

Szmidel-Domasłowska Wacława, Domasłowski Wiesław

Konserwacja kamiennej konsoli z Mojżeszem w kościele św. Jana w Toruniu

Ochrona Zabytków 22/1 (84), 35-48

1969

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.

KONSERWACJA KAMIENNEJ KONSOLI Z MOJŻESZEM W KOŚCIELE ŚW. JANA W TORUNIU

Na zlecenie Wojewódzkiego Konserwatora Zabytków w Bydgoszczy oraz Miejskiego Konserwatora Zabytków w Toruniu przeprowadzono w latach 1964—1966 konserwację kamiennej konsoli z Mojżeszem, znajdującej się w prezbiterium kościoła św. Jana w Toruniu.

Na posiedzeniu rzeczoznawców, zorganizowanym przez Ośrodek Dokumentacji Zabytków dnia 25.IV.1963 r. w Toruniu w oparciu o przeprowadzone badania¹, dotyczące stanu zachowania i przyczyn zniszczeń rzeźby, zatwierdzono następujący zakres prac konserwacyjnych²: 1. Utrwalenie resztek polichromii. 2. Usunięcie przemalowań z polichromii. 3. Usunięcie produktów rozpadu (proszku) z powierzchni rzeźby. 4. Przyklejenie łuszczących się fragmentów kamienia. 5. Wysuszenie rzeźby. 6. Usunięcie rozpuszczalnych soli z powierzchniowych warstw kamienia. 7. Wyjęcie konsoli z muru. 8. Usunięcie z odwrocia płyty zaprawy cementowej. 9. Wmontowanie konsoli w mur z zastosowaniem izolacji powietrznej i ołowianej. Oprócz powyższych czynności przewidywano także ewentualną konieczność wzmocnienia przez impregnację powierzchniowych warstw kamienia oraz zabezpieczenie odwrocia płyty przed przenikaniem wody. W trakcie wykonywania prac okazało się, że wymienione zabiegi nie są konieczne, a także stwierdzono, że niemożliwe jest usunięcie przemalowań z resztek polichromii, oraz niecelowe wstępne osuszanie obiektu. Uznano natomiast za konieczne usunięcie nosa rzeźby zrekonstruowanego w gipsie, sklejenie popękanego wspornika, uzupełnienie większych ubytków w tymże wsporniku oraz poddanie rzeźby impregnacji substancjami zapobiegającymi krystalizacji na jej powierzchni rozpuszczalnych w wodzie soli.

Na wykonanie tych zabiegów uzyskano zgodę komisji powoływanej trzykrotnie przez Miejskiego Konserwatora Zabytków w Toruniu.

Utrwalenie resztek polichromii. Ponieważ przewidywano stosowanie wody do usuwania z kamienia rozpuszczalnych soli, celem utrwalenia szczątkowych fragmentów polichromii, należało użyć spoiw nie rozpuszczalnych w wodzie. Z uwagi na zastrzeżenia niektórych konserwatorów odnośnie stosowania polioctanu winylu, który może powodować rozkład wapienia i tworzenie się octanu wapienia³, zastosowano do tego celu polimetakrylan metylu. Żywicę otrzymano na drodze polimeryzacji w bloku. Odznaczała się ona wysokim ciężarem cząsteczkowym (liczba Fiketnschera około 93), a tym samym tworzyła roztwory o dużej lepkości przy małych ich stężeniach. Wysoka lepkość roztworów ułatwiała przyklejanie łuszczących się fragmentów polichromii, unikano migracji roztworu do kamienia oraz tworzenia się grubych spoin klejowych uszczelniających pory kamienia. Do przyklejenia stosowano 4% roztworu polimetakrylanu metylu w dwuchloroetanie. Celem wzmocnienia kruchych, łatwo ulegających osypywaniu cząstek polichromii impregnowano je roztworem 2%.

Podjęte próby usunięcia warstw farb olejnych z pierwotnej polichromii dały wynik negatywny, ponieważ wykazywały one znacznie lepszą przyczepność do polichromii niż ta ostatnia do kamienia. Zarówno przed, jak i po impregnacji istniejących fragmentów uzyskiwano rezultaty negatywne.

Biorąc powyższe pod uwagę oraz fakt, że pod przemalowaniami znajdują się śladowe ilości

¹ W. Domasłowski, *Kamienna konsola z popiersiem Mojżesza z kościoła św. Jana w Toruniu*, „Ochrona Zabytków”, XVI (1963), nr 3(62), s. 3—5.

² K. Malinowski, *Trzy konferencje w spra-*

wie konserwacji czołowych zabytków rzeźby romańskiej i gotyckiej, „Ochrona Zabytków”, XVI (1963), nr 4(63), s. 58—60.

³ K. Malinowski, op. cit., s. 59.



1. Konsola z Mojżeszem po usunięciu z niej produktów rozpadu wapienia i utwaleniu resztek polichromii. (fot. B. Olechnicki)

1. Console de Moïse après l'enlèvement des produits de désintégration du calcaire et la consolidation des restes de la polychromie

polichromii postanowiono za zgodą komisji nie naruszać istniejącego stanu rzeczy, wychodząc z założenia, że istniejące fragmenty przemalowań należy traktować jako „świadka” zmian, którym podlegała konsola.

Utrwalenie łuszczących się warstewek kamienia. Bardzo cienkie, kruche, łuszczące się, drobne fragmenty wapienia utrwalono 2% roztworem polimetakrylanu metylu. Po nasyceniu fragmentu i zagęszczeniu spoiwa przyciskano go do podłoża. Roztwór stosowano w możliwie najmniejszych ilościach, aby uniknąć tworzenia się powłok żywicy na powierzchni kamienia.

Usuwanie produktów rozpadu wapienia (proszku) z powierzchni rzeźby. Produkty rozpadu wapienia po-

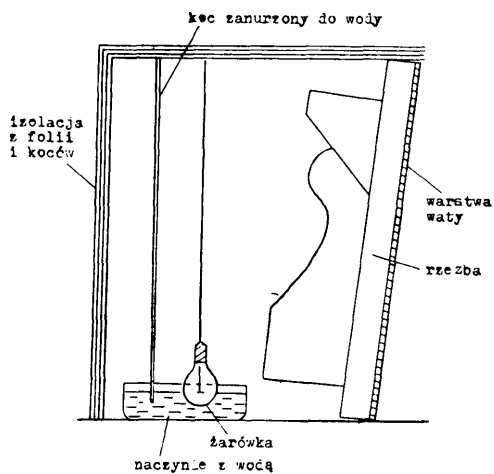
krywające grubą warstwą powierzchnię rzeźby usuwano za pomocą miękkich pędzli. Ze względu na występowanie pod nawarstwieniami zarówno fragmentów polichromii, jak cząstek łuszczącego się kamienia, oczyszczanie wykonywano bardzo ostrożnie na niewielkich partiach kamienia i utrwalano je w omówiony sposób. (il. 1) Stwierdzono, że pod produktami rozpadu, występującymi w postaci proszku, kamień z wyjątkiem fragmentów rozwarstwiających i łuszczących się jest twardy, zwarty i nie są widoczne oznaki jego zniszczenia w postaci rozluźnienia spoiwości. Z tego powodu nie przeprowadzono impregnacji wzmacniającej kamienia.

