

Wiesław Procyk

Powtórka z konserwacji : problem trwałości zabiegów a profilaktyka

Ochrona Zabytków 53/3 (210), 234-251

2000

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.

POWTÓRKA Z KONSERWACJI. PROBLEM TRWAŁOŚCI ZABIEGÓW A PROFILAKTYKA*

Pośród zachowanych do naszych czasów nekropolii narodowych, Cmentarz Powązkowski zajmuje miejsce szczególne. Jest panteonem zabytków polskiej sztuki sepulkralnej skupiającym na niewielkiej przestrzeni dzieła wybitnych twórców — rzeźbiarzy: Tatarkiewicza, Hegla, Welońskiego, Syrewicza, Pruszyńskiego czy też Laszczki, Madejskiego i Kuny. To ogromne „miasto umarłych” stanowi swoisty zespół obiektów świadczący o tradycji minionych czasów. Jest skarbnicą informacji historycznych i ikonograficznych na temat przemian zachodzących w życiu codziennym oraz kulturze i sztuce, formowanych na bieżąco przez zmienną modę światową¹. Jego niepowtarzalny charakter ukształtowały wydarzenia związane z tragicznymi losami naszej stolicy „palonej, grabionej i poniewieranej bez przerwy przez maszerujące stuleciami obce armie”².

Przemianom historycznym i aglomeracyjnym ostatnich kilkudziesięciu lat tym bardziej nie mogły oprzeć się zabytkowe pomniki, szczególnie z najstarszej — do niedawna zapomnianej części cmentarza. Dopiero zapoczątkowany w połowie lat siedemdziesiątych przez Społeczny Komitet Opieki nad Starymi Powązkami kompleksowy program ratowania zabytkowych Powązek doprowadził do przywrócenia im splendoru i dawnej świetności.

Na przestrzeni ćwierćwiecza efekty prac konserwatorskich, objęte najdłuższym stażem zewnętrznej ekspozycji, uległy częściowemu lub całkowitemu zatarciu. Zakonserwowane nagrobki utraciły nienaganną świeżość, a niekorzystne zmiany estetyczne opanowały powierzchnie kamiennych detali.

Doświadczenia zdobyte w tym okresie bezspornie określiły przedział czasu, w którym metody i preparaty chemiczne sprawdzają się w sposób najbardziej korzystny dla zabezpieczanej, zabytkowej materii. Jednostkowe badania specjalistyczne środowiska opracowane na obszarze nekropolii³ oraz cykliczne analizy chemiczno-fizyczne, realizowane na poszczególnych obiektach, wykazały także, że tempo degradacji preparatów

użytych do konserwacji jest znacznie szybsze niż w innych kwartałach wielkomiejskiej zabudowy czy też w warunkach symulowanych. Mikroklimat panujący na przestrzeni zamkniętej w obrębie murów cmentarnych okazał się dla badań idealnie funkcjonującą, naturalną „komorą starzeniową”.

Najbardziej niekorzystne czynniki panujące na omawianym terenie to długotrwałe zawilgocenie spowodowane przez bogatą florę, kondensacja mikrocząstek substancji kwasotwórczych⁴, ograniczona cyrkulacja powietrza i bardzo duży roczny opad humusu oraz pyłów i innych zanieczyszczeń aglomeracyjnych.

Elementy te wpływają na szybki zanik efektów hydrofobowych stosowanych na szeroką skalę preparatów chemicznych, co w konsekwencji prowadzi do stopniowego wypłukania buforowych substancji antybiologicznych blokujących rozwój mikroorganizmów. W efekcie tych zmian, w ciągu ok. 10 lat od zakończenia kompleksowych prac konserwatorskich, zielone przebarwienia, czarne nacieki i osady glebowe obserwujemy najpierw na powierzchniach poziomych, a potem stopniowo na pozostałych polach zewnętrznych płaszczyzn zakonserwowanych pomników. W istotny sposób wiąże się to z powolną penetracją wodnych roztworów wyżej wymienionych substancji do części podpowierzchniowych, do głębokości ok. 2 mm w skałach zwartych i dalej w głąb — w pozostałych.

Przeprowadzono badania skupiając się na strukturach przypowierzchniowych w celu ustalenia wpływu otoczenia na zanik efektów hydrofobowych i wzmacniających oraz próbach opisanego mechanizmów zjawisk tam zachodzących. Głębokość pomiarów uwarunkowana była założeniami programu konserwatorskiego eliminującego możliwość dostępu do miejsc głębiej położonych, jak to byłoby możliwe przy demontażach czy poważniejszych rekonstrukcjach kamiennych kompozycji.

W 1996 r. w ramach wieloletniej współpracy warszawskiej ASP i Społecznego Komitetu Opieki nad Sta-

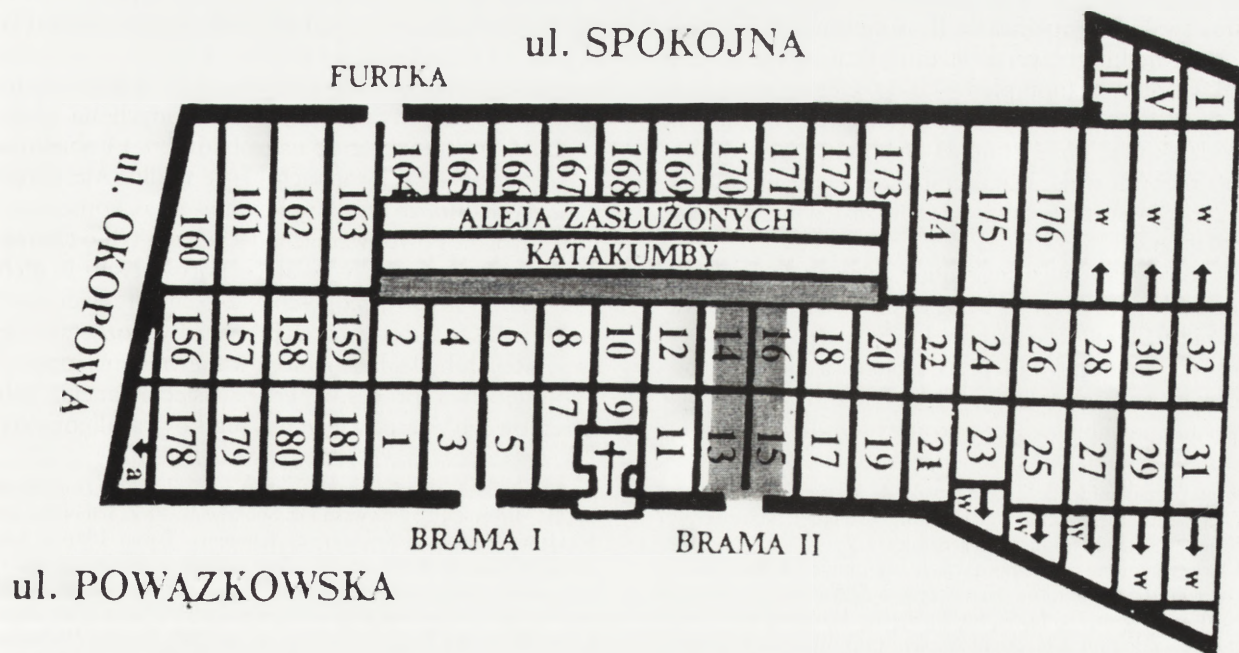
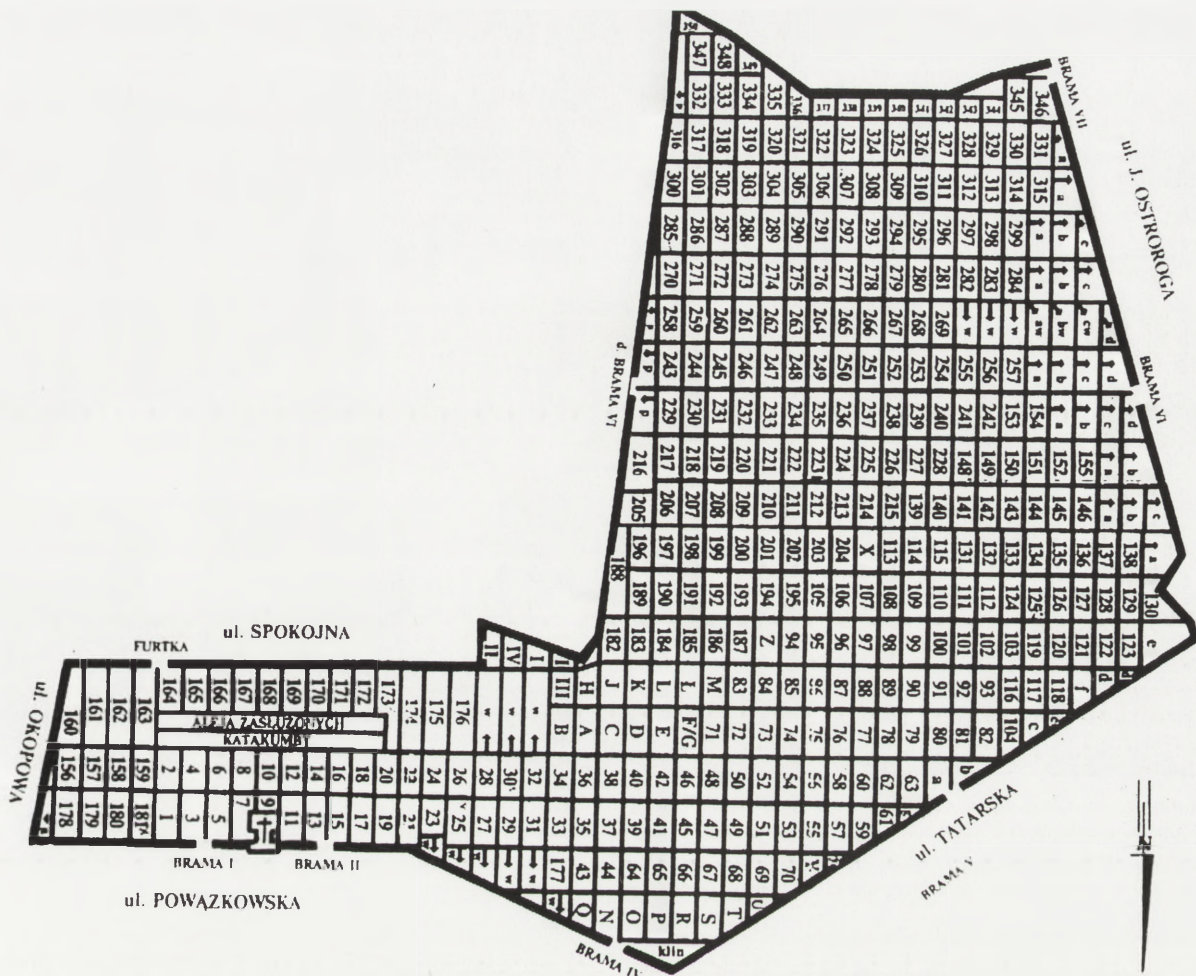
* W artykule zrelacjonowano i skomentowano obserwacje dokonane na Cmentarzu Powązkowskim w sezonach letnich maj-lipiec w latach 1997, 1998 i 1999 w czasie praktyk studentów Katedry Konserwacji i Restauracji Rzeźby Kamiennej i Elementów Architektury Akademii Sztuk Pięknych w Warszawie.

