

Władysław Sobucki

Bielenie papierów zabytkowych Chloraminą T

Ochrona Zabytków 36/3-4 (142-143), 219-223

1983

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

Tekst jest udostępniony do wykorzystania w ramach dozwolonego użytku.

BIELENIE PAPIERÓW ZABYTKOWYCH CHLORAMINĄ T

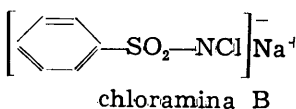
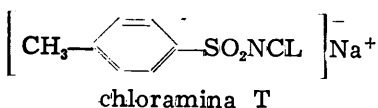
Konieczność bielenia zachodzi wtedy, gdy grafiki, mapy i inne obiekty o podłożu papierowym są silnie pożółkłe (mówimy wtedy o tzw. rozjaśnianiu, wykonanie którego warunkuje często odczytanie tekstu bądź rysunku), a także gdy występują plamy zacieków, plamy pochodzenia pleśniowego lub inne.

Decyzja przeprowadzenia bielenia papierów zabytkowych dyktowana jest najczęściej potrzebą uzyskania właściwego efektu estetycznego, chociaż w odniesieniu do rozjaśniania pogląd taki wydaje się często dyskusyjny. Z drugiej strony wiadomo, że papier ulega szybszemu niszczeniu właśnie w miejscach zaplamionych, w obecności produktów destrukcji składników papieru, w tym głównie oksyceluloz, powstających w naturalny sposób wtedy nawet, gdy obiekty przechowywane są w dobrych warunkach. Tak więc usunięcie produktów destrukcji powodujących dodatkowe żółknięcie papieru jest wręcz niezbędnym warunkiem zahamowania lub przynajmniej ograniczenia niszczenia papierowego podłoża, a tym samym przedłużenia trwałości obiektu.

Należy przy tym podkreślić, że stosowanie niewłaściwych bądź w niewłaściwy sposób środków bielących, będących związkami chemicznymi najczęściej o charakterze utleniającym, może spowodować duże zmiany we włóknie, gdyż podstawowy składnik papierów — celuloza jest także podatna na utlenianie.

Chloramina T

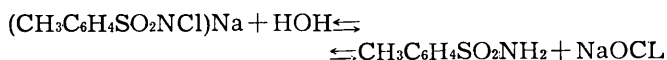
Chloramina T została w konserwacji papieru zastosowana po raz pierwszy w 1937 r. przez znanego angielskiego konserwatora H. J. Plenderleitha¹. Obecnie stosuje się ją powszechnie do bielenia obiektów zabytkowych na podłożu nie zawierającym składników drzewnych. Obok chloraminy T, stosuje się, szczególnie w ZSRR, jeszcze chloraminę B. Nie ma istotnych różnic w ich właściwościach. Obydwie są solami sodowymi: chloramina T — p-toluenosulfochloramidu, zaś chloramina B — p-benzosulfochloramidu:



Chloraminy mają wygląd białego lub czasem żółtawego proszku. N. G. Gerasimowa ze współpracownikami² podaje, że chloramina T zawiera 25—29% czynnego chloru³, dobrze rozpuszcza się w wodzie: w temp. 10°C w 100 częściach wody rozpuszcza się 12,5 części chloraminy T, a w 100°C — 300 części.

W stanie stałym chloraminy mogą być przechowywane nieograniczenie długo. Również trwale są wodne roztwory, szczególnie stężone, gdy są przechowywane w zaciemnionym miejscu. Szybkie obniżenie ich trwałości następuje pod wpływem światła dziennego, a także w obecności soli amonu, żelaza i miedzi.