Wydobycie konsoli z muru i usunięcie zaprawy cementowej. Ponieważ konsola została wmurowana w ścianę

kościola za pomocą zaprawy cementowej, to aby rzeźbę wyjąć należało z obydwu jej stron usunąć cegły na taką głębokość, która by umożliwiła wykucie partii muru znajdującego się za płytą. Wykuwanie twardej i spójnej warstwy cementowej łączącej konsolę z murem uważano za niewskazane z uwagi na niebezpieczeństwo powstania pęknięć w kamieniu. Po wyjęciu konsoli z muru usunięto z płyty na drodze mechanicznej zaprawę cementową.

Stwierdzono, że na odwrocie płyty wykonano odpowiednie „nasieki”, dla zwiększenia przyczepności zaprawy do kamienia. Na tej stronie płyty nie występowały objawy zniszczenia, co może potwierdzić hipotezę, że jedną z głównych przyczyn niszczenia rzeźby są rozpuszczalne w wodzie sole⁴ (krystalizujące się w powierzchniowych partiach kamienia).

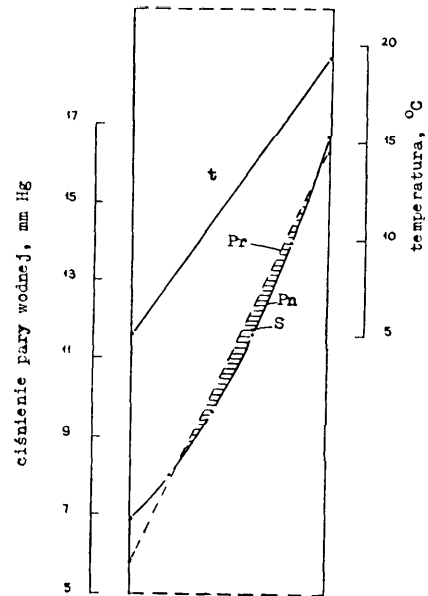
Usuwanie rozpuszczalnych w wodzie soli z powierzchniowych warstw kamienia. Wapień, z którego wykonano rzeźbę, posiada dużą nasiąkliwość⁵ i drobnoporowatą teksturę. Ta ostatnia cecha powoduje, że woda przemieszcza się w tym kamieniu bardzo powoli i przy stosowaniu okładów wodnych, sole można wyekstrahować jedynie z cienkich warstw powierzchniowych. Okoliczność ta skłoniła do poszukiwania innych metod usuwania soli. Tak więc rzeźbę znajdującą się w kościele umieszczono w drewnianej ramie w pozycji zbliżonej do pionowej. Od strony frontальной zabudowano ją konstrukcją drewnianą w kształcie prostopadłościanu, którą pokryto folią polietylenową oraz kocami wełnianymi. W utworzonej w ten sposób komorze ściśle przylegającej do boków płyty, umieszczono koryto z wodą, w którym zanurzono dolny brzeg koca podwieszono do górnej partii komory. Nad korytem w zetknięciu



2. Schemat urządzenia do odsalania rzeźby
2. Schéma du dispositif de dessalement de la sculpture

⁴ W. Domański, op. cit., s. 12.

z wodą umieszczono żarówkę o mocy 200 W. W ten sposób od strony frontальной rzeźby stworzono mikroklimat o większej wilgotności i wyższej temperaturze niż od jej odwrocia. Wskutek oddziaływania na siebie dwóch ośrodków powietrznych o różnych właściwościach



t — krzywa obrazująca rozkład temperatury w rzeźbie
Pn — krzywa ciśnienia pary nasyconej
Pr — krzywa ciśnienia rzeczywistej pary wodnej
S — granice skraplania pary wodnej

3. Wykres I — zawilgocenie rzeźby
3. Graphique I — humidification de la sculpture

następowało zawilgocenie wewnętrznych partii rzeźby, jako wynik skraplania się pary wodnej. Z uwagi na wyższą temperaturę oraz wilgotność wewnątrz komory zarówno woda kondensacyjna, jak i para wodna ulegały przemieszczaniu w kierunku odwrocia płyty. Te zjawiska sprzyjały rozpuszczaniu się soli występujących w kamieniu i migracji ich do powierzchniowych porów odwrocia płyty. Aby zapobiec osadzeniu się ich w kamieniu, płytę pokryto warstwą waty nasyconej wodą destylowaną (il. 2). Co 7 dób watę usuwano i nakładano nową partię dzięki czemu sole w wacie były wydalone. Zabieg ten prowadzono przez 63 doby.

Średnia temperatura i wilgotność względna wewnątrz komory wynosiła 19,2°C i 98%, a na zewnątrz odpowiednio 5,4°C i 87%. Przy wysokich różnicach temperatur następowało zawilgacanie wewnętrznych partii rzeźby, przy niskich — przemieszczenie się pary wodnej na zewnątrz. Rozkład temperatur średnich w rzeźbie i strefę jej zawilgocenia obrazuje wykres I (il. 3). Strefa zawilgocenia ujęta jest

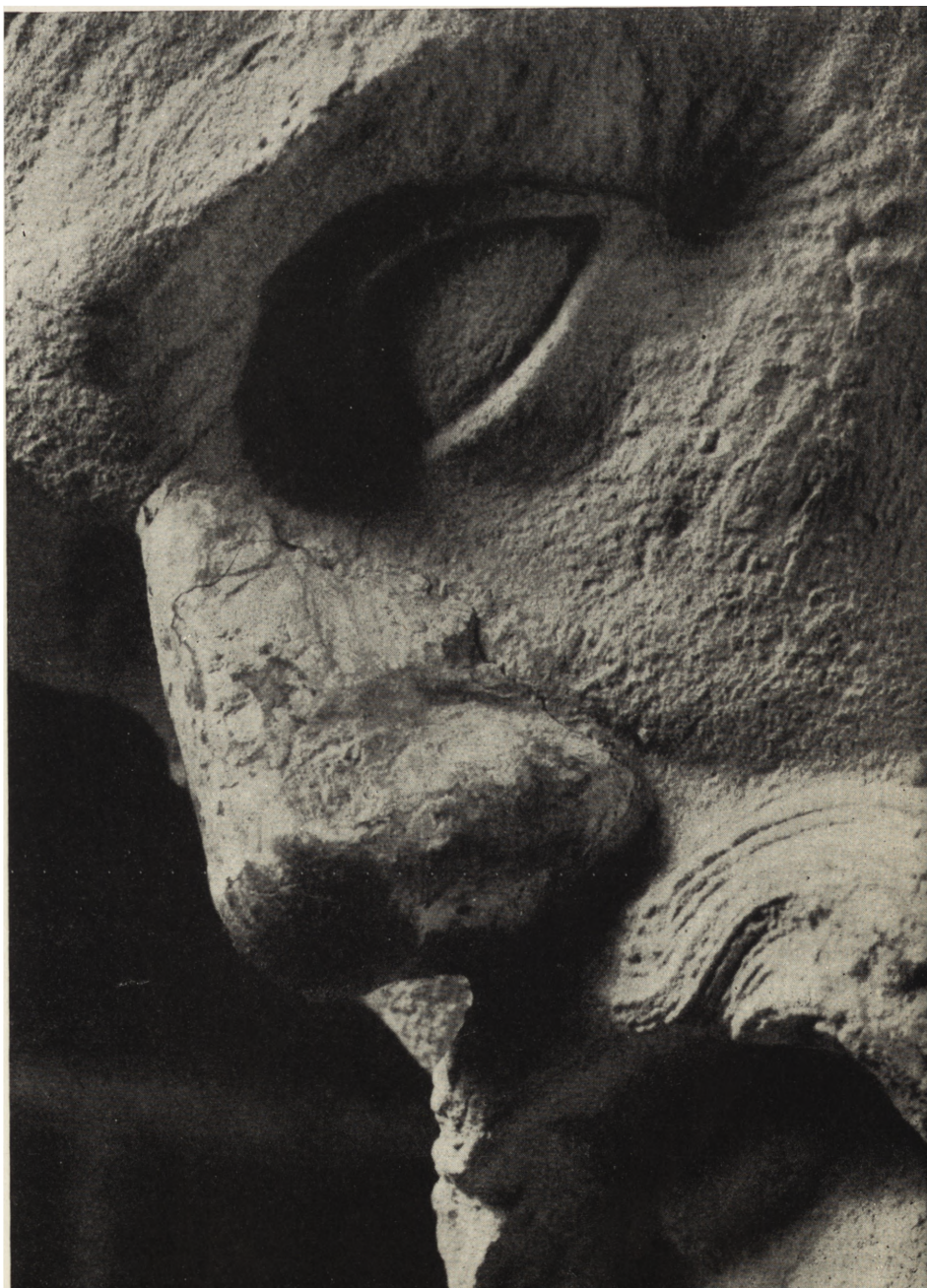
⁵ W. Domański, op. cit., s. 9.

