

# Łukaszewicz, Jadwiga / Rouba, Bogumiła

---

## Wpływ zjawisk elektrostatycznych na brudzenie się werniksów

---

Acta Universitatis Nicolai Copernici. Zabytkoznawstwo i Konserwatorstwo 11 (161),  
3-27

---

1987

Artykuł został opracowany do udostępnienia w internecie przez Muzeum Historii Polski w ramach prac podejmowanych na rzecz zapewnienia otwartego, powszechnego i trwałego dostępu do polskiego dorobku naukowego i kulturalnego. Artykuł jest umieszczony w kolekcji cyfrowej [bazhum.muzhp.pl](http://bazhum.muzhp.pl), gromadzącej zawartość polskich czasopism humanistycznych i społecznych.

Tekst jest udostępniony do wykorzystania w ramach  
dozwolonego użytku.

Zakład Konserwacji  
Detali Architektonicznych  
Zakład Konserwacji  
Malarstwa i Rzeźby Polichromowanej

*Jadwiga Łukaszewicz, Bogumiła Rouba*

## WPŁYW ZJAWISK ELEKTROSTATYCZNYCH NA BRUDZENIE SIĘ WERNIKSÓW

**Zarys treści.** Praca stanowi próbę rozpoznania kłopotliwych dla badaczy zjawisk elektryzowania werniksów stosowanych przez konserwatorów do zabezpieczania powierzchni obrazów. Zdolność wysokiego elektryzowania i długotrwałego utrzymywania ładunków dotyczy głównie werniksów z żywic sztucznych. Przebadano możliwość likwidowania tych zjawisk przez stosowanie preparatów o działaniu antyelektrostatycznym.

W trakcie wieloletniego kontaktu z dziełami sztuki, głównie obrazami sztalugowymi w Zakładzie Konserwacji Malarstwa i Rzeźby Polichromowanej, zaobserwowano szereg niepokojących zjawisk, które unaocznily wagę problemu brudzenia obiektów zabytkowych. Pozornie rzecz wydaje się prosta — aby utrzymać obrazy w odpowiednim stanie należy dbać o ogólną czystość pracowni, osłaniać je przed kurzem i to właściwie wszystko, co dotychczas w tym względzie czyniono.

Jednakże mimo dużej dbałości o czystość pracowni, obrazy brudzą się bardzo i to w sposób podlegający pewnym prawidłowościom:

1. Obrazy przed i w trakcie konserwacji — gdy są pokryte starymi werniksami lub bez nich, kurz osiada w takim samym stopniu, jak na wszystkich dookoła przedmiotach. Dość łatwo można go usunąć, przecierając obraz tamponem zwilżonym terpentyną, bądź suchą szmatką.

2. Obrazy po konserwacji — pokryte nowymi werniksami brudzą się znacznie szybciej. Zjawisko to widoczne jest tym bardziej, że mają już wtedy gładką, błyszczącą powierzchnię, a oczyszczanie ich jest praktycznie niemożliwe. Tamponu z terpentyną nie można stosować ze względu na łatwą rozpuszczalność współczesnych werniksów, a zalecana w takich przypadkach miękka, sucha szmatka zostawia tyle pyłu i kurzu na powierzchni, że trudno tu mówić o wycieraniu, a należałoby raczej o „mieszaniu” kurzu.

3. Każda próba położenia werniksu konserwatorskiego w ciepłym i suchym pomieszczeniu (np. wilgotność względna w granicach 40%) kończy się niepowodzeniem. Na powierzchni, jeszcze przed jej całkowitym zaschnięciem, osiadają zanieczyszczenia i wklejają się w werniks. Zwiększenie wilgotności powietrza zmniejsza osiadanie kurzu na świeżo werniksowanej powierzchni, ale dalszy wzrost wilgotności (powyżej 60%) uniemożliwia prawidłowe werniksowanie.

4. Wyraźnie zauważalne są różnice między możliwością zebrania kurzu z werniksowanej powierzchni obrazu w warunkach dużej i niskiej wilgotności.

5. Osłaniane folią poliestrową obrazy brudzą się również, gdyż przyciąga ona do swojej powierzchni kurz. Folia, elektryzując się bardzo wysoko, indukuje ładunki elektrostatyczne w obrazie, tak, że kurz jest przyciągany intensywniej również przez sam obraz. Poza tym kurz, który do niej przylega, jest w czasie przenoszenia, przesuwania lub dotykania obrazu wcierany w werniks.

Obserwacje te przyczyniły się do zwrócenia uwagi na zjawisko elektrostatycznego przyciągania cząstek kurzu przez powłoki werniksów, zwłaszcza zaś werniksów używanych obecnie, produkowanych na bazie żywic sztucznych.

Celem tej pracy jest:

- ocena własności elektrostatycznych różnych werniksów, używanych przez konserwatora;
- określenie zależności między zdolnością werniksów do elektryzowania a ich brudzeniem;
- próba zabezpieczania werniksów preparatami antyelektrostatycznymi.

## CZĘŚĆ TEORETYCZNA

### ZJAWISKO POWSTAWANIA ŁADUNKÓW ELEKTROSTATYCZNYCH NA POWIERZCHNI DIELEKTRYKÓW

Zjawisko elektryzowania materiałów znane jest od 2500 lat, od Talesa z Miletu i jego eksperymentów z bursztynem. W czasach nowożytnych zainteresowano się nim niedawno, bo dopiero pod koniec XIX w. Pionierskie prace wykonał Francuz Cohen<sup>1</sup>.

W dzisiejszym naszym rozumieniu zjawisko elektryzowania statycznego jest wytwarzaniem ładunków dodatnich lub ujemnych na ciałach pierwotnie elektrycznie obojętnych. Występuje ono wówczas, gdy istnieje

<sup>1</sup> A. Cohen, Ann. Physic., 54: 1898, s. 217.

możliwość przejścia pewnej liczby elektronów z jednego ciała na drugie, co w rezultacie daje naruszenie równowagi między ładunkami dodatnimi i ujemnymi. Dobre przewodniki elektryczności mają zdolność natychmiastowego odprowadzania powstającego nadmiaru ładunków. Dielektryki natomiast, do których zaliczane są wszystkie tworzywa sztuczne, oprócz zdolności do silnego elektryzowania, charakteryzują się brakiem możliwości przepływu ładunków. Jeżeli w dwu niezbyt od siebie odległych punktach wytworzą się bardzo wysokie ładunki o przeciwnych znakach, to nie są zdolne do wzajemnego zubożenia, ponieważ nie istnieje możliwość ich przepływu ani w masie, ani na powierzchni.

O wielkości powstającego ładunku decyduje:

- wartość oporności powierzchniowej tworzywa;
- struktura chemiczna polimeru;
- szybkość, intensywność i czas tarcia, wartość współczynnika tarcia oraz siła nacisku;
- parametry charakteryzujące kontakt materiałów;
- wilgotność względna powietrza.

Wartość oporności powierzchniowej jest parametrem bardzo istotnym, decydującym o tzw. czasie samorozładowania. O ile w przypadku tworzyw naturalnych (szczególnie włókien) czas samorozładowania wynosi kilka sekund, o tyle w tworzywach sztucznych czas ten jest bardzo długi, dochodzić może do kilku godzin, a niekiedy bez zmiany warunków zewnętrznych samorozładowanie jest niemożliwe.

Istotny wpływ na wielkość gromadzącego się ładunku i czas samorozładowania ma hydrofobowość tworzyw sztucznych. Na przykład w powietrzu o wilgotności wzgl. 65% zawartość wody we włóknie poliestrowym wynosi 0,5%, poliakrylanitrylowym 1,5%, w poliamidzie 4%, w bawełnie 7%, a we włóknie lnianym 12%<sup>2</sup>.

Włókna naturalne charakteryzujące się większą higroskopijnością wytwarzają na swej powierzchni monomolekularną warstwę wody, która ułatwia przemieszczanie ładunków, tym samym skraca czas samorozładowania.

Tworzywa sztuczne nie posiadają oczywiście tej zdolności.

Na podstawie pomiarów wartości oporności powierzchniowej materiałów określono przybliżony „elektrostatyczny szereg napięciowy” charakteryzujący ich zdolności pobierania lub oddawania ładunków.

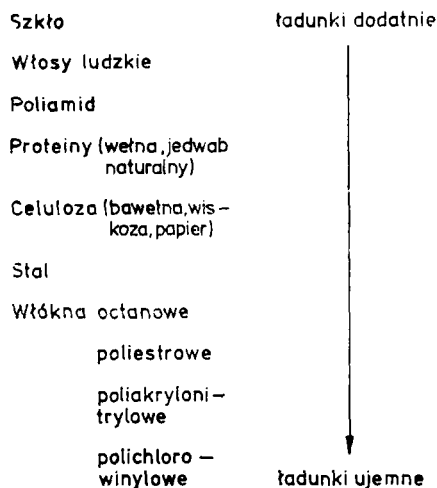
Warto zaznaczyć, że w przypadku tworzyw sztucznych udział w przenoszeniu ładunków biorą głównie jony<sup>3</sup>.

Konsekwencje wynikające z gromadzenia się wysokich ładunków na powierzchni tworzyw sztucznych są łatwe do zaobserwowania:

<sup>2</sup> M. Czerniawski, L. Nowakowski, *Metody klasyfikacji przydatności preparacji chemicznej*, Przemysł Chemiczny, 52: 1973, 2, s. 83–85.