Utleniające własności wodnych roztworów chloraminy T wyjaśnia się hydrolizą cząsteczki, w trakcie której powstaje podchloryn sodu⁴:



W praktyce konserwatorskiej stosuje się roztwory chloramin o stężeniu do 10% i w czasie nawet kilkunastu godzin. Uważa się, że chloraminy będące łagodnymi środkami utleniającymi praktycznie nie powodują w tych warunkach zmian w papierze. Powolne działanie chloramin można przyspieszyć przez podwyższenie temperatury kąpeli lub bielenie w środowisku kwaśnym. Stosuje się kąpiele w temperaturze podwyższonej do 40—60°C. Bielony arkusz umieszcza się często w cieplej kąpeli i pozostawia w warunkach swobodnego stygnięcia.

Bielenie w środowisku kwaśnym wymaga nieco szerszego omówienia. Jak wyżej podano, przy wprowadzeniu chloraminy do wody powstaje podchloryn sodu. W wodnych roztworach podchlorynów współistnieją trzy rodzaje cząsteczek: jony podchlorynowe (ClO^-), kwas podchlorawy (HClO) i chlor cząsteczkowy (Cl_2)⁵. Równowaga między tymi cząsteczkami jest ściśle zależna od Ph środowiska. Przy pH powyżej 9 w roztworze wodnym podchlorynów praktycznie istnieją tylko jony podchlorynowe — z taką sytuacją mamy do czynienia w wypadku bielenia chloraminą niezakwaszoną. Przy stopniowym obniżaniu pH maleje stężenie jonów podchlorynowych, wzrasta zaś zawartość kwasu podchlorawego. Proces ten osiąga maksimum w zakresie pH 4—6. Przy dalszym stężeniu kwasu podchlorawego zaczyna spadać, wzrasta natomiast zawartość chloru cząsteczkowego. Przy pH poniżej 2 w wodnym roztworze podchlorynów praktycznie istnieje tylko chlor cząsteczkowy.

Tak więc, zmieniając środowisko (pH) kąpeli chlo-

¹ H. J. Plenderleith, *The Conservation of Prints, Drawings and Manuscripts*, London 1937 — zalecał świeżo przygotowany 2% roztwór chloraminy T do usuwania plam pleśniowych.

² N. G. Gerasimowa, A. M. Anosowa, E. P. Golubowska, *Otbielka grawjur i risunkow*, „Soobshchzenia”, 19, 1967, s. 62.

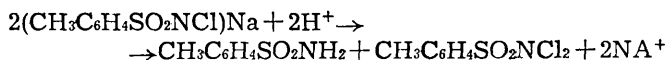
³ Termin „chlor czynny” lub „chlor aktywny” określa umownie zdolność pierwiastków i związków chemicznych do utleniania.

⁴ N. G. Gerasimowa, A. M. Anosowa, E. P. Golubowska, op. cit.

⁵ R. L. Feller, *Notes on the Chemistry of Bleaching*, „Bull. Am. Group IIC”, 11, 1971, s. 39.

raminowej, zmienia się skład i udział składników aktywnych w roztworze, a tym samym kierunek bielenia. Mogą bowiem istnieć na papierze barwne połączenia odporne na działanie podchlorynów, a dające się usunąć np. kwasem podchlorawym.

W pracowniach konserwatorskich stosuje się najczęściej zakwaszanie kwasem cytrynowym lub kwasem octowym do pH w granicach 4—5. Przy zakwaszaniu wodnego roztworu chloraminy T zachodzi także następująca reakcja⁶:



Powstający sulfodwuchloramid jest trudno rozpuszczalny w wodzie i wytrąca się w postaci białego osadu, nadając kąpeli chloraminowej wygląd mleka. W trakcie bielenia sulfodwuchloramid osadza się na powierzchni i w porach papieru, co powoduje konieczność stosowania dodatkowej kąpeli. Do usunięcia tego osadu zwykle wystarcza kilkuminutowa kąpiel w rozcieńczonym roztworze amoniaku.

Jak wiadomo, użycie wody w konserwacji papieru nie zawsze jest możliwe. Wyściem może być wtedy zastosowanie chloraminy T w roztworze alkoholowo-wodnym⁷. W badaniach radzieckich⁸ wykazano że w takiej sytuacji optymalne jest użycie mieszaniny alkohol-woda, w stosunku 1:1.

