

Leszek Kazimierz Babiński

Prototyp urządzenia do konserwacji drewna archeologicznego glikolami polietylenowymi

Ochrona Zabytków 44/1 (172), 36-41

1991

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.

żywicy cykloheksanonowej była niegdyś dostępna pod nazwą handlową MS2A. Miała światłotrwalszą większą niż produkt wyjściowy, ale odznaczała się zwiększoną kruchością i gorszą rozpuszczalnością. Dzięki estryfikacji grup wodorotlenowych uzyskano wzrost elastyczności i poprawę rozpuszczalności¹⁷.

Na rozwiązanie czeka też problem dużej skłonności werniksów akrylowych do gromadzenia ładunków elektrostatycznych i związanej z tym kurzochłonności. Polimery akrylowe elektryzują się nie tylko lepiej, ale w dodatku są dużo bardziej miękkie niż damara i żywice cykloheksanonowe. W związku z tym łatwiej zbierają kurz i łatwiej trwale się brudzą. Z pracy J. Łukaszczyka i B. Rouby wynika, że producenci werniksów nie stosują jakichkolwiek środków antyelektrostatycznych¹⁸. Nic nie wskazuje też na to, by stosowali antyutleniacze i pochłaniacze UV.

¹⁷E.R. de la Rie, A.M. Shedrinsky, *The chemistry of ketone resins and the synthesis of a derivative with increased stability and flexibility*. „Studies in Conservation” 1989, nr 1, s. 9.

¹⁸J. Łukaszczyk, B. Rouby, *Wpływ zjawisk elektrostatycznych na brudzenie się werniksów*. Acta Univ. N. Copernici (Toruń), seria Zabytkoznawstwo i Konserwatorstwo 1987, nr XI, s.3.

The Influence of the Final Varnish on the Deepening of Colour of the Painting Layer as a Function of the Molecular Weight and Refractive Index of the Film Forming Substance. The article concerns the increase of chromaticity appearing after covering the painting with varnish. The role played by the molecular

Nazwy handlowe wymienione w tekście

1. Laropal K 80

Żywica cykloheksanonowa (policykloheksanon) produkowana przez BASF (dawna nazwa handlowa: Keton Hartz N). Patrz przypis 17.

2. Paraloid B-72

Kopolimer metakrylanu etylu i akrylanu metylu produkowany przez Rohm and Haas. Na rynku amerykańskim znany jako Acryloid B-72. Patrz „Ochrona Zabytków” 1982, nr 1-2, s.111.

3. Paraloid B-67

Polimetakrylan izo-butylu produkowany przez Rohm and Haas. Na rynku amerykańskim znany jako Acryloid B-67. Patrz „Ochrona Zabytków” 1984, nr 3, s. 206.

4. MS2A

Zredukowana postać żywicy MS2 (produktu wspólnej polikondensacji cykloheksanonu i metylocykloheksanonu). Produkowana przez Howards of Ilford, a następnie przez Laporte Ind. Obecnie niedostępna. Patrz przypis 17.

dr Jerzy Ciabach
Instytut Zabytkoznawstwa
i Konserwatorstwa — UMK

weight and refractive index of the film forming substance has been discussed and the differences appearing after covering the painting with dammar and acrylic varnish have been explained. In the conclusion, the current problems and directions of studies concerning painting varnishes have been indicated.

LESZEK KAZIMIERZ BABIŃSKI

PROTOTYP URZĄDZENIA DO KONSERWACJI DREWNA ARCHEOLOGICZNEGO GLIKOLAMI POLIETYLENOWYMI

Polietylenowe glikole¹ wykorzystywane są już od ponad trzydziestu lat w wielu dziedzinach gospodarki, w tym także w przemyśle drzewnym do wymiarowej stabilizacji drewna. Opracowaną w 1952 r. przez B. Centerwalla i R. Morena metodą stabilizacji wymiarowej i konserwacji drewna² zainteresowali się również konserwatorzy zajmujący się zabezpieczaniem drewnianych obiektów pochodzących z wykopalisk archeologicznych. Jedną z pierwszych metod konserwacji drewna „mokrego” poliglikolami opracowali ci sami autorzy kilka lat później³. Od tego czasu obserwuje się dynamiczny rozwój metody poliglikolowej. Po wielu modyfikacjach⁴ metoda ta stosowana jest w wielu pracowniach konserwatorskich głównie przy konserwacji drewna wielkowymiarowego.

¹*Polyethylene glycols. Properties and applications*, Hoechst Aktiengesellschaft, Frankfurt am Main 1983.

²Mo Och Damsjö AB: B. Centerwall, R. Moren, „Sätt att konservera trä”, patent szwedzki nr 157302.

³R. Moren, B. Centerwall, *The use of polyglycols in the stabilizing and preservation of wood*. Meddelanden fran Lunds Universitets Historiska Museum 1960, ss. 176-196.

⁴J. de Jong, *Conservation techniques for old waterlogged wood from shipwrecks found in the Netherlands*. W: *Biodeterioration Investigation Techniques*, ed. A.H. Walters, London: Applied Science Publishers, 1977, rozdział 18, ss. 295-338.

