

Wiesław Domasłowski

Współczesne metody konserwacji zabytków kamiennych

Ochrona Zabytków 48/2 (189), 160-168

1995

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.

WSPÓŁCZESNE METODY KONSERWACJI ZABYTKÓW KAMIENNYCH*

Od czasów starożytnych starano się chronić rzeźby kamienne przed wodą, stosując (np. do marmurów w Egipcie, Rzymie czy Grecji), wosk pszczeli, roślinne oleje schnące i niektóre żywice naturalne¹. Rozwój środków i metod konserwacji nastąpił jednak dopiero w początkach XIX w. dzięki badaniom nad przyczynami niszczenia kamieni, jak też wskutek rozwoju chemii i przemysłu chemicznego. Przyjęto wówczas tezę, że woda jest bezpośrednim i pośrednim czynnikiem niszczącym, i należy chronić kamienie przed przenikaniem jej do ich porów. W rezultacie konserwatorzy dążyli do uszczelnienia kamieni porowatych. Czyniono to nasycając je kilkakrotnie roztworami szkła wodnego lub fluorokrzemianów, bądź też pokrywano powierzchnie obiektów farbami olejnymi. Powierzchniowe uszczelnianie kamieni oceniano początkowo entuzjastycznie i dopiero fakt postępującego niszczenia wielu obiektów pozwolił na krytyczną ocenę stosowanych środków i metod.

Wiek XX aż do lat po I wojnie światowej nie przyniósł zasadniczych zmian w konserwacji kamieni. Podejmowano wprawdzie próby wzmacniania kamieni, uzupełniania w nich ubytków i oczyszczania obiektów, jednak znane wówczas metody i środki miały bardzo ograniczone zastosowanie. A. P. Laurie po nieudanych próbach wzmacniania marmuru czteroetoksylanem² zaniechał jego stosowania, prób wzmacniania kamieni roztworami nitrocelulozy³ nie można uznać za udane, a preparat Deckosit, także oparty o estry celulozy (stosowany do uzupełniania ubytków w kamieniach), łatwo ulegał destrukcji⁴. Nie spełniły także oczekiwań zaprawy mineralne, bądź z uwagi na małą odporność na działanie wody (gips, cement Sorela) bądź niską wytrzymałość mechaniczną (zaprawy wapienne), bądź też nieodpowiednie użycie (zaprawy cementowe). Przyczyniły się one zresztą do zniszczenia wielu cennych zabytków.

Oceniając krytycznie ten okres należy stwierdzić, że pomimo wielu nieudanych konserwacji stanowił on etap, który umożliwił stworzenie podstaw teoretycznych dotyczących przyczyn niszczenia kamieni i w oparciu o nie opracowanie prawidłowych zasad ich konserwacji.

Do rozwoju środków i metod w okresie powojennym, a szczególnie w ostatnich 30 latach, przyczyniło się powstanie wielu instytutów, laboratoriów i wyższych uczelni, w których chemicy, fizycy, mikrobiolodzy i specjaliści z innych dziedzin wspólnie z konserwatorami prowadzą badania nad konserwacją zabytków.

Rozwój środków i metod konserwacji nastąpił także dzięki organizowaniu przez liczne organizacje międzynarodowe (IIC, ICOMOS, ICCROM, Comité International pour l'Organisation des Congrès) konferencji naukowo-konserwatorskich umożliwiających wymianę doświadczeń pomiędzy konserwatorami z całego świata. Sprzyjają temu również liczne publikacje na temat konserwacji zabytków.

Pomimo ewidentnego postępu w dziedzinie konserwacji kamienia można stwierdzić, że nie dysponujemy dotychczas idealnymi środkami i metodami. Nadal, podobnie jak dawniej, wiele obiektów ulega przyśpieszonemu zniszczeniu wskutek nieumiejętnie przeprowadzonych zabiegów konserwatorskich lub wskutek użycia nieodpowiednich preparatów. Jakże często prace konserwatorskie wykonują amatorzy nie znający podstawowych zasad konserwacji i nie mający pojęcia o metodach i środkach. Jakże często w końcu prace są wykonywane niedbale, szczególnie wówczas, gdy wykonawca ma przede wszystkim na uwadze zysk, a nie dobro obiektu.

Uważam, że pomimo postępu w konserwacji wiele jeszcze należy uczynić, aby zabytki kamienne były należycie zabezpieczone przed zniszczeniem, aby wyraz „konserwacja” był synonimem trwałości, a nie — jak to się dość często zdarza — partactwa.

W niniejszym tekście pozwolę sobie omówić niektóre zagadnienia związane z prawidłowym wykonywaniem prac konserwatorskich.

Kadry konserwatorskie

Najczęstszą przyczyną wadliwie wykonywanych prac jest niewykwalfikowana kadra konserwatorów. W Polsce, pomimo kształcenia specjalistów w tej dziedzinie w trzech wyższych uczelniach, konserwacją zajmuje się także bardzo liczna grupa ludzi,

*Artykuł jest zmodyfikowaną wersją referatu pt. *Les problèmes actuels de protection et conservation des monuments en pierre*, który autor wygłosił na międzynarodowej konferencji w Madrycie (Patrimonio, Historico, Artístico y Contaminacion, Madrid, 19–21 noviembre, 1992).

1. M. Paraskavaïdis, *Le maladie des pierres, menace aussi le marble grec*, „Figaro Littérature” 1959, nr 673, s. 1; Witruwiusz,

O architekturze ksiąg dziesięć. Warszawa 1956, s. 33.