1. O proveniencji pomników nagrobnych z obszaru powązkowskiej nekropolii na bazie analizy typów architektury nagrobnej por. W. Procyk, *XIX-wieczny wzornik pomników nagrobnych — próba określenia sposobów i zakresu wykorzystania wzorów na Cmentarzu Powązkowskim w Warszawie*, Wrocław 1993, (w:) *Materiały z konferencji ICOMOS „Sztuka cmentarna”*, Muzeum Architektury, „Werk”, Wrocław 1995, s. 277.

2. J. Waldorff, *Słowo na jubileusz, (w:) Nasza pamięć... 25 lat Społecznego Komitetu Opieki nad Starymi Powązkami*, Warszawa 1999, s. 7.

3. A. Zambrzycka, *Znaczenie mikroklimatu w procesie niszczenia kamiennych obiektów zabytkowych na przykładzie Cmentarza Powązkowskiego w Warszawie*, Wrocław 1993, (w:) *Materiały z konferencji ICOMOS „Sztuka cmentarna”*, op. cit., s. 299.

4. D. Tomaszewska, *Badanie zawartości tlenków azotu i dwutlenków siarki w powietrzu*, Zakład Bioanalizy i Badania Środowiska, Akademia Medyczna — Wydział Farmaceutyczny w Warszawie, Warszawa 1987. Średnia zawartość NO₂ — 11,395 mg/m³, N₂O₅ — 13,335 mg/m³ (przy normie dla N₂O₅ = 13,335 mg/m³), zawartość SO₂ — 0,25 mg/m³ (przy normie dla SO₂ = 0,2 mg/m³).



1. Plan Cmentarza Powązkowskiego. Obszar, na którym prowadzono powtórne zabiegi konserwatorskie przy pomnikach
 1. Plan of the Powązkowski cemetery. The area of secondary conservation of gravestones



2. Pomnik nagrobny rodziny Biernackich z marmuru Carrara-Bianco po oczyszczeniu, w trakcie uzupełniania ubytków, wypełniania fug i szczelin wywołanych dezintegracją blokową, strona południowa. Fot. A. Zambrzycka

2. The Biernacki family gravestone made of Carrara-Bianco marble after cleaning in the course of supplementing the gaps and filling the joints and the fissures caused by block disintegration, southern side. Photo: A. Zambrzycka

rymi Powązkami uruchomiono program studenckich praktyk konserwatorskich w zakresie działań profilaktycznych. Prace skoncentrowano na rejonach najczęściej uczęszczanych, w kwaterach alei głównej — od Bramy św. Honoraty (brama II) w kierunku Katakumb i w Alei Katakumbowej od strony północnej w kierunku ul. Okopowej (por. plan — il. 1). Obszar ten należy do części najstarszej, której powierzchnię w 1837 r., w początkowej fazie istnienia cmentarza, uporządkowano rozbudowując katakumby istniejące już od ok. 1792 r. do obecnej długości 200 m i wprowadzając podział na kwatery.

W sezonach letnich maj–lipiec w latach 1996–1999, studenci Katedry Konserwacji i Restauracji Rzeźby Kamiennej i Elementów Architektury wraz z kadrą asystentów⁵ kontynuowali prace objęte programem powtórnych zabiegów konserwatorskich przy 10–15 lat wcześniej kompleksowo zakonserwowanych pomni-

kach nagrobnych (il. 2 i 3). Podczas trwania praktyk dokonano szeregu cennych obserwacji. Stwierdzono, że przy stosunkowo niskim nakładzie pracy i środków finansowych można dość szybko przywrócić walory estetyczno–plastyczne pomnikom poddanym przed laty pełnej konserwacji, a zunifikowanych z otoczeniem w wyniku kilkunastoletniej ekspozycji. W trakcie makroskopowych obserwacji przeprowadzonych na płaszczyznach wybranych grup nagrobków⁶, z 14 obiektów zlokalizowanych w kwaterach 13–16 wzdłuż Alei Głównej zauważono, że zanik funkcjonowania „konserwantów” hydrofobowo–wzmacniających ma tylko charakter powierzchniowy. W skałach porowatych, w głębi masy kamiennej do głębokości ok. 2–5 cm od „epidermy”, efektywność zastosowanych preparatów pozostała niezmieniona lub uległa zmianom w niewielkim stopniu⁷.

Następstwa procesów erozji usieciowanego żelu krzemowego⁸ na powierzchni piaskowca oligomikty-

5. Opiekę nad studentami sprawował pod kierunkiem autora zespół asystentów: A. Zambrzycka, A. Ciężkowski, J. Martusewicz, E. Kołodziejczyk–Macander i P. Jędrzejczyk.

6. Uwagę skupiono na kompozycjach nagrobnych rodzin Milewskich, Skibnickich, Sokołowskich oraz K. Sufczyńskiego, K. Garlińskiego — o złożonej budowie, wykonanych z piaskowców drobnoziarnistych z łomów kieleckich, wapieni porowatych: opoki jankowskiej, wapienia pińczowskiego oraz wapieni zbitych z okolic Chęciny i Krzeszowic.

7. Badania nad przydatnością niektórych preparatów silikonowych

do strukturalnej hydrofobizacji wapieni prowadzili: W. Domasłowski, R. Mirowski, E. Orłowska i D. Sobkowiak, PKZ, Laboratorium Naukowo–Badawcze Konserwacji Kamienia, Toruń 1986 r. Spostrzeżenia potwierdzone obserwacjami zasięgu swobodnej penetracji preparatów hydrofobowych w materiałach porowatych na innych przykładach, np. w trakcie prac konserwatorskich przy cyklu alegorycznych rzeźb z Ogrodu Saskiego — por. W. Procyk, *Dokumentacja prac konserwatorskich rzeźby „Nauka”*, Warszawa 1998 r.

8. „Po bardzo krótkim okresie tworzy się amorficzna sieć o szklistym charakterze, która w późniejszym czasie ulega dalszemu wzmocnie-



3. Pomnik nagrobny rodziny Skibickich z piaskowca drobnoziarnistego i wapienia zbitego — powtórnie zabezpieczony przed działaniem czynników atmosferycznych na drodze profilaktyki konserwatorskiej, strona południowo-zachodnia. Fot. W. Procyk

3. The Skibicki family gravestone made of fine-grained sandstone and limestone — secondary protection against the impact of atmospheric factors by means of conservation prophylaxis, south-western side. Photo: W. Procyk

czego możemy zaobserwować na przykładzie prób pobranych z pomnika rodziny Skibickich z kwatery 16 po 14 latach ekspozycji⁹ (il. 3). Zmiany mają charakter dwustopniowy. Pierwsza faza polega na powolnym wietrzeniu i wymywaniu filmu z warstewki zewnętrznej połączonym ze wzrostem właściwości hydrofilnych¹⁰. Potem mechanizm przeobrażeń dotyka partii podpowierzchniowych.

Na skutek długotrwałego oddziaływania czynników niszczących zanika plastyczność powłoki. Miętko wyoblone żywicą formy frakcji piaskowca tracą swoją ochronę w wyniku wymywania zerodowanych cząstek

warstwy preparatu. Stopniowo powraca efekt ostrości na krawędziach charakterystyczny dla ziaren materiału klastycznego¹¹. Pozostają one nadal w osłonie ochronnego filmu o grubości 45 μm (0,045 mm) (próbka 11, il. 4a). Zmiany zaobserwowane w mikroskopie SEM¹² przy małych powiększeniach w polu powyżej opisywanych próbek są charakterystyczne dla powierzchni pionowych pozbawionych konsekwencji mechanicznego oddziaływania opadów deszczu. Na płaszczyznach poziomych przeobrażenia szybciej przenoszą się do strefy wewnętrznej. Na głębokości ok. 5 mm od epidermy w kawernach systemów efektywnych o wielkościach

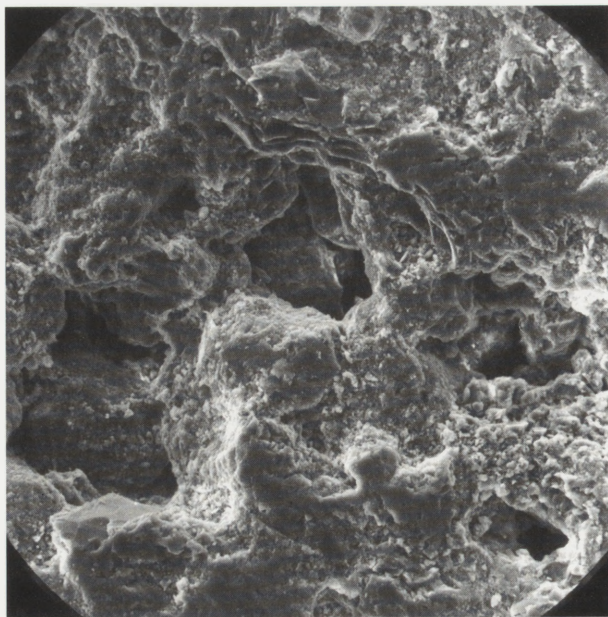
niu w procesie starzenia, utrata właściwości polega na utracie *ethoksy-grup*” (badania spektroskopowe metodą IF). *Oznaki starzenia się różnych środków wzmacniających do kamienia na bazie KSE*, oprac. M. Boos, J. Grobe. *Materiałoznawstwo i Renowacja Budowli*. IV Międzynarodowe Kolokwium. Akademia Techniczna. Essengen 17–19 grudzień 1996 r.

9. Wg *Dokumentacji konserwatorskiej pomnika nagrobnego J. Skibickiej na Cmentarzu Powązkowskim w Warszawie* — prace zakończono w listopadzie 1985 r — Archiwum dokumentacji konserwatorskiej, Społeczny Komitet Opieki nad Starymi Powązkami, Warszawa ul. Piękna 44a (dalej: Arch. SKONSP).

10. J. Ciabach, *Zywice i tworzywa sztuczne stosowane w konserwacji zabytków*, UMK, Toruń 1998, s. 64.

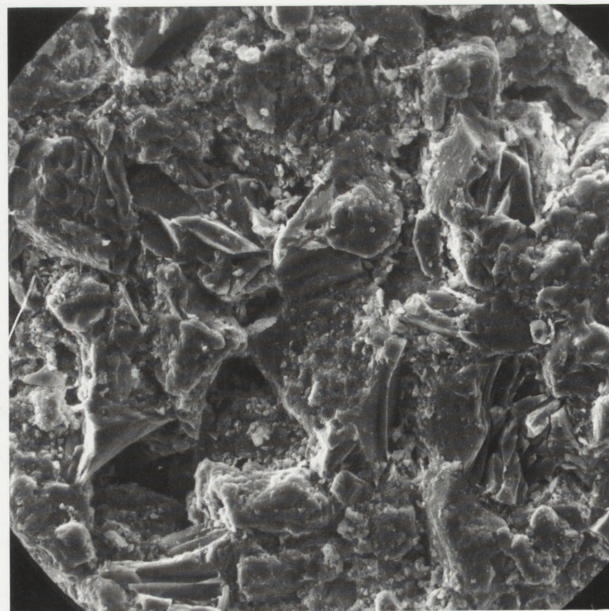
11. Nieco odmienny przebieg zaobserwowano na powierzchni pomnika K. Baranowskiego i m.in. M. Grabowskiego, które zabezpieczone były żywicą Ahydrosil-Z. Zachowuje ona dłużej elastyczność i mniejsze ilości spękań, podobnie jak Silak M-11. *Dokumentacja konserwatorska nagrobka K. Baranowskiego Cm. Powązkowski w Warszawie Al. Katakumbowa przy 42 filarze*, Warszawa 1992 r.: „całość wzmocniono Ahydrosilem-Z przez pędzlowanie”, s. 3, Arch. SKONSP.