W konserwacji drewna archeologicznego wykorzystuje się następujące właściwości poliglikoli:

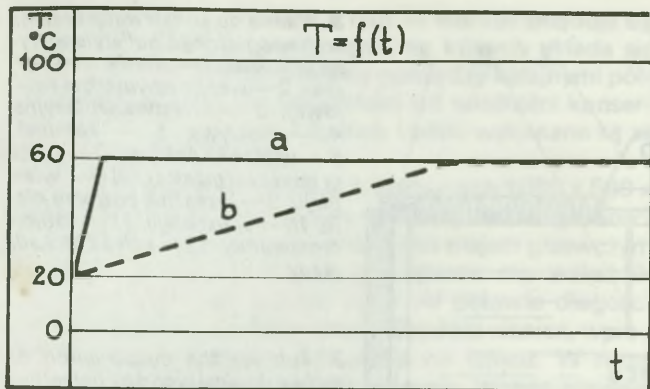
- doskonałą rozpuszczalność w wodzie,
- wysoką chemiczną i termiczną stabilność,
- dobrą odporność na działanie mikroorganizmów,
- nielotność (względnie małą lotność),
- minimalną toksyczność.

Odwracalność procesu konserwatorskiego, mały nakład pracy oraz zadowalające rezultaty konserwacji powodują, że metoda jest do dziś bardzo często stosowana. Wypiera ona wykorzystywane wcześniej techniki konserwatorskie⁵.

Metoda konserwacji drewna poliglikolami znana jest także od dawna w Polsce⁶, lecz wykorzystuje się ją w niewielkim stopniu. Wynika to, jak się wydaje, z braku instalacji umożliwiających przeprowadzenie długotrwałego zabiegu.

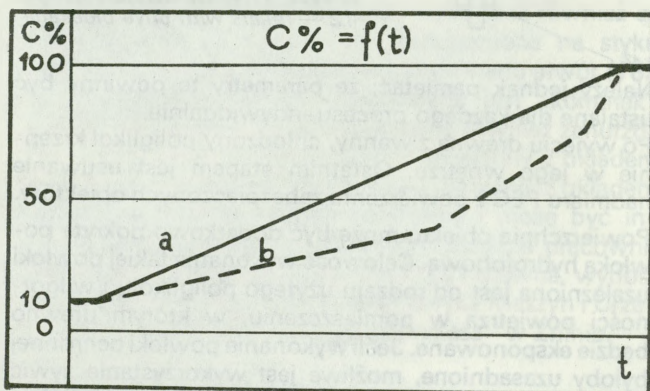
⁵Kirsten Jespersen informuje o zastąpieniu metody alunowej przez PEG i liofilizację. K. Jespersen, *Konservering af arkeologiske traegenstande*. „Dansk Kemi” 1979, nr 10, ss. 270-273.

⁶A. Kanwischer, *Konserwacja drewna mokrego*. BMiOZ, 1961, seria B. t. III.



1. Zmiany temperatury wodnego roztworu PEG w czasie procesu konserwatorskiego (wariant a i b)

1. Temperature changes in the aqueous PEG solution during the conservation process (variant a and b)



2. Zmiany stężenia wodnego roztworu PEG w czasie procesu konserwatorskiego (wariant a i b)

2. Aqueous concentration changes of PEG solution during the conservation process (variant a and b)

W 1986 r. powstała w Państwowym Muzeum Archeologicznym w Warszawie — Oddział w Biskupinie Pracownia Konserwacji Drewna, która oprócz zabezpieczania drewna budowlanego zajmuje się konserwacją znalezisk archeologicznych. Ponieważ opracowanie nowych metod konserwatorskich wymaga znacznych nakładów finansowych oraz długotrwałych prac badawczych, zdecydowano się na wykorzystanie sprawdzonych metod, stosowanych z powodzeniem w innych pracowniach konserwatorskich. Mając to na uwadze do konserwacji drewna biskupińskiego wytypowano metodę poliglikolową i liofilizację⁷. Ponieważ glikole polietylenowe o potrzebnej masie molowej są dostępne na rynku krajowym⁸, jedynym problemem był brak urządzenia do przeprowadzenia procesu. Jeszcze w 1986 r. powstał w Biskupinie projekt prototypowej, półautomatycznej wanny do konserwacji drewna archeologicznego. W roku następnym wanna była już gotowa i można było przystąpić do testowania metody oraz praktycznego sprawdzenia zastosowanych rozwiązań technicznych.

⁷ W. R. Ambrose, *The freeze-drying of swamp degraded wood*. W: *Conservation of stone and wooden objects*, IIC, London 1971; W. R. Ambrose, *The treatment of swamp degraded wood by freeze-drying*. Report to ICOM Committee for Conservation, Madrid 1977.

⁸ Producentem polietylenowych glikoli są Nadodrzańskie Zakłady Przemysłu Organicznego „Organika Rokita” w Brzegu Dolnym.

