią jest umieszczenie dystansów przy krawędziach ramy w taki sposób, aby jej rant przysłaśniał wypełnienie;
- tekturowa podkładka – do niej przymocowane jest zdjęcie, powinna być sztywna i niereaktywna;
- tektura wypełniająca – umieszczona za tekturą podkładową; ważne jest, aby również była wykonana z materiału niereaktywnego; chociaż wypełnienie nie styka się bezpośrednio z fotografią, zastosowanie materiałów niskiej jakości może spowodować uszkodzenia, ponieważ z czasem zaczną one wydzielać szkodliwe gazy;

- papier i taśma maskująca – przyklejane są od tyłu ramy; papier i taśma chronią przed kurzem i owadami, pomagają ponadto zmniejszyć wahania wilgotności wewnątrz ramy i ograniczyć przenikanie zanieczyszczeń powietrza;
- oznakowanie – chociaż nie jest elementem konstrukcyjnym ramy, może być bardzo pomocne w przyszłości; do etykietowania ręcznego należy używać ołówka lub wodoodpornego i odpornego na blaknięcie atramentu, do drukowania etykiet należy stosować drukarki laserowe.

6. W jakich warunkach ekspozycja fotografii?

Kiedy już odpowiednio oprawimy fotografię, należy pomyśleć o właściwej jej ekspozycji. Kluczowe jest wybranie odpowiedniego miejsca, które nie jest narażone na bezpośrednie światło słoneczne. Należy wybrać oświetlenie o niskiej mocy i umieścić je w odpowiedniej odległości od zdjęć.

Pomieszczenie, w którym prezentujemy fotografie, powinno być chłodne i suche, a zdjęcia umieszczone z dala od kaloryferów oraz innych źródeł ciepła. Warto również zwrócić uwagę na chemikalia używane do czyszczenia ram – nie powinno się ich czyścić niczym innym niż suchą lub lekko wilgotną miękką tkaniną.

Jeśli ściany w pomieszczeniu, w którym wystawiamy fotografie, zostały niedawno pomalowane, warto poczekać kilka tygodni przed wystawieniem zdjęć, aby dać czas na pełne utwardzenie farby i uwolnienie rozpuszczalników. W czasie wystawy warto również zapewnić możliwość takiego obracania zdjęć, aby w razie potrzeby mogły zostać skierowane obrazem do ściany na czas, kiedy nie będą oglądane [IL. 12](#).

il. 12 Schemat
oprawienia fotografii
w ramę „z dystansem”



Podsumowanie

Opisane procesy rozkładu fotografii i negatywów nie tylko mogą występować niezależnie, mogą również nasilać się wzajemnie i jeszcze bardziej przyspieszać niepożądane reakcje. Należy więc pamiętać o tym, że przyczyną uszkodzenia fotografii może być nie tylko światło, ale również wilgoć, zanieczyszczenia czy nieodpowiednie materiały, z których wykonane są opakowania, albumy lub ramy. Najważniejsze w zachowaniu fotografii i negatywów jest przechowywanie ich w odpowiednich warunkach. Należy unikać narażania ich na wilgoć, która może spowodować deformacje i korozję srebra, a także na światło, które może powodować blaknięcie i utratę kolorów. Kolejnym ważnym aspektem jest regularne ich kontrolowanie i cyfrowe zabezpieczenie w postaci skanów. Wersja cyfrowa umożliwi zachowanie obrazu w przypadku utraty lub zniszczenia oryginalnego nośnika.

Analogowe materiały fotograficzne są wciąż wykorzystywane przez artystów i entuzjastów fotografii. Wraz z postępem technologii cyfrowej tradycyjne materiały stały się coraz droższe i trudniejsze do zdobycia. Przechowywanie fotografii i negatywów w chłodnym i suchym miejscu pozwoli na zachowanie ich na długi czas w dobrym stanie.

11

JULIA BURDAJEWICZ

Obraz w ruchu,
obraz bez ruchu.
O bezpiecznym
transporcie
i przechowywaniu
prac malarskich

Zanim obraz znajdzie właściciela i na stałe zawisnie bezpiecznie na ścianie, niejednokrotnie funkcjonuje w trybie łącie wędrownym: z pracowni do galerii, z galerii do pracowni, po drodze krótkie przechowanie gdzieś u znajomego i znów do galerii, by wreszcie kiedyś zakończyć tę podróż u nabywcy lub też powrócić do pracowni na czas nieokreślony. Również obrazom zadowolonym na stałe na jakiejś ścianie może przydarzyć się nieoczekiwana podróż przy przeprowadzce.

Innym razem przeciwnie: pracom malarskim przypada tryb osiadły, niejako wyczekujący, gdzieś w kącie czy za szafą. Tkwiące w bezruchu, oparte jedne o drugie, raz na jakiś czas są wysuwane, mierzone uważnie wzrokiem i wsuwane z powrotem na miejsce lub – okazjonalnie – zabierane. Czasami zaś miejsce z założenia tymczasowe, pod ścianą, na podłodze, gdzie praca oczekuje na „wbicie gwoźdźcia w ścianę”, przez „zasiedzenie” zmienia się w stałe miejsce przechowywania. Są też obrazy-pamiętki, które nie cieszą oka na tyle, by znalazło się dla nich miejsce na ścianie, lecz ich wartość sentymentalna nie pozwala ich wyrzucić, więc kwaterowane są w różnych zakamarkach.

Prace malarskie wykonane na płótnie naciągniętym na krosna, na drewnie lub na materiałach na bazie drewna (np. sklejkach), a także na mniej typowych podłożach, takich jak blachy metalowe, tafle szkła czy tworzywa sztuczne typu pleksi, bywają określane terminem „malarstwa na podłożach ruchomych”, czyli takich, które można ze względu na łatwość przemieścić. Nie oznacza to jednak, że technika ich wykonania przystosowała je do ruchu. Nie oznacza to także, że w bezruchu są całkowicie bezpieczne. Obydwa z wymienionych powyżej trybów – wędrowny i osiadły – niosą ze sobą ryzyko zniszczenia i uszkodzenia, zarówno warstw malarskich jak i podłoża. W szczególności dotyczy to najbardziej popularnego rodzaju podobrazia, czyli płótna.

Owe zniszczenia i uszkodzenia mogą być bardzo poważne, choć ich przyczyny zwykle są banalne: nieuwaga, zaniedbanie, pośpiech lub brak odpowiedniego przygotowania obrazu do przemieszczenia lub przechowywania. W przypadku transportu mają one charakter

gwałtowny, a skutki są natychmiastowe i dramatyczne zwłaszcza w wyglądzie dzieła – rozdarcia i przebicia płótna, deformacje, wgniecenia, rysy, obtarcia. Natomiast w trakcie przechowywania rzadziej mamy do czynienia z incydentalnym zniszczeniem. Negatywne zmiany zachodzą po cichu, niezauważenie postępują latami, dyskretnie maskowane przez gromadzący się kurz: stopniowo pojawia się i zagęszcza siatka spękań warstwy malarskiej, uwidaczniają się i pogłębiają deformacje podłoża, wypelzają przebarwienia, zaplamienia, pleśń.