12. Badania mikroanalityczne SEM, oraz badania szlifów petrograficznych przeprowadzono w Laboratorium Geologicznym Zakładu Poszukiwania Nafty i Gazu S. A. w Wołominie (dalej: ZPNiG SA), badania wykonał mgr Ryszard Kopczyński.



4a. Próbkę 11, powiększenie 200x, widok z góry. Obraz wietrzenia żywicy krzemorganicznej na powierzchni piaskowca. Brak charakterystycznych wyoblen na formach okruchowych. Powraca efekt ostrości konturów na ziarnach nadal scalonych spoiwem. Nagrobek Skibickich. Fot. R. Kopczyński

4a. Sample 11, enlargement 200 x, view from the top. Image of the erosion of organic silicone resin on sandstone surface. The absence of characteristic cambers on crumb forms. The restoration of the effect of vivid contours on grains still kept together by means of binding. The Skibicki family gravestone. Photo: R. Kopczyński



4b. Próbkę 11, powiększenie 260x, przekrój. Ślady żywicy krzemorganicznej zaobserwowane w głębi struktury piaskowca, poniżej 5000 μm od powierzchni. Widoczne spękania i powolny jej rozpad. Nagrobek Skibickich. Fot. R. Kopczyński

4b. Sample 11, enlargement 270x, cross section. Traces of organic silicone resin observed within the structure of sandstone 500 μm below the surface. Visible cracks and slow disintegration. The Skibicki family gravestone. Photo: R. Kopczyński

jednostkowych poszczególnych porów ok. 100 μm (0,1 mm) proces wzmacniania skupia się w pobliżu wzajemnego kontaktu ziaren materiału okruchowego. Przeobrażenia żywicy, wywołane jej starzeniem, rysują się w postaci jej zeszklenia, wewnętrznych spękań i rozpadu (próbka 10, il. 4b). Niemniej jednak ona nadal tam pozostaje. Mimo zewnętrznych oznak braku efektów hydrofobowych, bariera zatrzymująca przenikanie wody z opadów utrzymuje się w partiach podpowierzchniowych. Zjawisko to prześledzono na przekrojach próbek zarówno w badaniach SEM, jak też w mikroskopie optycznym i zaznaczono przy pomocy białych strzałek (il. 4c). W miarę upływu czasu, na styku ziaren materiału okruchowego i spoiwa rodzimego w miejscach, które także pokrywa podane spoiwo silikonowe, koncentrują się ugrowe przebarwienia związków żelaza z form kompleksowych. Dla porównania warto przeanalizować w tym momencie efekty profilaktyki i powtórnych zabiegów impregnacji w sezonie '99. Za przykład posłuży zespół pomników A. Leśkiewicza i P. Mianowskiego zlokalizowanych na wprost 24 filara katakumb od strony północnej, a zakonserwowanych kompleksowo 10 lat wcześniej¹³.

Cechy świeżo naniesionej powłoki podczas trwania praktyk rysują się bardzo wyraźnie w polu widzenia mikroskopu SEM (il. 4d). Wyraźnie widoczna jest cienka warstewka, która skleja ziarna oblewając je „miękkim filmem”. W mikroskopie optycznym na próbce nasyconej kontrastem Epovac wspomniane powyżej obszary, zarówno na powierzchni, jak i w głębi testowanego materiału, sygnalizują czarne strzałki (il. 4c).

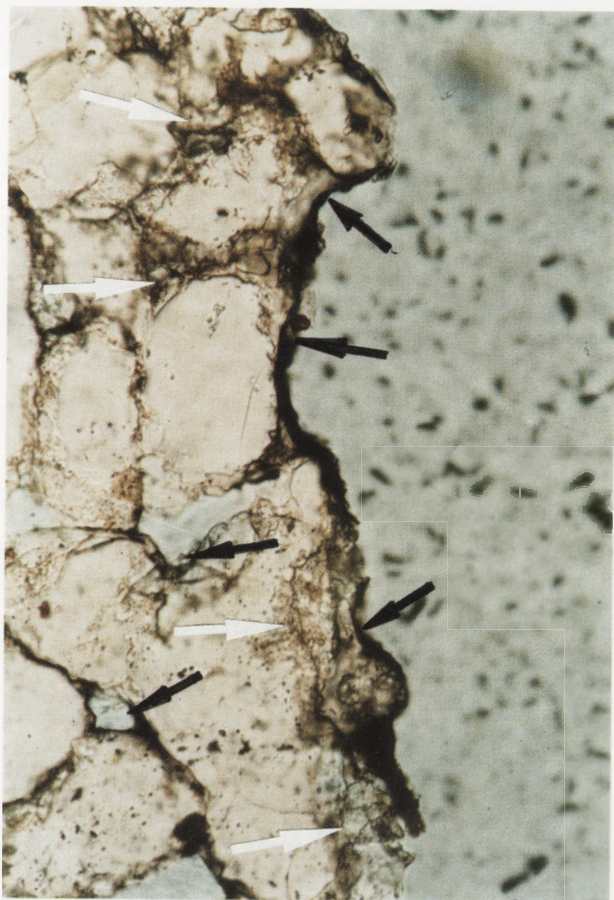
Wbrew przypuszczeniom, zachowana jest drożność porów powierzchniowych przy poprawnej grubości filmu, która nie przekracza 60 μm (0,06 mm).

Obserwacje poczynione w trakcie praktyk na terenie Powązek, połączone z wcześniejszymi doświadczeniami Katedry, pozwoliły na ustalenie pewnych prawidłowości wymagających dalszych opracowań, ale niezwykle istotnych z konserwatorskiego punktu widzenia.

Trwałość zabezpieczeń krzemorganicznych, oprócz zależności *stricte* technicznych dotyczących właściwości żywic i fazy przygotowań, uwarunkowana jest doborem odpowiednich preparatów do charakteru danej skały. Na wapieniach porowatych najdłużej zachował swe właściwości Ahydrosil-Z. Dobrą trwałość w okre-

13. Zabezpieczenie hydrofobowe wykonano środkiem krzemorganicznym Sandsteinverfestiger SV-H, Wacker Chemie GmbH (Niemcy) (dla ułatwienia nazywanym dalej Wacker SV-H) wg Dokumentacja konserwatorska pomnika nagrobnego P. Mianowskiego

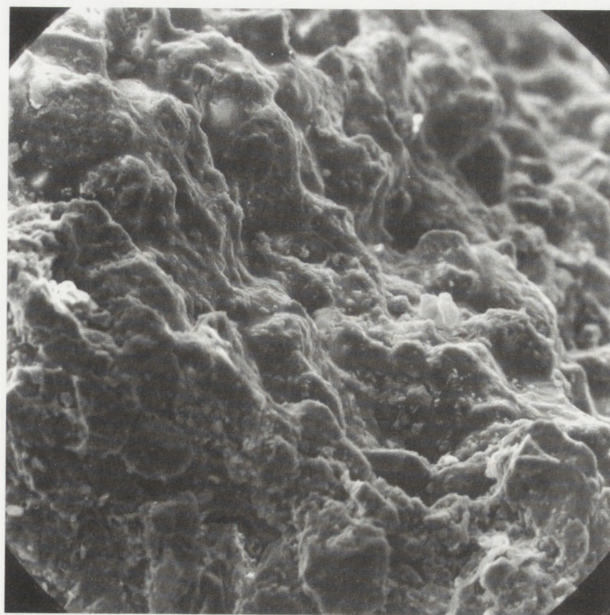
i A. Leśkiewicza, Warszawa 1989, s 24, Arch. SKOINSP. Badania SEM wykazały obecność w.w. żywicy w strukturach podpowierzchniowych.



4c. Próbką 9, powiększenie 320x, przekrój — pole szlifowania (po lewej) w świetle przechodzącym przez mikroskop optyczny po podaniu kontrastu Epovac. Obraz próbki z części powierzchniowej pobranej po ponownej impregnacji. Strzałki (czarne) z prawej wskazują rozmieszczenie nowej powłoki hydrofobowej. Białe określają rozlokowanie resztki poprzedniej impregnacji podbarwione m.in. koloidalną formą związków żelaza. Nagrobek rodziny Mianowskich. Fot. R. Kopczyński

4c. Sample 9, enlargement 320x, cross section — grinding field (to the left) in light passing through an optical microscope after the application of the Epovac contrast. Image of the sample from a part near the surface taken after renewed impregnation. Arrows (black) from the right indicate the distribution of new water-repellent coating. White arrows indicate the distribution of the remnants of previous impregnation tinted, i. a. by a colloidal form of iron compounds. The Mianowski family gravestone. Photo: R. Kopczyński

sie do 10 lat wykazał także Sandsteinverfestiger SV-H Wacker wraz z 5% roztworem rodzimych żywic Silaku M-11 (obecnie nie produkowanego) i Sarsilu H-14, którymi dodatkowo maskowano podłoże wcześniej zaimpregnowane Wackerem. Natomiast ten sam Wacker SV-H wobec piaskowca wykazał znikomą trwałość, nakładany nawet dwu- lub trzykrotnie na kon-



4d. Próbką 7, powiększenie 180x, przekrój. Powierzchnia piaskowca powtórnie pokryta żywicą krzemooorganiczną. Widoczne typowe wyoblenia filmu na formach klastycznych przy grubości powłoki 60 μm (0,06 mm). Zachowana drożność kapilar. Nagrobek Mianowskich. Fot. R. Kopczyński

4d. Sample 7, enlargement 180x, cross section. Surface of sandstone once again covered with organic silicone resin. Visible typical cambers of the film on plastic forms with a coating 60 μm (0.06 mm) thick. Retained patency of the capillaries. The Mianowski family gravestone. Photo: R. Kopczyński

serwowane powierzchnie. Na kompozycjach wykonanych z piaskowca długotrwały brak istotnych zmian estetycznych po okresie 7–10 lat ekspozycji zaobserwowano po zastosowaniu Silaku M-11¹⁴ i wspomnianego już Ahydrosilu-Z. Pomniki zabezpieczane innymi substancjami, czasem w sposób niedostatecznie sumienny, w wielu wypadkach nie zachowały żadnych zewnętrznych oznak poprzednich zabiegów.

Obserwacje, prowadzone w okresie trzech kolejnych sezonów praktyk studenckich, skierowały uwagę na efektywność następných grup preparatów zabezpieczających stosowanych w trakcie kompleksowych zabiegów.