Proces konserwatorski

Pochodzące z wykopalisk obiekty drewniane znajdują się w różnym stanie zachowania. Zależy on głównie od typu środowiska, w którym drewno przebywało, wilgotności, temperatury, pH oraz stopnia porażenia przez mikroorganizmy⁹. Czynniki te powodują zmiany składu chemicznego drewna, jego budowy oraz właściwości fizycznych i mechanicznych¹⁰.

Proces konserwatorski prowadzony jest, w zależności od stanu zachowania drewna, jego gatunku i wymiarów, według ściśle określonych parametrów fizycznych. Najbardziej miarodajne dla określenia parametrów procesu są wilgotność i stopień rozkładu drewna. Według tych kryteriów klasyfikuje się archeologiczne drewno dębowe¹¹.

K l a s a I — drewno z zawartością wody większą niż 400%. Materiał jest bardzo miękki, również w części twardzielowej.

K l a s a II — drewno z zawartością wody pomiędzy 185 a 400%. Twardziel względnie dobrze zachowana.

K l a s a III — drewno z zawartością wody poniżej 185%. Twarda, mało rozłożona część twardzielowa znajduje się pod cienką, miękką warstwą bielu.

Konserwacja drewna glikolami polietylenowymi może być stosowana dla wszystkich wymienionych klas.

Wymiarową stabilizację uzyskuje się dzięki wymianie wody znajdującej się w drewnie na polietylenowy glikol. Zastąpienie lotnych cząsteczek wody przez nielotne cząsteczki PEG powoduje ciągle utrzymywanie drewna w stanie spęcznienia.

Oczyszczoną z ziemi drewno umieszczane jest w wodnym roztworze poliglikolu. Cząsteczki PEG dyfundują do drewna, podczas gdy cząsteczki wody przechodzą z drewna do roztworu. Im niższy ciężar cząsteczkowy poliglikolu, tym lepsza jest zdolność wnikania PEG do drewna. Z drugiej jednak strony wraz ze zmniejszaniem się masy molowej glikolu polietylenowego staje się bardziej higroskopijny, a nasycone nim drewno pochłania więcej pary wodnej¹². Ta niekorzystna właściwość zdecydowała, że do konserwacji wykorzystuje się głównie polimery o ciężarze cząsteczkowym od 1500 do 4000.

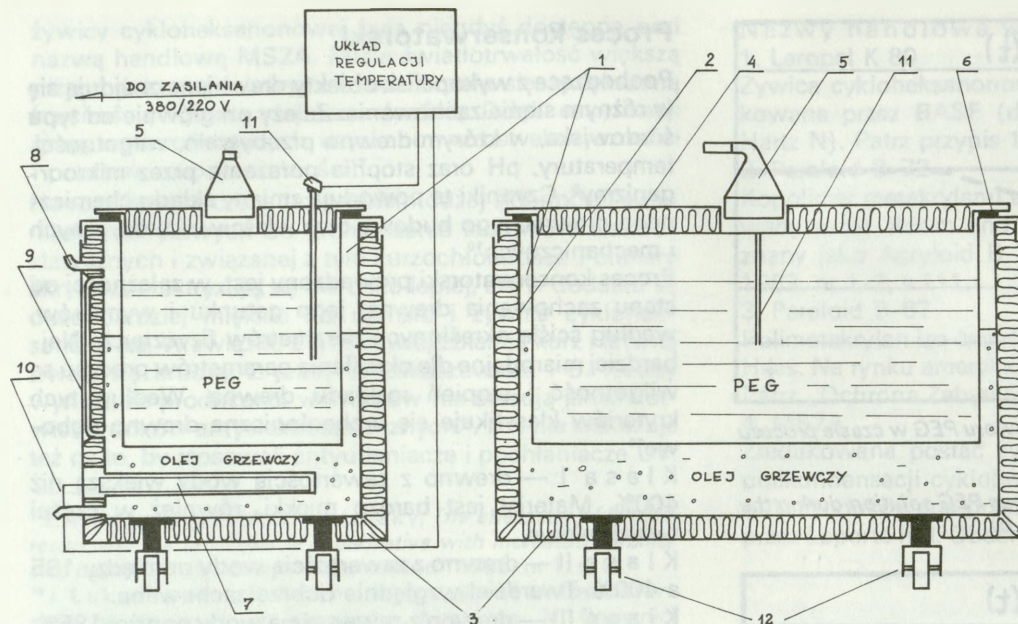
Na początku procesu stężenie roztworu nie powinno być zbyt wysokie, ponieważ wtedy — podobnie jak przy osmozie — woda dyfunduje szybciej do roztworu niż poliglikol może wnikać do drewna. W takim wypadku drewno wysychając w trakcie trwania zabiegu kurczy się

⁹K. St. G. Cartwright, W. P. K. Findlay, *Rozkład i konserwacja drewna*. Warszawa 1951; H. Courtois, J. J. Erasmus, *Bakterienangriff auf die Zellwände von Eichen- und Buchenholz während einer Wasserlagerung*. „Holz als Roh- und Werkstoff” 1976, nr 34, ss. 179-184.