przecinającymi się z sobą krzywymi ciśnienia pary nasyconej, zależnej od rozkładu temperatur w kamieniu, oraz linią ciśnienia rzeczywistego pary wodnej wykreśloną na podstawie rzeczywistej (średniej) wilgotności względnej wewnątrz komory i po zewnętrznej stronie rzeźby (w kościele). Z wykresu wynika, że rzeźba była zawilgacana w prawie całym jej przekroju. Po 7-krotnej wymianie wata nie wykazywała obecności rozpuszczalnych w wodzie soli. Od tego momentu kompres zmieniano jeszcze dwukrotnie, a następnie rozebrano komorę nawilżającą i całą rzeźbę pokryto watą nasyconą wodą. Usunięto ją po 20 dobach. Ponieważ w kościele występowała duża wilgotność względna powietrza, celem wysuszenia rzeźby, a także poklejenia oderwanych i splekanych elementów, przewieziono ją do ogrzewanego i suchego pomieszczenia. Po wysuszeniu rzeźby przy wilgotności względnej 25—40% stwierdzono ponowne występowanie na powierzchni rozpuszczalnych w wodzie soli.

Analiza wykazała, że są to chlorki i azotany sodu, potasu, wapnia oraz magnezu. Nie stwierdzono więc obecności siarczanów i soli amonowych występujących uprzednio w rzeźbie⁶.

Fakt ten dowodzi, że wykonywane uprzednio zabiegi pozwoliły jedynie na częściowe usunięcie soli, głównie z powierzchniowych partii rzeźby. Przyczyny tego należy szukać w dużej wilgotności w kościele, wskutek czego woda tylko w małym stopniu mogła odparowywać z kamienia. Celem usunięcia możliwie największej ilości omawianych soli podjęto ponownie zabieg nakładania na rzeźbę nasyconej wodą waty i suszenia całości. Kompresy zmieniano 10-krotnie. Po wykonaniu ostatniego zabiegu nie stwierdzono obecności rozpuszczalnych soli, zarówno w wacie jak i na powierzchni rzeźby.

⁶ W. Domański, op. cit., s. 10.



4. Nos rzeźby zrekonstruowany w gipsie i pomalowany farbą olejną (fot. B. Olechnicki)

4. Nez de la sculpture reconstruit dans le plâtre et peint de peinture à l'huile



5. Konsola z Mojżeszem po uzupełnieniu ubytków (fot. B. Olechnicki)

5. Console avec Moïse après le complètement des pertes

Klejenie kamienia. Szczegółowe oględziny rzeźby pozwoliły ustalić, że wspornik uległ licznym spękanom, które powstały prawdopodobnie podczas zamocowywania w nim żelaznych dybli (służyły one do osadzenia rzeźby Matki Boskiej). Wykuto wówczas gniazda, w które po umieszczeniu dybli wlewano roztopiony ołów. Pęknięcia więc mogły powstać zarówno podczas kucia jak pod wpływem wysokiej temperatury. Poklejenie zaprawą cementową niektórych fragmentów wspornika świadczy, że zabieg był wykonany niedawno. Ponieważ istniało niebezpieczeństwo odpadnięcia silnie spękanego fragmentu wspornika oderwano go, a następnie przyklejono. Podobnie zdjęto i przyklejono na nowo niewielki odłamek uprzednio osadzony za pomocą zaprawy cementowej. Klejono żywicą epoksydową Epidian 5.

Uzupełnienie ubytków. Za zgodą komisji, powołanej przez Miejskiego Konserwatora Zabytków w Toruniu, usunięto nos rzeźby, który był zrekonstruowany w zaprawie gipsowej (il. 4), oraz zaprawę cementową wypełniającą ubytki krawędzi sklejonych fragmentów wspornika. Po dokładnym oczyszczeniu powierzchni kamienia zrekonstruowano nos⁷ oraz wypełniono ubytki w partiach wspornika sztucznym kamieniem (il. 5). Użytkano go przez zmieszanie żywicy epoksydowej Epidian 5 z trójetylenoczeroaminą oraz mączką z wapienia, w stosunku 1 : 0,15 : 12.

Osadzenie rzeźby w murze. Dążąc do zabezpieczenia rzeźby przed przenikaniem

⁷ Nos wyrzeźbił art. konserw. doc. Jerzy Wolski.



6. Konsola z Mojżeszem osadzona we wnęce muru (fot. B. Olechnicki)

6. Console de Moïse placée dans la niche du mur

wody z muru wykonano w nim wnękę o wysokości 100 cm szerokości 88 cm i głębokości 18 cm. We wnęce ustawiono rzeźbę na szynie żelaznej w ten sposób, aby powierzchnia płyty znalazła się w płaszczyźnie powierzchni muru. Płyta konsoli ma wymiary około 90×66×5 cm znajduje się więc w odległości 13 cm od ściany wnęki, 11 cm od jej boków i 10 cm od górnej krawędzi. Aby utrzymać płytę w pozycji pionowej związane ją z murem za pomocą trzech prętów żelaznych. Dwa z nich wmurowano w ścianę po obu jej bokach. Znajdujące się na nagwintowanych końcach prętów sztabki poprzeczne utrzymują płytę w odpowiedniej pozycji. Poza tym wykorzystano obecność wmontowanej do wspornika kotwy, którą połączono z wmurowanym w ścianę trzpieniem za pomocą zatyczki. Dzięki omówionej konstrukcji płyta nie styka się z murem, i może

być w każdej chwili bez trudności wymontowana⁸ (il. 6).

IMPREGNACJA RZEŻBY SUBSTANCJAMI ZAPOBIEGAJĄCYMI KRYSTALIZACJI SOLI NA JEJ POWIERZCHNI.