Część doświadczalna

Celem pracy było porównanie wpływu na papier różnych wariantów bielenia chloraminą T w warunkach uzyskiwania tego samego stopnia rozjaśnienia. Jest zrozumiałe, że bielenie w podwyższonej temperaturze, a także bielenie w środowisku kwaśnym spowoduje w tym samym czasie większe zmiany w papierowym podłożu niż sama chloramina na zimno. Jednocześnie jednak osiągnie się większy stopień wybielenia. Interesujące wydaje się zbadanie tych zmian w sytuacji uzyskiwania identycznego rozjaśnienia papieru.

Przedmiotem badań były następujące warianty bielenia chloraminą T:

A — roztwór wodny w temperaturze pokojowej; po bieleniu płukanie w wodzie bieżącej przez 45 min. (chloramina T „na zimno”);

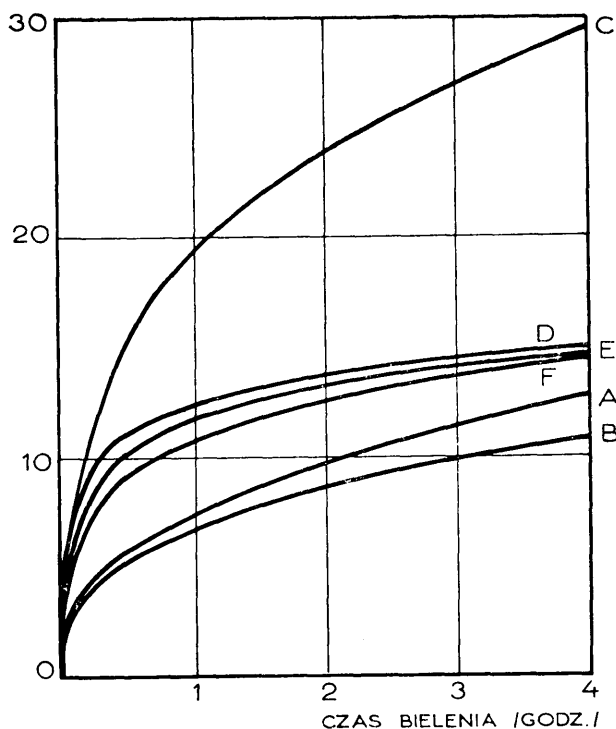
⁶ N. G. Gerasimowa, A. M. Anosowa, E. P. Golubowska, op. cit.

⁷ S. K. Bhowmik, *A Non-Aqueous Method for the Restoration of Indian Miniature Paintings*, „Studies in Conservation”, 1967, s. 116 — w celu usunięcia plam pleśniowych z miniatur indyjskich zastosowano roztwór otrzymany przez rozpuszczenie 10 g chloraminy T w 25 ml wody i uzupełnienie alkoholem etylowym do 1 l.

⁸ N. G. Gerasimowa, N. P. Lipatowa, I. S. Chutorszczikow, *Izuczenije wlijanija na bumagu otbielki pierokisiju wodoroda i chloraminom B w wodno i wodno-spirtnoj sredach. Problemy sochranosti dokumentalnych materialow*, Leningrad 1977, s. 94.

⁹ Na łamach „Ochrony Zabytków” krótką charakterystykę białości i liczby podwójnych zgięć, parametrów papierów, o których mowa w niniejszej pracy, przedstawili P. Rudniewski i A. Wawrzeńczak w pracy: *Wpływ niektórych środków neutralizujących na własności papieru*, „Ochrona Zabytków”, XXVI, 1973, s. 181.