2. A. P. Laurie, Preservation of stone. U. S. Patent 1 607 762. Nov. 23.1926.

3. H.J. Plenderleith, *The conservation of antiquities and works of art*, London 1957.

4. E. Suenson, *Naturstein. Deckosit*, Berlin 1942, s. 102.

którzy uzyskali uprawnienia konserwatorskie na podstawie przepracowanych kilku lat w pracowniach konserwatorskich. Ci ludzie, nie mający podstawowego wykształcenia konserwatorskiego, często nie są w stanie wykonywać samodzielnie i poprawnie prac, opanowali bowiem jedynie podstawowe zabiegi, które stosuje się niezależnie od przyczyny zniszczenia obiektu i jego specyficznych właściwości. Podobna sytuacja jest także w innych państwach, a szczególnie tych, w których nie istnieje szkolnictwo konserwatorskie. Niewykształceni konserwatorzy prowadzą najczęściej prace w oparciu o receptury podawane przez firmy produkujące preparaty konserwatorskie. Biorąc pod uwagę fakt, że firmy te nie zatrudniają na ogół sprzeczne z zasadami konserwacji (np. zalecanie powierzchniowego wzmacniania czy hydrofobizacji, stosowanie substancji zawierających kwasy lub sole rozpuszczalne w wodzie do usuwania nawarstwień i in.).

Dlatego też od wielu lat konserwatorzy polscy wysuwają postulat objęcia ochroną zawodu konserwatora zabytków. Chodzi o to, aby podobnie jak w medycynie lekarze, uzdrawianiem zabytków zajmowali się wyłącznie specjaliści posiadający odpowiednie kwalifikacje, a nie znachorzy.

Te prawa powinni mieć absolwenci szkół konserwatorskich oraz praktykanci odbywający długoletnie staże w pracowniach konserwatorskich, po zdaniu określonych egzaminów przed gremiami fachowców.

Należy zwrócić uwagę, że nie tylko pseudokonserwatorzy psują zabytki. Bywa, że do prac konserwatorskich włączają się chemicy, fizycy, mikrobiolodzy, inżynierowie, architekci i in., którzy pomimo dobrych chęci i dobrego przygotowania fachowego przyczyniają się mimowolnie od niszczenia zabytków, proponując niewłaściwe metody i środki. Mam tu na myśli m.in. wzmacnianie materiałów porowatych szkłem wodnym⁵, jak też polimeryzację w kamieniach metakrylanu metylu⁶.

Stosowaniu nieodpowiednich metod i środków sprzyja brak krytyki w fachowych czasopismach, a także brak atestów preparatów znajdujących się w handlu. W praktyce producenci mają nieograniczoną swobodę — mogą oni produkować i sprzedawać środki i urządzenia, które w ich mniemaniu są dobre. Przypomnijmy więc, że lekarstwa mogą być dopuszczone do sprzedaży dopiero po uzyskaniu pewności co do ich skuteczności i braku skutków ubocznych. O możliwości ich stosowania decyduje komisja fachowców. Podobne decyzje powinny podejmować komisje konserwatorskie. Także sposoby stosowania

środków i urządzeń powinny być ustalone przez fachowców, gdyż, jak wiadomo, nawet najlepszym przyrządem i urządzeniem można zniszczyć obiekt, jeżeli zostaną one użyte nieodpowiednio.

Należy się cieszyć, że ostatnio została powołana Groupe de Travail w ramach Comité Pierre de l'ICOMOS, której zadaniem jest opracowanie dokumentu dotyczącego metod i preparatów stosowanych do ochrony i konserwacji zabytków.

Problemy związane z usuwaniem nawarstwień z powierzchni kamieni

Wydaje się, że dylemat czy pozostawiać na kamiennych obiektach zabytkowych nawarstwienia powierzchniowe, czy też je usuwać został ostatecznie rozstrzygnięty. Powstające np. na wapieniach nawarstwienia nie stanowią ich warstw ochronnych i z chwilą ich utworzenia się nie następuje autostabilizacja wapienia, co starano się pierwotnie udowodnić⁷. Nawarstwienia powierzchniowe są szkodliwe i w miarę możliwości nie należy dopuszczać do ich utworzenia się, a gdy już są obecne należy je usuwać.

Zdarza się jednak, że przy utworzeniu się bardzo grubych nawarstwień i przy jednoczesnej dezintegracji pod nimi kamienia, nawarstwienia powierzchniowe muszą zostać zachowane, gdyż usunięcie ich mogłoby spowodować deformacje plastyczną obiektu. Pomijając takie wyjątki należy umiejętnie, ostrożnie usuwać nawarstwienia powierzchniowe, przywracając porowatość, czyli jak się to mówi potocznie „zdolność oddychania” kamieniom. Należy jednak zaznaczyć, że usuwanie nawarstwień to zabieg delikatny i wielce skomplikowany; przeprowadzony nieumiejętnie prowadzi do nieodwracalnych zniszczeń. Niestety, takie przypadki spotyka się bardzo często, szczególnie, gdy zabieg wykonują niefachowcy.

Aby nie dopuścić do zniszczeń w trakcie usuwania nawarstwień, osłabione, zdeintegrowane czy rozwarstwiające się fragmenty obiektu powinny być wzmocnione na odpowiednią głębokość, a złuszczone fragmenty przyklejone, zaś rysy i szczeliny wypełnione właściwą zaprawą. Dopiero po wykonaniu tych zabiegów można przystąpić do usuwania nawarstwień, stosując właściwe dla danego rodzaju kamienia metody. Niestety zabiegi owe bardzo często są pomijane, co prowadzi, nawet przy stosowaniu delikatnych metod mechanicznych, do deformacji osłabionych fragmentów obiektów.

W okresie ostatnich kilkunastu lat opracowano wiele urządzeń oraz preparatów do usuwania nawar-

5. R. Molisz, *Elektrokinetyczne metody konserwacji zabytków*, „Ochrona Zabytków” 1956, nr 3, s. 133.

6. R. Wihr, *The preservation of damaged stone by the SO-called acrylic-total-impregnation process: experience over seven years*,

„IIC Bologna Congress” 1986, s. 62.

7. J. Fèvre, *Bewaring, gebruik, beschadiging, vervanging der Stenen*, „International Congress der Nationale Monumenten”, Belgia, 10.05.1957.

stwień. Potężne dmuchawy do tzw. piaskowania zostały zastąpione precyzyjnymi urządzeniami pozwalającymi regulować zarówno ciśnienie, jak ostrość i twardość ścierniwa⁸, przy czym metodę suchego piaskowania zastąpiono metodą mokrą⁹.