Licząc się z możliwością migracji na powierzchnię rzeźby rozpuszczalnych w wodzie soli, wskutek przemieszczania się w kamieniu wody kondensacyjnej, przed wmontowaniem konsoli w mur, fragment jej płyty pokryto 0,5% roztworem mydła cynkowego. Zakładano, że istniejąca powłoka hydrofobowa zapobiegnie kapilarnemu wsiąkaniu wody konden-

⁸ Elementy metalowe do osadzenia rzeźby w murze wykonała f-ma R. Winiarski z Torunia, a prace murarskie PKZ Oddział w Toruniu.

sującej na powierzchni kamienia i nie stworzy dzięki porowatości bariery dla przenikania pary wodnej. Po 4 dniach od chwili umieszczenia rzeźby w murze stwierdzono jednak, że rzeźba pokryła się cienką warstwą białego nalotu, a w partii impregnowanej mydłem cynkowym nastąpiło spękanie powłoki i jej złuszczenie się (il. 7). Wystąpienie w tak krótkim czasie omawianych zjawisk zostało spowodowane umieszczeniem rzeźby — na żądanie użytkownika — w świeżo wymurowanej i otynkowanej wnęce. Duże ilości wody kondensującej w kamieniu i przemieszczającej się od płyty w kierunku frontalnym rzeźby wywołały migrację soli z warstw głębszych kamienia i ich krystalizację w porach powierzchniowych. Napotykając na opór w postaci powłoki uniemożliwiającej krystalizację na powierzchni spowodowały jej oderwanie się od podłoża. Zjawiska powyższe zachodziły tym łatwiej, że w danym okresie wilgotność względna w kościele była niska, co sprzyjało przemieszczaniu się przez rzeźbę dużych ilości wody.

Powłokę mydła cynkowego z powierzchni kamienia usunięto rozpuszczalnikiem, a nie widząc możliwości usunięcia soli z wewnętrznych porów kamienia dostępnymi i znanymi metodami, podjęto badania nad zapobieganiem ich krystalizacji w porach powierzchniowych kamienia.

Do doświadczeń zastosowano glikol etylenowy (GE), glicerynę oraz poliglikole etylenowe o średnim ciężarze cząsteczkowym 200 (PGE 200) i 400 (PGE 400). Zakładano, że substancje powyższe, dzięki wysokim własnościom higroskopijnym, powstrzymają proces całkowitego wysuszenia kamienia oraz zmniejszą rozpuszczalność soli, a tym samym ograniczą ich krystalizację na powierzchni rzeźby. Poza tym spodziewano się, że będą one wywierały wpływ na wielkość kryształów oraz obniżą temperaturę zamarzania wody w kamieniu.

Higroskopijność substancji zastosowanych do badań. Na szalkach Petriego odważono po 5 g badanych substancji, a następnie umieszczono je na 30 dób w komorze o wilgotności względnej 90—100%. Wyniki podano w tabeli 1.

Tabl. 1
Higroskopijność substancji zastosowanych do badań
(czas nasycania parą wodną — 30 dób)

Substancje	Higroskopijność %	Spadek higroskopijności %
glikol etylenowy	371	—
gliceryna	254	30
PGE 200	200	46
PGE 400	163	56

Wynika z niej, że higroskopijność danych substancji jest zależna od ich ciężaru cząsteczkowego i wraz z jego zwiększaniem maleje.



7. Złuszczenie się powłoki mydła cynkowego wskutek działania krystalizujących się soli (fot. B. Olechnicki)

7. Ecaillage de la couche de savon de zinc par suite de l'action des sels cristallisables

Zdolność migracji cieczy higroskopijnych w porach kamienia. Do badań zastosowano próbki piaskowca „Żerkowice” o wymiarach 5×5×20 cm. Jeden z boków o wymiarach 5×5 cm pokrywano trzykrotnie za pomocą pędzla określonymi cieczami higroskopijnymi i po wsiąknięciu ich w pory, próbki umieszczono w komorze o wilgotności względnej 90—100%. Obserwowano szybkość rozprzestrzenienia się mokrej plamy powstającej wskutek absorpcji pary wodnej przez zastosowane substancje. Stwierdzono, że najszybciej następuje przemieszczanie się roztworu wodnego w próbkach z glikolem etylenowym, a najwolniej z poliglikolem etylenowym 400. Jest to zgodne z właściwościami higroskopijnymi tych cieczy. Po kilkunastu dobach wszystkie próbki a całym przekroju podłużnym zostały przesycone roztworami wodnymi badanych substancji, o czym świadczyła zmiana zabarwienia ich powierzchni. Stwierdzono także, że w warunkach doświadczenia na powierzchni próbek nasycanych gliceryną pojawił się duży wzrost pleśni. Kilka niewielkich plamek wystąpiło także na próbkach z glikolem będących w bezpośrednim sąsiedztwie z poprzednimi. W związku z powyższym glicerynę wyeliminowano z dalszych badań.

Po wysuszeniu omawianych próbek kamienia do stałego ciężaru, rozłupano je i na przekrojach stwierdzono, że nastąpiła tylko częściowa migracja substancji higroskopijnych do powierzchni kamienia. W środku próbek nie zaobserwowano ich dużego stężenia (słabe zabarwienie kamienia), występowały zaś w warstwach o grubości 1,5—2 cm od powierzchni, nie uszczelniając i nie zmniejszając porowatości kamienia (stosowano małe ich ilości).

Rozpuszczalność soli w roztworach wodnych glikolu etylenowego i poliglikolu. Sole mineralne występujące zwykle w kamieniach są nierozpuszczalne w bezwodnym glikolu etylenowym oraz

poliglikolach. Rozpuszczalne są natomiast w roztworach wodnych tych substancji, przy czym ich zdolność rozpuszczania się jest uzależniona od rodzaju substancji i jej stężenia. Celem ustalenia tej zależności przygotowano roztwory soli glauberskiej⁹ o różnych stężeniach, a następnie dodawano do nich określoną ciecz higroskopijną, aż do momentu trwałego zmętnienia roztworu. W ten sposób określono graniczną rozcieńczalność roztworów soli badanymi cieczami. Do badań stosowano 10 ml próbki roztworów soli. Miareczkowano je z dokładnością 0,05 ml, mieszając ciecz mieszadłem elektromagnetycznym. Wyniki zestawiono w tabeli 2.

Tabl. 2

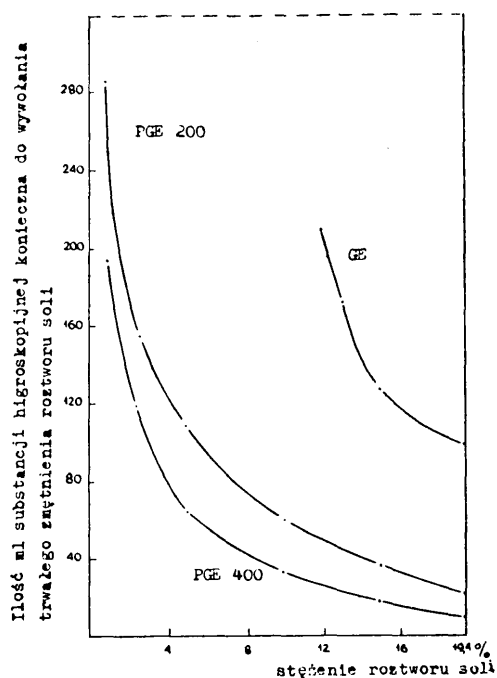
Wpływ stężenia roztworów $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$ na rozcieńczalność graniczną glikolem etylenowym oraz poliglikolami (temp. pomiaru 20 °C)

Stężenie roztworu soli %	Glikol etylenowy		Poliglikol etylenowy 200		Poliglikol etylenowy 400	
	graniczne rozcieńczenie w %	wzrost stopnia rozcieńczenia w %	graniczne rozcieńczenie w %	wzrost stopnia rozcieńczenia w %	graniczne rozcieńczenie w %	wzrost stopnia rozcieńczenia w %
nasycony	100	—	23	—	10	—
15	127	27	39	70	21	110
13	173	73	—	—	—	—
12	209	109	—	—	—	—
10	∞	—	60	160	35	250
5	∞	—	110	378	65	550
2,5	∞	—	155	574	119	1090
1	∞	—	285	1140	194	1840

Uzyskane rezultaty wskazują, że najlepszym rozpuszczalnikiem siarczanu sodowego są roztwory wodne glikolu etylenowego.