<sup>3</sup> J. Lubczak, W. Szlezynghier, *Próby wyjaśnienia działania środków antyelektrostatycznych w polimerach*, Przemysł Chemiczny, 56: 1977, 3, s. 132–134.

- przyciąganie drobin kurzu,
- trwale utrzymywanie ich na powierzchni w wyniku oddziaływania elektrostatycznego,
- niemożność oczyszczenia powierzchni,
- trudności w przetwórstwie tworzyw.



Rys. 1. Elektrostatyczny szereg napięciowy

Ładowanie tworzyw sztucznych może wystąpić już przy działaniu takich minimalnych sił tarcia, jakie powstają w wyniku ruchów termogravitacyjnych powietrza. Powstały w ten sposób ładunek będzie przyciągał drobiny kurzu z otoczenia nawet ze znacznej odległości. Mechaniczne usunięcie zanieczyszczeń jest niemożliwe, ponieważ pocieranie ściereczką powoduje dodatkowe ładowanie i jeszcze silniejsze przyleganie drobin kurzu. Taki przebieg tego zjawiska jest typowy i łatwo zauważalny na powierzchni obrazów.

W przetwórstwie tworzyw sztucznych i przemyśle włókienniczym zjawisko elektryzowania jest szczególnie uciążliwe. Może ono stwarzać duże niebezpieczeństwo pracy (zagrożenie pożarem, możliwość porażenia aż do śmiertelnego włącznie) oraz trudności w przebiegu procesów technologicznych, a nawet całkowite ich uniemożliwienie (np. plątanie nici, uciekanie przędzy z maszyny itd.).

#### METODY LIKWIDACJI ŁADUNKÓW STOSOWANE W PRZEMYŚLE

Ponieważ zjawiska elektrostatyczne są czynnikiem zakłócającym procesy produkcji w wielu gałęziach przemysłu, od lat trwają próby opracowania skutecznych sposobów ich likwidacji.

Większość prac badawczych powstała w odpowiedzi na zapotrzebowa-

nia przemysłu włókienniczego<sup>4</sup>. Z prac tych wynika, iż elektryzowanie we włókiennictwie likwiduje się przez:

- uziemianie elementów maszyn, na których przerobione są surowce,
- mieszanie włókien ładujących się ładunkami o przeciwnych znakach (np. poliamid z poliestrem),
- szcepianie metodą radiacyjną na powierzchni włókna substancji dobrze przewodzącej prąd elektryczny,
- podwyższenie wilgotności względnej hal produkcyjnych,
- jonizację powietrza,
- preparację antyelektrostatyczną<sup>5</sup>.

Podobne metody stosuje się w przetwórstwie tworzyw sztucznych<sup>6</sup>.

W przemyśle farb i lakierów czyni się to głównie przez stosowanie preparacji antyelektrostatycznych za pomocą kationowych środków antystatycznych na bazie amin (czwartorzędowe sole amoniowe), które oprócz tego, że znacznie zmniejszają oporność polimerów, pełnią również funkcję regulatorów napięcia powierzchniowego.

W przemyśle gumowym zmniejszanie zdolności ładowania jest szczególnie ważne przy produkcji taśm transportowych dla górnictwa. W Bydgoskich Zakładach Przemysłu Gumowego produkujących m.in. tego typu taśmy stosuje się środek fosforanowy (Poliabrol 320A firmy Albright Wilson) oraz krajowy Ergostat IGP<sup>7</sup>. Zagadnienie likwidacji ładunków nie

---

<sup>4</sup> A. J. Hall, *Textil finishing*, London 1966; W. Jaworska, *Problem elektryczności statycznej we włókiennictwie i metody jej zwalczania*, Technik Włókienniczy, 1976, 7, s. 211—214; M. Bulanda, E. Sołtys, *Własności antyelektrostatyczne niektórych krajowych środków pomocniczych*, Biuletyn Informacyjny. Barwniki, 2: 1971, 3, s. 102—120; B. Kubiak, W. Mirosławski, *Wpływ struktury wyrobów włókienniczych na ich właściwości elektrostatyczne*, Prace Instytutu Włókiennictwa, 20: 1970, s. 133; E. M. Ramer, H. R. Richards, *Correlation of the Electrical Resistivities Fabrics With Their Ability to Develop and to Hold Electrostatic Charges*, *Textil Research Journal*, 1968, 1, s. 28—35; W. Löbel, *Elektrostatistische Probleme in der Textilindustrie*, *Deutsche Textiltechnik*, 16: 1966, 4, s. 241—244; M. Majnusz, D. Nowak, *Środek antyelektrostatyczny z chlorku etylenu*, *Przemysł Chemiczny*, 52: 1973, 2, s. 86—90; H. Uzdowski, W. Mirosławski, *Badania w skali laboratoryjnej wpływu preparatów na własności przerobowe oraz elektroprzewodnictwo włókien syntetycznych typu Elana i Anilana*, *Prace Instytutu Włókiennictwa*, 22: 1972, s. 306; M. Czerniawski, L. Nowakowski, op. cit.; V. Krentz, M. Sodnik, *Störender Einfluss und Nachweismöglichkeiten von Präparationen auf Synthetics*, *Textil-Praxis*, 1971, 4, s. 237—240; *Wykończalnictwo Włókiennicze*, red. H. Jędryszczak, Warszawa 1967; *Przerób Włókien Chemicznych*, pod. red. W. Ankudowicza, Warszawa 1967.

<sup>5</sup> W. Szlezynghier, J. Lubczak, *Antyelektrostatyka tworzyw sztucznych*, *Przemysł Chemiczny*, 55: 1976, 12, s. 582—584.

<sup>6</sup> A. Cohen, op. cit.; J. Lubczak, W. Szlezynghier, op. cit.; *Katalog firmy Roune-Poulence, Derives Catianiques*.

<sup>7</sup> J. Grudzińska, *Osiągnięcia w dziedzinie produkcji trudnopalnych taśm przenośnikowych z PCW w Polsce*, *Polimery*, 20: 1975, 4, s. 195—196.

zostało skutecznie rozwiązane przy produkcji i użytkowaniu płyt gramofonowych.

Zbierając materiały i informacje o przemysłowym stosowaniu preparatów antyelektrostatycznych nawiązano kontakt z ZWCH „Elana” w Toruniu, z Przędzalnią Wełny Czesankowej „Merinotex” w Toruniu, Zakładami Przemysłu Gumowego w Bydgoszczy, „Polskimi Nagraniami”, z Zakładami „Erg” w Krupskim Młynie oraz Instytutem Ciężkiej Syntezy Organicznej w Blachowni Śląskiej.

W większości tych zakładów środki antyelektrostatyczne są szeroko stosowane. Laboratoria zakładowe nie prowadzą jednak badań nad skutecznością i trwałością preparacji, toksycznością środków itp. Szersze badania nad tym zagadnieniem prowadzone są jedynie w Instytucie Włókien Chemicznych w Łodzi, gdzie uzyskano szereg informacji, próbki preparatów i wykonano serię wstępnych badań. Znaczną ilość próbek uzyskano też w Zjednoczeniu Przemysłu Kosmetycznego „Pollena”.

#### LIKWIDACJA ŁADUNKÓW ELEKTROSTATYCZNYCH ZA POMOCĄ PREPARACJI ANTYELEKTROSTATYCZNYCH

Preparacje antyelektrostatyczne można podzielić na trwałe i o działaniu przejściowym. Preparacje trwałe uzyskuje się w wyniku reakcji chemicznej wbudowywania cząsteczek o właściwościach antyelektrostatycznych w łańcuchy polimerów. Jest to sposób najczęściej stosowany w przemyśle tworzyw sztucznych, gdzie modyfikuje się polimery przez wprowadzenie grup hydrofilowych (OH i COOH)<sup>8</sup>.

Preparacje o działaniu przejściowym uzyskuje się przez wprowadzenie do tworzywa lub powleczenie powierzchni substancją, która nie łączy się chemicznie z polimerem. Substancje te noszą nazwę środków antyelektrostatycznych.

W literaturze przemysłowej spotyka się podział tych środków na wewnętrzne i zewnętrzne<sup>9</sup>. Pod względem budowy i mechanizmu działania środki antyelektrostatyczne dzieli się na anionowe, kationowe i niejonowe. Antyelektrostatyczne środki niejonowe obejmują glikole, poliglikole i estry poliglikoli<sup>10</sup>. Preparaty tego typu wykazują bardzo dużą higroskopijność. Działają na zasadzie przewodnictwa w powierzchniowej warstwie wody. Środki anionowe są to estry kwasów nieorganicznych (fosforowego, siarkowego) i alkoholi o różnych długościach łańcucha. Preparaty kationowe obejmują zasady i sole amoniowe — najczęściej halogenki, siarczany, chlorany i azotany alkilo-, arylo- i alkiloaryloamoniowe. Z badań prowadzonych w Instytucie Przemysłu Włókienniczego wynika, że tego typu preparaty charakteryzują się najwyższą skutecznością działania<sup>11</sup>.

<sup>8</sup> J. Lubczak, W. Szlezynghier, op. cit.

<sup>9</sup> W. Szlezynghier, J. Lubczak, op. cit.

<sup>10</sup> Ibid.