Zanim swą uwagę skierujemy na trwałość kolejnej grupy, warto poddać analizie zjawisko specyficznej dezintegracji powierzchni piaskowca w skutek znacznego uszczelnienia systemu porów efektywnych, które zaobserwowano na jednym z elementów nagrobka rodziny Ulrichów (il. 5a i b). Pomnik od 1983 r. pozostawał w 16-letniej ekspozycji po poprzednich zabiegach konserwatorskich¹⁵. W makroskopowej obserwacji ściany południowej zauważamy powłokę środka

14. Badania jednostkowe prowadzone w ramach tematów kursowych oraz prac dyplomowych w Katedrze Konserwacji i Restauracji Rzeźby Kamiennej ASP Warszawa. Dokumentacje prac konserwatorskich realizowanych w latach 1985–1999, Archiwum Katedry oraz Biblioteka Wydziałowa, ul. Wybrzeże Kościuszkowskie 37. A także dokumentacja: W. Procyk, *Konserwacja Nagrobka Wiktorii*

z Cm. Powązkowskiego w Warszawie, ASP, Warszawa 1986, oraz *Dokumentacja konserwatorska pomnika nagrobnego J. Skibickiej...*, s. 7, cyt.: „Powierzchnię grobowca nasączono roztworem Silak M-11 w toluenie w stos. 1/10 rozp. W ilości 20 litrów...”, Arch. SKONSP. 15. W dokumentacji konserwatorskiej zabieg zabezpieczania tych partii pomnika nie został jednoznacznie zdefiniowany. Autor opisuje



5a. Nagrobek rodziny Ulrichów z piaskowca i wapienia zbitego w trakcie usuwania zanieczyszczeń pochodzenia atmosferycznego, strona północno-wschodnia. Fot. W. Procyk

5a. The Ulrich family gravestone made of sandstone and limestone in the course of the removal of atmospheric impurities — north-eastern part. Photo: W. Procyk

zabezpieczającego wykazującą daleko posunięte zmiany właściwości optycznych w postaci przebarwień: żółtych i opalizujących — mleczno-popielatych¹⁶.

Zniekształcenia estetyczne w ogólnej formie nawiązują do typowych, wywołanych poprzez zwarte nawarstwienia¹⁷. W tym wypadku nawarstwieniem stał się sam impregnat. Proces wietrzenia na licu tej powłoki przebiega w sposób powolny, a erozja materiału okruszowego jest integralnie związana z rozpadem środka użytego do wzmocnienia. Ślady rozpadu „szkliwa” są wyraźnie widoczne na powierzchni ziaren zdezintegrowanych w procesie zluszczenia się preparatu, w postaci cienkich blaszek (próbka 1b, il. 5c).

Jednak najpoważniejsze zmiany koncentrują się pod powierzchnią na skutek wymuszonej, cyklicznej rekryształizacji skondensowanych roztworów wodnych substancji rodzimych oraz produktów zasolenia. Naprężenia mechaniczne, wywołane ciśnieniem krystalizacji



5b. Zmiany estetyczne na jednej ze ścian pomnika wywołane procesem tworzenia się nawarstwień pod szczelną powłoką „epidermy” przesączonej roztworem żywicy E-5, strona południowa — zbliżenie. Fot. W. Procyk

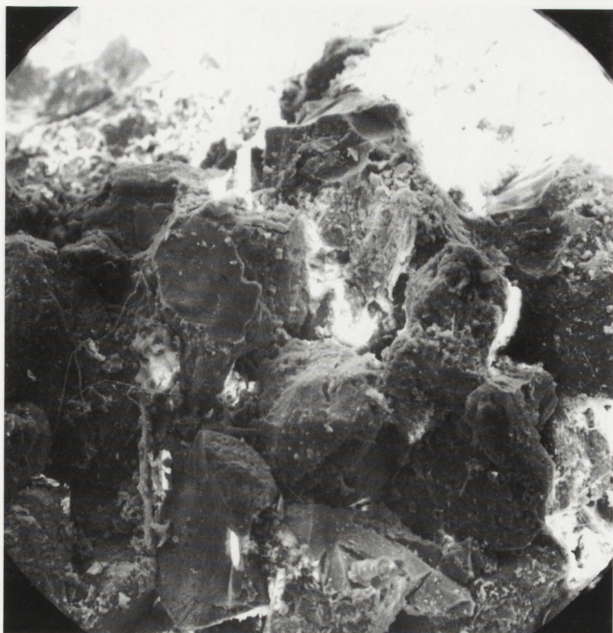
5b. Aesthetic changes on one of the sides of the gravestone caused by the creation of strata underneath the cohesive layer of the “epidermis” saturated with an E-5 resin solution. Southern side, close up. Photo: W. Procyk

zacyjnym panującym wewnątrz naturalnej struktury materiału osadowego, doprowadziły do jego rozsądzenia. Systematyczny przyrost masy w obrębie ognisk tych zmian spowodował wytworzenie się wykwitów i pęcherzy charakterystycznych dla tego procesu (il. 5b). Podczas badań mikroanalitycznych wspomnianych stref natrafiono na ślady obecności impregnatu w miejscach

zabiegi klejenia z zastosowaniem żywicy epoksydowej E-5 i iniekcji z użyciem 15% roztworu żywicy Paraloid B-72. W kwestii ostatecznej impregnacji użyto określenia: „całość przesycono toluenem w celu uzyskania odpowiedniej konsystencji”. Rozpuszczalnik ten jest podstawowym komponentem do sporządzania roztworów tych żywic. Przypuszczalnie jest to błąd zapisu w dokumentacji realizowanej w procesie dydaktycznym. Obserwowane zjawiska sugerują użycie żywicy E-5 + ETA. Dokumentacje konserwatorskie: *Nagrobek G. Lazarowicza i Nagrobek rodz. Ulrich z Cmentarza Powązkowskiego w Warszawie*, Warszawa 1983, Archiwum Katedry.

16. W. Domasłowski, *Światłotrwałość kamieni wzmocnionych żywicami epoksydowymi*, „Acta Universitatis Nicolai Copernici” (dalej: AUNC), XIV, Toruń 1989, s. 18.

17. M. Kęsy-Lewandowska, *Badania nawarstwień na kamiennych obiektach zabytkowych*, cz. 1: *Badania nawarstwień na piaskowcach*, AUNC, XV, Toruń 1990, s. 83; *Profilaktyczna konserwacja kamiennych obiektów zabytkowych*, pod red. W. Domasłowskiego, UMK. Skrypty i teksty pomocnicze, Toruń 1993.



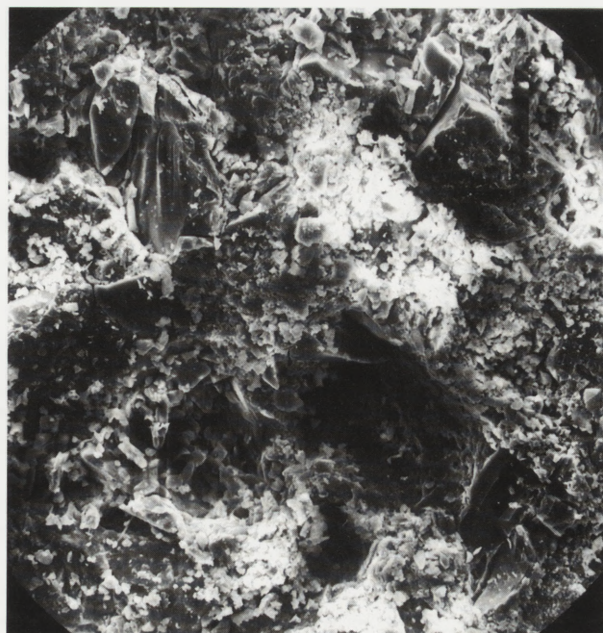
5c. Próbkę 1b, powiększenie 120x, widok z góry. Obraz zluszczonej resztek powłoki na zdeintegrowanych ziarnach kwarcu sklejonych żywicą E-5. Nagrobek rodziny Ulrichów. Fot. R. Kopczyński

5c. Sample 1b, enlargement 120x, view from the top. Image of peeling remnants of coating on disintegrated quartz grains glued together with E-5 resin. The Ulrich family gravestone. Photo: R. Kopczyński

jego podkoncentrowania — w kawernach porów endogenicznych. Żywica znajduje się w fazie zeszklenia i powolnego rozpadu (próbka 3b, il. 5d). Widoczne są klasyczne spękania, wynikające z wewnętrznego skurczu żywicy, będącego następstwem zmiany jej objętości po procesie konsolidacji. Przebadany przypadek jest potwierdzeniem doświadczeń o negatywnym oddziaływaniu użytego preparatu na skutek drastycznych przeobrażeń w toku jego starzenia w warunkach ekstremalnych.

Kolejnych cennych spostrzeżeń dostarczyły badania przeprowadzone pod kątem efektywności zabezpieczeń z roztworów żywic — na bazie wosków i mikro-wosków oraz kopolimerów metakrylanu metylu.

Doskonałym przykładem do omówienia problemów degradacji zabezpieczeń z mieszaniny wosków i mikro-wosków wydaje się płyta epitafijna z zespołu pomników nagrobnych rodziny Rzempołuskich zlokalizowanych w kwaterze nr 9 (il. 6a). Warstwa ochronna nałożona była na powierzchnię płyty z „Dębника” (czarnego wapienia zbitego), pozbawioną zwietrzałych produktów erozji kalcytu w trakcie prac kompleksowych. Stąd ciemnopopielata barwa podłoża. Przekształcenia estetyczne, które obserwujemy na licu, są wynikiem degradacji powłoki w cyklu 13 lat ekspozycji¹⁸. Nakładany niewątpliwie przy pomocy pędzla roztwór



5d. Próbkę 3b, powiększenie 260x — przekrój poprzeczny. Skupiska żywicy E-5 w fazie dezintegracji, wypełniające przestrzeń większych kawern wewnątrz spojonych i bezładnie upakowanych cząstek nawarstwienia. Nagrobek rodziny Ulrichów. Fot. R. Kopczyński

5d. Sample 3b, enlargement 260x, cross section. Concentration of E-5 resin in the disintegration phase, filling the space of larger inner caverns and chaotically packed particles of strata. The Ulrich family gravestone. Photo: R. Kopczyński

zabezpieczający utworzył błonę, której nierównomierny charakter został uwarunkowany typem narzędzia. Jej grubość w zależności od smug czy nacieków uzależniona jest zagłębieniami piktogramów i waha się od 100 do 50 μm (0,1–0,05 mm). W obserwacji SEM warstwa wykazuje amorficzną naturę, stąd stosunkowo szybki proces zmian jej właściwości typowy dla wosków i ich mieszanin. W cieńszych partiach powłoki stopniowo wykształcają się ogniska erozji zachowując porządek linearny zgodny z kierunkiem nakładania (próbka 6a, il. 6b).