W latach 60-ych zaczęto stosować na wielką skalę usuwanie nawarstwień za pomocą bieżącej wody, zwłaszcza długotrwały natrysk z odpowiednich urządzeń. Metoda znana od wielu lat w Anglii¹⁰ była zaadaptowana na kontynencie europejskim do oczyszczania głównie wielkich budowli z wapienia. Obecnie większość fachowców jest zdania, że długotrwałe zraszanie murów wodą jest szkodliwe¹¹. Usunięte zostają co prawda nawarstwienia, jednak wraz z wodą bieżącą wprowadzamy do kamienia rozpuszczalne sole, a także uruchamiane zostają sole, które w nich się znajdowały na znacznej głębokości i następuje spęcznianie i wymywanie lepiszcza z kamienia. Łatwość oczyszczania nie równoważy strat, jakie mogą powstać wskutek długotrwałego działania wody. Obecnie zaleca się stosowanie jak najmniejszej ilości wody, aby uniemożliwić nasycanie warstw głębszych. Woda nie powinna wnikać głębiej niż woda deszczowa w warunkach naturalnych. Warunki takie są spełniane przy stosowaniu agregatów wysokoprężnych, rozpylających wodę lub wytwarzających parę wodną.

Wiele uwagi poświęcono w ostatnich latach chemicznemu usuwaniu nawarstwień: stosuje się substancje powierzchniowo czynne¹², węglany amonu¹³, kompleksony¹⁴, etylenoaminy¹⁵, kwas fluorowodorowy¹⁶ i fluorki amonu¹⁷. Praktyka wykazała, że substancje powierzchniowo czynne, zasady organiczne i alkalia nie ułatwiają usuwania nawarstwień. Spośród kwasów, jedynie kwas fluorowodorowy usuwa łatwo nawarstwienia z piaskowców i przy ujemnym użyciu nie działa na nie niszcząco. Stosowanie roztworów

kwasu w granicach 3–6% i w czasie do 20 minut, po których powierzchnię kamienia przemywa się obficie wodą, pozwala nie tylko na usunięcie nawarstwień, lecz także na wzmacnianie piaskowców¹⁸. Z soli najbardziej przydatnymi do usuwania nawarstwień z wapieni są węglany amonowe, a z piaskowców fluorki amonowe. Kompleksyony są bardziej aktywne niż węglan amonowy przy usuwaniu nawarstwień z wapieni (marmurów), reagują jednak nie tylko z gipsem, ale też z kalcytem, powodując nadtrawienie powierzchni kamienia¹⁹.

Oprócz wymienionych substancji stosuje się krzemian magnezu²⁰ i proszki polimerów²¹ do usuwania nawarstwień z marmuru i alabastru.

Lasery, pomimo pozytywnych wyników badań²², znalazły praktyczne zastosowanie do usuwania nawarstwień jedynie w nielicznych państwach (Francja).

Rekapitulując należy stwierdzić, że konserwatorzy dysponują obecnie zarówno dobrymi środkami, jak i urządzeniami, które pozwalają na usuwanie nawarstwień powierzchniowych z kamienia bez ich bezpośredniego czy pośredniego niszczenia. Jakość wykonywanego zabiegu zależy wyłącznie od konserwatora, od dobrania odpowiedniego środka w zależności od rodzaju nawarstwienia oraz od sposobu wykonania samego usuwania nawarstwień. Należy także podkreślić, że nawarstwienia nie zawsze są usuwalne z obiektów. Podobnie jak przed kilkudziesięciami laty niektórzy konserwatorzy pozostawiają je, a dodatkowo „patynują” na czarno, najczęściej sadzą, miejsca jasne obiektu oraz zaprawy, użyte do uzupełniania ubytków. Takie postępowanie jest sprzeczne z zasadami konserwacji.

Mówiąc o usuwaniu nawarstwień nie sposób pominąć milczeniem usuwania plam, głównie żelazistych, często występujących i szpecących obiekty. Niestety nie notujemy w tej dziedzinie poważnych

8. K. Hempel, A. Moncrieft, *Report on work since last meeting in Bologne*, (w:) *The Treatment of Stone*, Bologne 1971, s. 319.

9. Le Revelement des Façades—choix des méthodes de nettoyage, Bruxelles 1978; G. Torraca, *Treatment of stone in monuments: a review of principles and processes* (w:) *The Conservation of Stone*, Bologne 1976.

10. F. J. G. Rewlins, *The cleaning of stonework*, „Studies in Conservation” 1957, nr 1.

11. „Architecture. Patrimoine. Menace” 1975, nr 5.

12. O. Šujanová, *Prispevek k odstranovanii ciernych depositov z pieskovca*, „Památková Péče” 1965, nr 3, s. 76.

13. E. Ferroni, V. Malaguzzi, A. Rovida, *Experimental study by diffraction of heterogenous system as preliminary to the proposal of a technique for the restoration of gypsum polluted murals*, „ICOM Conference”, Amsterdam 1969.

14. P. Mora, L. M. Sbordoni, *Metodo per la rimozione di incrostazioni su pietra calcarea e su dipintini murali. Problemi di conservazione*, Bologna 1973, s. 399; T. Chvatal, *Systematische Untersuchungen über die Wirksamkeit neuer Stein-Reinigungspasten*, „Arbeitsblätter” 1973, nr 2, s. 35.

15. C. Gnudi, R. Rossi-Manaresi, O. Nonformale, *Notizie sul restauro delle facciate di San Petronio*, Bologna 1979.

16. *The weathering preservation and maintenance of natural stone masonry*, „Building Industries” 1951, nr 730, s. 51; W. Domasłowski, *Problemy usuwania nawarstwień powierzchniowych z kamiennych obiektów zabytkowych*, „Materiały Konserwatorskie PKZ”. Warszawa 1971.

17. D. Kwiatkowski, *Wpływ preparatów fluorowych na stan zachowania piaskowców*, (praca doktorska 1987, archiwum UMK w Toruniu).