DOBÓR PREPARATÓW ANTYELEKTROSTATYCZNYCH  
JAKO ŚRODKÓW ZABEZPIECZAJĄCYCH WERNIKSY

Dokonując wyboru preparacji antyelektrostatycznej możliwej do zastosowania w konserwacji z konieczności musiano ograniczyć się do preparatów o działaniu czasowym. Badane werniksy, jako preparaty handlowe, nie posiadają ściśle zdefiniowanego składu, więc istnieje tylko jedna droga — wprowadzenie substancji, która nie będzie wchodziła w reakcję z ich składnikami.

Spośród znanych środków antyelektrostatycznych starano się na podstawie literatury wybrać te grupy preparatów, które mogłyby być skutecznymi środkami zabezpieczającymi werniksy przed przyjmowaniem kurzu na zasadzie przyciągania elektrostatycznego. Przyjęto następujące kryteria doboru środków antyelektrostatycznych:

- duża skuteczność działania,
- brak higroskopijności, która mogłaby powodować matowienie werniksów lub wytwarzać na powierzchni niekorzystne środowisko (pH, rozwój mikroorganizmów),
- trwałość preparatów i preparacji — ponieważ tylko preparaty trwałe nie stanowią zagrożenia dla substancji zabytkowej.

Analizując literaturę według podanych na wstępie kryteriów zwrócono szczególną uwagę na środki kationowe, ze względu na ich dużą skuteczność działania oraz dużą trwałość. Wyeliminowano natomiast preparaty:

- działające na zasadzie silnej adsorpcji powierzchniowej wody, czyli środki niejonowe na bazie poliglikoli (dla porównania do badań wstępnych zastosowano Polikol 42);
- ulegające rozkładowi, hydrolizie i innym przemianom mogącym prowadzić do wytworzenia agresywnych czynników przyspieszających procesy niszczenia zachodzące w werniksie, tj. środki anionowe, charakteryzujące się ponadto bardzo małą skutecznością działania<sup>12</sup>.

Dodatkowym środkiem ostrożności i sposobem zabezpieczenia warstwy malarskiej obrazów przed trudnymi do przewidzenia a ewentualnie mogącymi wystąpić w przyszłości skutkami użycia antyelektrostatyków miało być wprowadzenie ich w drugą zewnętrzną warstwę werniksu, co uniemożliwiłoby bezpośrednie zetknięcie z powierzchnią warstwy malarskiej.

## C Z Ę Ś Ć   D O Ś W I A D C Z A L N A

## BADANIE WŁASNOŚCI ELEKTROSTATYCZNYCH WERNIKSÓW

Własności elektrostatyczne materiałów charakteryzowane są przez wysokość potencjału nasycenia i czas samorozładowania. Potencjał nasycenia

<sup>11</sup> M. Bulanda, *Własności elektrostatyczne niektórych krajowych środków pomocniczych*, Prace Instytutu Włókiennictwa, 20: 1970, s. 133.

<sup>12</sup> Ibid.



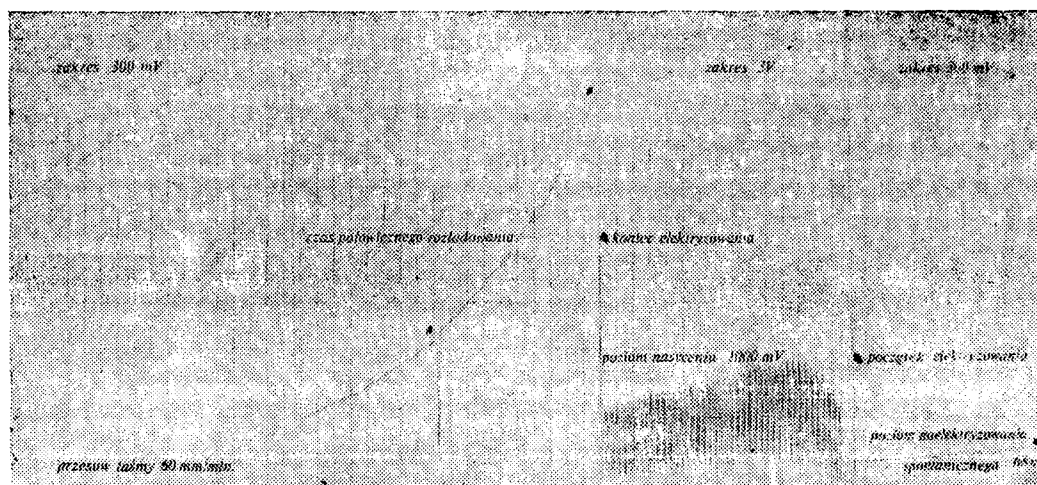
jest najwyższym potencjałem, jaki może osiągnąć elektryzowany materiał w stosunku do potencjału wyjściowego.

Czas samorozładowania to czas, który musi minąć, aby potencjał nasycenia obniżył się do wartości wyjściowej. W praktyce mierzy się czas połowicznego rozładowania. Jest to czas, w którym potencjał spada do połowy wartości potencjału nasycenia.

Pomiar własności elektrostatycznych werniksów wykonano w Inst. Fizyki Polit. Krakowskiej na prototypowym urządzeniu<sup>13</sup>. Próbkę poddawane były elektryzowaniu poprzez pocieranie.

Dokonano pomiaru:

- potencjału nasycenia,
- czasu połowicznego rozładowania.



Fot. 1. Przebieg elektryzowania i samorozładowania werniksu Van Gogh

Wyniki otrzymano w formie zapisu graficznego.

Przykładowy przebieg elektryzowania i rozładowania werniksu przedstawia fot. 1.

Pomiary wykonano w dwóch seriach.

Warunki pomiaru:

#### I seria

wilgotność wzgl. powietrza — 60%,  
temperatura — 20°C,  
czas schnięcia próbek — 48 godz.

#### II seria

wilgotność wzgl. powietrza — 30%,  
temperatura — 18°C,  
czas schnięcia — 6 miesięcy.

<sup>13</sup> P. Huczkowski, E. Morawiec, J. Polaczek, F. Starzyk, *Sposób uzyskiwania Poliamidu 6 o właściwościach antystatycznych*, Zesz. Nauk. P. Krak., Chemia, 10: 1977, 9, s. 3—16.

## Materiały:

Jako podłoże do badań służyły próbki o wymiarach  $10 \times 20$  cm, wycięte z resztek XIX-wiecznego obrazu malowanego na fabrycznej olejnej zaprawie i pokrytego oryginalnym werniksem olejno-żywiczym. Próbki po oczyszczeniu z kurzu pokryto dwukrotnie przewidzianymi do badań werniksami, nanosząc je pędzlem.

W I serii przebadano własności elektrostatyczne następujących werniksów:

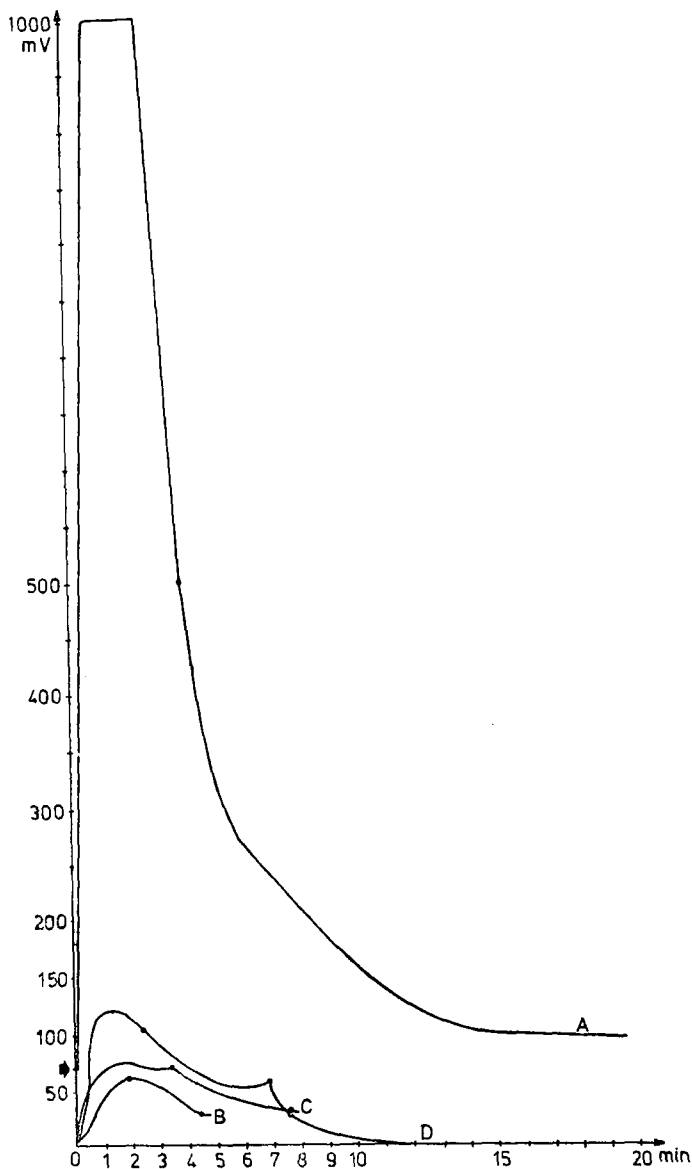
1. Mastykowego produkcji Zakładów Papierniczych w Przemysłu;
  2. Damarowego w ksylene;
  3. Akrylowego Primacryl firmy Schmincke;
  4. Retuszerskiego Rembrandt firmy Talens & Zoon;
  5. Końcowego Rembrandt firmy Talens & Zoon;
  6. Van Gogh;
  7. Van Gogh matt firmy Talens & Zoon;
  8. Retuszerskiego firmy Rowney;
  9. Końcowego firmy Rowney;
  10. Poster and water colour varnish firmy Rowney;
  11. Próbki obrazu nie pokrytego nowym werniksem.
- W II serii pomiarów badano następujące werniksy:

Tabela 1

Wielkość potencjału nasycenia i czasu połowicznego rozładowania próbek werniksów

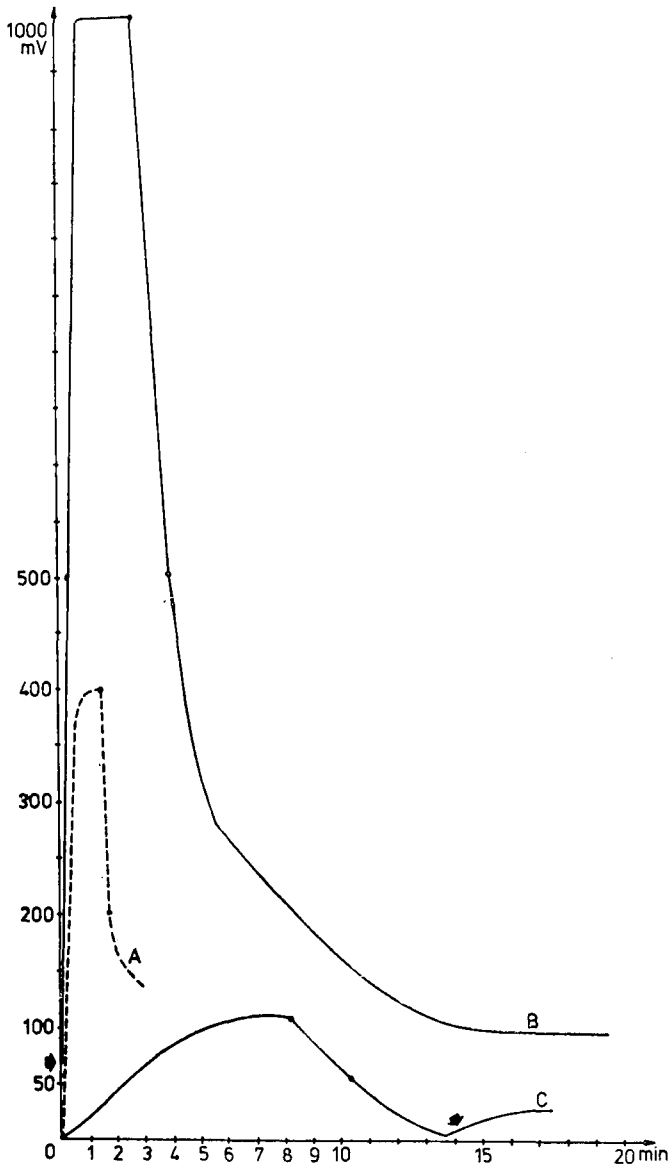
Rodzaj werniksu	Potencjał nasycenia (mV)	Czas połowicznego rozładowania (s)
Seria I		
Mastyks	35	23
Damara	85	29
Primacryl	98	87
Rembrandt retuszerski	70	32,5
Rembrandt końcowy	18	43
Rowney końcowy	120	28
Rowney retuszerski	178	32,5
Rowney Past.	100	39
Van Gogh	400	15
Van Gogh Mat.	50	17
Obraz z werniksem olejnym	25	24
Seria II		
Obraz z werniksem olejnym	58	18,8
Damara	70	114
Van Gogh	1000	72,8
Rembrandt końcowy	60	129

1. Van Gogh firmy Talens & Zoon,
  2. Końcowy Rembrandta firmy Talens & Zoon,
  3. Werniks damarowy rozpuszczony w ksylenie,
  4. Próbką obrazu z oryginalnym werniksem.
- Wyniki badań przedstawiono w tab. 1 i na rys. 2.



Rys. 2. Krzywe przebiegu elektryzowania i samoczynnego rozładowania czystych werniksów (punktami oznaczono moment zakończenia elektryzowania i połowicznego rozładowania)

A — werniks Van Gogh f-my Talens (strzałka oznacza poziom naelektryzowania spontanicznego w momencie poprzedzającym rozpoczęcie elektryzowania przez pocieranie); B — werniks Rembrandt końcowy f-my Talens; C — werniks damarowy; D — obraz z XIX-wiecznym werniksem olejno-żywiczym (w przebiegu elektryzowania widoczne przejście do ładowania przeciwnym znakiem)



Rys. 3. Zależność przebiegu elektryzowania od warunków pomiaru i sposobu przygotowania próbki

A — werniks Van Gogh — I seria pomiarów (wilg. wzgl. 60%, t. 20°C, 48 godz. po naniesieniu werniksu); B — werniks Van Gogh — II seria pomiarów (wilg. wzgl. 30%, t. 18°C, 6 miesięcy po naniesieniu werniksu); C — werniks Van Gogh — II seria pomiarów (warunki j.w., próbka 24 godz. po naniesieniu werniksu), w dziewiątej minucie eksperymentu próbka osiągnęła potencjał nasycenia, elektryzowanie przzerwano, w trzynastej minucie wystąpiło samorzutne elektryzowanie próbki bez udziału elementu trącego

Z przeprowadzonych badań wynika, że:

1. Duży wpływ na wyniki badań mają warunki wilgotnościowe pomiarów. W I serii, gdy wilgotność powietrza była wyższa, próbki elektryzowały się na ogół niżej niż w II serii.
2. Istotne znaczenie posiadają niewielkie ilości rozpuszczalników, znaj-

dujące się w błonach werniksów. W I serii wykonano badania na próbkach ze świeżo naniesionymi werniksami, uzyskując niższe wartości potencjału nasycenia niż w II serii. Wpływ zmiany warunków pomiaru obserwowany jest na przykładzie werniksu Van Gogh, suszonego przez 48 godzin i przez 6 miesięcy. Jak widać (tab. 1 i rys. 3) znaczne różnice występują zarówno w wielkości potencjału nasycenia (400 V i 1000 mV) oraz w przebiegu krzywej ładowania i samorozładowania. Werniks tego samego typu z dodatkiem czynników matujących posiada znacznie niższą wartość potencjału nasycenia (por. tab. 1).

3. Procesy elektryzowania żywic naturalnych przebiegają inaczej niż żywic sztucznych. W większości przypadków werniksy na bazie żywic sztucznych uzyskują w krótkim czasie bardzo wysoki ładunek i utrudnione jest samorozładowanie, które przebiega powoli, czasami nie zachodzi w ogóle (Van Gogh, II seria — wysuszony).

#### OCENA STOPNIA BRUDZENIA WERNIKSÓW

##### Materiały:

Badaniu poddano powłoki otrzymane z następujących werniksów:

1. Rembrandt końcowy,
2. Rembrandt retuszowski,
3. Van Gogh,
4. Damara,

porównawczo wykonano badania dla powłok

5. Polimetrokrylonu butylu (stęż. 15<sup>0</sup>/o),
6. Żywicy AW<sub>2</sub> (BASF),
7. Ketenharz N (BASF).

Powłoki uzyskano przez rozprowadzenie werniksu (o stężeniu handlowym) bagietką na szkiełku przedmiotowym.

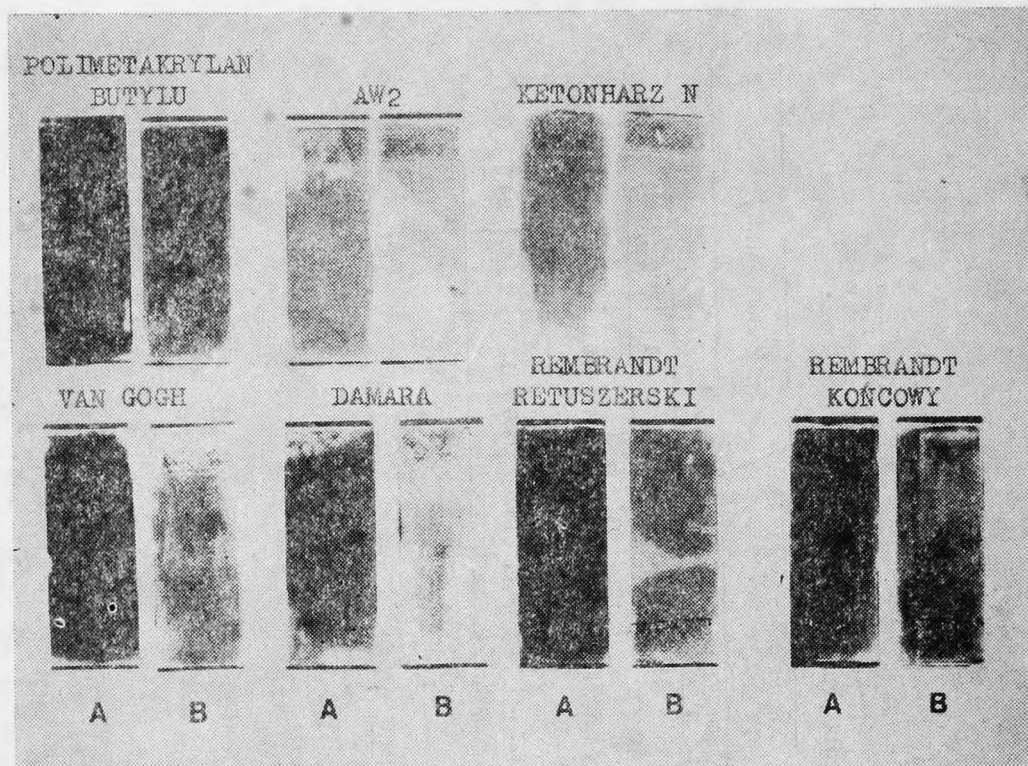
Próbki suszono przez 14 dni w warunkach powietrzno-suchych, a następnie przez 12 godzin w suszarce próżniowej w temp. 20°C. Przed pomiarem połowę próbek elektryzowano, pocierając o sukno przez 5 sek. Wszystkie próbki spuszczano z wysokości 1 cm na pył węgla aktywnego. Nadmiar pyłu węglowego zdmuchiowano z powłok strumieniem powietrza z odległości 15 cm przez 1 minutę. Badanie powtórzono po upływie 6 miesięcy. Pomiaru stopnia zabrudzenia dokonano metodą densytometryczną. Użyto densytometru typu ERI 10 prod. Carl Zeiss „Jena”. Pomiar prowadzono przy filtrze nr 1 i czułości 0,8. Wyniki uzyskano w postaci wykresu przedstawiającego natężenie światła odbitego oraz powierzchnię zawartą pod krzywą natężenia. W tab. 2 podano wysokości krzywych całkowitych.