Wewnątrz skupisk zachodzi przyśpieszona przemiana bioklastów (węglanowych) w trwale formy osadów siarczanowych (próbka 6a, il. 6c). Przy dużych powiększeniach widoczne są wyraźnie ukształtowane kryształy gipsu zakotwiczone pomiędzy ziarnami materiału okrucowego (próbka 6a, il. 6d). Procesy niszczenia, ogniskujące się na małej powierzchni lica pozbawionej ochrony, prowadzą do szybkiego tworzenia się w płaszczynie epitafium wżerów o głębokościach od ok. 110 do 70 μm (0,11–0,07 mm). Powyższe badanie wykazuje zależność trwałości tego zabezpieczenia od grubości stosowanej powłoki. W warstwie grubszej, np. w partii nacieków, tempo wietrzenia kalcytu przebiega znacznie słabiej (il. 6a) z racji wolniejszego tempa wy-

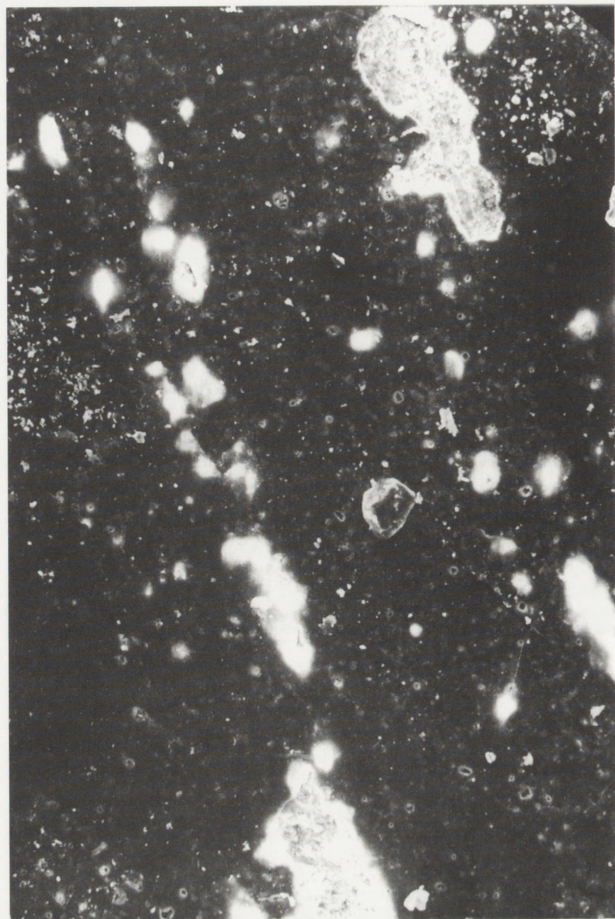
18. Dokumentacja konserwatorska *Konserwacja nagrobka A. Rzempołuskiego z Cm. Powązkowskiego w Warszawie*, Warszawa 1986, s. 20: „złożono na powierzchni czarnego marmuru powłokę och-

ronną z pasty woskowej a na powierzchni z marmuru Carrara — roztwór żywicy Paraloid B — 72 w toluenie”, Arch. SKONSP.



6a. Zmiany estetyczne na płycie epitafijnej z pomnika rodziny Rzempoluskich wywołane procesem wietrzenia powłoki zabezpieczającej z roztworu mikrowosku. Strona zachodnia — zbliżenie. Fot. W. Procyk

6a. Aesthetic changes on epitaph slab from the Rzempoluski family gravestone caused by the erosion of the protective coating made of a microwax solution. Western side, close up. Photo: W. Procyk



6b. Próbką 6a, powiększenie 99x, widok z góry. Obraz linearnie ukierunkowanych ognisk wietrzenia kalcytu na licu epitafium na resztkach nierówno naniesionej powłoki woskowej. Nagrobek rodziny Rzempoluskich. Fot. R. Koczynski

6b. Sample 6a, enlargement 99x, view from the top. Image of linearly directed centres of erosion of calcite on the face of an epitaph on remnants of unevenly placed wax coating. The Rzempoluski family gravestone. Photo: R. Koczynski

ługowania i wymywania warstwy ochronnej. Niedopracowane metody nakładania roztworu oraz pozostałe cechy zabezpieczenia całkowicie je dyskwalifikują w ekstremalnych warunkach ekspozycji. Lepszą trwałość i właściwości optyczne wykazały powłoki ochronne z roztworów wosku Karnauba zastosowane np. na płytach epitafijnych pomnika Skibickich¹⁹ (il. 3), wosków mikrokryształicznych lub w zabezpieczeniach wielowarstwowych z żywic krzemooorganicznych i wosków lub roztworów metakrylanu metylu i mikrowosków²⁰.

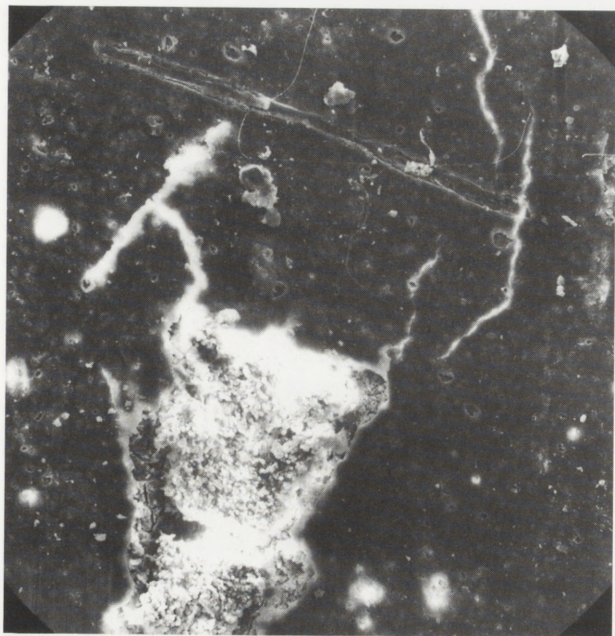
19. Zob. też Dokumentacja konserwatorska pomnika nagrobnego J. Skibickiej..., s. 6, cyt.: „Tablice zabezpieczono cienką powłoką wosku Karnauba...”, Arch. SKONSP.

20. Dokumentacja konserwatorska nagrobka L. Raciborowskiej..., Warszawa 1982, s. 3, cyt.: „Cały nagrobek zabezpieczony został dwukrotnie naniesionym 10% roztw. paraloidu w toluenie i roztw. mikrowosku”, zob. też Dokumentacja konserwatorska: „Konserwacja nagrobka F. K. Nesselrodego”, Warszawa 1983, s. 2 i s. 12, Arch. SKONSP.

Zmiany właściwości optycznych i mechanicznych tych żywic — głównie Paraloidu B-72 — polegają na żółknięciu, znacznym pęcznieniu i zmatowieniu warstwy zabezpieczającej, a także specyficznej absorpcji zanieczyszczeń związanej ze znaczną utratą wodoodporności zerodowanej powłoki.

Działaniom prewencyjnym poddano siedem kompozycji nagrobnych usytuowanych w części zachodniej Alei Katakumbowej i dziewięć we wschodniej²¹. Tym razem zainteresowania skupiono na nagrobkach, które

21. Pośród wybranej grupy na sezon '98 znalazły się: nagrobek Cypriana Walewskiego z ok. 1873 r., Józefa Millera z ok. 1860 r., rodziny Zarembów z ok. 1868 r. Kazimierza Baranowskiego także z 1868 r., księdza Jana Dekerta z 1861 r., Michała Grabowskiego z 1863 r. oraz bardzo okazały pomnik nagrobny rodziny Biernackich wzniesiony po 1880 r (il. 2). W sezonie '99 wybrano nagrobki E. Jarockiego z 1875 r. oraz K. Olizara, J. Łubieńskiego i F. K. Nesselrodego i omówione już A. Leśkiewicza i P. Mianowskiego oraz zespół nagrobków rodzin Ulrichów, Lazarowiczów.



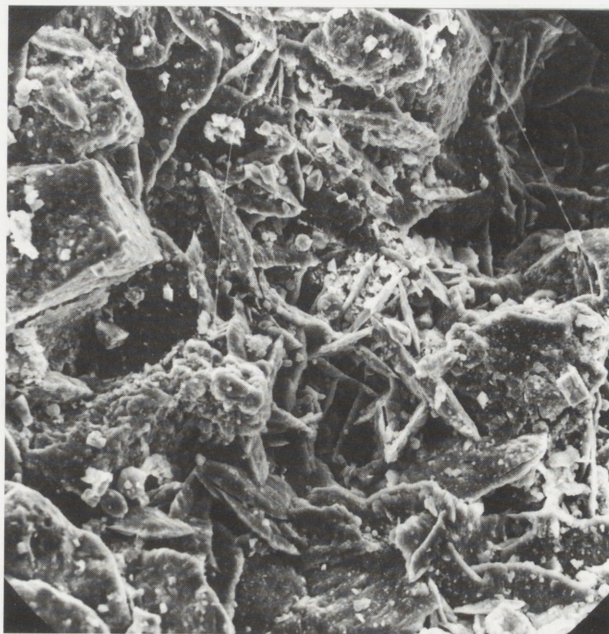
6c. Próbkę 6a, powiększenie 120x, widok z góry. Obraz zwietrzałych bioklastów skupionych w jednym z ognisk erozji kalcytu na licu epitafium na resztkach powłoki zabezpieczającej. Nagrobek rodziny Rzempoluskich. Fot. R. Kopczyński

6c. Sample 6a, enlargement 120x, view from above. Image of eroded bioclasts, concentrated in one of the calcite erosion focal points on the face of the epitaph on remnants of the protective coating. The Rzempoluski family gravestone. Photo: R. Kopczyński

zostały wykonane z grupy w pełni zmetamorfizowanych skał kalcytowych o małej porowatości, czyli marmurów drobno- i grubokrystalicznych o barwie od białej po ciemnopopielatą, a także wapieni zbitych. Pozostałe wykonane z piaskowców i wapieni porowatych, analizowano jednostkowo.

W obserwacji makroskopowej ścian pomnika E. Jarockiego obserwujemy zmiany powierzchniowe, których forma nawiązuje do omówionych powyżej, przy okazji „izolacji woskowych”. Na skutek nierównomiernego rozprzodzenia roztworu żywicy tempo erozji przebiega dwutorowo. Fragmenty zabezpieczone grubszą powłoką o parametrach od 20–60 μm (ok. 0,02–0,06 mm) lokalnie zachowały efekty poprzedniej konserwacji po 16 latach ekspozycji²² (il. 7b). Pozostałe pola, wykazujące brak filmu lub jego pozostałości, charakteryzują się daleko posuniętymi zmianami podporządkowanymi profilom linearnym zgodnym z kierunkiem nakładania preparatu. Partie te są bardziej porowate, znacznie zabrudzone i ulegają pudrowaniu. Przy dużych powiększeniach podczas badań mikroanalizy postrzegamy pozornie poprawnie funkcjonującą powłokę, która uległa jednak perforacji a erozja przebiega punktowo w ogniskach wykształconych w strefie podskórnej (próbka 5a, il. 7c).

22. Dokumentacja konserwatorska nagrobka E. Jarockiego z Cmentarza Powązkowskiego w Warszawie, Warszawa 1984, Arch. SKONSP.



6d. Próbkę 6a, powiększenie 240x, widok z góry. Obraz zwietrzałych okruchów kalcytu (bioklastów) zrosniętych „mostkami” kryształów gipsu skupionych w jednym z ognisk erozji na licu epitafium. Nagrobek rodziny Rzempoluskich. Fot. R. Kopczyński

6d. Sample 6a, enlargement 240x, view from the top. Image of eroded calcite crumbles bound by means of “bridges” of plaster crystals concentrated in one of the erosion centres on the face of the epitaph. The Rzempoluski family gravestone. Photo: R. Kopczyński

Zachodzi powolny proces wylugowania i swobodnego wymywania w pełni wykrystalizowanej skały węglanowej połączony z dalszą degradacją powłoki ochronnej prowadzącą do jej odspajania, unoszenia i złuszczenia. Erozja pochłania coraz bardziej rozległe pola, wewnątrz których zachodzi przyspieszona przemiana węglanów w trwałe formy siarczanowe.