1. Pamiętaj o obrazie, bo obraz też pamięta

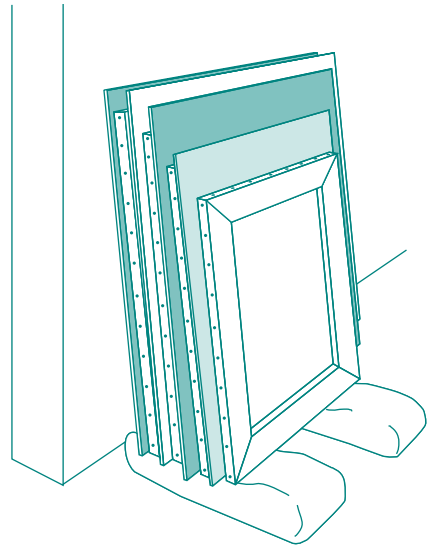
Prace malarskie na podłożach ruchomych powinny być przechowywane w pionie. Konieczność oszczędności miejsca w domu czy pracowni sprawia, że taki sposób przechowywania narzuca się sam, jednak nie jest on podyktowany jedynie względami efektywnego zagospodarowania przestrzeni. W takiej pozycji ryzyko powstania deformacji czy uszkodzeń pod wpływem wewnętrznych naprężeń materiałów, z których wykonane jest podobrazie, jest najmniejsze – dotyczy to zarówno obrazów wykonanych na płótnie rozpostartym na krośnie, jak i na podobrazjach drewnianych. Wyjątek stanowią płótna zdjęte z krosien, malarstwo na blachach metalowych, na taflach szkła, nieoprawione prace na papierze czy tekturze, a także podobrazia drewniane niewielkich formatów: te najlepiej przechowywać w pozycji horyzontalnej.

Ten intuicyjny sposób przechowywania prac malarskich w pionie pozwala na zmieszczenie w stosunkowo ograniczonej i wąskiej przestrzeni wielu prac, lecz niesie duże ryzyko uszkodzeń, zwłaszcza gdy znajdują się obok siebie prace w różnych formatach **IL. 1**. Jeżeli obraz o mniejszych wymiarach będzie opierał się – nawet lekko, ale długotrwale – o powierzchnię obrazu o większym formacie, niechybnie (i dosłownie) odbije na nim swe piętno w postaci wgnieceń w podłożu. Taka nadmierna bliskość prac jest jedną z częstszych przyczyn deformacji podłoży płóciennych, choć obrazy na sztywnych podobrazjach, np. drewnianych, także mogą ucierpieć w ten sposób, np. z powodu otarc i wykruszenia warstwy malarskiej.



il. 1 Typowy – lecz nieprawidłowy – sposób przechowywania prac malarskich na płótnie: wiele prac o różnych formatach opartych o siebie

fot. Adam Palenta



il. 2 Schemat prawidłowego przechowywania prac malarskich. Maksymalnie kilka prac ułożonych od największej do najmniejszej i oddzielonych sztywnymi przekładkami, które zabezpieczają podobrazia przed odkształceniami. Prace nie stoją bezpośrednio na podłodze, ale na dwóch obitych amortyzującym materiałem bloczkach

rys. Julia Burdajewicz

Deformacje podłoży płóciennych bywają bardzo trwałe i trudne do naprawienia, nawet przez wprawnego konserwatora malarstwa. Powodem jest tzw. pamięć odkształceń podobrazia płóciennego, swoista skłonność do powracania i ponownego uwidaczniania się deformacji nawet po tym, gdy nacisk ustąpi, a uszkodzone miejsce zostanie poddane działaniom konserwatorskim. Tym trwalsza jest ta pamięć, im dłużej odkształcenie powstawało, dlatego obrazy zapomniane, pozostawione na długo pod wzajemnym naporem najtrudniej jest przywrócić do zadowolającego stanu.

Przechowując obrazy obok siebie, należy zatem umieścić między nimi przekładki wykonane z niezbyt ciężkiego, ale względnie sztywnego materiału, np. z tektury, płyty piankowej, z poliwęglanu komorowego czy płyty polipropylenowej kanalikowej **IL. 9**. Aby spełniały swą funkcję ochronną, przekładki te powinny być nieco większe niż praca, o którą się opierają **IL. 2**. Warto dodatkowo umieścić między nimi arkusze miękkiego, amortyzującego materiału, takiego jak folia bąbelkowa czy pianka EVA, zwłaszcza jeżeli przekładki wykonane są z twardych materiałów, np. z pleksi czy sklejk.

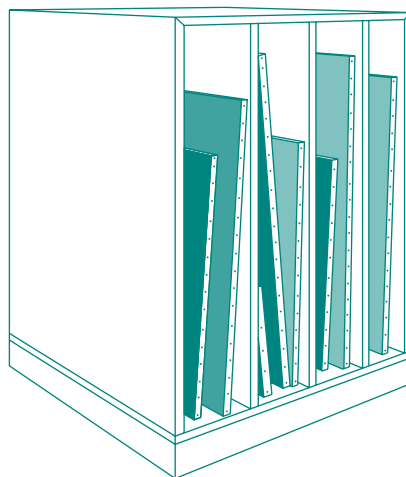
Najlepiej jest grupować obok siebie prace o zbliżonych formatach, jeśli jednak nie jest to możliwe, należy ułożyć je od najmniejszej do największej, przy czym największy format powinien znajdować się od strony ściany **IL. 2**. Najbardziej zewnętrzna praca powinna być zwrócona rewersem na zewnątrz, aby warstwa malarska nie uległa zabrudzeniu czy uszkodzeniu. Aby zabezpieczyć prace malarskie przed osiadaniami kurzu czy incydentalnym zachlapaniem, warto je okryć folią polietylenową (czyli zwyczajną folią malarską). Przy długoterminowym przechowywaniu, kiedy nie przewidujemy częstego sięgania po prace, można zawinąć każdą z nich w folię bąbelkową. Nie należy jednak robić tego zbyt szczelnie, gdyż może to spowodować kondensację wilgoci pod folią, czego niebezpieczne skutki omówione są poniżej. Owinięcie każdej pracy folią bąbelkową nie zwalnia nas również z obowiązku zastosowania pomiędzy nimi sztywnych przekładek.

Oczywiście przekładki i amortyzacja umieszczone pomiędzy opartymi o siebie obrazami chronią je przed deformacjami tylko do pewnego momentu. Przyjmuje się, że przechowywanie w ten sposób jest bezpieczne dla maksymalnie pięciu prac umieszczonych obok siebie. Przy większej ich liczbie konieczne jest skonstruowanie regału lub stojaka z pionowymi przegrodkami, które oddzielałyby od siebie poszczególne grupy prac **il. 3**.