PRZYROST BIAŁOŚCI [%]



Szybkość rozjaśniania starzonej bibuły czerpanej 250 g/m² roztworami chloraminy T o stężeniu 20 g/l: A — w temp. pokojowej; B — w roztworze metanol-woda (1:1); C — w temp. 50°C; D — z dodatkiem kwasu octowego w ilości 5 g/l; E — z dodatkiem kwasu cytrynowego w ilości 5 g/l; F — z dodatkiem kwasu cytrynowego w ilości 0,25 g/l

Rate of brightening provisionally aged vat paper 250 g/m² with solutions of chloramine T at 20 g/l: A — in room temp., B — in methanol-water solution (1:1), C — in temp. 50°C, D — with acetic acid added, 5 g/l, E — with citric acid added, 5 g/l, F — with the addition of citric acid in the quantity of 0.25 g/l

B — roztwór metanolowo-wodny (1:1), temp. pokojowa, płukanie j.w.;

C — roztwór wodny, temp. 50°C, płukanie j.w. (chloramina R „na ciepło”);

D — roztwór wodny z dodatkiem kwasu octowego w ilości 5 g/l, (pH=4,85), temp. pokojowa; po bieleniu — płukanie w wodzie bieżącej przez 15 min., kąpiel w 2,5% roztworze amoniaku przez 30 min. i ponowne płukanie w wodzie przez 30 min.;

E — roztwór wodny z dodatkiem kwasu cytrynowego w ilości 5 g/l, (pH=5,02), temp. pokojowa; po bieleniu postępowanie j.w.;

F — roztwór wodny z dodatkiem kwasu cytrynowego w ilości 0,25 g/l, (pH=6,25), temp. pokojowa; dalsze postępowanie j.w.

We wszystkich wariantach stosowano stężenie chloraminy T 20 g/l, a traktowania wykonano metodą kąpeli.

W pierwszym etapie pracy badano dla poszczególnych wariantów stopień rozjaśnienia (przyrost białości) papieru w funkcji czasu. Rozjaśnianiu poddawano bibułę czerpaną 250 g/l produkcji WZP-Jeziorna, uprzednio starzoną przez ogrzewanie w temp. 180°C w czasie potrzebnym do uzyskania białości ok. 30% (ok. 10 godz.)⁹.

Próbki o wymiarach 5×5 cm, o znanej białości,

przeznaczone do rozjaśniania w danej serii, umieszczano w kąpielu bielącej, stosując czasy rozjaśniania: 2, 5, 10, 20, 30, 45, 60, 90, 120, 180 i 240 min. Po bieleniu, płukaniu i ewentualnym usunięciu osadu sulfodwuchloramidu (warianty D, E, F), próbki suszono między bibułami pod przyciskiem introligatorskim, po czym określano białość na leukometrze produkcji Carl-Zeiss Jena (NRD), wg PN-76/P-50169.

Rezultaty tego etapu badań przedstawiono na wykresie. Jak widać, pomiędzy badanymi metodami istnieją duże różnice. Najczęściej następowało ono w wypadku bielenia w podwyższonej temperaturze (wariant C), zbliżona jest szybkość rozjaśniania wszystkimi badanymi metodami w środowisku kwaśnym (D, E, F), zaś najwolniej zachodziło ono przy stosowaniu chloraminy T w alkoholu (B).

W drugim etapie pracy badano zmiany w testowym papierze, powodowane działaniem kąpeli bielących w warunkach zapewniających uzyskanie zbliżonego efektu bielenia. Dla poszczególnych wariantów przyjęto czasy działania takie, które w pierwszym etapie, zgodnie z wyżej omówionymi wykresami, spowodowały przyrost białości o 10%.¹⁰ Dla poszczególnych wariantów wynosiły one: A — 132 min., B — 188 min., C — 10,5 min., D — 17 min., E — 28,5 min., F — 44 min.

Jako papier testowy stosowano bibułę chromatograficzną Whatman 3, która ze względu na większą jednorodność pod względem gramatury i grubości niż papiery ręcznie czerpane jest bardziej przydatna w tego typu badaniach, szczególnie gdy program badań przewiduje stosowanie oznaczeń wytrzymałościowych. Jednocześnie jej skład włóknisty (włókna bawełny), a także wysoka czystość (brak wypełniaczy, substancji zaklejających itp.) pozwalają śledzić wpływ kąpeli na włókno celulozowe, zbliżone do włókna stosowanego w technologiach wytwarzania starych papierów.