¹⁰Wszystkie te zmiany są stosunkowo szeroko opisane w literaturze. Z badań krajowych warto odnotować badania nad wytrzymałością drewna archeologicznego sosny, dębu i wiązu z wykopalisk na Ostrowie Tumskim w Poznaniu — T. Grzebyński, J. Surmiński, *Z badań nad składem chemicznym i wytrzymałością drewna wykopaliskowego*. „Folia Forestalia Polonica” 1962, seria B, z. 4, ss. 145-151 oraz W. Dzbeński, *Techniczne własności drewna dębu wykopaliskowego*. „Sylwan” 1970, nr 114, z. 5, ss. 1-27.

¹¹B. Christensen, *The conservation of waterlogged wood in the National Museum of Denmark*. Copenhagen 1970.

¹²A. Schneider, *Grundlegende Untersuchungen zur Dimensionsstabilisierung des Holzes mit Polyäthylenglykol*. „Holz als Roh- und Werkstoff” 1969, nr 27, ss. 209-224.



3. Wanna do konserwacji drewna archeologicznego polietylenowymi glikolami: 1 — wanna wewnętrzna, 2 — wanna zewnętrzna (olejowa), 3 — warstwa izolacyjna, 4 — pokrywa, 5 — kominek, 6 — uszczelka pokrywy, 7 — człon grzewczy (grzałka), 8 — wlew oleju, 9 — wskaźnik poziomu oleju, 10 — spust oleju, 11 — czujnik temperatury, 12 — kółka z blokadą jazdy

3. Tub for the conservation of archaeological wood by polyethylene glycols: 1 — interior tub, 2 — exterior tub (oil), 3 — insulating layer, 4 — cover, 5 — chimney, 6 — cover gasket, 7 — heating element (heater), 8 — oil inlet, 9 — oil gauge, 10 — oil release, 11 — temperature gauge, 12 — rollers with drive blockade

i może nawet w skrajnych wypadkach pękać¹³. Najczęściej stężenie początkowe wynosi 10%¹⁴.

Wprowadzony do drewna poliglikol zastępuje wodę wolną i związaną tak, że zawartość wody w drewnie osiąga poziom, który nie sprzyja rozwojowi mikroorganizmów¹⁵. Możliwość ich rozwoju pojawia się jednak wtedy, gdy wzrośnie wilgotność nasyconego PEG drewna. Dlatego też, w celu zwiększenia odporności nasyconego poliglikolem drewna na działanie mikroorganizmów, na początku procesu dodawany jest do roztworu odpowiedni biocyd¹⁶.

Stężenie roztworu jest stopniowo podwyższane aż do 100%. Trwa to w zależności od wcześniej określonych czynników od kilku miesięcy do kilku lat. Wraz ze wzrostem stężenia zmniejsza się rozpuszczalność PEG w wodzie i wzrasta lepkość roztworu. Dlatego konieczne jest ogrzewanie roztworu¹⁷.

Podwyższanie temperatury roztworu może następować stopniowo wraz ze wzrostem stężenia lub w czasie 2-4 pierwszych tygodni procesu przy stężeniu utrzymywanym na poziomie początkowym.

Na rysunkach przykładowo podano dwa warianty (a i b) zmian temperatury i stężenia w czasie trwania zabiegu.

¹³D. N o a c k, *Zur Konservierung des Holzes der Bremer Kogge*. „Deutsche Kunst und Denkmalpflege“ 1969, ss. 130-137.

¹⁴J. d e J o n g, *Conservation techniques...*, op. cit.

¹⁵R. M o r e n, *Die Polyäthylenglykol-Imprägnierung von Holz und ihre Auswirkungen bei Holz Trocknung und Holzbearbeitung*. „Holz als Roh- und Werkstoff“ 1965, nr 23, ss. 142-152.

¹⁶Wykorzystywane są różne biocydy. Najczęściej dodawany jest pięciochlorofenol sodowy — R. M o r e n, B.

C e n t e r w a l l, *The use of polyglycols ...*, op. cit.; względnie mieszanina kwasu borowego i boraksu — L. B a r k m a n, *The preservation of the Wasa*. Wasastudier nr 5, Statens Sjöhistoriska Museum, Stockholm, Mars 1965. Do bardziej skutecznych w walce z mikroorganizmami należą czwartorzędowe związki amoniowe — J. Z i m m e r m a n n, *Pilz- und Bakterienbekämpfung in Feuchtholzlagerbecken*. „Arbeitsblätter für Restauratoren“ 1977, z. 2, gr. 8, ss. 85 oraz prospekt firmy Hoechst „Dodigen 226. Quartäre Ammoniumverbindung für Herstellung von Desinfektionsmitteln“.

¹⁷W wypadku użycia PEG 4000 konieczne jest ogrzewanie roztworu do temperatury 60—65°C — J. d e J o n g, *Conservation techniques...*, op. cit., gdyż PEG 4000 przechodzi w stan płynny przy 53—58°C.

Należy jednak pamiętać, że parametry te powinny być ustalone dla każdego procesu indywidualnie.