18. W. Domasłowski, *Fulèvement des dépôts su perficiel*, (w:) *La conservation préventive de la pierre*, UNESCO, 1982, s.59.

19. K. Chałko, *Usuwanie nawarstwień gipsowych z wapieni przy pomocy kompleksonów* (praca magisterska wykonana pod kierunkiem W. Domasłowskiego 1976, archiwum UMK w Toruniu).

20. K. Hempel, A. Moncrieft, *Summary of work marble conservation at the Victoria and Albert Museum*, (w:) *The Treatment of Stone*, Bologna 1971, s. 166.

21. M. N. Lebiel, *Konserwacja antycznej rzeźby z kamienia*, „Chudożestwienne Nasledje” 1977, nr 3(33), s. 130.

22. M. J. Cooper, D. C. Emmony, J. H. Larson, *A comparative study of the laser cleaning limestone*, „7th International Congress”, Lisbon 1992, s. 1307.

postępów. Dotychczasowe metody chemicznego odplamiania przy użyciu winianów, szczawianów, fosforanów, fluorków i salicylanów nie dają dobrych rezultatów²³ — słabo usuwają plamy żelaza, a wprowadzone do kamieni w dużych stężeniach mogą je niszczyć. Nie zdały także praktycznego egzaminu kompleksyony (werseniany)²⁴.

3. Odsalanie kamieni

Usuwanie soli z kamiennych obiektów oraz odizolowanie ich od źródeł zasolenia należą do najważniejszych zabiegów chroniących je przed zniszczeniem. Pomimo to obserwujemy, że wielu konserwatorów nie przeprowadza odsolenia, a także nie zabezpiecza obiektów przed inwazją soli. Tego rodzaju zaniedbania występują zwłaszcza wtedy, gdy obecność soli nie uwidacznia się w postaci wysoleń na powierzchni kamieni. Często zresztą zabiegi odsalania są wykonywane niedbale, bez kontroli obecności soli w kamieniach. Zarówno w pierwszym, jak drugim przypadku procesy niszczenia kamienia stają się widoczne w niedługim okresie po zakończeniu prac konserwacyjnych.

Bez kłopotu odsalają się obiekty małe, które można zanurzyć w wodzie²⁵. Trudności natomiast występują przy obiektach dużych, które wymagają działania *in situ*. Niestety, jak dotychczas nie ma sposobu pozwalającego na całkowite odsolenie obiektów o dużych przekrojach. Z reguły jest stosowana metoda migracji soli do rozszerzonego środowiska, pozwalająca na usunięcie soli jedynie z powierzchniowych warstw kamieni. Stopień odsolenia zależy jest, od rodzaju okładu (kompresów), ilości powtórzeń zabiegu, warunków, w jakich przebiega odsalanie oraz od jego prawidłowego wykonania. Jako materiały odsalające stosowane są najczęściej: woda, wata celulozowa, pulpa papierowa, popiół z łusek ryżowych, talk, krzemionka koloidalna, ziemia okrzemkowa, sepiolit, attapulgit, glina i wiele innych. Przeprowadzone badania wykazały, że najlepsze odsolenie uzyskuje się przy zastosowaniu kaolinitu w mieszczeniu z drobnoziarnistym piaskiem²⁶. Taka mieszanina ma bardzo dużą

porowatość warunkującą absorpcję dużych ilości soli, dobrą (wystarczającą) przyczepność do kamieni, jest łatwo usuwalna po wyschnięciu i ma mały skrucz, dzięki czemu nie pęka w czasie wysychania. Na uwagę zasługuje także nowa metoda mechanicznego nakładania kompresów odsalających²⁷. Efektywność odsalania tą metodą można zwiększyć dodając do kompresów sproszkowane jonity²⁸.

Pomimo eksperymentów badawczych i prób na obiektach nie udało się dotychczas opracować, prostej, efektywnej i nie niszczącej metody strukturalnego odsalania murów i rzeźb o dużych wymiarach. Wydaje się, że nadzieję taką rokuje odsalanie na drodze elektroosmotycznej²⁹, szczególnie przy zastosowaniu membran jonowymiennych.

Strukturalne wzmocnianie kamieni

Wzmocnianie zniszczonych, osłabionych kamieni jest zabiegiem najważniejszym dla trwałości zabytku, jak też jednym z najtrudniejszych w przypadku konserwacji obiektów o dużych gabarytach. O jego powodzeniu decyduje jednorodność rozmieszczenia substancji wzmocniającej, jak też, oczywiście, właściwości użytej substancji.

Począwszy od XIX w. wzmocnianiu poddawano jedynie powierzchniowe warstwy kamienia uważając, że to wystarczy do zabezpieczenia kamieni przed zniszczeniem. Niestety, bardzo często i teraz stosuje się ten zabieg. Liczne badania, jak i obserwacje obiektów, które były wcześniej wzmocniane powierzchniowo, wskazują, że tego rodzaju zabieg nie tylko nie zabezpiecza obiektów, lecz może być przyczyną głębokiego zniszczenia kamienia. Na obiektach wzmocnianych powierzchniowo obserwujemy te same objawy zniszczeń, jakie występują na kamieniach pokrytych nawarstwieniami uszczelniającymi. Im bardziej szczelna i cieńsza jest warstewka powierzchniowa, tym szybciej i głębiej postępują procesy niszczące. W przypadku stosowania żywic sztucznych i związków krzemooorganicznych, które mają właściwości hydrofobowe, warstewka powierzchniowa nie musi

23. S. Z. Lewin, E. J. Rock, *Chemical considerations in the cleaning of stone and masonry* (w.): *The Conservation of Stone*, Bologna 1976, s. 343.

24. M. Pacoszyński, *Usuwanie plam żelazistych z kamieni porowatych* (praca magisterska wykonana pod kier. W. Domasłowskiego 1983, archiwum UMK w Toruniu).

25. *La conservation préventive de la pierre*, UNESCO 1982, s. 88.

26. E. Przebirowska, *Możliwość zastosowania materiałów ilastych do odsalania kamiennych obiektów zabytkowych* (praca magisterska wykonana pod kierunkiem W. Domasłowskiego 1986, archiwum UMK w Toruniu).