Jedynie roztwory zawierające powyżej 12% soli posiadają ograniczoną rozcieńczalność, przy czym, aby spowodować zmętnienie roztworu nasyconego należało dodać równą ilość glikolu w stosunku do tegoż roztworu. Przy stężeniu 12% zmętnienie powstało przy dodatku glikolu wynoszącym 209%, a roztwory o niższym stężeniu są nieograniczenie rozcieńczalne glikolem. Poliglikole są gorszymi rozpuszczalnikami soli i podobnie jak w przypadku higroskopijności, właściwość ta jest uzależniona od ich ciężaru cząsteczkowego. W stosunku do roztworów zawierających ponad 2,5% rozpuszczalnej soli obserwuje się zależność, z której wynika, że graniczne rozcieńczenie przy pomocy PGE 200 jest o 100% większe od granicznego rozcieńczenia PGE 400.

Z wykresu II (il. 8) obrazującego zależność pomiędzy stężeniem roztworu soli, a granicznym rozcieńczeniem substancjami higroskopijnymi wynika, że wraz ze zmniejszaniem zawartości



8. Wykres II — wpływ stężenia roztworu soli glauberskiej na graniczną rozcieńczalność substancjami higroskopijnymi

8. Graphique II — influence de la concentration de la solution du sel de Glauber sur la dilution limitée par substances hygrosco-piques

⁹ Zastosowano siarczan sodowy ponieważ wywołuje on największe zniszczenia spośród soli występujących w materiałach budowlanych.

soli w roztworze poszczególne krzywe zbliżają się asymptotycznie w kierunku osi rzędnej. Wynika stąd wniosek, że w przypadku bardzo rozcieńczonych roztworów, a takie głównie występują w kamieniach, należy stosować duże ilości substancji higroskopijnych aby zapobiec ich rozpuszczeniu się. Można przewidzieć natomiast, że obecność tych substancji będzie ograniczała swobodną krystalizację soli na powierzchni kamieni, bowiem w miarę zagęszczania się roztworów w warstwach przypowierzchniowych sole będą ulegały wytrąceniu. Z wyżej podanych względów najbardziej korzystne wydaje się użycie poliglikolu etylenowego 400.

Wpływ dodatków substancji higroskopijnych do roztworów soli na proces ich krystalizacji. Przeprowadzając doświadczenie nad rozpuszczalnością soli glauberskiej w roztworach wodnych substancji higroskopijnych stwierdzono, że przy nadmiarze tych ostatnich sole ulegały wytrącaniu w formie bezpostaciowej, bądź drobnokrystalicznej. Tę okoliczność należy uznać za objaw pozytywny, albowiem wytrącaniu się z roztworów małych kryształów nie powinno towarzyszyć niszczenie kamienia.

Celem przesłedzenia omawianych procesów krystalizacji przygotowano roztwory soli glauberskiej o różnym stężeniu i dodawano do nich określone ilości poliglikolu etylenowego 200. Próbkę o objętości 3 ml nanoszono na szkiełka zegarkowe i pozostawiono w normalnych warunkach. Stwierdzono, że krystalizacja soli z roztworów zawierających duże ilości PGE nie zachodzi do końca, albowiem z uwagi na jego dużą higroskopijność ustala się stan równowagi pomiędzy szybkością odparowywania wody i absorpcją pary wodnej z powietrza. Obserwacje procesów krystalizacji w tego rodzaju próbkach były utrudnione, gdyż bezbarwne i przezroczyste kryształy były bardzo

slabo widoczne, to też dla rejestracji fotograficznej dalszą krystalizację prowadzono w temperaturze 40—50°C. W takich warunkach po kilkudziesięciu godzinach następowało ulotnienie się zarówno wody jak PGE i kryształy soli uzyskiwały bardzo dobrą czytelność. Stężenia poszczególnych roztworów oraz wielkość wykrystalizowanych kryształów soli podano w tabeli 3.

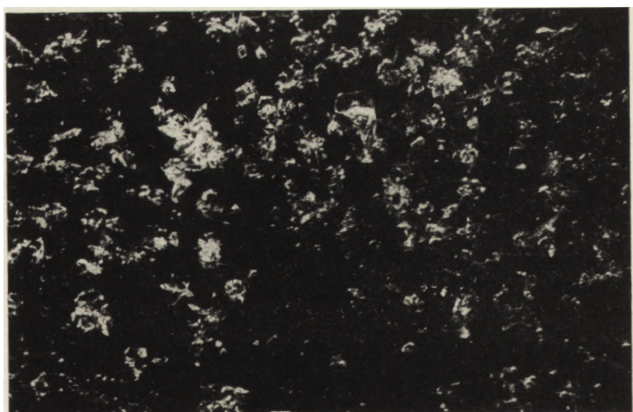
Wynika z niej, że niezależnie od stężenia roztworów soli powstające w obecności PGE kryształy posiadają b. małą wielkość w porównaniu z wielkością kryształów tworzących się z roztworów wodnych bez dodatków. Fotografie (il. il. 9—12) ilustrują wielkość i formę niektórych kryształów.

Na podstawie badań możemy stwierdzić, że w przypadku 10% roztworów soli wraz ze zwiększaniem ilości PGE kryształy ulegają zwiększeniu. Fakt ten należy tłumaczyć dłuż-



9. Kryształy $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$ otrzymane z 10% roztworu (fot. E. Wołujewicz)

9. Cristaux $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$ obtenus d'une solution à 10%



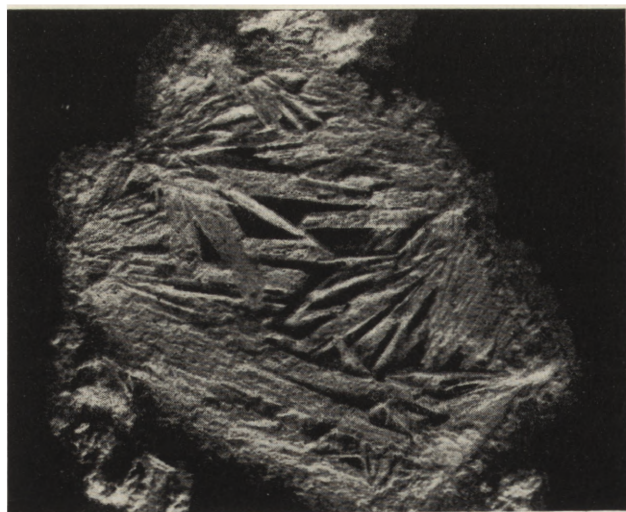
10. Kryształy $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$ otrzymane z 10% roztworu w obecności 100% dodatku PGE 200 (fot. E. Wołujewicz)

10. Cristaux $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$ obtenus d'une solution à 10% en présence de l'addition 100% PGE 200