Po wyjęciu drewna z wanny, chłodzony poliglikol krzepnie w jego wnętrzu. Ostatnim etapem jest usuwanie nadmiaru PEG z powierzchni zabezpieczonych obiektów.

Powierzchnia obiektu może być dodatkowo pokryta powłoką hydrofobową. Celowość wykonania takiej powłoki uzależniona jest od rodzaju użytego poliglikolu i wilgotności powietrza w pomieszczeniu, w którym drewno będzie eksponowane. Jeśli wykonanie powłoki ochronnej byłoby uzasadnione, możliwe jest wykorzystanie żywic syntetycznych¹⁸. Przy doborze żywicy należy uwzględnić procesy starzenia polimerów oraz odporność samej żywicy na mikroorganizmy.

Budowa wanny

Proces konserwatorski prowadzony jest w wannie, która powinna zapewniać uzyskanie założonych parametrów fizycznych koniecznych dla skutecznego przebiegu procesu. Ze względu na wielomiesięczne funkcjonowanie, konieczność regulacji temperatury i stężenia roztworu, agresywność mediów, konieczność zabezpieczenia przed zakłóceniami w pracy urządzenia, a przede wszystkim na wartość konserwowanego obiektu urządzenie powinno być niezawodne. Wymaga to zastosowania odpowiedniego materiału, konstrukcji i instalacji.

W literaturze spotykamy opisy tego typu urządzeń¹⁹.

W naszym wypadku dążyliśmy do tego, aby zaprojektować i wykonać urządzenie, które uwzględniając założone parametry procesu, byłoby proste i niezawodne zarówno w konstrukcji, jak i w obsłudze.

Urządzenie do konserwacji drewna „mokrego” polietylenowymi glikolami składa się z dwóch wanien — wewnętrznej i zewnętrznej. W wannie wewnętrznej o wymiarach 1000 x 500 x 500 mm odbywa się proces wymiany woda — PEG. Wanna wykonana jest z blachy chromo-

¹⁸R. M o r e n, *Die Polyäthylenglykol-Imprägnierung...*, op. cit., Noack proponuje użycie roztworu dwuizocyjanianu — D. N o a c k, *Zur Konservierung...*, op. cit.

¹⁹R. M o r e n, B. C e n t e r w a l l, *The use of polyglycols...*, op. cit.; L. D. M u r d o c k, *A stainless steel polyethylene glycol treatment tank for the conservation of waterlogged wood*. „Studies in Conservation” 1978, nr 23, ss. 69-75.

wo-niklowej²⁰ o grubości 1,8 mm. W wannie znajduje się statyw z perforowanymi płytami, na których układa się zabezpieczone obiekty. Odstępy pomiędzy kolejnymi półkami są regulowane w zależności od wielkości konserwowanych przedmiotów. Statyw i półki wykonane są ze stali odpornej na korozję.

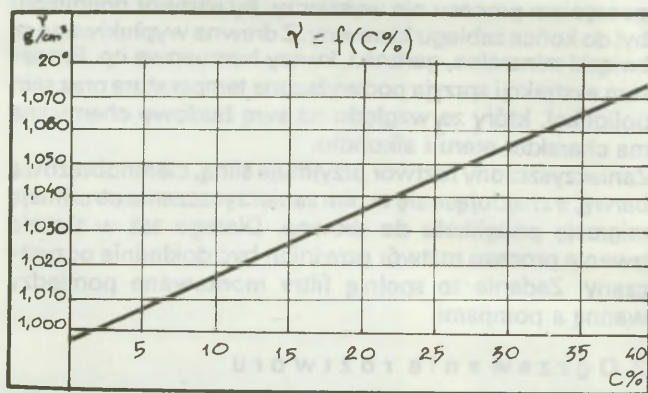
Wannę zewnętrzną (olejową) o wymiarach 1080 x 580 x 650 mm wykonano z blachy stalowej St3 o grubości 3 mm. Wanna olejowa napełniona jest olejem grzewczym w ilości ca 140 l. Wanna zewnętrzna ma wskaźnik poziomu oraz wlew i spust oleju. W połowie długości wanny olejowej, pomiędzy dnami obydwu wanien, wprowadzono rurę stalową zaślepioną na końcu. W rurze znajduje się człon grzewczy urządzenia. Wanna olejowa obłożona jest wełną mineralną. Grubość warstwy izolacyjnej wynosi 50 mm. Zewnętrzną powłokę urządzenia stanowi cienka blacha chromowo-niklowa.

Całość zamykana jest pokrywą dociskaną do wanny wewnętrznej za pomocą połączeń gwintowych. Izolowana przed stratami ciepła pokrywa, wykonana również ze stali odpornej na korozję, jest uszczelniona na styku z wanną wewnętrzną. W pokrywie wykonano otwór (185 x 185 mm), nad którym montowany jest „kominiek” z zaworem. W pokrywie zainstalowano również zanurzony w roztworze poliglikolu czujnik sprzężony z układem automatycznej regulacji temperatury. Skrzynia z układem regulacji wykonana została oddzielnie i może być instalowana w dowolnym, dogodnym punkcie pracowni. Masa wanny bez oleju, roztworu PEG i drewna, wynosi ok. 180 kg. Urządzenie wykonała Fabryka Maszyn i Urządzeń Przemysłu Spożywczego „Spomasz” w Żninie.