2. Ani na strychu, ani w piwnicy

Przechowując prace w sposób opisany powyżej, wyeliminujemy ryzyko uszkodzeń warstwy malarskiej, a w przypadku obrazów na płótnie – także deformacji ich podłoża. Niekiedy jednak odkształcenia płótna powstają na obrazach, które nie stykają się z innymi pracami ani przedmiotami: odbija się na nich zarys wewnętrznej krawędzi ich własnego krosna. Problem ten dotyka podobrazii płóciennych, które nie są wystarczająco naciągnięte, a ryzyko jego wystąpienia rośnie, jeżeli wewnętrzne krawędzie krosna nie są sfazowane. Rozsądek nakazuje zatem zadbać o odpowiedni stopień naprężenia płótna, zanim obraz trafi w miejsce przechowywania. Zdarza się jednak, że po kilku miesiącach bądź latach odkrywamy, że niegdyś dobrze naciągnięte płótno luźno spoczywa na krośnie.

Przyczyną tego zjawiska są wahania wilgotności powietrza, na które podobrazia



il. 3 Schemat regału do przechowywania prac. Pionowe przegrody oddzielają od siebie poszczególne grupy prac, dzięki czemu żadna z nich nie znajduje się pod nadmiernym naciskiem ze strony pozostałych

rys. Julia Burdajewicz

i niektóre materiały malarskie są niezwykle czułe. Płótno i drewno są higroskopijne, czyli posiadają dobrą zdolność do pochłaniania wilgoci ze środowiska, w którym się znajdują, a następnie oddawania jej, gdy wilgotność względna otoczenia spadnie. Absorpcja i desorpcja wilgoci objawia się zmianą objętości tych materiałów, lecz w odmienny sposób: gdy wilgotność spada, drewno się kurczy, a płótno rozluźnia, zwiększając swą powierzchnię. Z kolei przy wzroście wilgotności drewno pęcznieje, a płótno kurczy się i napręża¹. Dlatego przy wahaniami wilgotności obrazy wykonane na płótnie rozciągniętym na drewnianym krośnie poddawane są współwystępującym, lecz rozbieżnym w swym działaniu siłom. Przy wysokiej wilgotności naprężenie płótna wzrośnie, przez co będzie ono bardziej podatne na powstające pod naciskiem uszkodzenia (rozerwania, przebicia, deformacje), a w narożnikach mogą pojawić się promieniście rozchodzące się pofalowania; dodatkowo krosna mogą ulec zwichrowaniu. Z kolei przy niskiej wilgotności otoczenia płótno może falować w centralnej części obrazu, wybrzuszyć się wzdłuż dolnej krawędzi bądź luźno spocząć na krośnie, którego listwy z czasem odcisną się na warstwie malarskiej.

Należy też pamiętać, że pozostałe komponenty pracy malarskiej, takie jak przeklejenie, grunt czy farby, również będą w określony i nie zawsze zgodny z podobrazem sposób reagować na zmiany wilgotności powietrza. Jest to jedna z głównych przyczyn pojawienia się spekań zaprawy i warstwy malarskiej, ich odspojen i złuszczenia. Wreszcie, im wyższa wilgotność względna, tym większe ryzyko rozwoju pleśni: przy wilgotności 70% pojawia się ona w ciągu około 100 dni, przy 90% może być to już tylko kilka dni. Mikroorganizmy nie tylko powodują nieestetyczne i trudne do usunięcia zaplamienia, ale też rozkładają materiały organiczne – włókna roślinne, drewno, naturalne kleje i spoiwa malarskie – osłabiając ich strukturę i prowadząc do nieodwracalnego zniszczenia. Zainfekowana praca staje się także ryzykiem dla zdrowia i nie powinna być przechowywana w pomieszczeniu, w którym przebywają ludzie.

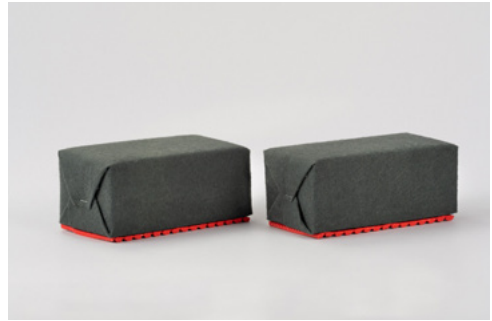
1 Problem ten dotyczy przede wszystkim płócien z włókien naturalnych (len, bawełna, konopie). Płótna z włókien syntetycznych (poliestrowych, akrylowych) nie są higroskopijne, więc nie reagują w ten sposób na zmiany wilgotności powietrza.

Oprócz wkradającej się w strukturę obrazu wilgoci z powietrza częstą przyczyną poważnych zniszczeń prac malarskich jest bezpośrednie działanie wody – zalewającej podłogę, na której stoją, bądź kapiącej z sufitu. Woda powoduje – lokalnie lub na całej powierzchni pracy – rozmięknienie, pęcznienie i ostatecznie całkowity rozkład higroskopijnych materiałów takich jak drewno, płótno, grunty malarskie czy rozkład warstw malarskich wykonanych w „chudych” technikach, werniksy stają się natomiast „zaślepniete” i zbielałe. Ponadto woda pochodząca z uszkodzonych instalacji wodnych zanieczyszczona jest różnymi substancjami, które osiadają na powierzchniach pracy i wywołują lub przyspieszają procesy niszczące. Dramatyczny niekiedy wygląd zalanych prac skłania zwykle do natychmiastowej interwencji w postaci przyspieszonego ich suszenia – przy grzejniku, suszarką do włosów czy na słońcu. To instynktowne działanie może jednak jeszcze bardziej im zaszkodzić. Materiały higroskopijne źle znoszą gwałtowne zmiany wilgotności, nawet jeśli ich kierunek jest właściwy. Zalany lub silnie zawilgocony obraz należy przenieść w suche miejsce i pozwolić mu samoistnie wyschnąć.

Mimo że to wilgoć jest podstawowym powodem do niepokoju w przypadku przechowywania prac malarskich, nie należy bagatelizować drugiego parametru otoczenia – temperatury. Obrazy eksponowane w pomieszczeniach, w których przebywają ludzie, mają zazwyczaj zapewnioną właściwą temperaturę, gdyż jest ona podobna do temperatur uznawanych za komfortowe dla ludzi. Natomiast prace przechowywane w miejscach rzadko odwiedzanych częściej padają ofiarą skrajności temperaturowych. Przy podwyższonych wartościach temperatury procesy chemiczne odpowiadające za starzenie się materiałów znacznie przyspieszają, powodując zmiany optyczne (np. żółknięcie) i nieodwracalne osłabienie ich struktury. Z kolei przy bardzo niskich temperaturach (np. poniżej 5°C dla technik akrylowych i poniżej -5°C dla technik olejnej i alkidowej) warstwy malarskie stają się bardzo kruche, a tym samym bardzo podatne na powstawanie spękań, także pod wpływem najlżejszego nawet dotyku.