Analizując wyniki można stwierdzić, że próbki elektryzowane utrzymują średnio około 40<sup>0</sup>/o więcej zabrudzeń niż próbki nieelektryzowane, co świadczy o ogromnym wpływie własności elektrostatycznych materiałów na ich łatwość brudzenia.

**Tabela 2**  
**Wpływ elektryzowania na zdolność brudzenia próbek werniksów**

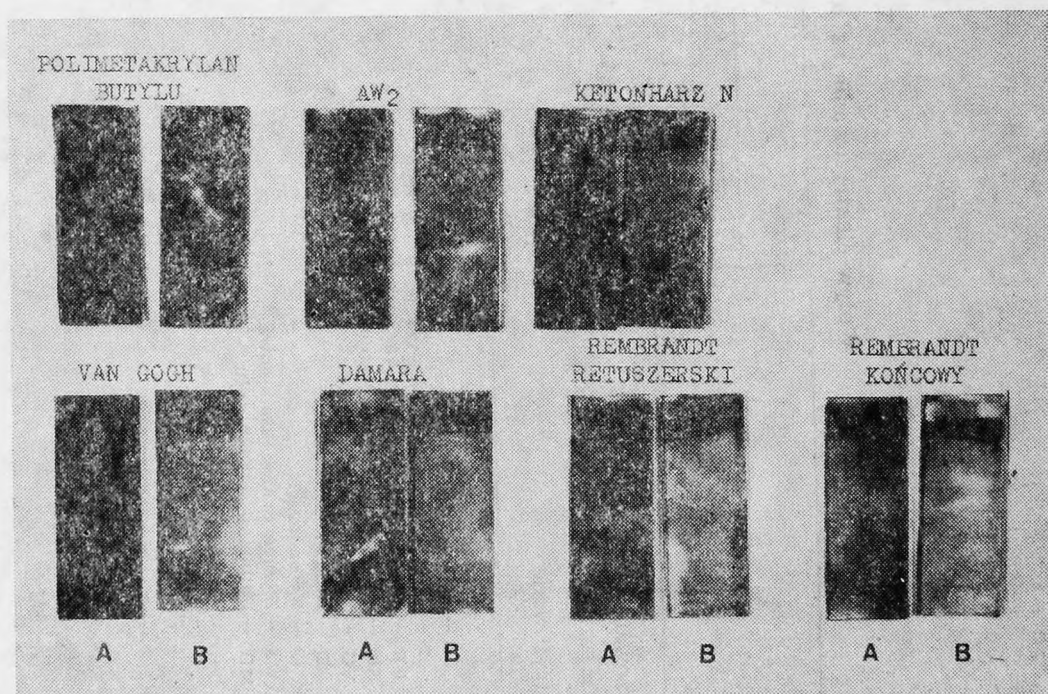
Rodzaj próbki	Werniks										Żywica			
	RR		RK		VG		D		K		AW2		PMB	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Elektryzowane	26,0	29,0	24,5	27,5	00	39,0	24,0	30,0	17,0	28,4	16,0	26,4	29,0	47,5
Nieelektryzowane	19,5	22,2	17,0	23,0	24,0	28,2	14,0	24,0	13,0	27,0	13,0	22,5	24,0	32,8

- 1 — pomiar pierwszy
- 2 — pomiar drugi w 6 miesięcy po pierwszym
- RR — Rembrandt retushing varnish
- RK — Rembrandt Picture varnish
- VG — Van Gogh
- D — Damara
- K — Ketonharz N
- AW2 — Żywica cykloheksanonowa
- PMB — Polimetakrylan butylu



Fot. 2. Wpływ elektryzowania powłok werniksów na zdolność trwałego utrzymywania zabrudzeń

A — próbki elektryzowane przez tarcie, B — próbki nieelektryzowane



Fot. 3. Wpływ elektryzowania powłok werniksów na zdolność trwałego utrzymywania zabrudzeń (pomiar wykonano po upływie 1/2 roku)

Badania przeprowadzone po upływie pół roku pozwalają stwierdzić, że zdolność brudzenia wzrasta znacznie z upływem czasu i jest między innymi zależna od stopnia odparowania resztek rozpuszczalników z błony. Większość werniksów i żywic sztucznych używanych porównawczo wykazuje zbliżoną zdolność przyciągania węgla do powierzchni. Szczególny wyjątek stanowi werniks Van Gogh, który zatrzymał na powierzchni tak wielką ilość węgla, że przekroczył możliwości rejestracji.

#### BADANIE WŁASNOŚCI FIZYKO-CHEMICZNYCH ŚRODKÓW ANTYELEKTROSTATYCZNYCH

Do badań wybrano środki antyelektrostatyczne o następujących nazwach handlowych:

1. Ammonyx,
2. Blandofen CAZ-70,
3. Genapol 0-120,
4. Noranium M<sub>2</sub>SH,
5. Noramox S-11,
6. Prapagen WK,
7. Roksol AT 3 prod. krajowej (Nadodrzańskie Zakł. Przem. Org. „Rokita”),
8. Polikol 42 prod. krajowej (Nadodrzańskie Zakł. Przem. Org. „Rokita”).

Środki te dodawano w ilości 1% do wymienionych niżej werniksów.

1. Rembrandt końcowy firmy Talens,
2. Rembrandt retuszera — Talens,
3. Van Gogh — Talens,
4. Damara w ksylenie.

Wielkość stężenia antyelektrostatyków ustalono na podstawie metody preparacji w warunkach przemysłowych.

Preparaty 1—6 są to kationowe środki antyelektrostatyczne na bazie czwartorzędowych soli amoniowych oraz oksyetylenowych amin, firmy Rhone & Poulence. Uzyskano je za pośrednictwem Zjednoczenia Przemysłu Chemii Gospodarczej i Kosmetyków „Pollena”.

Roksol AT 3 jest krajowym odpowiednikiem preparatów francuskich, jest produktem kwaternizacji aminy alifatycznej i nasyconego kwasu tłuszczowego (stearynowego). Jest to substancja ciekła, wodna emulsja o konsystencji pasty barwy kremowobrazowej. Charakteryzuje się trwałością nieograniczoną<sup>14</sup>.

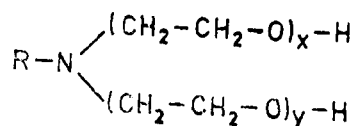
Polikol 42 — niejonowy środek antyelektrostatyczny produkcji krajowej. Produkt polimeryzacji tlenku etylenu. Ciało stałe o konsystencji wosku barwy żółtej, rozpuszczalny w wodzie, wykazujący odczyn obojętny.

<sup>14</sup> Informacja ustna uzyskana w Instytucie Włókiennictwa w Łodzi.



Opierając się na literaturze, spośród preparatów francuskich ściślej zdefiniowano dwa — Noramox i Noranium<sup>15</sup>.

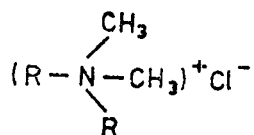
Noramox S 11 — jest monoaminą oksyetylenowaną o ogólnym wzorze:



Suma cząsteczek tlenku etylenu w cząsteczce Noramoxu S 11 wynosi 11. Średnia masa cząsteczkowa wynosi 750. Preparat ten znajduje szerokie zastosowanie nie tylko jako środek antyelektrostatyczny, ale również:

- jako środek powstrzymujący korozję,
- czynnik dyspergujący,
- środek zwilżający do produkcji farb,
- środek pomocniczy we włókiennictwie.

Noranium M<sub>2</sub>SH jest to chlorek dwualkilodwumetyloamoniowy o wzorze ogólnym



i średniej masie cząsteczkowej 575. Jest związkiem trwałym. W roztworach rozcieńczonych jest odporny na działanie kwasów i zasad oraz temperatury. Rozkład rozpoczyna się w temperaturze 80°C. Noranium posiada wiele zastosowań, ale szczególnie we włókiennictwie, jako doskonały środek zmiękczający, oraz w przetwórstwie tworzyw sztucznych, jako środek antyelektrostatyczny. Posiada bardzo dobre właściwości adhezyjne, umożliwiające wytworzenie na powierzchni monomolekularnej błony, która stanowi jonowy przewodnik elektryczności. Pozwala to usunąć statyczne ładunki elektryczne z różnego typu materiałów.