Ogrzewanie roztworu

Roztwór poliglikolu ogrzewany jest pośrednio. Czynnikiem przekazującym ciepło jest olej grzewczy Iterm 6. Takie rozwiązanie zapewnia bezpieczniejsze, bardziej równomierne przekazywanie ciepła nie powodujące miejscowego przegrzania roztworu.

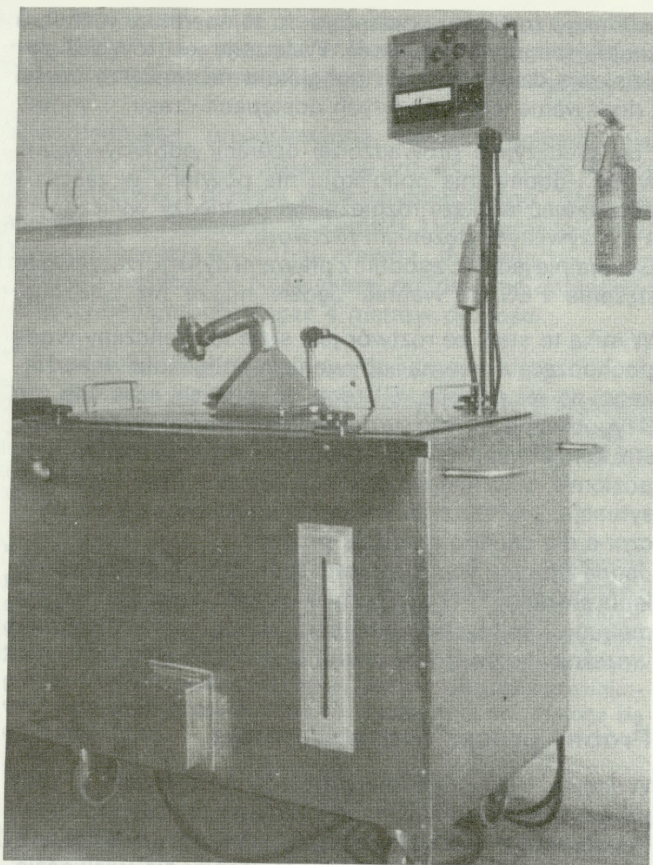
Olej ogrzewany jest za pomocą grzałki o łącznej mocy 3000 W. Grzałkę umieszczono w zamkniętej jednostronnie rurze. Umożliwia to bardzo szybką wymianę członu



4. Zmiany gęstości wodnego roztworu PEG 4000 w zależności od zmian stężenia roztworu

4. Specific gravity changes of aqueous PEG 4000 solution depending on solution concentration changes

²⁰Stal odporna na korozję (SONK) o symbolu 1H18N9T wg PN-71/H-86020.



5. Wanna do konserwacji drewna archeologicznego

5. Tub for the conservation of archaeological wood

grzewczego w wypadku jego awarii. Wymiana uszkodzonej grzałki zanurzonej w oleju wymagałaby usunięcia z wanien oleju i roztworu poliglikolu. Zastosowana grzałka umożliwia ogrzewanie oleju, w zależności od potrzeb, na trzech niezależnych stopniach grzewczych, tj. 1, 2 i 3 kW. Praca wszystkich członów grzałki sygnalizowana jest lampkami kontrolnymi. Pomiary temperatury roztworu dokonywane są przez czujnik TSP-5071 i przekazywane do regulatora. Do układu regulacji temperatury wprowadzono również drugi regulator, który dodatkowo zabezpiecza układ w sytuacjach awaryjnych.

Zagęszczanie roztworu

Drugim kontrolowanym w czasie trwania procesu parametrem jest stężenie roztworu poliglikolu. Zdecydowano się na manualne regulowanie stężenia. Zagęszczanie roztworu odbywa się przez stopniowe wyparowywanie wody i dodawanie polietylenowego glikolu. Należy przestrzegać zasady, że w miejsce wyparowanej wody dodaje się taką ilość poliglikolu, aby poziom roztworu w wannie nie ulegał wahaniom w czasie trwania całego zabiegu konserwatorskiego. W praktyce zwiększanie stężenia odbywa się w ten sposób, że otwierając zawór nad kominikiem, względnie zdejmując cały kominiek, odparowuje się wyliczoną dla danego dnia procesu ilość wody.

W zamian do wanny dodawany jest PEG. Poliglikol może być dodawany w postaci stałej (proszek) lub płynnej (ogrzany powyżej temperatury topnienia). Najlepszym jednak rozwiązaniem jest dodawanie PEG w postaci

wodnego roztworu ogrzanego do temperatury roztworu znajdującego się w wannie. Wskazane jest również podzielenie dziennej porcji poliglikolu na mniejsze części i dodawanie ich w pewnych odstępach czasu.

Przy precyzyjnie prowadzonej operacji odparowywania wody i dodawania poliglikolu nie powinny w zasadzie powstawać większe rozbieżności pomiędzy wyliczonym a rzeczywistym stężeniem roztworu.