27. M. Bubicz, *Zastosowanie pistoletu grawitacyjnego do nakładania okładów odsalających* (praca magisterska wykonana pod kierunkiem W. Domasłowskiego 1992, archiwum UMK w Toruniu).

28. W. Domasłowski, M. Zyzik, *Badania nad zastosowaniem joni-*

tów do odsalania kamiennych obiektów zabytkowych, AUNC 1974, t. V, s. 217.; A. Tomaszewska, *Odsalanie kamieni przy pomocy jonitów* (praca magisterska wykonana pod kierunkiem W. Domasłowskiego 1994, archiwum UMK w Toruniu).

29. M. Kranz, *Badania chemiczne nad odsalaniem kamienia*, (w.): *Konserwacja kamienia w architekturze i rzeźbie*, „BmIOZ”, t. XIX, Warszawa 1967, s. 315; J. Lehmann, *Przykłady zasolenia i odsolenia kamienia w zabytkach*, tamże, s. 151; A. Młyński, *Badania nad odsalaniem kamienia* (praca magisterska wykonana pod kierunkiem W. Domasłowskiego 1968, archiwum UMK w Toruniu); P. Friese, *Elektrochemische Entsalzung von Mauerwerk*, „Bauphysik” 1984, nr 3, s. 94; tenże, *Removing of soluble salts and drying of masonry by means of electrochemical techniques*, (w.): „Vlth International Congress”, Toruń 1988, s. 624.

być szczelna, aby doprowadzić do powstania zniszczeń. Fakt nie przepuszczania wody, utrudnianie jej odparowania z kamienia wystarczy, by nastąpiły procesy destrukcji. W rezultacie oddziaływania nawarstwień powierzchniowych następuje dezintegracja kamieni, najpierw bezpośrednio pod nawarstwieniami, a następnie coraz głębiej, oraz pęknięcie: złuszczenie się utwardzonej warstewki powierzchniowej.

Tego rodzaju zjawiska zachodzą w przypadku powierzchniowego wzmocnienia obiektów narażonych na bezpośrednie działanie czynników atmosferycznych. Jedynie obiekty znajdujące się pod dachem, zwłaszcza w warunkach muzealnych, mogą być wzmocniane powierzchniowo bez obaw destrukcji.

Aby zapewnić obiektom zewnętrznym trwałość, należy je wzmocnić strukturalnie — rozumiemy pod tym osadzanie we wszystkich porach kamieni substancji wzmocniającej i wzmocnienie równomierne całego obiektu. W praktyce taki zabieg jest stosowany jedynie wówczas, gdy wzmocniamy obiekty niewielkie lub o małej grubości. W przypadku obiektów dużych wystarczy wzmocnienie warstwy powierzchniowej o grubości kilku do kilkunastu centymetrów. Uważam, że w zależności od rodzaju kamienia i warunków, w jakich obiekt się znajduje, grubość wzmocnionej warstwy powinna przynosić od 5 do 10 cm. Zakładam, że warstwa wzmocniona powinna być nieco grubsza od strefy nasiąkania wodą, a więc grubsza od warstwy kamienia osłabionej wskutek zachodzących procesów korozyjnych. Tak gruba warstwa powinna stanowić gwarancję stabilizacji — nie powinny pod nią zachodzić procesy niszczące kamienie, a sama, dzięki odpowiedniej wytrzymałości mechanicznej, powinna być odporna na działanie wszelkich czynników. Ową grubą warstwę kamienia możemy nazwać umownie „warstwą wzmocnioną strukturalnie”. W przeciwieństwie do warstewek wzmocnionych powierzchniowo powinna ona stanowić gwarancję trwałego zabezpieczenia obiektu przed deformacją powierzchni, a więc formy rzeźbiarskiej.

Aby wzmocnić obiekt strukturalnie konieczne jest spełnienie trzech warunków:

1 — należy dobrać odpowiednią substancję wzmocniającą,

2 — należy dobrać odpowiedni rozpuszczalnik umożliwiający łatwą penetrację roztworu w pory kamienia,

3 — należy zastosować właściwą metodę nasycania, umożliwiającą wprowadzenie roztworu na odpowiednią głębokość.

Zanim omówię szczegółowo powyższe warunki, pragnę skoncentrować się na ogólnych problemach związanych ze strukturalnym wzmocnianiem kamieni porowatych.

Aby wzmocnić kamień strukturalnie, należy wprowadzić w jego pory substancję wzmocniającą i osadzić ją w tych porach. Istnieją 3 warianty przeprowadzenia tego zabiegu: nasycanie kamienia roztworem substancji wzmocniającej lub ciekłą substancją bezrozpuszczalnikową, albo wtopienie substancji stałej. Ostatni wariant nie ma praktycznego zastosowania do wzmocniania kamieni, a jedynie do rzeźb drewnianych (wtopianie mieszanin żywiczno-woskowych). Drugi, polegający na nasycaniu kamieni monomerami akrylowymi i polimeryzacji ich wewnątrz kamienia³⁰ nie znalazł uznania w oczach konserwatorów i jest praktycznie stosowany jedynie (jeżeli się nie mylę) w Bambergu³¹. Wadą tej metody jest możliwość całkowitego uszczelnienia porów w obiekcie, a więc niemożliwość powtórnego wzmocnienia jeśli zajdzie taka potrzeba. W praktyce jednak wzmocnienie kamienia nie jest jednorodne. Większa część (do 100% monomeru) polimeryzuje we wnętrzu obiektu, podczas gdy z porów powierzchniowych (pomimo zabezpieczenia) ulatnia się z powodu inhibicji tlenowej. W rezultacie obiekty zostają wzmocnione niejednorodnie — część porów zostaje całkowicie wypełniona polimerem, część fragmentarycznie, a w innych porach polimer może w ogóle nie występować (głównie pory powierzchniowe). W wyniku powstających naprężeń może dojść do pęknięcia rzeźb i ich rozpadu — na taką możliwość wskazują publikacje³², spotykamy się z nią także w praktyce. Biorąc pod uwagę to, co powiedziano oraz fakt, że jedna z zasad konserwacji głosi, iż obiekty wzmocniane nie mogą być uszczelniane i że powinna istnieć możliwość wielokrotnego wzmocniania, metoda polimeryzacji 100% monomerów jest sprzeczna z normami konserwatorskimi.