Przeprowadzono badanie preparatów określające następujące właściwości fizyko-chemiczne:

- rozpuszczalność w wodzie i rozpuszczalnikach organicznych,
- pH roztworów 1-procentowych,
- higroskopijność preparatów,
- barwę,
- zdolność rozpuszczania się w werniksach,
- zdolność tworzenia jednorodnych błon z werniksem.

Z danych w tab. 3 wynika, że badane środki antyelektrostatyczne są w większości dobrze rozpuszczalne w rozpuszczalnikach organicznych i dobrze rozpuszczają się w werniksach. Wyjątek stanowi Polikol 42, który

<sup>15</sup> Katalog firmy Roune-Poulence.

**Tabela 3**  
**Własności fizyko-chemiczne preparatów antyelektrostatycznych**

Preparat	Postać	Barwa	Rozpuszczalność				Higrosko- pijność (%)		pH 1% rozt.	Rozpuszczal. w wern.				Wygląd błon werniksu			
			H <sub>2</sub> O		Ksy- len		48 h	7 dni		RK	PR	VG	D	RK	RR	VG	D
			R/NK	R	R	R	R	R									
Ammonyx	ciecz	jasnobrąz.	R/NK	R	R	R	7,95	19,94	9,5	+	+	+	+	+	+	+	+
Blindofen	ciecz	żółta	R/NK	R	R	R	3,05	10,84	4,85	+	+	+	+	+	+	±	±
CAZ-70	pastą	biała	R	R/NK	R	R	24,69	47,03	7,20	+	+	±	+	+	±	±	±
Genapol O-120	pastą	biała	R/NK	R	R	R	—	2,30	4,45	+	+	+	+	+	+	±	±
Noramium M <sub>2</sub> SH	pastą	jasnobrąz.	R/NK	R	R	R	32,48	41,45	3,85	+	+	+	+	+	+	±	±
Noramox S-11	pastą	biała	R/NK	R	R	R	1,82	20,67	4,70	+	+	±	+	+	+	±	±
Prapagen WK	ciecz	bezbarwna	R	R	R	R	89,74	120,53	4,50	+	+	+	+	+	+	+	+
Roksol AT 3	c. stałe	żółta	R	R	NR	NR	50,42	91,30	7,10	—	—	—	—	—	—	—	—

R — dobra  
R/NK — roztwór nieklarowny  
NR — nierozp.  
BI — benzyna lakowa  
+ — b. dobra  
± — częściowa  
— — brak rozp.  
+ — przeźroczysta  
± — l. zmętnienie  
— — wyr. zmętnienie

rozpuszcza się tylko w wodzie, co uniemożliwia jego użycie jako dodatku do masy werniksu. Błony otrzymane z werniksów po dodaniu preparatów antyelektrostatycznych są jednorodne i brak jest wizualnych zmian w przypadku retuszarskiego i końcowego werniksu typu Rembrandt. Nie-wielkie zmętnienie wykazują powłoki werniksu damarowego. Bardzo wy-rażnie zmętnienie powłoki werniksu typu Van Gogh wywołuje obecność preparatu Prapagen.

Badane preparaty charakteryzują się w przypadku niskich stężeń dobrą rozpuszczalnością w wodzie. Odczyn 1% roztworów mieścił się w granicach pH od 3,85 do 9,05. Z badania higroskopijności prowadzonego w wilgotności wzgl. 100% wynika, że większość tych związków bardzo ła-two absorbuje cząsteczki wody. Wyjątkowo wysoką higroskopijnością cha-rakteryzuje się Roksol AT 3, którego masa już w ciągu 48 godzin w atmo-sferze wilgoci wzrasta o 80%. Pozostałe preparaty wykazują znacznie mniejszą, ale również wysoką higroskopijność, sięgającą nawet do 47% w przypadku Genapolu. Najniższą higroskopijnością charakteryzuje się Noranium.

Analizując wszystkie wyniki wyeliminowano z dalszych badań nastę-pujące preparaty:

- Polikol 42 — ze względu na nierozpuszczalność w werniksach,
- Roksol AT 3 — ze względu na bardzo wysoką higroskopijność,
- Noramox S 11 — ze względu na silny odczyn kwaśny przy dużej higroskopijności (41%),
- Genapol 0-120 — ze względu na niestabilność emulsji (po pół roku nastąpił rozdział).

#### BADANIE SKUTECZNOŚCI DZIAŁANIA PREPARATÓW ANTYELEKTROSTATYCZNYCH W WERNIKSACH

##### WPŁYW PREPARATÓW ANTYELEKTROSTATYCZNYCH NA HIGROSKOPIJNOŚĆ BŁON WERNIKSÓW

**W a r u n k i p o m i a r u :** Na płytki aluminiowe obustronnie nanoszo-no werniks pędzlem. Po wysuszeniu do stałej masy próbki umieszczono w komorze o 100% wilgotności względnej. W tab. 4 podano procentowy wzrost masy próbek, po jej ustaleniu się na określonym poziomie.

Na wstępie należy przeanalizować higroskopijność błon werniksów bez dodatku środków antyelektrostatycznych. Najwyższą higroskopijnością charakteryzuje się żywica naturalna — damara. Znacznie niższe wartości otrzymano dla werniksów na bazie tworzyw sztucznych. Otrzymane wy-niki tłumaczą wcześniej zaobserwowane mniejsze brudzenie się werniksu damarowego. Większa higroskopijność tej żywicy wpływa na szybsze odprowadzenie nagromadzonego na jej powierzchni ładunku elektrosta-tycznego niż obserwujemy to na powierzchni werniksów z żywic sztucz-nych.

Tabela 4

Wpływ preparatów antyelektrostatycznych na higroskopijność błon werniksu

Preparat	Higroskopijność werniksów (%)			
	RK	RR	VG	Damara
Ammonyx	10,43	10,93	10,83	—
Blandofen	6,93	7,34	10,18	—
Genapol	9,32	10,82	9,72	—
Noramium	6,08	12,43	22,26	—
Bez preparatu	4,75	7,66	4,88	9,64

Analiza wyników w tab. 4 wskazuje na wzrost higroskopijności pod wpływem dodanych środków antyelektrostatycznych. Przyjęto, że do ewentualnego zastosowania można będzie wykorzystać tylko te preparaty, które powodują nieznaczny wzrost higroskopijności, tak aby jej wartość liczbowo była niższa od wartości dla damary.

Tabela 5

Wpływ Noramium  $M_2SH$  na potencjał nasycenia i czas połowicznego rozładowania werniksów

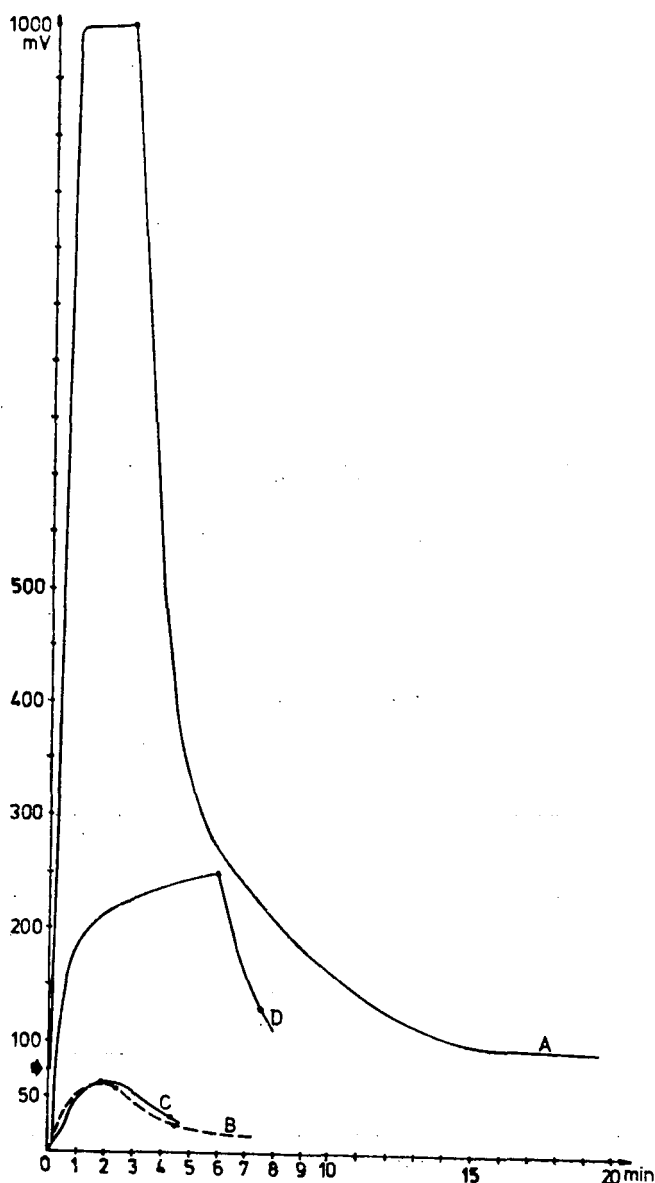
Werniks	Potencjał nasycenia (mV)	Czas połowicznego rozładowania (s)
Van Gogh	3 000	72,8
Van Gogh+Noramium	55	115,5
Rembrandt końcowy	60	129
Rembrandt końcowy+Noramium	250	82,5

WPŁYW ŚRODKA ANTYELEKTROSTATYCZNEGO NORAMIUM  $M_2SH$   
NA WŁASNOŚCI ELEKTROSTATYCZNE WERNIKSÓW

Dla werniksów Van Gogh i Rembrandt końcowy z dodatkiem kationowego środka antyelektrostatycznego Noramium  $M_2SH$  dokonano pomiaru potencjału nasycenia i czasu połowicznego rozładowania, metodą opisaną wyżej. Przy czym dla uniknięcia bezpośredniego kontaktu z warstwą malarską preparat antyelektrostatyczny nakładano wraz z drugą warstwą werniksu.