Tabl. 3

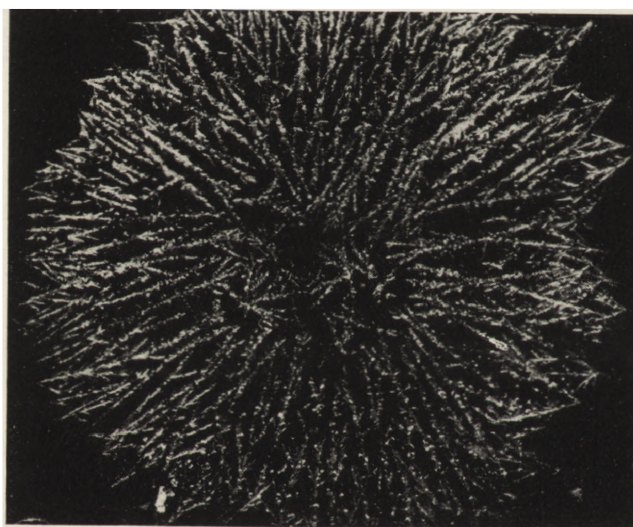
Wpływ dodatków PGE 200 do roztworów $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$ na proces krystalizacji tej soli. (ilość roztworu — 3 ml)

Stężenie roztworu $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$ %	Stężenie roztworu PGE 200 %	Stosunek sól : PGE	Wielkość kryształów
10	—	—	b. duże (do 17 mm)
	1	1 : 0,1	b. małe (do 0,15 mm)
	2,5	1 : 0,25	„ (do 0,3 mm)
	5	1 : 0,5	„ (do 0,6 mm)
	10	1 : 1	„ (do 0,8 mm)
	20	1 : 2	„ (do 1,5 mm)
5	—	—	b. duże (do 12 mm)
	5	1 : 1	b. małe (do 0,4 mm)
2,5	—	—	b. duże (do 9 mm)
	2,5	1 : 1	b. małe (do 0,2 mm)
1	—	—	b. duże (do 11 mm)
	1	1 : 1	b. małe (do 0,05 mm)



11. Kryształy $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$ otrzymane z 1% roztworu (fot. E. Wołujewicz)

11. Cristaux $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$ obtenus d'une solution à 1%



12. Kryształy $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$ otrzymane z 1% roztworu w obecności 100% dodatku PGE 200 (fot. E. Wołujewicz)

12. Cristaux $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$ obtenus d'une solution à 1% en présence de l'addition 100% PGE 200

szym czasem ich krystalizacji, co umożliwia narastanie kryształów. Podobnie przy stałym stosunku — sól : PGE — obserwujemy zmniejszenie wymiarów kryształów wraz z obniżeniem stężenia roztworów, co zwiększa szybkość krystalizacji (przy mniejszych ilościach PGE woda szybciej odparowuje).

Reasumując można stwierdzić, że kryształy soli Glauberskiej tworzące się z roztworów wodnych mają wymiary większe o kilka do kilkuset razy od powstających z wodnych roztworów PGE. Podobne zależności zachodzą w przypadku stosowania dodatków GE i PGE 400.

Wpływ stężenia GE i PGE na temperaturę zamarzania wody. Oprócz niszczącego działania krystalizujących soli szkodliwie działa na kamień także zamarzająca woda. Badania wykazały bowiem¹⁰, że w kościele występują sporadycznie temperatury sięgające -15°C . W świetle powyższego wydaje się, że zastosowanie substancji higroskopijnej mającej właściwość obniżania temperatury zamarzania wody może mieć dodatni wpływ na ochronę rzeźby przed zniszczeniem. Pozytywny wpływ glikolu etylenowego jest powszechnie znany, nie mniej brak jest w literaturze danych dotyczących temperatury zamarzania jego roztworów rozcieńczonych oraz wpływu poliglikoli etylenowych. Badania przeprowadzono poddając stopniowemu oziębianiu w probówkach roztwory o objętości 10 ml. Pomiarzy prowadzono do temp. -16°C . Wyniki zestawiono w tabeli 4.

Tabl. 4

Wpływ stężenia glikolu etylenowego oraz poliglikoli na temperaturę zamarzania wody

Stężenie roztworu %	Glikol etylenowy	Poliglikol 200	Poliglikol 400
	temperatura zamarzania w $^\circ\text{C}$		
0,1	-9	-10	-10
0,5	-10	-10	-10
1,0	-11	-11	-11
3,0	-12	-12	-11
5,0	-12	-12	-11
10,0	-12	-12	-12
20,0	-16	-15	-12
30,0	nie zamarza w temp. -16	-16	-15
40,0	„	nie zamarza w temp. -16	„

Jak wynika z tabeli, zastosowane substancje higroskopijne wywołują podobne obniżenie temperatury zamarzania. Przy stężeniu tych substancji w granicach $0,1 \div 10\%$ następuje zbliżony spadek i dopiero przy bardzo dużych stężeniach (20—30%) ulega on zwiększeniu. Ponieważ w kościele temperatury poniżej -10°C należą do rzadkości, należy przypuszczać, że wprowadzenie do kamienia niewielkich ilości badanych substancji powstrzyma proces zamarzania wody w jego porach. Należy podkreślić, że występujące w kamieniu sole także wpływają na obniżenie temperatury zamarzania nasycającej go wody.

Wpływ substancji higroskopijnych na proces krystalizacji rozpuszczalnych w wodzie soli na powierzchni kamienia. Jak omówiono powyżej proces niszczenia rzeźby przebiega na jej powierzchni, stąd niedopuszczenie do wykrystalizowania soli w tych partiach ma

¹⁰ W. Domasłowski, op. cit., s. 11.

pierwszorzędne znaczenie. Badania przeprowadzono na próbkach wapienia pińczowskiego. Stosując stałe stężenie soli glauberskiej (10%) zbadano proces krystalizacji soli na powierzchni próbek. Zjawisko to badano także zmieniając stężenie soli w roztworze, przy zachowaniu w stosunku do niej tej samej ilości substancji higroskopijnych (1:1). Początkowo użyto do badań próbki o wymiarach $5 \times 5 \times 5$ cm, ponieważ jednak zaobserwowano bardzo powolne kapilarne przemieszczanie się roztworów zawierających dodatki substancji higroskopijnych zastosowano także próbki o wymiarach

$5 \times 5 \times 2$ cm (wysokość). Kamienie zanurzano w roztworach na głębokość około 3 cm (próbki o wys. 5 cm) oraz całkowicie (wys. 2 cm), i po kapilarnym ich nasyceniu umieszczano w szalkach Petriego, gdzie suszono w warunkach normalnych przez 7 dób. Po tym okresie do szalek wlewano wodę w takiej ilości, aby próbki były zanurzone na głębokość około 1 cm i uzupełniano ją, aż do momentu kapilarnego nasycenia próbek. Czynność powyższą powtórzono po dalszych 7 dobach. Wyniki pierwszego doświadczenia podano w tabeli 5.

Tabl. 5

Wpływ ilości substancji higroskopijnych w stosunku do $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ na proces krystalizacji tej soli na powierzchni próbek kamienia wapiennego (stężenie roztworu soli = 10%)

Rodzaj substancji higroskopijnej	Ilość substancji higroskopijnej w stosunku do soli	Zmiany na górnej powierzchni próbek	
		o wysokości 5 cm	o wysokości 2 cm
bez substancji higroskopijnej			
GE	25	bardzo duże ilości soli	bardzo duże ilości soli
PGE 200		duże ilości soli	—
PGE 400		dość duże ilości soli	—
GE	50	małe ilości soli	dość duże ilości soli
PGE 200		zabielenie	zabielenie
PGE 400		„	„
GE	100	bardzo lekkie zabielenie	lekkie zabielenie
PGE 200		„	„
PGE 400		„	„
GE	200	bez zmian	bez zmian
PGE 200		„	„
PGE 400		„	„

Jak wynika z tabeli zdolność krystalizacji soli glauberskiej na powierzchni próbek wapienia jest ściśle uzależniona od stężenia substancji higroskopijnej. 25% ich dodatki w stosunku do soli w minimalnym stopniu ograniczają krystalizację na powierzchni kamienia. Dopiero przy stosunku — sól : substancje higroskopijne = 1 : 0,5 obserwuje się znaczne zahamowanie krystalizacji powierzchniowej przejawiającej się w występowaniu na powierzchni zabielen. Dalsze zwiększanie ilości tych substancji ogranicza prawie całkowicie krystalizację powierzchniową. Spośród zastosowanych środków większą skuteczność działania wykazały poliglikole etylenowe, co oczywiście należy tłumaczyć ich gorszą od glikolu etylenowego rozpuszczalnością soli w roztworach wodnych. Zbliżone rezultaty uzyskano przy próbkach obydwu wysokości, nie mniej zaobserwowano występowanie większych ilości soli na powierzchni próbek małych. Zostało to wywołane prawdopodobnie tym, że przy próbkach cienkich, zanurzonych do połowy swej wysokości w wodzie nastąpiło większe zagęszczenie soli na górnych płaszczyznach próbek, podczas gdy przy wysokich (także zanurzonych na głębokość 1 cm) sole mogły się rozkładać także i na ich bocznych płaszczyznach.