Możliwość uniknięcia powyższych wad istnieje przy użyciu roztworów monomerów. Dobre wyniki uzyskano stosując 20–40% roztwory metakrylanu metylu w mieszaninie toluenu z etanolem (1:3). Roztworem monomeru zawierającym dodatki inicjatora i aktywatora nasycy się kamienie i po odizolowaniu ich od otoczenia polimeryzacja zachodzi w temperaturze

30. A. Munnikendam, *Preliminary notes on the conservation of porous building materials by impregnation with monomers*, „Studies in Conservation” 1967, nr 12, s. 158; R. Ramiere, C. Tassigny, *Consolidation des calcaires par „impregnation-radiation gamma”*, 4-ème Réunion Triennale, Venise 1975, nr 75/18/2; E. G. Mavroyannakis, *Conservation program of ancient terracotta objects by gamma-ray methods*, tamże, nr 75/18/3; tenże *Experimental results*

on irradiated terracotas, tamże, nr 75/18/4.

31. R. Wihr, *The preservation...*, s. 62.

32. E. de Witte, P. Huget, P. van den Broeck, *A comparative study of three consolidation methods on limestone*, „Studies in Conservation” 1977, nr 22, s. 190; P. Kotlik, *Polimeryzacja monomerów w kamieniu*, „Informator PKZ” 1981, s. 211.

pokojoyej³³. W ten sposób przeprowadzane wzmocnienie nie powoduje uszczelniania kamieni, nie występują w nich naprężenia i można je, w zależności od stosowanego stężenia monomeru, wzmacniać kilkakrotnie. Pomimo tych zalet, roztwory monomerów nie znalazły szerokiego zastosowania w praktyce, głównie z uwagi na trudności techniczne. Najczęściej stosowane są roztwory związków krzemooorganicznych, żywic sztucznych i substancji mineralnych.

Stosując roztwory nie wszyscy konserwatorzy zdają sobie sprawę ze zjawisk, jakie zabiegom wzmacniania towarzyszą. Aby strukturalnie wzmocnić materiał porowaty muszą być spełnione następujące warunki:

1. cząstki substancji rozpuszczonej muszą być znacznie mniejsze niż pory w kamieniu,
2. roztwór powinien mieć małą lepkość, aby mógł łatwo przenikać w pory kamienia,
3. roztwór nie może zbyt łatwo ulegać rozdziałowi fazowemu (tzn. w zbyt małej odległości od powierzchni),
4. substancja wzmacniająca musi odkładać się w porach kamienia na głębokości, do której został wprowadzony roztwór, tzn. nie może ulegać migracji do porów powierzchniowych w czasie wysychania kamienia (odparowania rozpuszczalnika).

Biorąc powyższe warunki pod uwagę, do strukturalnego wzmacniania kamieni nie mogą być stosowane dyspersje żywic sztucznych, gdyż cząstki ich przekraczają najczęściej wymiary porów kamieni (szczególnie drobnoporowatych). Mają one wymiary w granicach 1–3 μm (mikrometra), podczas gdy w kamieniach drobnoporiastych występują pory o średnicach 0,01 μm — 1,0 μm . Wzmacnianie dyspersjami żywic sztucznych kamieni, tynków i innych materiałów drobnoporowatych jest więc fikcją. W pory wnika jedynie woda, a polimer tworzy na powierzchni materiałów powłokę o określonej grubości. Powłoka ta ma destrukcyjny wpływ na obiekty znajdujące się pod bezpośrednim wpływem zewnętrznych czynników atmosferycznych. Z przykrością muszę stwierdzić, że ta podstawowa zasada nie wszystkim konserwatorom jest znana i znajdujemy w publikacjach wzmianki o wzmacnianiu kamieni na głębokość wielu centymetrów przy pomocy dyspersji akrylowych³⁴. Jeszcze większy błąd popełniają ci wykonawcy, którzy do wzmacniania stosują dyspersje żywic nierozpuszczalnych lub bardzo trudno rozpuszczalnych w rozpuszczalnikach organicznych. Dyspersją taką pokryto

ostatnio w Krakowie część murów Barbakanu³⁵, w wyniku czego utworzyła się gruba, błyszcząca i uszczelniająca cegłę powłoka. Całkowite jej usunięcie jest prawie niemożliwe. Tymże preparatem, jednakże (na szczęście!) w dużym rozcieńczeniu (2%) pokryto mury z cegły suszonej centrum ceremonialnego Cuhuachi (Peru), po ich wstępnym wzmocnieniu inną dyspersją wodną żywicy³⁶. Można żywić uzasadnioną obawę o losy tego zabytku. Imlarem pokryto również powierzchnię Łuku Triumfalnego w Paryżu.

Mimo sformułowanych tu zastrzeżeń co do stosowania dyspersji wodnych polimerów należy stwierdzić, że istnieje możliwość ich użycia pod warunkiem, że cząstki zdyspergowane będą miały wymiary poniżej 0,1 μm . Tego rodzaju preparaty silikonowe, określane mianem mikroemulsji, o wymiarach cząstek 0,01 — 0,08 μm wytwarza firma Wacker-Chemie GmbH. Przeznaczone są do ochrony budowli przed wilgocią³⁷.

Drugi warunek, jaki wymieniono, tzn., że roztwory nie mogą mieć zbyt dużej lepkości nie wymaga uzasadniania. Warunek ten w przypadku żywic sztucznych ogranicza zastosowanie polimerów o bardzo dużym ciężarze cząsteczkowym, bądź o dużym stężeniu.