W tab. 5 i na rys. 4 przedstawiono wyniki badań w porównaniu z wynikami uzyskanymi dla czystego werniksu.

Zaobserwowano, że skuteczność działania Noramium  $M_2SH$  zależy od rodzaju werniksu. Stwierdzono, że środek ten znacznie obniża napięcie nasycenia werniksu Van Gogh, natomiast przeciwny efekt uzyskano stosując ten sam preparat jako dodatek do werniksu retuszerskiego, Rembrandt.



Rys. 4. Wpływ dodatku preparatu antyelektrostatycznego na przebieg elektryzowania werniksów

A — Van Gogh firmy Talens; B — Van Gogh z 1% dodatkiem preparatu Noranium;  
 C — Rembrandt końcowy f-my Talens; D — Rembrandt z 1% dodatkiem Noranium —  
 widoczny wzrost zdolności elektryzowania

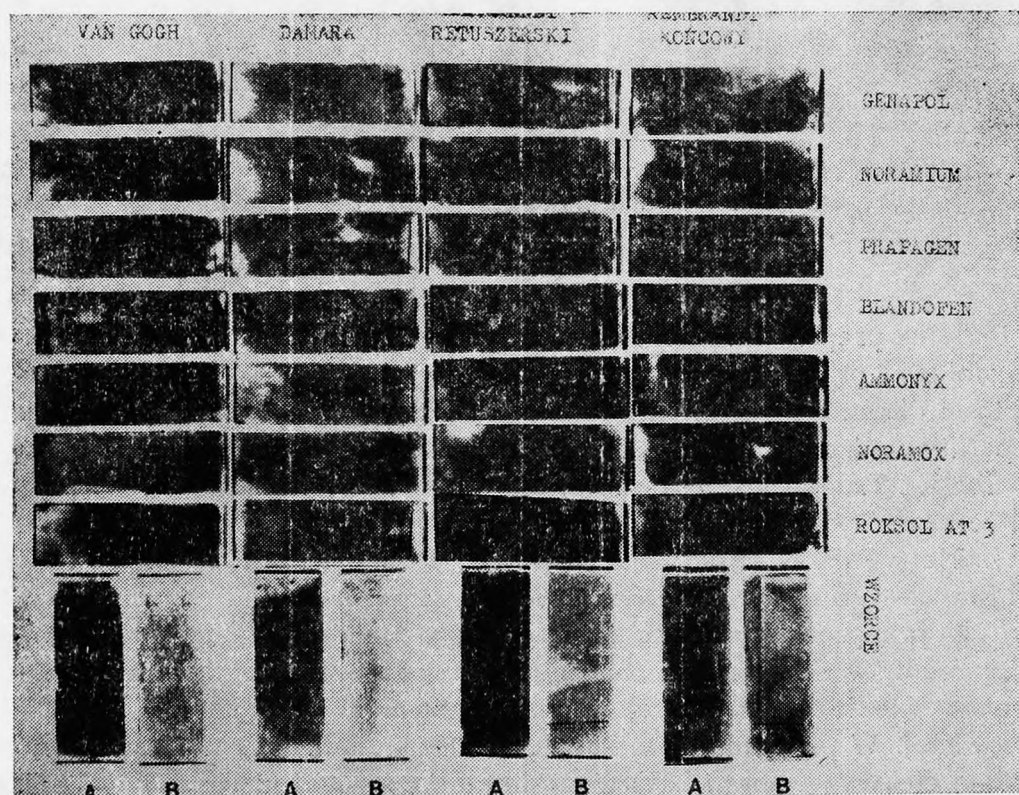
WPLYW PREPARATÓW NA STOPIEŃ ZATRUDNIENIA POWŁOK  
 WĘGLEM AKTYWNYM

Próbki do badań przygotowano tak jak poprzednio. Stosowano 1% do-  
 datek preparatów antyelektrostatycznych wprowadzonych do werniksów.  
 Tabela 6 przedstawia wyniki badań densytometrycznych. Próbki po bada-  
 niu przedstawiono na fot. 4 i 5.

Tabela 6

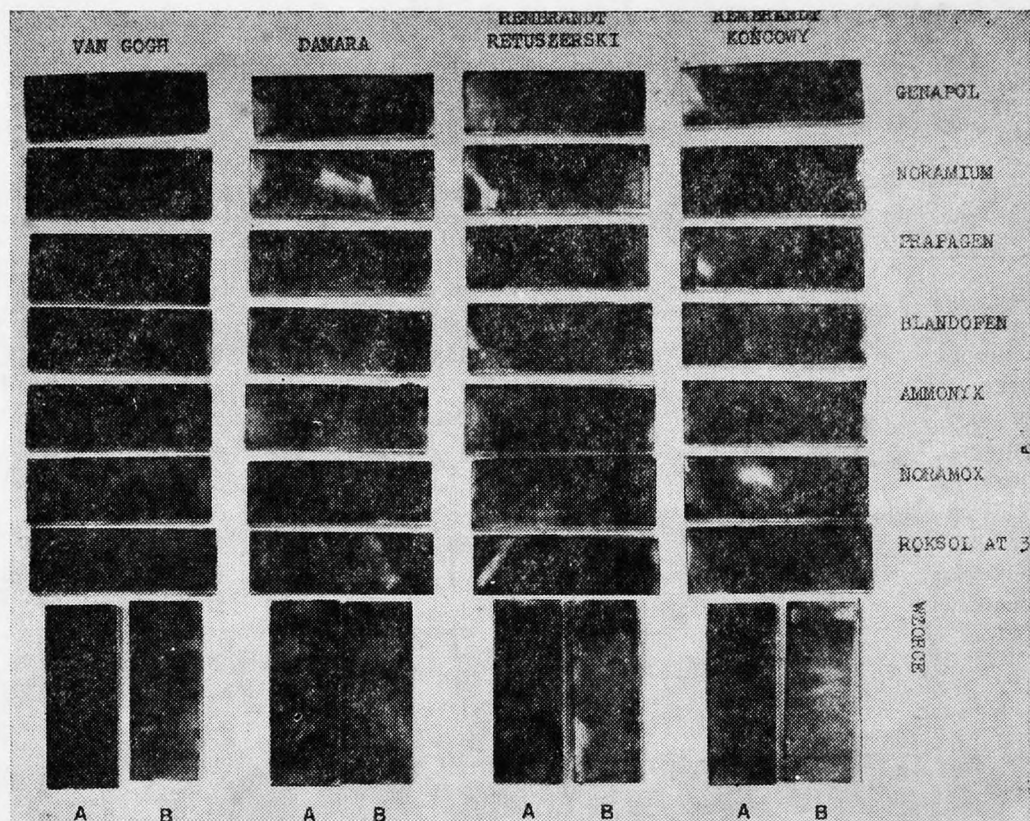
Wpływ preparatów antyelektrostatycznych na zabrudzenie werniksów

Preparat	Werniks							
	RR		RK		VG		D	
	1	2	1	2	1	2	1	2
Ammonyx	16,0	29,0	23,0	20,4	37,5	31,0	22,0	21,0
Blandofen	15,0	19,8	23,5	20,4	27,5	28,0	16,0	26,2
Genapol	16,5	28,1	17,0	20,1	23,2	35,8	16,5	23,4
Noramium	24,8	29,6	17,0	23,5	27,0	26,8	15,8	20,4
Noramox	15,6	30,4	24,5	30,9	26,2	29,0	26,0	20,8
Prapagen	17,2	27,3	16,8	21,1	24,5	30,0	16,8	19,0
Roksal	17,6	21,6	25,5	21,4	22,6	30,8	24,0	20,3
Elektryzowana próbka werniksu	26,0	29,0	24,5	27,5	00	39,0	24,0	30,0
Nieelektryzowana próbka werniksu	19,5	22,2	17,0	23,0	24,0	28,2	14,0	24,0



Fot. 4. Wpływ preparatów antyelektrostatycznych na odporność werniksów na zabrudzenie. Próbki werniksów z preparatami antyelektrostatycznymi były elektryzowane przez pocieranie o sukno

Wzorce: werniksy bez dodatku preparatów antyelektrostatycznych: A — próbki elektryzowane, B — próbki nieelektryzowane



Fot. 5. Wpływ preparatów antyelektrostatycznych na odporność werniksów na zabrudzenia (pomiar wykonano po upływie 1/2 roku)

Dodatek preparatów antyelektrostatycznych powoduje na ogół obniżenie zdolności przyciągania zabrudzeń elektryzowanych próbek do poziomu wartości dla próbek nieelektryzowanych. Niestety, nie wszystkie badane preparaty wykazują równą skuteczność działania w przypadku różnych werniksów. Trudno jest wskazać jeden uniwersalny preparat, który byłby skutecznym środkiem zabezpieczającym przed przyciąganiem kurzu przez wszystkie werniksy. Analizując dodatek poszczególnych preparatów do wybranych werniksów stwierdzono, co następuje:

1. W przypadku werniksu retuszerskiego Rembrandt, dodatek wszystkich środków z wyjątkiem Noramium powoduje znaczny spadek zabrudzenia powłoki, nawet poniżej wartości otrzymanej dla powłoki nieelektryzowanej. W przypadku Blandofenu spadek wynosi 43% w stosunku do powłoki elektryzowanej i 23% w stosunku do powłoki nieelektryzowanej.