Wniosek z powyższego przeglądu czynników ryzyka płynie jeden: miejsca, do których bardzo często trafiają na przechowanie prace malarskie, czyli piwnice i strychy, są dla nich zdecydowanie nieodpowiednie. Panują w nich zmienne i nierzadko skrajne warunki temperaturowo-wilgotnościowe, ulegające nieprzewidywalnym wahaniom. Wahania te mogą występować zarówno w cyklach dobowych, jak i sezonowych (tj. osiągać skrajnie różne wartości latem i zimą). Obecność instalacji wodnych dodatkowo zwiększa ryzyko nieszczęśliwego zdarzenia. Dlatego decyzja o umieszczeniu obrazów w piwnicach lub na strychach powinna być poprzedzona zaznajomieniem się z panującymi tam warunkami i ich zmiennością. Temperatura powinna mieścić się w zakresie między 16 a 25°C, a wilgotność względna między 40 a 60%, z optymalną wartością 50%. Dlatego pomieszczenia, w których panują warunki dostosowane do potrzeb ludzi, są też zazwyczaj odpowiednie dla prac malarskich, i tam – w miarę możliwości – powinny być one przechowywane.

Należy też wziąć pod uwagę, że parametry temperatury i wilgotności w danym pomieszczeniu mogą w poszczególnych jego partiach ulegać zaburzeniu pod wpływem lokalnie działających czynników. Należą do nich: wywiewki wentylacyjne, nieszczelności i mostki termiczne w pobliżu otworów okiennych, nawiewy systemu klimatyzacyjnego, grzejniki, kominki, a także wpadające przez okno promienie słoneczne, które nagrzewają dany obszar pomieszczenia czy partię ściany. Prace należy zawsze umieszczać z dala od takich miejsc. Znaczenie ma też ściana, z którą mają one bezpośrednią styczność – zarówno gdy są powieszony, jak i jedynie o nią oparte. Zewnętrzne ściany budynków ulegają częstszym wahaniom temperatury i wilgotności niż ściany wewnętrzne i działowe. Jednym ze skutków ekspozycji obrazu przy chłodnej ścianie zewnętrznej może być kondensacja wilgoci na jego odwrociu. Z tego samego powodu bardzo niekorzystne jest przechowywanie obrazów bezpośrednio na betonowej posadzce czy w styczności z betonową ścianą, gdyż beton ma tendencję do kumulacji wilgoci. W rezultacie obraz bezpośrednio sąsiadujący z betonową powierzchnią może ulec zniszczeniom, nawet jeśli ogólna wilgotność danego pomieszczenia jest właściwa.



il. 4 Proste w wykonaniu bloczki, na których można postawić obraz, opierając go o ścianę. Górna powierzchnia bloczka obita jest amortyzującym materiałem, od spodu znajdują się podkładki antypoślizgowe

fot. Adam Palenta

Aby zmniejszyć ryzyko zalania, kontaktu z wilgotną i chłodną podszkłą, a także uszkodzeń mechanicznych i zabrudzeń, prac malarskich nie należy przechowywać bezpośrednio na podłodze, lecz np. na drewnianej lub plastikowej palecie. Można też użyć dwóch równoległe ułożonych desek czy belek o prostokątnym przekroju, na których jak na szynach postawimy obraz. Przy niewielkim nakładzie pracy można przygotować drewniane bloczki z jednej strony obite miękkim, amortyzującym materiałem, a z drugiej posiadające podkładki antypoślizgowe [il. 4](#).

Innym pożytecznym działaniem, które znacznie zwiększy bezpieczeństwo przechowywania obrazów na płótnie, jest osłonięcie odwrocia. Osłona taka powinna być wykonana ze względnie sztywnego, wytrzymałego, ale lekkiego materiału i przymocowana do



il. 5 Osłona odwróca obrazu na płótnie z lekkiego, ale sztywnego materiału pozwala chronić je przed uszkodzeniami mechanicznymi, stanowi bufor przed wahaniami wilgotności i redukuje negatywny wpływ wibracji podczas transportu

fot. Adam Palenta

krosien (lub do ramy w przypadku oprawionych prac) za pomocą śrubek, zszywek lub ewentualnie obustronnej taśmy klejącej **IL. 5**. Osłona taka nie tylko stanowi istotny bufor ochronny przed wahaniami wilgotności powietrza, ale też chroni podobrazie przed uszkodzeniami mechanicznymi: deformacjami spowodowanymi naciskiem innego obrazu lub przedmiotu czy kumulacją brudu między płótnem a dolną listwą krosna (która z czasem mogłaby doprowadzić do powstania wybruszenia płótna). Ponadto osłona taka znacząco redukuje szkodliwe wibracje płótna, jeżeli obraz wyruszy w podróż.

3. Obraz w ruchu

Stateczne trwanie prac malarskich – czy to zawieszonych na ścianie, czy zdeponowanych w bezpiecznym miejscu – zakłócone zostaje, gdy zaistnieje konieczność przemieszczenia ich. Do powyżej opisanych czynników ryzyka dochodzi wtedy jeszcze jeden – ryzyko uszkodzeń mechanicznych. Uszkodzenia te różnią się charakterem zależnie od tego, na którym z trzech etapów transportu powstały. W pierwszym etapie obraz jest wyjmowany z miejsca przechowywania lub eksponowania i pakowany, co zwykle oznacza przenoszenie między pomieszczeniami, a także kilkukrotne podnoszenie i opuszczanie, obracanie i przekładanie, przesuwanie i ustawianie. Ostatni etap, gdy praca dotrze w miejsce docelowe,

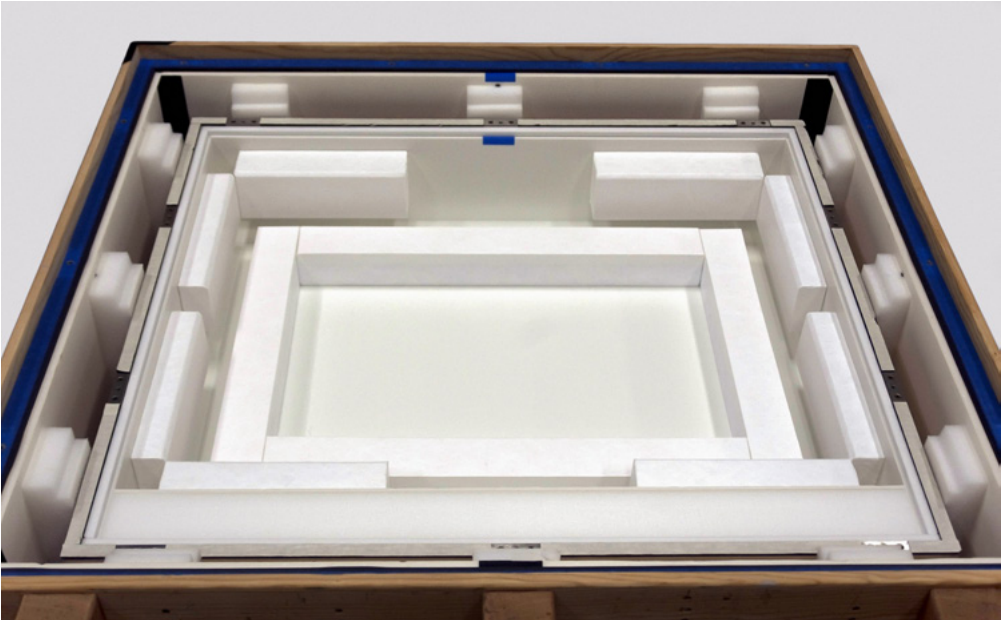
jest odwróceniem etapu pierwszego. Pomiedzy nimi, w drugim etapie, obraz jest transportowany, niekiedy środkiem transportu, niekiedy pieszo. Dlatego uszkodzenia powstałe na etapie pierwszym i trzecim mają zazwyczaj charakter incydentalny i powstają z winy człowieka (np. nieumyślne upuszczenie obrazu, uderzenie o framugę drzwi w czasie przenoszenia); etap drugi z kolei naraża pracę na długotrwałe oddziaływanie powtarzalnych wstrząsów czy wibracji.