W każdej serii arkusz bibuły Whatman 3, który uprzednio nie był poddawany żadnym zabiegom, dzielono na osiem części. Sześć z nich traktowano odpowiednio metodami: A, B, C, D, E i F. Na jedną próbę (G) działano tylko wodą przez 1,5 godz. (z tego 45 min. kąpiel i 45 min. płukanie w wodzie bieżącej). Ósmą próbę zastosowano w stanie nie zmienionym.

Po tych zabiegach próbki suszono, a następnie poddawano sztucznemu starzeniu. Najpierw naświetlano je przez 32 godz. lampą kwarcową (typ LKJ, prod. polska) z odległości 30 cm, w warunkach zapewniających jednakowe naświetlenie wszystkich prób, a następnie ogrzewano je przez 72 godz. w temp. 105°C.

Do oceny zmian w papierze wytypowano następu-

jące własności: białość, pH wyciągu wodnego, sporządzonego metodą ekstrakcji na zimno¹¹, używając pti-metru (N-517, prod. polska) z elektrodą zespoloną, oraz własności wytrzymałościowe: obciążenie zrywające i samozermalność¹², które oznaczono wg PN-66/50133, stosując zrywarkę FDP-135.10 (prod. NRD), a także liczbę podwójnych zgięć, wg PN-73/P-50134 na aparacie DP-5/3 (prod. NRD), przy obciążeniu 400 g. Oznaczenia te wykonano na próbach nie klimatyzowanych. Do oceny zmian chemicznych w celulozie wytypowano liczbę miedziową¹³.

Omówienie wyników

Wyniki przeprowadzonych badań zestawiono w tabeli 1 i 2. W tabeli 1 podano właściwości bibuły Whatman 3 po traktowaniach i po sztucznym starzeniu, zaś w tabeli 2 — procentową poprawę lub pogorszenie własności w stosunku do prób porównawczych, poddanych tylko działaniu wody (G).

Analizując wyniki można stwierdzić:

— Badane metody rozjaśniania praktycznie nie przyspieszają w trakcie sztucznego starzenia procesu utraty białości (żółknięcia) papieru testowego. Jedynie minimalnie gorsze wyniki uzyskano przy stosowaniu samej chloraminy, zarówno „na zimno” (A), jak i „na ciepło” (C). Zwraca uwagę, że najwyższą białość po starzeniu wykazały próby traktowane chloraminą T z kwasem octowym (D).

— Wszystkie sprawdzone warianty bielenia chloraminowego nie spowodowały w trakcie starzenia wzrostu podatności bibuły Whatman 3 do zakwaszenia. Najlepsze rezultaty uzyskano w przypadku metod: z kwasem octowym (D) i z kwasem cytrynowym w ilości 5 g/l (E).

— Wszystkie sprawdzane warianty spowodowały obniżenie własności wytrzymałościowych po sztucznym starzeniu. Największy spadek odporności na zrywanie, wyrażonej obciążeniem zrywającym i samowystarczalnością, zanotowano w wypadku obydwu metod z kwasem cytrynowym (E, F) — o ok. 6%, zaś najwyższy spadek odporności na zginanie (w granicach 20—25%) spowodowały wszystkie metody stosujące środowisko kwaśne (D, E, F).

— Nie zaobserwowano ujemnego wpływu bielenia chloraminą T na liczbę miedziową. Szczególnie pozytywny wpływ na ten parametr wykazały metody z chloraminą T niezakwaszoną (A, B, C).