Należy podkreślić, że krystalizujące sole spowodowały zniszczenie powierzchniowych warstwek wapienia. Największe wystąpiło na prób-

Tabl. 6

Wpływ stężenia $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ na proces jego krystalizacji na powierzchni próbek kamienia w obecności substancji higroskopijnych. (stężenie soli w stosunku do subst. higrosk. = 1 : 1 wysokość próbek kamienia — 2 cm)

Rodzaj substancji higroskopijnej	Stężenie roztworu soli w %	Zmiany na górnej powierzchni próbek
—	1,0	lekkie zabielenia
GE		bez zmian
PGE 200		„
PGE 400	2,5	„
—		dość duże ilości soli
GE		b. małe ilości soli
PGE 200	5,0	lekkie zabielenia
PGE 400		„
—		duże ilości soli
GE	10,0	małe ilości soli
PGE 200		zabielenia
PGE 400		„
—	10,0	b. duże ilości soli
GE		lekkie zabielenia
PGE 200		„
PGE 400	„	„

kach nie zawierających substancji higroskopijnych. Mniejsze na próbkach z 25% ich dodatkiem. Bardzo lekkie na próbkach z 50% dodatkiem glikolu etylenowego. Pozostałe próbki nie wykazały żadnych zmian. Nasycono je jeszcze wodą 5-krotnie, co nie spowodowało dalszych zmian z wyjątkiem zwiększenia rozmiarów ubytków w uszkodzonych próbkach.

Wyniki badań nad wpływem stężenia soli na proces ich krystalizacji przy stałym stosunku substancji higroskopijnych podaje tabela 6 i il. 13.

Wynika z nich, że o ile w przypadku próbek nie zawierających substancji higroskopijnych ilość wykrystalizowanych soli jest proporcjonalna do stężenia ich roztworów, to w obecności tych substancji ta prawidłowość nie zachodzi. Jest to szczególnie widoczne na próbkach nasycanych GE, gdzie obserwujemy przy stężeniach 1, 2,5 i 5% zwiększanie się ilości soli, a przy roztworach 10% nagły spadek. Podobnie w obecności PGE przy roztworach 2,5% występują lekkie zabielenia, ulegają one zwiększeniu przy wzroście stężenia do 5%, a przy roztworach 10% ponownie występują w minimalnej ilości. Zjawisko to można wytłumaczyć badając rozpuszczalność soli w roztworach wodnych badanych substancji (tabela 2). Roztwory rozcieńczone migrują ku powierzchni, gdzie następuje ich zagęszczenie i, po uzyskaniu odpowiedniego stężenia, wytrącają się soli pod wpływem substancji higroskopijnych. Przy roztworach stężonych substancje powyższe powodują wytrącanie się soli w wewnętrznych porach kamienia. Ponieważ roztwory wodne glikolu etylenowego odznaczają się lepszą rozpuszczalnością soli, na próbkach nasycanych nim wystąpiły te zjawiska bardziej jaskrawo.

Na uwagę zasługuje fakt, że pomimo występowania soli na niektórych próbkach nie zaobserwowano ich niszczenia, co należy przypisać działaniu substancji higroskopijnych. Zniszczenia na próbkach nie zawierających tych substancji były uzależnione od stężenia soli (podobnie jak w doświadczeniu poprzednim próbki były nasycone 7-krotnie wodą). Należy jednak podkreślić, że wskutek odmiennych warunków krystalizacji, niż z roztworów na szkiełkach zegarkowych kryształ soli występujące na kamieniach mają mniejsze wymiary. Zjawisko to występuje także w przypadku stosowania roztworów nie zawierających substancji higroskopijnych.

O mówienie wyników badań. Biorąc pod uwagę wyniki przeprowadzonych doświadczeń można stwierdzić co następuje:

— Zastosowane do badań: glikol etylenowy, gliceryna, oraz poliglikole etylenowe 200 i 400 odznaczają się dużą higroskopijnością dzięki czemu mogą zapobiegać „przesuszeniu” kamienia, a tym samym ograniczać całkowitą krystalizację soli zawartych w rzeźbie. Największe własności higroskopijne posiada glikol etylenowy, najmniejsze poliglikol etylenowy 400.

— W kamieniach impregnowanych powierzchniowo następuje w wilgotnej atmosferze migracja substancji higroskopijnych, przy czym tworzące się roztwory wodne zwilżają równomiernie (przy dostatecznie dużej wilgotności i czasie działania) wolne przestrzenie w kamieniu. Właściwość ta ma poważne znaczenie dla procesu rozpuszczania się soli występujących w kamieniu. Przy wysychaniu impregnowanego kamienia następuje częściowa migracja substancji higroskopijnych, przy czym dzięki własnościom zwilżającym tworzą one w porach

13. *Próbki wapienia (5 × 5 × 2 cm.) nasycane 5% roztworem Na₂SO₄ · 10 H₂O Nr 43 — bez dodatków, nr 44 z dodatkiem 100% GE, nr 45 z dodatkiem 100% PGE 200, nr 46 z dodatkiem 100% PGE 400 (fot. E. Wołujewicz)*

13. *Echantillons de calcaire (5 × 5 × 2 cm.) saturés d'une solution 5% Na₂SO₄ · 10 H₂O. No 43 — sans addition, no 44 avec addition PGE à 100%, no 45 avec addition de PGE 200 à 100%, no 46 avec addition de PGE 400 à 100%*



kamienia cienkie warstewki nie uszczelniające ich. Na uwagę zasługuje fakt, że substancje higroskopijne w nieznacznym stopniu zmieniają wygląd impregnowanego kamienia konsoli Mojżesza.

— Spośród wodnych roztworów substancji higroskopijnych najgorszym rozpuszczalnikiem siarczaniu sodowemu okazał się poliglikol etylenowy 400, a najlepszym glikol etylenowy. Właściwość obniżenia zdolności rozpuszczania się soli jest czynnikiem bardzo pozytywnym, gdyż ogranicza migrację soli zawartych w kamieniu.

— Gliceryna, pomimo dobrych własności higroskopijnych, z uwagi na małą odporność na działanie mikroflory nie nadaje się do impregnacji kamienia.

— Zastosowane substancje higroskopijne mają duży wpływ na proces krystalizacji soli, powodując tworzenie się kryształów o bardzo małych wymiarach. Można się spodziewać, że takie kryształy nie będą powodować zniszczeń kamienia.