Oczywistym jest, że na każdym etapie obowiązuje najwyższa ostrożność w obchodzeniu się z pracą malarską. Jednak oprócz tego kluczową rolę w zapobieganiu uszkodzeniom mechanicznym (a także w ograniczeniu negatywnego wpływu niewłaściwej temperatury czy wilgotności otoczenia) ma odpowiednie zapakowanie obrazu za pomocą odpowiednich materiałów do pakowania, gdzie „odpowiednie” oznacza odpowiadające podatności danej pracy na zniszczenia², długości i czasowi trwania podróży, środkiem transportu i warunkom środowiskowym po drodze.

Muzea i instytucje wysyłając obiekty na wystawy, umieszczają je w specjalnych skrzyniach, często składających się ze skrzyni wewnętrznej i zewnętrznej, wyścielonych materiałami amortyzującymi wstrząsy i wibracje i buforującymi wahania temperatury i wilgotności na zewnątrz skrzyni **IL. 6**. Jednak na potrzeby indywidualnych artystów czy prywatnych właścicieli pragnących przetransportować obraz wystarczą znacznie prostsze rozwiązania, o ile zastosowanych zostanie kilka uniwersalnych zasad.

Pakowanie prac malarskich zwykle zaczyna się owinięciem pracy folią bąbelkową lub innym miękkim materiałem i... zwykle na tym się kończy. Tymczasem, zwłaszcza przy dłuższych podróżach, może się to okazać niewystarczające, aby skutecznie ochronić obraz przed uszkodzeniami. Dlatego warto przygotować i zastosować kilka prostych rozwiązań zabezpieczających, które stworzą namiastkę skrzyni do transportowania:

2 Należy tu wziąć pod uwagę jej gabaryty, technikę wykonania, stan zachowania (np. obecne na niej uszkodzenia).



il. 6 Przykład konstrukcji skrzyni do transportu obrazów na płótnie wykorzystywanej przez muzea i instytucje kultury. W drewnianej skrzyni zewnętrznej umieszczona jest skrzynia wewnętrzna; usztywnienia i piankowe elementy amortyzują wstrząsy i unieruchamiają obraz

fot. Adam Palenta

Do lica i odwrocia prac na podobrazdach drewnianych lub na bazie drewna można przyłożyć arkusze pianki polipropylenowej, a następnie – również od lica i odwrocia – umieścić dwie płyty ze względnie sztywnego materiału (np. cienkiej sklejki). Dopiero taki „sandwich” należy owinać folią bąbelkową **IL. 7**.

Odwrocie obrazów na płótnie dobrze jest osłonić wspomnianą wyżej osłoną ze względnie sztywnego, wytrzymałego, ale lekkiego materiału, przymocowaną do krosna bądź do ramy. Alternatywą dla takiej osłony może być specjalnie przygotowana na wymiar danego obrazu osłona z „wkładką” amortyzacyjną. Składa się ona z arkusza sztywnego, wytrzymałego i lekkiego materiału, do którego przyklejony jest kawałek pianki (np. polistyrenowej) docięty na wymiar światła krosien i o takiej samej głębokości **IL. 8**. Wkładka taka chroni płótno przed odkształceniami, uszkodzeniami mechanicznymi, wibracjami, a także eliminuje ryzyko, że niewystarczająco naciągnięte płótno będzie bezwładnie uderzać o krosno w trakcie transportu.

il. 7 Przykładowy sposób pakowania obrazu na podłożu drewnianym

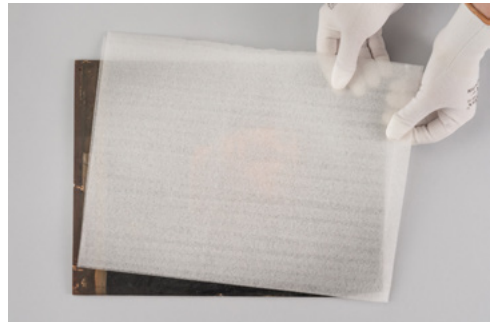
fot. Adam Palenta

Podobnie jak w przypadku podobrazy drewnianych umieszczonych na czas transportu między warstwami materiału amortyzującego i usztywniającego, lico pracy na płótnie także można osłonić warstwą pianki i warstwą sztywnego materiału. Jednakże w przypadku obrazów namalowanych impastowo lub w technikach mieszanych, np. ze znacznie wystającymi poza lico, doklejonymi elementami, odpowiednia grubość materiału amortyzującego jest szczególnie istotna, aby sztywne zabezpieczenie lica nie wywierało nacisku na takie nierówności fakturalne i nie spowodowało ich odłamania lub zgniecenia.

Opakowanie obrazu, niezależnie od tego, z ilu elementów czy typów materiałów zostało złożone, powinno zawsze być skonstruowane tak, aby żaden z tych elementów nie mógł się swobodnie przesuwać. Dlatego po przygotowaniu wyżej opisanych zabezpieczeń obiekt zawsze należy owinąć dużym arkuszem folii bąbelkowej i zakleić taśmą, unieruchamiając w ten sposób wszystkie warstwy amortyzujące i usztywniające.