Czynniki niszczące, zogniskowane na małej i pozbawionej ochrony powierzchni, prowadzą do szybkiego tworzenia się wżerów o znacznych głębokościach, podobnych w kształcie do uprzednio omówionych (próbka 5a, il. 7d). Na podstawie powyższej analizy należy przyjąć, że powszechnie stosowane zabezpieczenia z roztworów żywicy B-72, oprócz zmian podstawowych, takich jak żółknięcie i pęcznienie, ulegają mikroperforacji.

Ta ostatnia cecha jest szczególnie niebezpieczna, ponieważ wymusza lokalne zmiany zakresu erozji typowej. Prowadzi do skupiania deformacji strukturalnych w strefie podpowierzchniowej i szybkiego rozwoju mikroflory, której nadzwyczajny masowy rozkwit dostrzeżono na ścianach partii dolnych wytypowanych obiektów.

Podobnie jak na pomniku hrabiego K. Olizara po 18 latach ekspozycji²³, także na innych nagrobkach, niezależnie od usytuowania, stwierdzono obec-

23. Dokumentacja konserwatorska: Konserwacja nagrobka Karola Hrabiego Olizara z Cmentarza Powązkowskiego w Warszawie, War-



7a. Pomnik nagrobny rodziny Jarockich z marmuru karraryjskiego — w trakcie usuwania zanieczyszczeń pochodzenia atmosferycznego. Widok ogólny, strona północna. Fot. W. Procyk

7a. The Jarocki family gravestone made of Carrara marble in the course of the removal of impurities of atmospheric origin. General view — northern side. Photo: W. Procyk

ność kolonii prostych mikroorganizmów z grupy glonów: nitkowatych — *Anaboena Vulgaris* i jednokomórkowych — *Scenedesmus* sp. (il. 7b, 8b i 8c). Ich kultury wegetatywne wytworzyły grube, zielone nawarstwienia przy ogólnej liczebności przekraczającej

szawa 1981, Arch. SKONSP. Podobne zjawiska zaobserwowano na ścianach pomników nagrobnych: rodziny Zarembów i Biernackich, tablicy epitafijnej M. Grabowskiego wykonanych z marmuru karraryjskiego, obelisku nagrobka ks. J. Dekerta z marmuru gruboziarnistego z Polesia oraz cylindrycznego pomnika J. Millera z włoskiego Bardiglio.



7b. Zmiany estetyczne na powierzchni krenelażu jednej ze ścian pomnika wywołane procesem wietrzenia kalcytu na skutek utraty szczelności powłoki zabezpieczającej z roztworu żywicy B-72, strona zachodnia — zbliżenie. Fot. W. Procyk

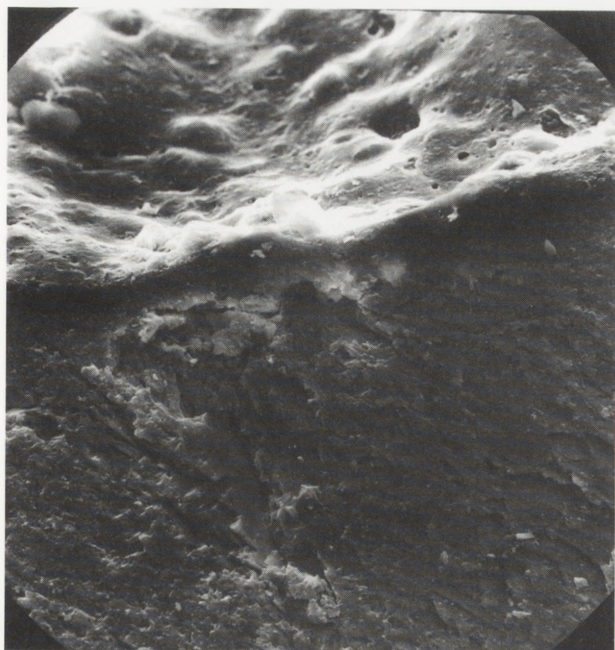
7b. Aesthetic changes on the surface of the crenellation of one of the sides of the gravestone caused by calcite erosion due to the loss of the airtightness of the protective coating made of a B-72 resin solution. Western side, close up. Photo: W. Procyk

360 komórek/cm²²⁴. Produkty wietrzenia ochronnych powłok i znaczne zawilgocenie stanowią doskonałe podłoże ich rozwoju. Brak tych nawarstwień lub ich znaczne ograniczenia mogą wynikać z nasłonecznienia i lokalnego osuszania wybranych płaszczyzn.

Przebieg mechanizmów destrukcji rysuje się na podstawie jednego wycinka z badań przeprowadzonych na szlifach petrograficznych przekrojów stref przypowierzchniowych z pomocą kontrastu Epovac (il. 8d). Powyższe doświadczenie prezentuje kolonie wspomnianych mikroorganizmów, skupione w kilku punktowych ogniskach erozji w strukturze krystalicznej lica białego marmuru. Wyraźnie widoczny jest także przebieg dezintegracji kryształów do nich przylegających i szybko postępujący w głąb proces erozji kalcytu wzdłuż płaszczyzn kontaktu krystalograficznego. Rozpad prowadzi do tworzenia się form granularnych przypominających pochodne zmian gelifrakcyjnych²⁵. Istnienie organizmów wewnątrz tych elementów sugeruje współdziałanie obydwu czynników.

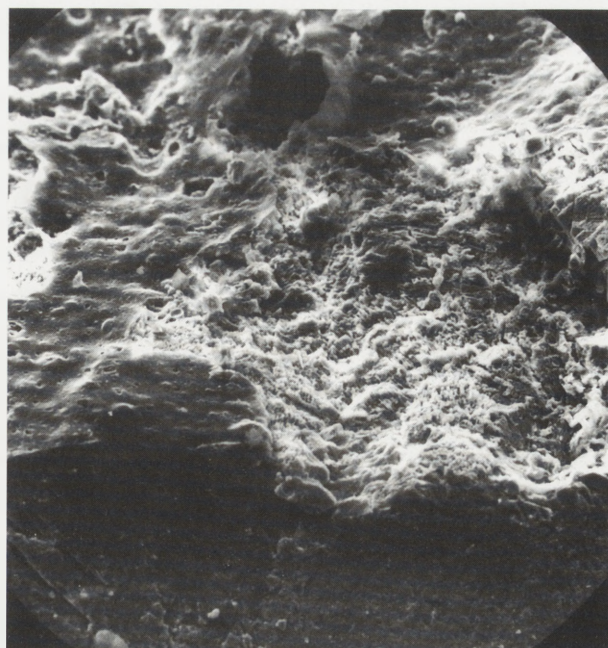
24. Kolonie rozpoznane w trakcie wielokrotnych badań specjalistycznych o zakresie jednostkowym wykonywanych przez dr Hannę Elżbietę Sztrantowicz z Instytutu Ekologii PAN w Warszawie.

25. Wietrzenia fizycznego, dezintegracji mrozowej — rozkruszania skały w wyniku działania ciśnienia, wytworzonego przez wodę wielokrotnie zamarzającą i rozmarzającą w szczelinach, porach itp. *Słownik geologii dynamicznej*, Warszawa 1985 (dalej: SGD), s. 75.



7c. Próbkę 5a, powiększenie 480x, przekrój poprzeczny. Obraz perforowanej powłoki żywicy B-72 i zmian erozyjnych kalcytu w mikroporach pod jej powierzchnią. Nagrobek rodziny Jarockich. Fot. R. Kopczyński

7c. Sample 5a, enlargement 480 x, cross section. Image of the perforated surface of B-72 resin and erosion changes of calcite in micropores underneath its surface. The Jarocki family gravestone. Photo: R. Kopczyński



7d. Próbkę 5a, powiększenie 180x. Obraz resztek perforowanej powłoki na powierzchni marmuru i zwietrzałych okruchów kalcytu skupionych w ogniskach erozji — przekrój próbki. Nagrobek rodziny Jarockich. Fot. R. Kopczyński

7d. Sample 5a, enlargement 180x. Image of the remnants of the perforated coating on the marble surface and eroded calcite crumbs concentrated in erosion centres — cross section of sample. The Jarocki family gravestone. Photo: R. Kopczyński

Pod kątem powyższych zjawisk przeprowadzono także studia w trakcie praktyk '99, przy nagrobkach wykonanych z materiałów w pełni krystalicznych, eksponowanych w warunkach analogicznych i w podobny sposób poddawanych zabiegom konserwatorskim²⁶. W odniesieniu do zabezpieczeń z roztworów żywicy Paraloid B-72, charakter zmian nosił te same znamiona. Tempo przemian ograniczały: grubość powłoki, lepsze metody rozprowadzania użytego preparatu, a przede wszystkim — dodatkowe pokrycie powierzchni roztworem mikrowosków.

Bardzo dobrym przykładem do analizy przeobrażeń o różnym stopniu zaawansowania ukierunkowanego budową krystaliczną skały jest pomnik nagrobny F. K. Nesselrodego, po 16 latach ekspozycji od ostatnich zabiegów konserwatorskich²⁷ (il. 9a). Kompozycję wykonano z trzech gatunków marmuru, jednak najbardziej urozmaicony przebieg erozji obserwujemy na poziomej płycie wykonanej z włoskiego marmuru Bardiglio (il. 9b). W trakcie obserwacji makroskopo-

wych dostrzegamy daleko posunięty proces wietrzenia jaśniejszych partii kamienia połączony ze wspomnianym już ogniskowaniem się czynników degradacyjnych na granicy faz o zróżnicowanej twardości. Zespoły skupisk utożsamiają swoje rozmieszczenie z linearnym biegiem błękitno-szarych żyłek, tworząc dotkliwie „wręby” o średniej głębokości ok. 120–190 μm (0,12–0,19 mm) a lokalnie nawet 650–800 μm (0,6–0,8 mm).

W mocno pofalowanym licu na przekroju próbki 9b wysyczonej kontrastem Epovac, pomiędzy kawernami wżerów obserwujemy wbudowane, podobne do omówionych powyżej formy granularne. Ich rozlokowanie nie jest jednak promieniste lecz podporządkowane warstwicowaniu równoległemu do powierzchni zewnętrznej (il. 9b). W następstwie tego układu zachodzi sukcesywne wypadanie rozdrobnionych elementów ziarnistych lub ich wypłukiwanie.

Podział warstwowy w strefie podpowierzchniowej wydaje się przebiegać niezależnie od autogenicznych płaszczyzn przyrostu kryształów (ukośne pasy) i para-

26. Dokumentacja konserwatorska *Konserwacja nagrobka Fryderyka Karola Nesselrode. Cmentarz Powązkowski, filar 6*, Warszawa 1986, s. 2 i s 12: „Powierzchnię całego obiektu zabezpieczono (...) nakładając powłokę ochronną z roztworu paraloidu w rozpuszczalniku organicznym, w niektórych miejscach zastosowano też pastę na bazie mikrowosku”, Arch. SKONSP. Także dokumentacja konserwatorska *Konserwacja pomnika nagrobego płk. J. Millera ze Starych*

Powązek, Warszawa 1990. Zabezpieczenie wykonano przy użyciu preparatów Wacker SV-OH, Wacker SV-H oraz mikrowosku ETTA, s. 20, Arch. SKONSP.