Generalnie jednak, zgodnie z prawami dyfuzji, rzeczywiste stężenie PEG w wannie będzie niższe niż założone.

Wynika to stąd, że roztwór jest stale rozcieńczany wodą pochodzącą z drewna i ubywaniem poliglikolu wchodzącego na jej miejsce. Dlatego co pewien czas (np. co 3 tygodnie) powinno się dokonywać pomiarów rzeczywistej koncentracji PEG w roztworze i stężenie roztworu do poziomu założonego. Niedopuszczalna jest natomiast sytuacja, gdy stężenie rzeczywiste jest większe niż wyliczone dla danego tygodnia procesu.

Jedną z prostszych, a zarazem skutecznych metod określania stężenia PEG jest pomiar gęstości roztworu densymetrem i odczytanie wartości stężenia z wykreślonej wcześniej krzywej wzorcowej $C_x = f(\rho)$ (rys. 4).

Próbny proces konserwatorski

W latach 1987-1988 przeprowadzono pierwszy próbny proces z zastosowaniem omawianego prototypu wanny. Konserwowano różne fragmenty obiektów z drewna sosnowego i dębowego. Obiekty te różniły się wielkością. (Autor uważa, że należy dążyć do tego, aby materiał w wannie miał jak najwięcej cech wspólnych. W tym wypadku chodziło jednak o sprawdzenie skuteczności zabiegu dla różniącego się gatunkiem i wielkością drewna przy jednakowych dla wszystkich próbek parametrach procesu).

Cechą wspólną wszystkich poddanych konserwacji obiektów był ich znaczny stopień rozkładu. Wilgotność bielu przekraczała nierzadko 700%, natomiast wilgotność części twardej wahała się w przedziale 380 — 520%.

Kierując się stanem zachowania drewna zdecydowano się na użycie PEG 4000. Nasycanie rozpoczęto w temperaturze otoczenia przy stężeniu 10%. Temperaturę roztworu podwyższano stopniowo przez 2 tygodnie do 60°C i utrzymywano na takim poziomie do końca trwania zabiegu. Końcowe stężenie PEG określono na 100%, a czas potrzebny do osiągnięcia takiej koncentracji na 12 miesięcy. W celu usunięcia ewentualnych pozostałości wody obiekty były dodatkowo trzymane przez 2 tygodnie w płynnym poliglikolu. Po wyjęciu drewna z wanny i skrzepnięciu poliglikolu w jego wnętrzu nadmiar PEG usuwano z powierzchni obiektów gorącym powietrzem.

Przeprowadzone badania wykazały, że nastąpiło całkowite zastąpienie wody przez cząsteczki PEG 4000. Ciężar obiektów zwiększył się, w porównaniu ze stanem przed konserwacją, o ponad 10%. W wypadku małych obiektów nie stwierdzono żadnych pęknięć poprzecznych ani podłużnych. Największym zabezpieczonym obiektem był fragment łątki z chaty biskupińskiej. Średnica łątki wynosiła 18 — 21 cm, a jej długość ok. 60 cm. W tym wypadku zaobserwowano jedynie bardzo nieznaczne wydłużenie istniejących przed konserwacją pęknięć podłużnych. Należy sądzić, że zostało to spowodowane za krótkim czasem nasycania, który powinien być wydłużony do ok. 18 miesięcy.

Uwagi końcowe

Przedstawiona prototypowa wanna do konserwacji drewna „mokrego” polietylenowymi glikolami jest urządzeniem w pełni sprawnym technicznie, umożliwiającym prowadzenie procesu konserwatorskiego według dowolnego wariantu metody poliglikolowej. Możliwe jest również wykorzystanie jednostki przy stosowaniu innych metod konserwacji drewna archeologicznego i nie tylko. W tym wypadku będzie ona wykorzystywana m.in. do impregnacji małowymiarowego drewna „mokrego” przed zabiegiem liofilizacji.

Urządzenie to wykonane jednak zostało głównie w celach badawczych. Chodziło przede wszystkim o sprawdzenie samej metody poliglikolowej w skali półtechnicznej oraz kilku zastosowanych rozwiązań konstrukcyjnych. Budując opisany prototyp, celowo niekiedy rezygnowano z pewnych elementów, które nie powinny być pomijane przy projektowaniu wanien do konserwacji drewna wielkowymiarowego.

Drewno biskupińskie jest w przeważającej mierze drewnem wielkowymiarowym. Dlatego też, chcąc wykorzystywać do jego konserwacji metodę poliglikolową, konieczna będzie budowa wanien znacznie większych od zaprezentowanej. Przy ich projektowaniu należy zwrócić dodatkowo uwagę na następujące zagadnienia:

1. Cyrkulacja i oczyszczanie roztworu PEG

Projektując omówiony prototyp wanny zrezygnowano z układu mieszania roztworu w czasie trwania procesu. Przemawiały za tym gabaryty wanny, a więc mała objętość płynu. (Jeśliby mieszanie stało się konieczne, od strony konstrukcyjnej nie ma większych przeszkód, aby układ taki wykonać).