— Zwraca uwagę, że sama kąpiel w wodzie (próby G) powoduje także istotne zmiany w papierze w stosunku do prób nie traktowanych (H). Co prawda po sztucznym starzeniu pH wyciągu wodnego i liczba miedziowa pozostają na tym samym poziomie, ale obciążenie zrywające i samozermalność uległy obniżeniu, a odporność na zginanie istotnemu polepszeniu. To ostatnie spostrzeżenie

¹⁰ Z obserwacji poczynionych w Katedrze Konserwacji Starodruków i Grafiki ASP w Warszawie wynika, że przy konserwacji różnorodnych obiektów zabytkowych o podłożu papierowym najczęściej uzyskuje się podczas rozjaśniania poprawę białości w granicach 10%.

¹¹ 1 g papieru w postaci skrawków o wymiarach ok. 5×5 mm moczone przez 30 minut w temp. pokojowej w 50 ml świeżo przegotowanej wody destylowanej.

¹² Obciążenie zrywające definiuje się jako siłę (kG, N) potrzebną do zerwania paska papieru o szerokości 15

mm, zaś samozermalność — to długość paska papieru (m) o dowolnej, ale jednakowej szerokości, który zerwie się pod własnym ciężarem.

¹³ Liczba miedziowa, wyrażająca ilość gramów miedzi strąconą w postaci tlenku miedziowego (Cu₂O) przez 100 g bezwzględnie suchej masy celulozowej, jest miarą zdolności redukcyjnych (zawartości grup aldehydowych) celulozy. Wzrost liczby miedziowej świadczy o postępującym procesie degradacji celulozy. Badania liczby miedziowej zostały wykonane przez Zakład Fizykochemiczny Instytutu Celulozowo-Papierniczego w Łodzi.

Tabela 1. Własności bibuły chromatograficznej Whatman 3, traktowanej chloraminą T o stężeniu 20 g/l, po sztucznym starzeniu

Table 1. Properties of chromatographic paper "Whatman 3" treated with chloramine T at the concentration of 20 g/l after an artificial ageing

Sposób traktowania	Białość (%)	pH (pH wody dest. 6,90)	Obciążenie zrywające (N)	Samozerwalność (m)	Liczba podwójnych zgięć	Liczba miedziowa
A. Chloramina T „na zimno”	44,6	6,13	33,0	1131	52	3,08
B. Chloramina T w roztw. metanol-woda (1:1)	45,4	6,08	33,6	1149	53	2,73
C. Chloramina T „na ciepło”	45,1	6,20	32,8	1133	52	2,94
D. Chloramina T z kwasem octowym 5 g/l	46,6	6,53	32,8	1129	47	3,39
E. Chloramina T z kwasem cytrynowym 5 g/l	45,3	6,58	31,7	1088	45	3,55
F. Chloramina T z kwasem cytrynowym 0,25 g/l	45,3	6,18	31,9	1093	48	3,67
G. Traktowanie wodą — 1,5 godz. (próby porównawcze)	45,2	6,07	34,0	1160	60	3,63
H. Próby nie traktowane	43,9	6,10	37,7	1316	54	3,58

Tabela 2. Porównanie własności bibuły chromatograficznej Whatman 3 po traktowaniach chloraminą T o stężeniu 20 g/l i sztucznym starzeniu, w procentach. Znakiem „+” zaznaczono poprawę, a znakiem „-” pogorszenie własności w stosunku do prób porównawczych

Table 2. A comparison of the properties of chromatographic paper "Whatman 3" after treatment with chloramine T at the concentration of 20 g/l and artificial ageing (in per cent). Sign „+” shows improvement, and sign „-” shows deterioration in properties in relation to comparative samples

Sposób traktowania	Białość	pH	Obciążenie zrywające	Samozerwalność	Liczba podwójnych zgięć	Liczba miedziowa
A. Chloramina T „na zimno”	-1,3	+1,0	-2,9	-2,5	-13,3	+15,2
B. Chloramina T w roztw. metanol-woda (1:1)	+0,4	+0,2	-1,2	-0,9	-11,7	+33,0
C. Chloramina T „na ciepło”	-0,2	+2,1	-3,5	-2,3	-13,3	+19,0
D. Chloramina T z kwasem octowym 5 g/l	+3,1	+7,6	-3,5	-2,7	-21,7	+ 6,6
E. Chloramina T z kwasem cytrynowym 5 g/l	+0,2	+8,4	-6,8	-6,2	-25,0	+ 2,2
F. Chloramina T z kwasem cytrynowym 0,25 g/l	+0,2	+1,8	-6,2	-5,8	-20,0	- 1,1

jest zgodne z sugestiami spotykanymi w literaturze¹⁴.