27. Dokumentacja konserwatorska *Konserwacja nagrobka Fryderyka Karola Nesselrode. Cmentarz Powązkowski, filar 6*, Warszawa 1986, Arch. SKONSP.



8a. Pomnik nagrobny rodziny hr. Olizara z marmuru karraryjskiego. Widok ogólny, strona północna. Fot. M. Jackowski

8a. Family gravestone of Counts Olizar made of Carrara marble. General view, northern side. Photo: M. Jackowski

lelnych zmian prowadzących do odseparowywania się indywidualnych brył, wzdłuż syngenetycznych²⁸ płaszczyzn kontaktu krystalograficznego. Proces separacji wzdłuż wspomnianych płaszczyzn i zmiany wietrzeńniowe jemu towarzyszące doskonale ilustruje obraz zarejestrowany w badaniach mikroanalizychnych przekroju próbki (próbka 7b, il. 9d). Przebieg erozji w sieci przestrzennej rysuje się najbardziej wyraziście w partiach pozbawionych osłony i jest wynikiem migracji wodnych roztworów elektrolitów wzdłuż naturalnych linii podziału i wylugowaniu substancji w nich rozpuszczonych. W tym samym obszarze obserwujemy także zjawisko łączenia się pionowych płaszczyzn podziału w biegnące w głąb struktury pęknięcia (niebieska linia, il. 9b), powiększające swój zasięg w miarę wzrostu

28. Utworzonych równocześnie ze skałą, w której są zawarte; wg SGD, s. 248.



8b. Zmiany estetyczne na powierzchni płaskorzeźbionej płyciny wywołane utratą szczelności powłoki zabezpieczającej z roztworu żywicy B-72 i gwałtownym przyrostem kolonii mikroorganizmów, strona północna, zbliżenie. Fot. W. Procyk

8b. Aesthetic changes on the surface of the bas relief caused by the loss of the airtightness of the protective coating made of B-72 resin solution and a rapid growth of a colony of microorganisms. Northern side, close up. Photo: W. Procyk

wewnętrznych naprężeń i prowadzące z czasem do dezintegracji blokowej skały poddawanej wietrzeniu. W polach osłoniętych resztkami powłok ochronnych (białe strzałki), zniekształcenia podskórne rejestruje się w mniejszym zakresie. Zmiany destrukcyjne zaobserwowane w trakcie omawianych badań, o cechach bardziej zaawansowanych od kreślonych powyżej, są warunkowane specyfiką ekstremalnej, poziomej ekspozycji badanego bloku. Na płaszczyznach pionowych elementów kompozycji tempo przeobrażeń ma przebieg znacznie wolniejszy.

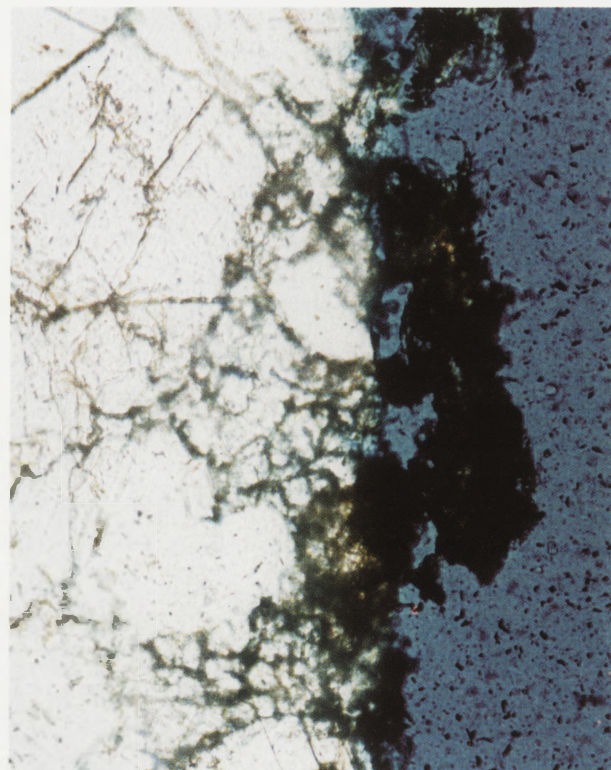
Obserwacje powłok ochronnych stosowanych do konserwacji zabytkowych pomników o budowie krystalicznej, pozwoliły wyodrębnić pozytywne właściwości niektórych preparatów i określić błędy w metodach ich stosowania. Z racji właściwości chronionej materii i jej znikomej chłonności, zabezpieczenie miało charakter powierzchniowy.

Niewątpliwie spośród najmniej trwałych konserwantów powłoki ochronne z roztworów wosków na-



8c. Brunatnoszare przebarwienia na powierzchni płaskorzeźbionej płyciny — pozostałości zwięzłej żywicy B-72 i mikroorganizmów po oczyszczeniu, strona północna — zbliżenie. Fot. W. Procyk

8c. Brown-grey hues on the surface of the bas relief surface — remnants of eroded B-72 resin and microorganisms after cleaning. Northern side, close up. Photo: W. Procyk



8d. Próbką 9b, powiększenie 160x, obraz szlif w świetle przechodzącym przez mikroskop optyczny po podaniu kontrastu Eповac. Mikroorganizmy zakotwiczone w ogniskach dezintegracji granularnej pod perforowaną powłoką B-72. Nagrobek rodziny hr. Olizara. Fot. R. Kopczyński

8d. Sample 9b, enlargement 160x, image of grinding in light passing through an optical microscope after the application of the Eповac contrast. Microorganisms in granular disintegration centres under perforated B-72 coating. The Counts Olizar family gravestone. Photo: R. Kopczyński

turalnych i ich mieszanin, stosowane samodzielnie, w ogóle się nie sprawdziły. Nakładane *in situ* metodami najprostszymi, w miarę upływu czasu wywoływały zmiany w typowym przebiegu procesów wietrzeniowych uwarunkowane charakterem stosowanego narzędzia. Znacznie lepiej pod względem estetycznym prezentowały się obiekty zabezpieczone roztworami mikrowosków użytych zewnętrznie na wcześniej naniesione warstwy z roztworów kopolimeru metakrylanu etylu (Paraloid B-72), wykazując większą trwałość w czasie. Jednak po dość szybkim wyługowaniu warstwy woskowej, ukierunkowanej degradacji ulegał sam kopolimer. Rozpatrując z kolei właściwości cieszącej się dużą popularnością wspomnianej żywicy B-72 jako samodzielnej warstwy ochronnej rozpoznano negatywne cechy mimo bardzo długiej trwałości. Pomimo znaczącej światłotrwałości tego preparatu²⁹ degradacja powłoki prowadzi do poważnych zmian erozyjnych, zogniskowanych w jej nieszczelnościach, i zagrożeń „mikroor-

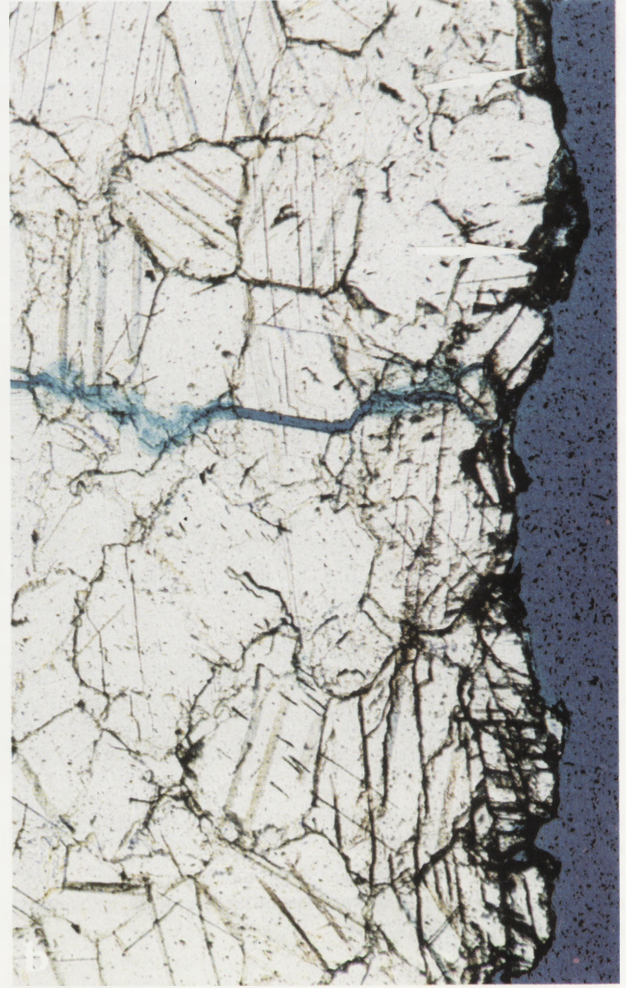
ganicznych”. Istotnym elementem sprzyjającym tym przekształceniom jest niedopracowana technika nakładania i stężenie procentowe użytych roztworów. Niewątpliwą zaletą zabezpieczeń z roztworów akrylowych jest ich odwracalność, nawet po okresie kilkudziesięciu lat³⁰, czyli możliwe częściowe usunięcie z powierzchni skał, głównie o znikomej porowatości.

Bardzo interesujące zabezpieczenie pod względem trwałości dla skał krystalicznych stanowiła kombinacja „warstw izolacji” z żywic na bazie estrów kwasu krzemowego (SV-OH i SV-H lub SV-H i Silak M-11) i mikrowosków (Cosmolloid), zaobserwowana na przykładzie pomnika nagrobego J. Millera³¹ i innych, nie objętych programem praktyk. Zmiany wietrzeniowe charakteryzowały się wyrównanym przebiegiem bez

29. Warunkiem stabilności i niezółknięcia polimeru jest użycie odpowiednich rozpuszczalników do przygotowywania roztworu. Światłotrwałość badano w warunkach symulowanych na 20-letniej powłoce Paraloidu B-72. Badania spektroskopią podczerwoną w laboratorium BDA: Helmut W. Richard, *Chemische und Physikalische Grundlagen zur Praxis der Steinkonservierung*, München 1999.

30. Badana żywica B-72 „wykazywała pewne zmiany chemiczne, była jednak rozpuszczalna i możliwa do usunięcia z powierzchni”, Helmut W. Richard, op. cit., s. 106.

31. Dokumentacja konserwatorska *Konserwacja pomnika nagrobego płk. J. Millera...*, s. 20.



9a i b. Pomnik nagrobny rodziny Nesselrode z różnych gatunków marmuru. Z lewej: widok ogólny, strona północna. Fot. M. Jackowski. Z prawej: obraz dezintegracji granularnej marmuru w strefie przypowierzchniowej w szlifie cienkim, próbka 9b przy powiększeniu 80x w świetle przechodzącym przez mikroskop optyczny po podaniu kontrastu Epovac. Fot. R. Kopczyński

9a and b. The Nesselrode family gravestone made of assorted types of marble. To the left — general view, northern side. Photo: M. Jackowski. To the right — image of granular disintegration of the marble in surface sphere in grinding from sample 9b with an enlargement 80x in light passing through an optical microscope after the application of the Epovac contrast. Photo: R. Kopczyński

drastycznych przeobrażeń rozpoznawalnych dla powłok z żywic akrylowych czy wosków.