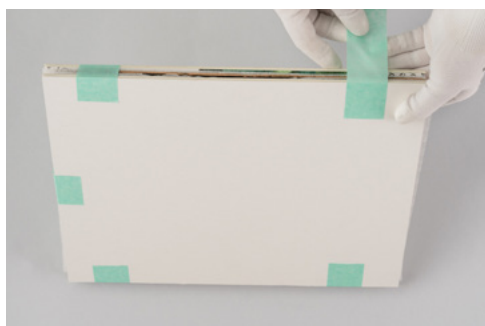
① Dwie warstwy cienkiej pianki polietylenowej przyłożone do odwrocia obrazu



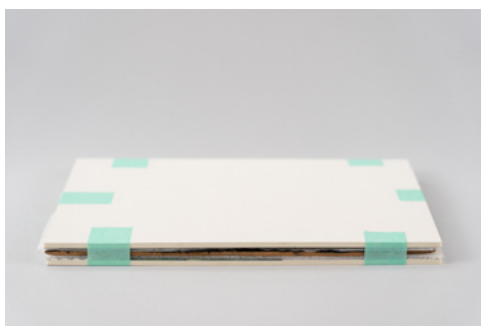
② Dwie warstwy cienkiej pianki polietylenowej przyłożone do lica obrazu



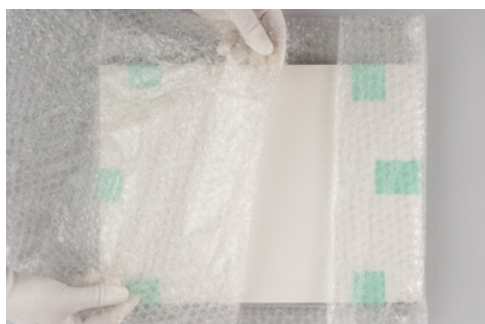
③ Płyta z lekkiego, lecz sztywnego materiału (tu laminowana pianka) przyłożona do lica i do odwrocia obrazu



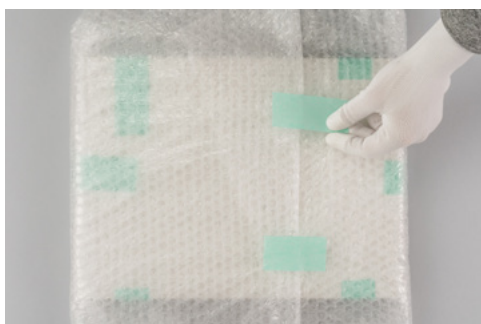
④ Taśma papierowa na wszystkich krawędziach opakowanego obrazu uniemożliwia jego wysunięcie się



⑤ Widok krawędzi opakowanego obrazu ukazujący strukturę „sandwicha” – obraz znajduje się pomiędzy warstwami amortyzującej pianki i ujęty jest między dwie sztywne płyty



⑥ Dwu- lub trzykrotne owinięcie obrazu folią bąbelkową



⑦ Zabezpieczenie folii bąbelkowej przed odwinięciem się za pomocą taśmy papierowej

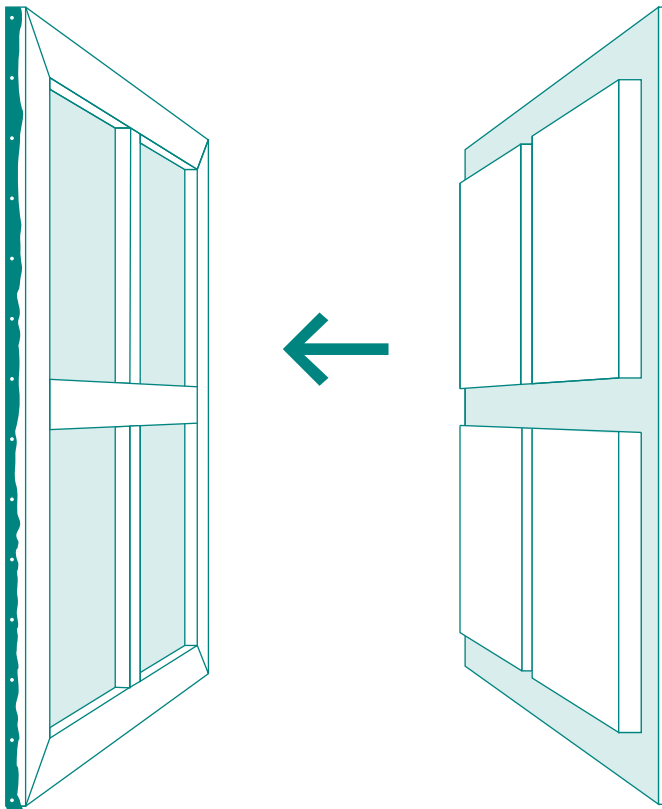


⑧ Zapakowany obraz, widok lica



⑨ Zapakowany obraz, widok krawędzi bocznej

W trakcie transportu nierzadko ujawnia się ochronna rola ramy, której profile wychodząc przed lico obrazu, w dużym stopniu chronią je przed uszkodzeniami mechanicznymi. Dlatego oprawionego obrazu nie powinno się wyjmować z ramy na czas transportu, lecz co najwyżej upewnić się, że jest w niej dobrze umocowany i w razie wstrząsów nie będzie się przesuwał ani z niej nie wypadnie. Naturalnie, profilowanie ramy i wszystkie wystające elementy (np. rozbudowane ornamenty) należy starannie zabezpieczyć odpowiednio dociętymi kawałkami pianki lub przynajmniej folią bąbelkową. Jeżeli rama posiada szybę, zaleca się przyklejenie do niej pasów taśmy klejącej w taki sposób, aby utworzyły wzór gęstej kratki. W razie stłuczenia taśma zapobiegnie rozsypaniu się fragmentów szkła i uszkodzeniu warstwy malarskiej, przebicciu czy przecięciu podobrazia. Taśma ta nie powinna jednak mieć



il. 8 Osłona obrazu na płótnie z „wkładką” amortyzacyjną. Do arkusza sztywnego materiału (np. płyty polipropylenowej kanalikowej) przeklezione zostały cztery wkładki z pianki polistyrenowej docięte na wymiar przestrzeni między listwami krosna. Wkładka taka chroni płótno przed odkształceniami, uszkodzeniami mechanicznymi czy wibracjami w czasie transportu

rys. Julia Burdajewicz

wysokiej siły klejenia, aby łatwo było ją usunąć po zakończonym transporcie, a ewentualne ślady po kleju doczyścić (odpowiednia jest np. papierowa taśma malarska).

Jeszcze jednym elementem obrazu, który może być przyczyną powstałych w czasie transportu uszkodzeń, są kliny umieszczone w narożnikach krosien. Poluzowane pod wpływem drgań i wstrząsów mogą wpaść pomiędzy dolną listwę krosna a płótno i spowodować jego odkształcenia. Dlatego dobrą praktyką jest wywiercenie w klinach otworów, przewleczenie cienkiego sznureczka i przymocowanie go do listew krosna (np. za pomocą zszywek).

Gdy obraz zostanie odpowiednio zabezpieczony i zapakowany, może wreszcie wyruszyć w podróż, lecz sposób, w jaki ona się odbędzie, też nie jest bez znaczenia. Ważna będzie jego pozycja: generalnie prace, dla których zalecane jest przechowywanie w pionie, powinny być też transportowane w pionie. Wspomniane powyżej rodzaje prac malarskich, które zaleca się przechowywać w poziomie (np. malarstwo na blachach metalowych), należy również w takiej pozycji przewozić. Dlatego np. średniej wielkości obrazu na płótnie nie powinno się kłaść na dnie bagażnika, lecz – w miarę możliwości przestrzennych pojazdu – postawić na podłodze. Ponadto w przypadku kolizji lub gwałtownego hamowania ryzyko uszkodzeń jest najmniejsze, jeżeli praca malarska ustawiona jest zgodnie z kierunkiem jazdy – co jednak w przypadku prywatnego transportu samochodem osobowym jest trudne do osiągnięcia. Natomiast niezależnie od pozycji obrazu w pojeździe zawsze konieczne jest całkowite unieruchomienie go (np. za pomocą taśm tekstylnych), tak aby nie przemieszczał się, nie podskakiwał ani nie obijał o wnętrze samochodu.