Wnioski

1. Zmiany w podłożu papierowym powodowane przez roztwory chloraminy T w temperaturze pokojowej („na zimno”) należy uznać za nieznaczne.
2. Stosowanie bielenia roztworami chloraminy T w temperaturze podwyższonej wydaje się najlepszą formą przyspieszenia procesu rozjaśniania papierów.

3. Bielenie chloraminą T w środowisku kwaśnym może być stosowane tylko w wyjątkowych wypadkach i to jedynie w pracy z mocnym podłożem papierowym. Przy tym kwas octowy wydaje się korzystniejszy do zakwaszania niż kwas cytrynowy.

4. Potwierdzono pełną przydatność do rozjaśniania papierów roztworów alkoholowo-wodnych chloraminy T. Bielenie jest co prawda wolniejsze, ale nie następuje przy tym wzrost destrukcyjnego oddziaływania na włókno.

¹⁴ H. Galster, *Bedeutung des pH-Wertes für die Haltbarkeit von Papieren und ihre Restaurierung*, Teil II, „Maltechnik-Restaur”, 83, 1977, s. 183.

HISTORIC PAPER BLEACHING WITH CHLORAMINE T

Basing on own studies a comparison has been made between the effect of bleaching base paper with chloramine T in room temperature, in higher temperature (50°C) in methanol — water solution (1:1) with acetic acid (5 g/l) and citric acid (0.25 and 5 g/l) added. Changes in test paper (Whatman 3 paper) were studied, caused by the action of the above mentioned variants in the conditions ensuring the attainment of a similar effect of brightening. After treatments, the samples were subjected to an artificial ageing by their exposure to a quartz lamp and heating in temperature of 105°C.

The evaluation of changes in properties of test paper has been made by an examination of whiteness, pH of water extract, copper no, breaking load, self-breaking and number of double bending.

JERZY CIABACH

WŁAŚCIWOŚCI I ZASTOSOWANIE POLIGLIKOLI ETYLENOWYCH

Niniejszy artykuł omawia właściwości fizykochemiczne poliglikoli etylenowych, przedstawia ich gatunki handlowe oraz daje przegląd ważniejszych zastosowań z powołaniem się na literaturę konserwatorską.

Poliglikole etylenowe są specjalnego rodzaju żywicami. Rozpuszczają się nie tylko w cieczach organicznych, ale także w wodzie. Nie mają większego znaczenia w przemyśle farb i lakierów, nie są powszechnie stosowane w przemyśle klejowym. Stosowanie ich w charakterze materiałów konstrukcyjnych wyklucza podobieństwo do wosków (miękość, kruchość i topliwość w temperaturach niewiele większych od temperatury pokojowej). Znalazły one jednak duże zastosowanie w konserwacji znalezisk archeologicznych — drewna przesyconego wodą i kruchej, łamliwej skóry. Wielu konserwatorów próbowało zastosować je także w innych celach, np. do wytwarzania mas dublażowych lub środków do impregnacji wapieni.

Mianem poliglikoli etylenowych¹ określa się produkty polimeryzacji tlenu etylenu posiadające masę cząsteczkową nie wyższą niż 25—30 tys. i odpowiadające wzorowi ogólnemu: $\text{HO}(-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O})_n\text{H}$. Mają one budowę eterową $-\text{CH}_2\text{CH}_2-\text{O}-\text{CH}_2\text{CH}_2-$, dzięki której wykazują dużą odporność na działanie roztworów kwasów, zasad i soli, z wyjątkiem stężonych roztworów kwasów utleniających (HNO_3) i mocnych zasad (NaOH , KOH). Eterowa budowa cząsteczek powoduje także ich rozpuszczalność w cieczach organicznych, takich jak alkohole, estry, ketony, węglowodory aromatyczne i chlorowane węglowodory alifatyczne².