— Roztwory badanych substancji higroskopijnych powodują nawet w bardzo dużym rozcieńczeniu (0,1%) znaczny spadek temperatury zamrażania wody (-10°C). Właściwość ta pozwoli ograniczyć zniszczenia rzeźby powodowane przez lód.

— Substancje higroskopijne wywierają bardzo duży wpływ na proces krystalizacji soli na powierzchni kamienia. Przy małych ich ilościach migracja soli jest ograniczona, a przy dużych ulega całkowitemu zatrzymaniu. Dzięki tworzeniu się niewielkich kryształów soli w porach kamienia nie powinny one wywierać destrukcyjnego działania na kamień (np. przy tworzeniu się dużych kryształów siarczaniu sodowemu krystalizującego w normalnych warunkach w wewnętrznych porach kamienia, mogłyby powstawać pęknięcia).

Spośród badanych substancji najskuteczniejsze okazały się poliglikole. Ich dodatki 50% w stosunku do soli glauberskiej prawie całkowicie powstrzymały proces krystalizacji na powierzchni próbek wapienia. Przy zwiększeniu stężenia krystalizacja powierzchniowa uległa całkowitemu zahamowaniu.

Krystalizujące na powierzchni kamienia sole przy niedostatecznych ilościach substancji higroskopijnych nie wywierały tak dużych zniszczeń, jak kryształy z „czystych” roztworów wodnych.

Wniośki. Przeprowadzone badania pozwoliły ustalić, że impregnacja rzeźby Mojżesza substancjami higroskopijnymi powinna powstrzymać procesy jej zniszczenia. Wskazują na to następująco okoliczności:

— następuje ograniczenie migracji soli na powierzchnię kamienia,

— sole krystalizujące w porach kamienia mają bardzo małe wymiary,

— nie następuje „przesuszenie” kamienia,

— substancje higroskopijne obniżają temperaturę zamrażania wody.

Za najbardziej odpowiednie środki należy uznać poliglikole etylenowe o ciężarze cząsteczkowym 400 i 200. Można przewidzieć, że obecność w kamieniu wymienionych substancji może wywierać także negatywny wpływ na kamień, a mianowicie ułatwiać — dzięki większemu jego zawilgoceniu — reakcję pomiędzy węglanem wapnia i dwutlenkiem węgla. Także nie zbadany jest wpływ tych substancji na proces zabrudzenia kamienia. Przypuszczalnie jednak zalety wynikające z zastosowania substancji higroskopijnych do impregnacji kamienia będą znacznie przewyższać ewentualne wady.

Impregnacja rzeźby. Do impregnacji postanowiono zastosować poliglikol etylenowy o ciężarze cząsteczkowym około 200, ponieważ wykazuje on niewiele gorsze własności od polimeru o ciężarze cząsteczkowym 400, a jest od niego bardziej lotny, w związku z czym zmniejsza się ryzyko ewentualnych ubocznych skutków działania. Można się liczyć z tym że po dłuższym czasie ulegnie on całkowitemu ulotnieniu się z kamienia (jest to uzależnione od temperatury i wilgotności względnej w kościele).

Z powierzchni rzeźby usunięto miękkim pędzlem produkty rozpadu wapienia (proszek), a następnie pokryto ją poliglikolem (nakładano pędzlem). W okresie dwumiesięcznych obserwacji stwierdzono, że proces rozpadu został częściowo powstrzymany, co objawiało się w występowaniu mniejszych niż poprzednio ilości proszku na powierzchni rzeźby. W związku z tym rzeźbę poddano powtórnej impregnacji. Do pierwszego i drugiego zabiegu zużyto 400 ml poliglikolu etylenowego. Ponieważ wskutek impregnacji nastąpił wzrost wilgotności rzeźby, powierzchnię jej pokryto 0,4% roztworem octanu fenylortęciowego, aby uniknąć ewentualnego rozwoju mikroorganizmów.

Rzeźba znajduje się pod obserwacją. Po upływie dalszych 4 miesięcy widocznych zmian nie stwierdzono. Postuluje się, aby w przypadku zaobserwowania nieskuteczności działania zastosowanych środków umieścić rzeźbę w pomieszczeniu o stałej wilgotności i temperaturze.

mgr Wacława Szmidel-Domasłowska,
Pracownice Konserwacji Zab., Toruń.
doc. dr Wiesław Domasłowski,
Uniwersytet im. M. Kopernika, Toruń.

CONSERVATION DE LA CONSOLE EN PIERRE DE MOISE DE L'ÉGLISE ST. JEAN À TORUŃ

La sculpture en pierre (calcaire) subissant une destruction par suite de l'action des sels solubles dans l'eau a été soumise à la conservation. Après avoir enlevé de la surface de la sculpture les produits de la désintégration de la pierre apparaissant sous forme de poudre formant une épaisse couche, on a consolidé les restes de la polychromie et collé les parties de la pierre qui s'écaillaient. Lors du traitement on a appliqué les solutions de polymétacrylate de méthyle dans du bichloroéthane.

Afin d'éviter une nouvelle pénétration des sels solubles du sol à la sculpture, on l'a extraite du mur, dans lequel elle était enchassée au moyen de mortier.

Après l'enlèvement des restes de mortier, on a entrepris le dessolement de la pierre. Dans la première étape le dessolement a été effectué dans une chambre spécialement construite à ces fins (fig. 2), adhérent à l'une des surfaces de la sculpture; à l'intérieur régnait une température plus haute et une humidité relative par rapport à celle du côté opposé de la plaque de la sculpture. Dans ces conditions, par suite de la réaction de deux milieux atmosphériques à différentes propriétés, il se produisait une humidification des parties intérieures de la pierre et un déplacement des solutions de sel vers la couche de l'ouate recouvrant la plaque de la sculpture. Par ce procédé, ainsi que par le recouvrement de toute la surface de la sculpture d'ouate imbibée d'eau, on n'a réussi que partiellement à éliminer les sels, et en conséquence leur action n'a pas été complètement freinée. Dans l'étape suivante des travaux, on a entrepris des recherches sur l'arrêt de l'action des sels par l'application de substances aux propriétés hygro-

scopiques pour l'imprégnation de la pierre (glycol, glycérine, polyglycols éthylènes). On a constaté que leur emploi provoque une réduction de la migration des sels vers la surface de la pierre (détruite par les sels cristallisables), les sels cristallisables dans les pores de la pierre possèdent en leur présence de très petites dimensions (quelques centaines de fois plus petites) et de plus, elles remédient au dessèchement de la pierre et abaissent la température de congélation de l'eau dans la pierre. L'application du polyglycol éthylène au poids moléculaire moyen 200 a permis de freiner les processus de la destruction. Etant donné que l'observation du processus dure depuis 6 mois, il est difficile de parler de l'efficacité du traitement, toutefois les résultats permettent d'augurer des effets positifs.

Vu que par suite de l'imprégnation l'humidification de la pierre s'est élevée, on a recouvert la surface de la sculpture d'une solution à 0,4% d'acetate de phénylmercure afin d'éviter un développement éventuel des microorganismes.

Parmi d'autres traitements que l'on a effectués il convient de citer le collage des fragments fissurés de la sculpture, et le complètement de quelques pertes. On les a collé à l'aide de résine époxyde utilisée également comme composant du mastic mélangé de poudre de pierre, pour le complètement des pertes et pour la reconstruction du nez de la sculpture.

La sculpture a été placée dans une niche percée dans le mur de manière qu'elle en soit séparée, il est donc facile de la démonter au moment voulu. Elle a été isolée de la pénétration de l'eau capillaire.