Im krócej podróż będzie trwała, tym lepiej dla przewożonego obrazu – dotyczy to także czasu, który spędzi on w samochodzie. Ze względu na wahania i skrajne niekiedy wartości temperatury i wilgotności (zimą i latem) przetrzymywanie prac malarskich w samochodzie dłużej, niż trwa sam transport, może okazać się dla nich bardzo szkodliwe. Należy załadować je tuż przed podróżą i wyładować zaraz po dotarciu do celu. Natomiast jeżeli z jakichś

względów praca „przeleży” w pojeździe lub transport trwał na tyle długo, że mogła ulec wychłodzeniu, po wniesieniu do pomieszczenia docelowego nie powinno się jej rozpakowywać przez kolejne 24 godziny. Taki czas na aklimatyzację pozwoli obrazowi na stopniowe dostosowanie się do nowych warunków ciepłno-wilgotnościowych, dzięki czemu uniknie się np. kondensacji wilgoci na wychłodzonych powierzchniach.

4. Koc i gazeta?

Transport lub długoterminowe przechowywanie – zwłaszcza w wykonaniu prywatnych właścicieli czy samych artystów – to niestety sytuacje, w których obraz ma styczność z materiałami dla niego niecodziennymi: niejedna taka praca owijana była kocem czy ręcznikiem, niejedna zakrywana arkuszami starej gazety. O ile zastosowanie takich materiałów można było dawniej usprawiedliwić brakiem innych możliwości, to obecnie nie są one rekomendowane do takich celów. Jakakolwiek forma zadrukowanego papieru może niechybnie zostawić ślady farby drukarskiej, zwłaszcza w przypadku przedłużającego się kontaktu z powierzchnią pracy. Ponadto papier i tektura (o ile nie są to ich specjalne, bezkwasowe rodzaje) czy papierowe taśmy klejące wydzielają lotne kwasy organiczne, które mogą wejść w reakcje z materiałami składowymi podobrazia czy warstwami malarskimi, powodując np. ich nieodwracalne żółknięcie; podobnie jest z tworzywami na bazie polichlorku winylu (PCV) lub zawierającymi go. Dodatkowo papier, tektura i podobne materiały mogą łatwo zawilgotnieć i stać się pożywką dla mikroorganizmów. Nie poleca się też gąbek, gdyż z czasem żółkną, kruszeją i – zależnie od materiału bazowego – potencjalnie mogą wydzielać szkodliwe substancje.

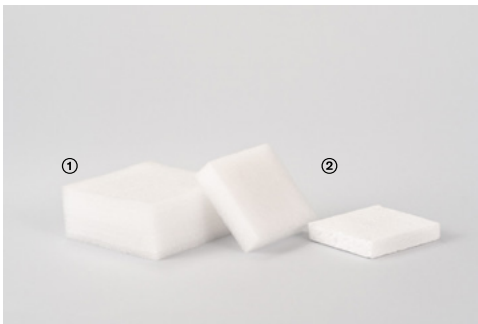
O ile krótkotrwały kontakt obrazu z wyżej wymienionymi materiałami nie miałyby większego wpływu na jego stan, o tyle w przypadku długoterminowego przechowywania prac malarskich dobór odpowiedniego rodzaju opakowania ma olbrzymie znaczenie. Powszechność i niska cena współcześnie dostępnych tworzyw sztucznych pozwalają jednak sięgnąć po materiały, które są bezpieczne.

Należą do nich wszelkie folie, pianki i włókniny na bazie polietyleny (symbol PE lub LDPE), polistyrenu (PS) czy polipropylenu (PP) **IL. 9**. Materiały te nie wydzielają szkodliwych substancji, nie są podatne na mikroorganizmy, a ich względna odporność na procesy starzenia pozwala wykorzystywać je wielokrotnie.

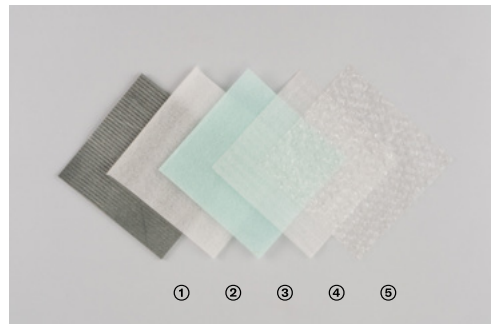
il. 9 Przykłady materiałów zalecanych do pakowania i zabezpieczania prac malarskich. Większość z powyższych materiałów jest łatwo dostępna w sklepach budowlanych

fot. Adam Palenta

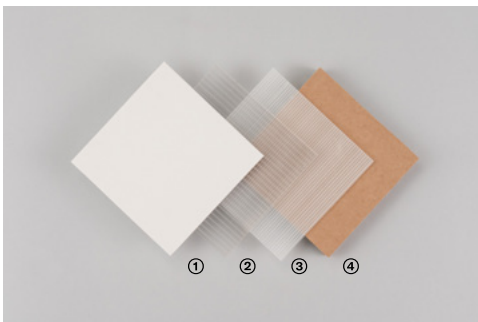
Przygotowanie obrazu do transportu czy przechowywania poprzez odpowiednie opakowanie, dobór miejsca czy pozycji i zapewnienie właściwych warunków otoczenia jest podstawą długofalowej strategii opieki i zapobiegania nieodwracalnym uszkodzeniom. Dlatego działania te powinny stać się stałym elementem warsztatu każdego artysty, nawykiem kolekcjonera oraz wskazówką dla prywatnego właściciela choćby jednej pracy malarskiej.



Materiały amortyzujące i usztywniające: ① sztywna pianka polietylenowa różnej grubości, ② płyta styropianowa



Cienkie i miękkie materiały amortyzujące: ① pianka polistyrenowa, ② ③ ④ lekkie i elastyczne pianki polietylenowe różnej grubości, ⑤ folia bąbelkowa



Płyty ze sztywnych i lekkich materiałów: ① laminowana pianka, ② poliwęglan komorowy, ③ polipropylen kanalikowy, ④ tekstura ze strukturą plastra miodu



Załącznik

Tabela do il. 2 z 31 strony

Średnia zawartość celulozy, hemiceluloz, ligniny i substancji ekstrakcyjnych w % w wybranych gatunkach włókien (wartości uśrednione)

	celuloza	hemiceluloza	lignina	substancje ekstrakcyjne
bawełna	95	2	1	0,4
roszony len	71	21	2	6
konopie	70	22	6	2
bagassa	40	30	20	10
drewno	44	28	24	4

[Kliknij, aby wrócić na 31 stronę](#)