Duży wpływ na właściwości poliglikoli etylenowych mają grupy wodorotlenowe, obustronnie kończące łańcuch. Podstawowym przejawem ich obecności jest dobra rozpuszczalność w wodzie, tym lepsza, im mniejsza jest masa cząsteczkowa poliglikolu³. Rozpuszczalność w wodzie jest jedną z podstawowych zalet poliglikoli etylenowych, jednakże warunkujące ją grupy wodorotlenowe są przyczyną ich nietrwałości w roztworach wodnych i w stanie stopniowym. Grupy te, pod wpływem tlenu z

The following statements have been made in conclusion:

1. Changes in the paper base caused by solutions of chloramine T in room temperature should be regarded as insignificant
2. Bleaching with solutions of chloramine T in higher temperature seems to be the best form of accelerating the proces of paper bleaching
3. Bleaching with chloramine T in acid medium may be employed only in exceptional cases and only when working with a strong base paper. Acetic acid seems to be better than citric acid as an acidifier
4. Alcohol — water solutions of chloramine T have been found very useful in paper bleaching. Although the bleaching is then slower, still there is no bigger destructive effect on textiles.

powietrza, utleniają się stopniowo do grup aldehydowych, a następnie do grup karboksylowych. Pojawienie się grup aldehydowych sprawia, że żywica zyskuje właściwości redukujące, niekorzystne w wypadku zetknięcia się ze związkami srebra, miedzi, rtęci itp. metali. Obecność grup karboksylowych przejawia się przede wszystkim obniżeniem pH roztworu, do $\text{pH} = 4$ włącznie. W wypadku poliglikoli etylenowych o małej masie cząsteczkowej (do 1000—1500) obecność grup wodorotlenowych objawia się w zdolności do pochłaniania wilgoci z powietrza (higroskopijność).

Unikatową cechą poliglikoli etylenowych jest topliwość. W przeciwieństwie do wielu innych żywic sztucznych zachowują się one podobnie do parafiny i wosku, przechodząc w ciecz o małej lepkości w temperaturach nie przekraczających 60—65°C. Małocząsteczkowe produkty, o masie cząsteczkowej 200—800, są w temperaturze pokojowej substancjami ciekłymi lub półciekłymi (o konsystencji pasty).

Masę cząsteczkową poliglikoli etylenowych charakteryzuje się zazwyczaj za pomocą liczby hydroksylowej, definiowanej jako ilość mg KOH potrzebną do zobojętnienia grup wodorotlenowych w 1 g substancji. Wielkości te związane są ze sobą równa-

niem:
$$\text{LOH} = \frac{11220}{M}$$
, w którym LOH oznacza

¹ W literaturze chemicznej omawiane żywice mogą występować pod bardziej poprawną nazwą „glikole polioksyetylenowe”. W wyniku polimeryzacji tlenu etylenu otrzymuje się także produkty o znacznie większej masie cząsteczkowej dochodzącej do kilku milionów. Są one nazywane politlenkami etylenu (polioksyetylenami) i mają właściwości odmienne od poliglikoli etylenowych (dotyczy to szczególnie właściwości termicznych i rozpuszczalności).

² Poliglikole etylenowe nie rozpuszczają się w cieczach o małej polarności, takich jak heksan, cykloheksan, benzyna ekstrakcyjna i lakowa. Nie mieszają się także z olejami roślinnymi i mineralnymi.

³ Wpływ grup końcowych maleje w miarę wzrostu długości łańcucha. Dla produktów wysokopolimeryzacyjnych rodzaj grup końcowych jest praktycznie obojętny.