Trzeci warunek, tzn. że roztwory nie powinny łatwo ulegać rozdziałowi fazowemu jest bardzo istotny, gdyż decyduje o wnikanii w pory kamieni substancji rozpuszczonych. Jak wykazały badania, rozdział fazowy jest możliwy w kamieniach drobnoporowatych. Nie zachodzi on natomiast w kamieniach o porach powyżej 1 μm . W przypadku więc nasycenia kamieni drobnoporowatych może zajść rozdział fazowy tym większy (tym na mniejszej głębokości), im mniejsze pory występują w kamieniach (tzn. im większa jest jego powierzchnia właściwa). Celowo podkreślam, że może zachodzić rozdział, gdyż zależny on jest nie tylko od wielkości porów w kamieniu, lecz także od właściwości roztworów. Badania wykazały, że rozdział fazowy jest tym większy, im gorszy rozpuszczalnik został użyty do rozpuszczania substancji wzmacniającej. Te zależności prześledzono na roztworach żywic poliakrylowych³⁸. Jakość rozpuszczalnika określono na podstawie zdolności do rozdziału fazowego w masie drobnoporowatego wapienia. Jeżeli zdolności sorpcyjne wapienia były większe niż wzajemne oddziaływanie cząsteczek żywicy i rozpuszczalnika, następował rozdział fazowy. Był on tym większy, im gorszy był rozpuszczalnik. W przeciw-

33. D. Kwiatkowski, *Badania nad wzmacnianiem wapienia pinchowskiego na drodze polimeryzacji metakrylanu metylu w roztworach*, AUNC cz. I — 1980, IX, 12; cz. II — 1983, X, 81.

34. W. Stępień, *Konserwacja relików murów Zamku Wawelskiego*, „Ochrona Zabytków” 1989, nr 2, s. 154.

35. Użyto preparatu IMLAR CPC.

36. S. Skibiński, *Konserwacja murów z cegły suszonej na słońcu*,

„Ochrona Zabytków” 1990, nr 3, s. 129.

37. *Silicon-Microemulsions-Konzentrate*, „Bautenschutz und Bausanierung” 1990, nr 1.

38. W. Domasłowski, *The mechanism of polymer migration in porous stones*, „Wiener Berichte über Naturwissenschaft in der Kunst” 1987/88, nr 4/5, s. 405.

nym wypadku rozdział fazowy nie występował. Na tej podstawie stwierdzono, że żywice akrylowe ulegają rozdziałowi fazowemu w węglowodorach aromatycznych oraz chlorowanych węglowodorach alifatycznych i aromatycznych. W pozostałych rozpuszczalnikach (ketony, estry, etery), które określa się jako dobre, roztwory nie ulegają rozdziałowi fazowemu i w trakcie wysychania kamienia żywice migrują do powierzchni, z której następuje odparowanie rozpuszczalników, i osadzają się w porach powierzchniowych. Roztworami substancji w rozpuszczalnikach dobrych nie można więc wzmocnić strukturalnie kamieni drobnoporowatych — zawsze będzie występowało zjawisko migracji substancji rozpuszczonej. Stwierdzenie to dotyczy nie tylko polimerów, lecz wszystkich substancji, zarówno organicznych, jak nieorganicznych, tzw. odwracalnych, a więc nie reagujących ze składnikami kamienia (jak np. fluorokrzemiany) i nie przekształcających się w substancje nierozpuszczalne (np. żywice epoksydowe, monomery i oligomery krzemooorganiczne i in.). Tak więc nie ma możliwości strukturalnego wzmocnienia kamienia wodą wapienną i barytową, bo zawsze będzie zachodziła migracja wodorotlenku wapnia i baru, a w powierzchniowych porach kamieni (tynku) będą powstawały ich węglany. Jest to niezależne od głębokości nasycania i wielokrotności powtórzeń. Im więcej wprowadza się wodorotlenków, tym grubsza i bardziej szczelna tworzy się warstwa powierzchniowa. Przy odpowiedniej grubości złuszcza się ona z powierzchni kamienia. Takie rezultaty uzyskał w czasie swoich eksperymentów K. Hempel, a C. A. Price nie stwierdził osiadania wodorotlenku czy węglanu wapnia w wewnętrznych porach kamieni³⁹. Pomimo to nadal podejmowane są badania nad zastosowaniem wody wapiennej⁴⁰ i stosowana jest ona w praktyce. Jeszcze raz podkreślam, że wodą wapienną i barytową można jedynie uszczelnić powierzchnię kamieni (tynków), nie można natomiast wzmocnić ich strukturalnie.

Powróćmy więc do stwierdzenia, że warunkiem wzmocnienia strukturalnego jest dobór odpowiedniej substancji wzmacniającej. Niestety, nie dysponujemy dotychczas substancjami idealnymi, które bez zastrzeżeń mogą być polecane. Za najodpowiedniejsze uważane są te, które wchodzą w skład kamieni natural-

nych. Do wapieni powinno się więc stosować węglan wapnia, a do piaskowców krzemionkę.

Jak już stwierdzono powyżej, nie można wzmocnić wapieni wodorotlenkiem wapnia. Nie zdała także egzaminu metoda Lewina, polegająca na nasycaniu wapieni (marmurów) wodorotlenkiem baru i mocznikiem⁴¹, chociaż niektórzy autorzy są zdania, że nie nadaje się ona wprawdzie do marmurów, lecz może być użyta do wzmocniania innych wapieni⁴². Faktem jest, że w temperaturze bliskiej 100°C szybko powstaje duża ilość węglanu baru, która nie wzmocnia kamieni (tworzy niescementowany osad), a jedynie pokrywa je (w przypadku nasycania kamienia w imersji) cienką, dość twardą skorupą powierzchniową.