Badania powtórzono po upływie 6 miesięcy. Obniżenie zdolności brudzenia wynosiło wówczas 31,7% w stosunku do powłoki elektryzowanej i 10,8% w stosunku do powłoki nieelektryzowanej. Wynika stąd, że Blandofen zmniejszył częściowo swe własności antyelektrostatyczne.

2. Dla werniksu końcowego Rembrandt znacznie trudniej wskazać preparaty skutecznie działające, ponieważ niektóre nie powodują zmniejszenia zabrudzenia, a nawet powodują jego zwiększenie. Wydaje się, że najskuteczniej w przypadku tego werniksu działają Genapol i Prapagen. Eliminują one całkowicie efekty związane z elektryzowaniem powłok. Obniżają stopień zabrudzenia nieco poniżej wartości dla powłok nieelektryzowanych. Niestety preparat Prapagen, będący emulsją, okazał się zbyt mało stabilny, aby mógł być stosowany na szerszą skalę; po upływie 6 miesięcy emulsja uległa trwałemu rozdzieleniu.

3. Werniks Van Gogh wyjątkowo łatwo przyjmuje zabrudzenia. Wykazuje on największą zdolność brudzenia ze wszystkich badanych werniksów. Dodatek antyelektrostatyków obniża znacznie stopień jego zabrudzenia. Jako środek najskuteczniejszy należy uznać, w tym wypadku, Blandofen. Wykazuje on również znaczną trwałość preparacji. Niemniej jednak żaden z zastosowanych preparatów nie obniżył zdolności brudzenia tego werniksu poniżej wartości brudzenia werniksu nieelektryzowanego.

4. Damara charakteryzuje się najniższym spośród badanych werniksów stopniem brudzenia, a dodatek preparatów jeszcze ją w znacznym stopniu obniża. Największą skuteczność wykazuje Noranium i Prapagen.

#### PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Przedstawione w pracy badania pozwoliły potwierdzić obserwacje, o których była mowa we wstępie. Potwierdziły zależność między zdolnością gromadzenia ładunków statycznych a stopniem brudzenia.

Na podstawie badań stwierdzono, że potencjał nasycenia i czas samorozładowania są wielkościami charakterystycznymi dla danego werniksu. Różnice dla różnych werniksów były ogromne (np.  $V_{nas.} = 1000$  mV dla werniksu Van Gogh, natomiast dla RK  $V_{nas.} = 70$  mV).

Wyniki pomiarów wskazują na dużą zależność tych wartości od temperatury i wilgotności, obecności rozpuszczalników. Zagadnienie to wymagałoby szerszego opracowania.

Rozważając możliwość zmniejszenia gromadzenia ładunków przez werniksy, przyjęto metodę najpowszechniejszą, najtańszą i najłatwiejszą stosowaną w przemyśle, czyli metodę preparacji czasowej. Przy czym założono konieczność dokonania selekcji stosowanych w przemyśle preparatów i wybór tylko tych, których użycie w konserwacji będzie całkowicie bezpieczne. Po dokonaniu tej selekcji poddano kolejnym badaniom próbki werniksów z antyelektrostatykami i stwierdzono, że:

1. W wyniku dodawania preparatów antyelektrostatycznych następuje duże obniżenie zdolności brudzenia, ale efekt daleki jest jeszcze od dobrego.

2. Przy dużej różnorodności składu werniksów nie ma możliwości zna-



lezenia środka uniwersalnego, który byłby jednakowo skuteczny dla wszystkich.

Przeprowadzone badania i ich pełna analiza pozwoliły stwierdzić, że ten, tak powszechny we wszystkich gałęziach przemysłu sposób, w konserwacji nie jest najlepszym wyjściem, gdyż wymagałby zbyt wielkiego nakładu środków, aby precyzyjnie każdemu z werniksów dobrać odpowiedni preparat i warunki jego stosowania. Pomijając trudności związane z wprowadzeniem takiego rozwiązania do praktyki konserwatorskiej należy zauważyć, że w przypadku jakiegokolwiek zmiany składu werniksu przez producenta zalecany środek mógłby stracić swą skuteczność. O wiele słuszniejsza wydaje się antyelektrostatyczna modyfikacja żywic jeszcze przed wyprodukowaniem z nich werniksów i tego należałoby oczekiwać od producentów. Konserwatorów trzeba natomiast przestrzec przed używaniem takich werniksów jak Van Gogh firmy Talens, gdyż wykazuje on zbyt dużą zdolność gromadzenia ładunków i przyciągania kurzu.

Ostatnim etapem pracy, możliwym do realizacji dopiero po wykonaniu badań, było nawiązanie kontaktów z producentami w celu sprawdzenia, czy interesują się zagadnieniem brudzenia werniksów. Negatywną odpowiedź uzyskano od zachodnoniemieckiej firmy Schmincke. Przedstawiciele firmy Talens & Zoon i Windsor & Newton informowali, iż zwrócono uwagę na zwiększoną zdolność brudzenia werniksów z żywic sztucznych, ale fakt ten wiążą oni z niskimi temperaturami mięknięcia używanych do ich produkcji tworzyw. Podobną przyczynę tego zjawiska podał znany konserwator francuski Marc Havel, który będąc współpracownikiem firmy Lefranc & Eourgeois udzielił w jej imieniu niezwykle interesującej wypowiedzi. Wynika z niej, że problem elektryzowania statycznego werniksów został właśnie włączony do programu badawczego Instytutu Français de Restauration des Ceuvres d'Art. Zagadnieniem tym zainteresowano się również w Istituto Centrale del Restauero w Rzymie.

Należy mieć nadzieję, że systematyczne badania doprowadzą do potwierdzenia naszej tezy, iż główną przyczyną brudzenia werniksów jest ich zbyt duża zdolność gromadzenia ładunków. Niska temperatura mięknięcia żywicy może mieć znaczenie dopiero w kolejnym etapie, kiedy to utrzymywany elektrostatycznie na powierzchni kurz zostanie trwale wklejony w mięknącą warstwę werniksu.

Wprowadzenie werniksów z żywic sztucznych miało ogromne znaczenie dla konserwacji dzieł sztuki. Ich wielkie zalety, takie jak łatwa odwracalność, duża trwałość i szereg innych są niepodważalne. Dotychczas za zaletę uważano również ich niską higroskopijność, ale to właśnie ta cecha w połączeniu z charakterem struktury chemicznej tworzywa decyduje o zdolności przyciągania cząsteczek kurzu. Jak dowiedziono wyżej, korygowania tych wad werniksów mogą konserwatorzy oczekiwać wyłącznie od producentów. Problem nie jest błahy, nie można bowiem dzieł sztuki

narażać na wielokrotną wymianę werniksów. Jeżeli producenci materiałów konserwatorskich nie zechcą się nim zainteresować, czy też w przypadkach, gdy zbiory przechowywane są w bardzo suchych pomieszczeniach, bezpieczniej będzie pokrywać je werniksami z żywic naturalnych niż ryzykować bezskuteczne usuwanie kurzu z werniksów syntetycznych.

*Jadwiga Łukaszewicz, Bogumiła Rouba*

## DER EINFLUß ELEKTROSTATISCHER EFFEKTE AUF DIE VERSCHMUTZUNG VON FIRNISSEN

(Z u s a m m e n f a s s u n g)

Die Verschmutzung von Firnissen infolge elektrostatischer Anziehung von Staubmolekülen ist eine sehr unangenehme Erscheinung, besonders bei der Konservierung von Gemälden. Sie bezieht sich vor allem auf Firnisse, die auf der Basis von Kunstharzen hergestellt worden sind. Zu große Leichtigkeit der Entstehung und Aufrechterhaltung der elektrostatischen Ladungen, verbunden mit niedriger Hygroskopizität der Kunstharze bildet die Hauptursache der übermäßigen Verschmutzung der Anstriche. Der elektrostatisch angezogene Staub wird haftbar an der Gemäldeoberfläche gehalten und läßt sich mit einfachen Methoden nicht beseitigen.

Aus mehreren Präparaten von antielekrostatischer Wirkung hat man eine Anzahl von Mitteln gewählt, die in Konservierungsarbeiten zugelassen werden können. Man untersuchte den Einfluß der antielekrostatischen Präparate auf die Eigenschaften der gewählten Firnisse und ihre Wirksamkeit als Fixativbeimischungen.

Die Ergebnisse der durchgeführten Untersuchungen deuten darauf hin, daß es keine Möglichkeit gibt, ein universelles Mittel zu wählen, das alle im Handel auftretenden Firnistypen vor der Elektrisierung sicherte.

Die Lösung dieses Problems wird vor allem von den Produzenten der Firnisse erwartet. Die Forschungen müßten aber in der Richtung verlaufen, zur Produktion von Firnissen Harze mit entsprechend präparierten antielekrostatischen Eigenschaften zu verwenden.