O autorkach

dr Julia Burdajewicz

Absolwentka i pracownica naukowo-dydaktyczna Wydziału Konserwacji i Restauracji Dzieł Sztuki Akademii Sztuk Pięknych w Warszawie, gdzie prowadzi zajęcia z zakresu konserwacji i restauracji zabytków archeologicznych i etnograficznych oraz malarstwa na drewnie i rzeźby drewnianej polichromowanej. Pracę doktorską poświęconą późnoantycznemu malarstwu ściennemu z terenów Libanu obroniła na Wydziale Historycznym Uniwersytetu Warszawskiego.

dr Dorota Dzik-Kruszelnicka

Absolwentka Wydziału Konserwacji i Restauracji Dzieł Sztuki Akademii Sztuk Pięknych w Warszawie ze specjalizacją konserwacja i restauracja starych druków i grafiki. Doktorka sztuki w dziedzinie sztuk plastycznych w dyscyplinie sztuki plastyczne i konserwacja dzieł sztuki (2019). Zatrudniona w Bibliotece Narodowej w Warszawie (2005–2007) oraz Muzeum Narodowym w Warszawie (2007–2020). Od 2011 roku pracownica naukowo-dydaktyczna w Katedrze Konserwacji i Restauracji Starych Druków i Grafiki na WKiRDS ASP w Warszawie, od 2019 prowadzi Pracownię Techniki i Technologii Opraw. Uczestniczka wielu programów badawczych, autorka licznych publikacji.

dr Magdalena Grenda-Kurmanow

Absolwentka Wydziału Konserwacji i Restauracji Dzieł Sztuki Akademii Sztuk Pięknych w Warszawie ze specjalizacją konserwacja i restauracja starych druków i grafiki. Doktorka sztuki w dziedzinie sztuk plastycznych w dyscyplinie sztuki plastyczne i konserwacja dzieł sztuki (2022). Od 2017 roku pracownica naukowo-dydaktyczna w Katedrze Konserwacji i Restauracji Starych Druków i Grafiki na Wydziale Konserwacji i Restauracji Dzieł Sztuki ASP w Warszawie. Członkini International Association of Book and Paper Conservators (IADA) oraz Best Practice Committee w Society for the Preservation of Natural History Collections.

Anna Konopko

Absolwentka Wydziału Konserwacji i Restauracji Dzieł Sztuki Akademii Sztuk Pięknych w Warszawie, gdzie ukończyła dwie specjalizacje – Konserwację i restaurację tkanin zabytkowych oraz Konserwację i restaurację malarstwa i rzeźby drewnianej polichromowanej. Obecnie asystentka w Katedrze Konserwacji i Restauracji Tkanin Zabytkowych oraz członkini misji konserwatorsko-archeologicznych we współpracy z Uniwersytetem Warszawskim. W pracy akademickiej i zawodowej szczególnie chętnie zajmuje się obiektami interdyscyplinarnymi, wymykającymi się tradycyjnym kategoriom artystycznym, wykonanymi mieszaną techniką i różnorodnymi materiałami.

Diana Kułakowska

Konserwatorka malarstwa i rzeźby drewnianej, absolwentka Wydziału Konserwacji i Restauracji Dzieł Sztuki Akademii Sztuk Pięknych w Warszawie, gdzie obecnie pracuje jako asystentka w Katedrze Konserwacji Malarstwa na Podłozach Ruchomych i Rzeźby Drewnianej Polichromowanej. Uczestniczyła w projekcie naukowo-konserwatorskim w północnym Libanie, poświęconym ochronie średniowiecznych malowideł ściennych z czasów wypraw

krzyżowych. W swojej pracy zawodowej zajmuje się zarówno malarstwem sztalugowym – dawnym i współczesnym – jak i sztuką kultur pozaeuropejskich oraz dziedzictwem przemysłowym. W pracy badawczej planuje poświęcić się zagadnieniom starzenia warstw malarskich.

dr Monika Supruniuk

Doktorka w dziedzinie sztuki w dyscyplinie sztuki plastyczne i konserwacja dzieł sztuki. Od 2013 roku pracuje na Wydziale Konserwacji i Restauracji Dzieł Sztuki Akademii Sztuk Pięknych w Warszawie. W latach 2009–2023 pracowała w Filmotece Narodowej – Instytucie Audiowizualnym. W 2013 roku otrzymała stypendium „Młoda Polska” przyznawane przez Ministerstwo Kultury i Dziedzictwa Narodowego, a w latach 2018–2021 stypendium Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego dla wybitnego młodego naukowca. Specjalizuje się w konserwacji papieru, fotografii i filmu.

dr Anna Tomkowska

Absolwentka Wydziału Konserwacji i Restauracji Dzieł Sztuki na Akademii Sztuk Pięknych w Warszawie, który to ukończyła z wyróżnieniem, a także podyplomowych studiów na Wydziale Chemii Uniwersytetu Jagiellońskiego. Od 2012 roku pracuje w laboratoriach Międzyuczelnianego Instytutu Konserwacji oraz wykłada na macierzystym wydziale. Specjalizuje się w konserwacji mozaik, ceramiki i kamienia. W pracy zawodowej łączy zainteresowanie wykorzystaniem nowoczesnych technik analitycznych w badaniu dzieł sztuki z praktyczną konserwacją.

Inicjator i redaktor serii

dr Michał Laszczkowski

Koordinacja

Dorota Brzozowska i Aleksandra Pogorzelska

Zdjęcia

Adam Palenta

Projekt graficzny, ilustracje i skład

Beata Danowska i Marta Duda | Dobry Skład

Ilustracja na okładce

Magdalena Heliasz

Korekta językowa

Piotr Czerski, Jolanta Gomółka

Drukarnia

Argraf, ul. Jagiellońska 80, 03-301 Warszawa

Wydawca

Narodowy Instytut Konserwacji Zabytków

Aleje Jerozolimskie 87, 02-001 Warszawa

www.nikz.pl



© Narodowy Instytut Konserwacji Zabytków 2023

ISBN 978-83-968636-1-4



Narodowy
Instytut
Konserwacji
Zabytków

„Sztuka to koncepcja i materia. A materia ma swoje prawa lub jak kto woli: tajemnice i kaprysy... Nawet traktowana z respektem, materia potrafi wejść w nieplanowane relacje z otoczeniem, nasiąka wilgocią lub wysycha, wygina się, wypacza, zmienia kolor, łuszczy się i kruszy. Tkanina, papier, kleje i pleśnie zaczynają opowiadać swoje własne historie.

Wiedza auterek vademecum pozwala mieć nadzieję, że można kontrolować – jeśli nie powstrzymać – procesy rozpadu, a przekaz twórców i twórczyń nie zostanie zniekształcony przez wybryki materii. Z tego względu to nie tylko pożyteczna, ale i optymistyczna książka”.

Jadwiga Sawicka

„Vademecum pozwala zajrzeć za podszewkę dzieł, zrozumieć naturę technik i materiałów, z jakich powstają, czy sposoby odpowiedniego ich eksponowania, zabezpieczania i przechowywania pozwalające na przedłużenie trwałości prac”.

Piotr Policht

ISBN 978-83-968636-1-4



9 788396 863614