Przy próbie podsumowania przedstawionych badań, zakładając, że analizowane obiekty znajdowały się w przybliżonych warunkach ekspozycji, po długotrwałym okresie ekspozycji od zakończenia kompleksowych zabiegów (przeciętnie 7–15 lat) i pod działaniem czynników niszczących o tym samym natężeniu — pewne wnioski nasuwały się automatycznie:

1. Charakter zniekształceń podporządkowany był następującym elementom:

- a) budowie wewnętrznej skały;
- b) właściwemu doborowi środka do typu skały poddawanej zabiegom;
- c) skuteczności użytego preparatu do zabezpieczenia hydrofobowych (i wzmacniających).

2. Tempo procesów destrukcyjnych i ich przebieg uzależniony był od:

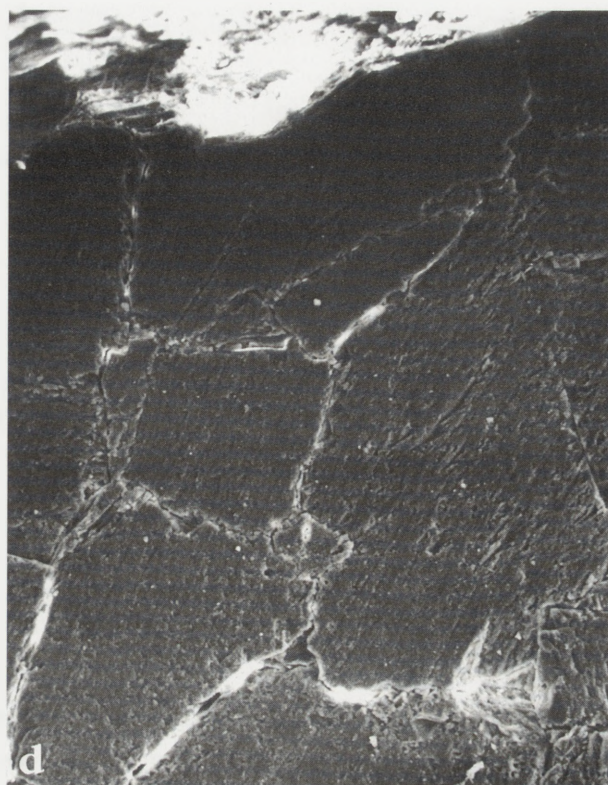
a) przestrzennego ukształtowania bryły kompozycji (wzajemny stosunek powierzchni poziomych i pionowych);

b) techniki nakładania środka zabezpieczającego i jego stężenia;

c) ilości warstw izolujących lub ich kombinacji.

W kontekście powyższych spostrzeżeń najlepsze parametry wytrzymałościowe dla skał porowatych wykazały wspomniane żywice krzemooorganiczne (estry kwasu krzemowego), a dla skał o budowie krystalicznej — kombinacje warstw powyższych i roztworów mikrowosków nakładane w technologicznych odstępach czasu.

Należy podkreślić, że badania prowadzone w trakcie pierwszych czterech lat trwania programu miały charakter ograniczony a czasem jednostkowy. Niektóre wymagają kontynuacji i potwierdzenia w trakcie dalszych, szczegółowych analiz. Jednak z punktu widzenia praktyki konserwatorskiej, już w tej fazie wy-



9c i d. Pomnik nagrobny rodziny Nesselrode. Ogniska dezintegracji granularnej na poziomej płycie pod powłoką z żywicy B-72 w skali „makro”, z lewej — fot. W. Procyk; z prawej — SEM, próbka 7b, powiększenie 150x, początkowa faza dezintegracji kryształów kalcytu w strefie przypowierzchniowej popiersia, fot. „mikro” R. Kopczyński

9c and d. The Nesselrode family gravestone. Centres of granular disintegration underneath a B-72 resin coating on a “macro” scale. To the left — photo: W. Procyk. To the right — SEM, sample 7b, enlarged 150x, the initial phase of the disintegration of calcite crystals in the surface sphere of the bust. Micro-photo: R. Kopczyński

dają się niezmiernie istotne i wymierne także dla prac poza obszarem „wielkiej ciszy”³².

Doświadczenia praktyczne, wynikające z wieloletniej współpracy naszej Katedry z Komitetem, pozwoliły sformułować program profilaktyki konserwatorskiej w ramach praktyk studenckich i zasady postępowania przy ponownym podejściu do obiektów po kilkunastoletniej ekspozycji w skrajnych warunkach klimatu cmentarnego. Z racji podstawowego charakteru, prace mieszczą się doskonale w programie dydaktycznym młodszych roczników.

Na zakończenie kilka uwag na temat ich przebiegu. Problemy, jakie rysowały się we wstępnej fazie, polegały na mechanicznym usunięciu osadów atmosferycznych i umyciu powierzchni. Z racji zachowania efektów wzmocnienia wewnątrz struktury — potwierdzonego laboratoryjnie — wstępne mycie wodą prowadzono przy podwyższonym ciśnieniu z pomocą urządzeń mechanicznych. Architektoniczne elementy nagrobków, detale rzeźbiarskie wykonane z piaskowców drobnoziarnistych lokalnie doczyszczono z nawarstwień przesyconych rodzimą krzemionką, przy pomo-

cy sprawdzonych metod z bezpośrednim zastosowaniem roztworów HF w H₂O i jego lokalnych kompresów z ligniny. Czynności miały charakter powierzchniowy, ponieważ głębszą penetrację blokował efekt hydrofobowy pierwotnie użytych preparatów. Po zabiegach odsalania, płaszczyzny obiektów poddawanych profilaktyce ulegały szybkiemu wysychaniu.

Zwiertzałe i rozpulchnione powłoki zabezpieczające z roztworu żywicy Paraloid B-72, szczególnie widoczne na białych ścianach pomników nagrobnych wykonanych z marmuru karraryjskiego, poddawano lokalnemu działaniu kompresów z sepiolitu lub pulpy ligninowej przesączonych mieszaniną rozpuszczalników organicznych. Rozmiękczone pozostałości starych preparatów usuwano mechanicznie wraz z okładem. Pozostałe efekty erozji marmurów, takie jak: nierównomiernie zerodowana powierzchnia czy też czarne, wtórne nawarstwienia siarczanowe o dużej twardości, mocno zespolone z podłożem, niwelowano przy pomocy kompresów z pasty Monumentique — C, maskowanych cienką folią lub przez przeszlifowanie.

32. Nawiązanie do tytułu: J. Waldorff, *Za bramą wielkiej ciszy*, Warszawa 1990.



10a i b. Pomnik nagrobny M. Wisnowskiej z marmuru karraryjskiego, kompozycja po zakończeniu zabiegów profilaktycznych, strona północna. Fot. W. Procyk

10a and b. The gravestone of M. Wisnowska made of Carrara marble, composition after the completion of prophylactic operations — northern side. Photo: W. Procyk



Prace przebiegały sprawnie i dość szybko z racji ich zawężonego charakteru.

Po dokładnym oczyszczeniu wszystkich detali, kompozycje zdezynfekowano roztworem środka antybiologicznego Ceretec CT 99. Do całkowitego przeschnięcia i osłony przed opadami na okres kilku tygodni użyto namiotów z folii PE. Po tym okresie powierzchnie kompozycji zabezpieczono żywicą Ahydrosil-Z i pozostawiono do usieciowania pod wcześniej przygotowanym zadaszaniem (il. 10a i b).

Po tym zabiegu, płaszczyzny dotychczas wrażliwe na zawilgocenie ponownie uodporniły się. Dalsze czynności skoncentrowano na uzupełnieniu ubytków i szczelnym wypełnieniu fug. Zastosowano masy uzupełniające na bazie spoiw krzemooorganicznych (Adhesil K1). Powierzchnie elementów bogato rzeźbionych, bardzo zwietrzałe i pozbawione od dawna efektów wzmocnienia oraz właściwości hydrofobowych użytych preparatów, po przewiezieniu do pracowni konserwatorskiej wzmocniono preparatem Funcosil Stein-festiger 300 (Remmers). Po zakończeniu prac zostały

ponownie osadzone w miejscu ich pierwotnej ekspozycji. Różnice kolorystyczne w miejscach uzupełnień zniwelowano przy pomocy mieszaniny suchych pigmentów i spoiw krzemooorganicznych.

Z przytoczonej relacji wynika, że program praktyk nie wykracza poza zagadnienia profilaktyki konserwatorskiej. Z doświadczeń wypływa wiele korzyści, zarówno o charakterze technologicznym, jak i dydaktycznym.

Zasadność jego realizacji sprowadza się do trzech podstawowych aspektów:

1. Szybkiego przywrócenia walorów plastyczno-estetycznych oraz utrzymania zabytkowych kompozycji w ogólnie dobrej kondycji poprzez wzmocnienie efektów poprzednich konserwacji.

2. Doskonałych możliwości skorygowania metodyki dotychczas wykonywanych zabiegów konserwatorskich, ich efektywności oraz skuteczności wcześniej stosowanych preparatów chemicznych (formowanie zasobów już zdobytej wiedzy).

3. Względów ekonomicznych — korzyści wynikających ze znacznie niższych kosztów profilaktyki kon-

serwatorskiej w odniesieniu do zabiegów kompleksowych.

Badania powłok ochronnych przeprowadzono w odniesieniu do konkretnych przykładów popartych analizą materiałów archiwalnych. Pozwoliły one na rozpoznanie problematyki związanej z degradacją środków użytych na zabytkowym podłożu w trakcie zabiegów pierwotnych i określenie skutków wietrzenia zabezpieczanej materii w trybie wymuszonym.

Przedstawiony powyżej materiał przypomina nam, że w zmaganiach z naturą nadal „oddajemy pole”, jednak pozostające w strukturze trwałe znamiona poprze-

dnich zabiegów konserwatorskich są świadectwem postępu technologicznego i pozwalają łatwo zniwelować skutki kilkunastoletniej ekspozycji

Specyfika mikroklimatu Cmentarza Powązkowskiego obliguje do kontynuowania założeń profilaktyki konserwatorskiej. Wyjątkowa kumulacja czynników sprzyjających erozji użytych materiałów uniemożliwia utrzymanie efektów bieżących konserwacji w okresie nie przekraczającym 5–8 lat. Po tym okresie każdy następny sezon przynosi zauważalne zmiany, których natężenie jest wprost proporcjonalne do upływającego czasu.

Conservation Revised. The Durability of Operations and Prophylaxis

A programme of student conservation training courses for students was set into motion as part of long-term cooperation between the Academy of Fine Arts in Warsaw and the Social Committee of Care for Old Powązki. In the May–July summer seasons in 1996–1999 students of the Chair of Conservation and Restoration of Stone Sculpture and Architectural Elements, together with assistant professors, conducted work encompassed in a programme of a secondary conservation of gravestones, conserved in a complex manner more than ten years ago.

It was discovered that with a relatively low output of labour and financial funds the aesthetic values of the gravestones can be restored rather quickly. A further observation

concerned the disappearance of the effects of water repellents, which apparently affected only the surface. In the case of porous stones, some 1,5 cm. from the “epidermis”, the effectiveness of the earlier applied preparations remained unchanged or was altered to an only slight degree

Studies on protective coatings in reference to concrete examples, supported by an analysis of archival material, made it possible to examine problems connected with the degradation of the preparations applied in the course of the original treatments. Furthermore, they also rendered it feasible to define the effects of the erosion of the protected matter in an imposed course (subjected to the erosion of chemical preparations).