Przy wannach do konserwacji drewna wielkowymiarowego konieczne jest jednak zapewnienie okresowej cyrkulacji roztworu w celu wyrównywania temperatury i stężenia cieczy w całej jej masie²¹. W tym wypadku zadanie to zostanie powierzono pompom zainstalowanym na dwóch końcach wanny.

Nawet bardzo staranne oczyszczenie drewna przed rozpoczęciem procesu nie wystarczy, by roztwór poliglikolu był do końca zabiegu klarowny. Z drewna wypłukiwane są związki mineralne, garbniki, kwasy humusowe itp. Procesom ekstrakcji sprzyja podwyższona temperatura oraz sam poliglikol, który ze względu na swą budowę chemiczną ma charakter eteru i alkoholu.

Zanieczyszczony roztwór przyjmuje silną, ciemnobrązową barwę, a znajdujące się w nim zanieczyszczenia utrudniają migrację poliglikolu do drewna. Dlatego też w trakcie trwania procesu roztwór powinien być dokładnie oczyszczany. Zadanie to spełnią filtry montowane pomiędzy wanną a pompami.

2. Ogrzewanie roztworu

Z naszych doświadczeń wynika, że zastosowana w prototypie grzałka z powodzeniem zapewnia ogrzewanie roztworu. Przy dużej wannie należałoby jednak zainstalować

²¹Znane są również wypadki, gdy przy dużych jednostkach nie mieszano roztworu — B. U r b o n, *Eine Einrichtung für die Konservierung feuchter Hölzer mit Polyglykol*. „Arbeitsblätter für Restauratoren” 1971, z. 2, gr. 8 Holz, ss. 50-57. Zdaniem autora artykułu nie są to rozwiązania godne polecenia dla dużych wanien.

kilka takich członów grzewczych o łącznej mocy nie mniejszej niż 10 kW. Celowe jest więc przejście na ogrzewanie wanny kablem grzewczym, zużywającym znacznie mniej energii. Kable grzewcze nie są dostępne w kraju i dlatego należy się liczyć z ich zakupem za granicą. W tym wypadku będzie to kabel firmy Heraeus-Wittmann. Środki wydane na zakup tego energooszczędnego przewodu zwrócą się nam już po dwóch zabiegach konserwatorskich.

Po wyłączeniu energii elektrycznej temperatura roztworu utrzymuje się w omawianym prototypie na poziomie 60°C przez ok. 6 godzin. Później następuje bardzo powolny spadek, który jest mniej groźny przy niskich stężeniach roztworu PEG. Gdy stężenie jest wysokie, obniżenie temperatury może powodować krzepnięcie roztworu i w skrajnych wypadkach może doprowadzić do zniszczenia znajdujących się w wannie obiektów. Stąd, decydując się na stosowanie metody poliglikolowej, szczególnie w polskich warunkach, niezbędny staje się agregat prądotwórczy.

3. Zwiększenie izolacyjności cieplnej wanny

Izolowanie cieplne układu jest ze wszech miar opłacalne. W omawianym prototypie największe straty ciepła mają miejsce na styku wanny z pokrywą. Problem ten powinien

być rozwiązany przez zmianę konstrukcji pokrywy. Powinna być ona wykonana w kształcie prostopadłościanu o wymiarach podstawy równych zewnętrznym gabarytom wanny.

Uwzględniając przedstawione powyżej zagadnienia, w 1988 r. powstał w Biskupinie projekt pierwszej wanny do konserwacji drewna wielkowymiarowego. Realizuje go FMiUPS „Spomasz” w Żninie²². Urządzenie to umożliwi konserwację ok. 1 tony drewna „mokrego” w czasie jednego nasycania. Największe poddawane zabiegowi obiekty będą mogły sięgać 4 metrów długości.

*mgr inż. Leszek Kazimierz Babiński
Państwowe Muzeum Archeologiczne w Warszawie
— Oddział w Biskupinie*

²²W tym miejscu autor artykułu chciałby bardzo serdecznie podziękować Fabryce Maszyn i Urzędzeń Przemysłu Spożywczego „Spomasz” w Żninie za okazaną życzliwość i pomoc w budowie wanień do konserwacji drewna archeologicznego. Dzięki takim właśnie zakładom, które pomimo różnych własnych problemów i trudności dostrzegają jeszcze potrzeby muzealnictwa i jego służb konserwatorskich, zamierzenia nasze mogą się urzeczywistniać.

PROTOTYPE OF DEVICE FOR CONSERVATION OF ARCHAEOLOGICAL WOOD BY POLYETHYLENE GLYCOLS

Polyethylene glycols have been used in the wood industry to stabilize wood for a long time. They are also used in the conservation of wood.

Making use of the experience in this field, described in literature, in the State Archaeological Museum — the Biskupin Branch, a prototype was constructed of a device for the conservation of

archaeological wood. The author describes the course of the conservation process and the construction and functioning of this device.

The device — constructed for research purposes — has confirmed the effectiveness of the conservation of archaeological wood by polyethylene glycols.