W przeciwieństwie do węglanu wapniowego i barowego pozytywne rezultaty uzyskano stosując do wzmocnienia kamieni krzemionkę. Po wielu nieudanych zabiegach wzmocnienia przy pomocy szkła wodnego i fluorokrzemianów, sądzę, że konserwatorzy zrezygnowali w końcu z ich stosowania. Obecnie źródłem krzemionki są najczęściej czteroetoksylian i metylotrójetoeksylian oraz hydrozole kwasu krzemowego. Po nieudanych próbach Lauriego⁴³ badacze czechosłowaccy podjęli badania⁴⁴, które stały się impulsem do udoskonalenia preparatów krzemooorganicznych. Obecnie są one powszechnie stosowane. Są to zwykle wysoko stężone (75%) roztwory oligomerów o rozpuszczalnikach mieszających się z wodą. W zasadzie spełniają one wiele wymogów konserwatorskich, gdyż są bezbarwne, a więc nie zmieniają zabarwienia kamieni, są odporne na działanie światła, po nasączeniu kamieni nie migrują do powierzchni (w pierwszej fazie tworzą ciecz i z biegiem czasu przechodzą w porach kamienia w fazę stałą), są odporne na działanie mikroorganizmów. Do ich wad należy zaliczyć niedostateczną siłę wzmocnienia kamieni, pomimo to należą do związków najpowszechniej stosowanych przez konserwatorów do wszystkich rodzajów kamieni.

Nie znalazły natomiast dotychczas większego zastosowania hydrozole kwasu krzemowego w ośrodku wodnym. Ich roztwory posiadają większą lepkość, ich żywotność jest trudna do regulowania i w małym stopniu zwiększają wytrzymałość kamienia⁴⁵. Należy mieć nadzieję, że dalsze badania nad omawianymi związkami umożliwią otrzymywanie krzemionki w formie krystalicznej, co pozwoli na bardzo silne

39. A. Moncrieft, K. Hempel, *Work on the degeneration of sculptural stone*, New York IIC Conference, 1970, 105; C. A. Price, K. D. Ross, *The cleaning and treatment of limestones by the lime method*. Part II — *A technical appraisal of stone conservation techniques employed at Wells Cathedral*. „Monumentum” 1984, nr 27, s. 301.

40. S. Peterson, *Lime Water Consolidation*. „Rome Conference” 1981, s. 53.

41. W. Domaśłowski, D. Sobkowiak, *Strukturalne wzmocnienie wapienia pińczowskiego*, „Ochrona Zabytków” 1976, nr 2, s. 75.

42. L. Schnabel, *Évaluation de la méthode de consolidation à base*

d'hydroxyde de barium-urée, „7th International Congress”, Lisboa 1992, s. 1063.

43. A. P. Laurie, *Preservation of stone*, U. S. Patent 1 607 762, Nov. 23. 1926.

44. J. Błażej, J. Doubrava, J. Ratkousky, *Použitý organokřemicitých latek pro konservaci...* „Zpravy Památkové Péče” 1959, nr 3/4, s. 70.

45. W. Domaśłowski, D. Sobkowiak, J. Wiklend, *Zastosowanie hydrozoli kwasu krzemowego do wzmocniania kamieni*, AUNC XIV 1990, s. 23.

wzmocnienia kamieni oraz zapewni trwałość zabiegowi.

Pierwotnie bardzo duże a obecnie jeszcze spore zastosowanie mają żywice sztuczne. Najczęściej, od wielu już dziesiątków lat, stosowane są żywice akrylowe. Oprócz znanych zalet (bezbarwność, odporność na światło, odwracalność, dobra przyczepność) mają jednak i wady, z których podstawową jest niedostateczna odporność na działanie wody oraz znaczna lepkość roztworów, utrudniająca nasycanie kamieni, szczególnie drobnoporowatych. Są niezastąpione w pracach konserwatorskich, ale powinny być używane jedynie do obiektów nie narażonych na bezpośrednie działanie wody. Spośród akrylanów szczególnie wrażliwy jest na wodę Paraloid B-72. Większą odpornością cechują się kamienie wzmacniane polimetakrylanem metylu⁴⁶. Należy także podkreślić, że ze względu na częściową migrację Paraloid B-72 nie nadaje się do wzmacniania kamieni porowatych posiadających pory większe od 1,0 μm (np. piaskowców), niezależnie od stosowanych rozpuszczalników (tzn. także w przypadku użycia rozpuszczalników słabych). Nie wykazuje tej wady polimetakrylan metylu o średnim ciężarze cząsteczkowym około 2000 i może być stosowany w odpowiednich rozpuszczalnikach do wzmacniania wszystkich kamieni⁴⁷.

Jeżeli kamienie są bardzo słabe, wymagają szczególnie silnego wzmocnienia, są zdeintegrowane, rozpulchnione i rozwarstwione, najlepszymi środkami są żywice epoksydowe. Odpowiednie rozpuszczalniki, utwardzacze i metody ich stosowania pozwalają na głębokie i silne wzmocnienie kamieni, przy zachowaniu znacznej światłotrwałości powierzchni⁴⁸ — tak wzmocnione kamienie posiadają większą wodoodporność od nasyconych żywicami akrylowymi. Jeśli chodzi o światłotrwałość, mam na myśli żywice otrzymane na podstawie diarzu (bisfenolu A), które są powszechnie stosowane z uwagi na niską cenę.

W wypadkach zapewnienia całkowitej bezbarwności i odporności na promieniowanie UV można stosować żywice cykloalifatyczne⁴⁹ (np. Eurostac 2101—produkcji włoskiej lub HXTAL — produkcji USA). Do konserwacji kamieni stosuje się cały szereg innych żywic sztucznych, które jednak spełniają drugorzędą rolę. Szczególnie popularne były swego czasu żywice chlorowinylowe, które zostały wyeliminowane

z uwagi na rozkład z wydzieleniem chlorowodoru (HCl). Używany jest natomiast nadal poliocetan winylu, który jednak z uwagi na małą odporność na działanie wody, rozkład chemiczny w środowiskach zasadowych i kwaśnych, a także na małą wytrzymałość mechaniczną powinien być stosowany wyłącznie jako klej, a nie środek wzmacniający i ochronny, (co ma miejsce między innymi w Angkor Wat). Mało przydatne są także poliwinylacetale (np. poliwinyllobutyral), rozpuszczalne poliamidy (np. Calaton CA), polistyren, polietylen, żywice polikondensacyjne (feneolowe, aminowe), żywice poliestrowe, pochodne celulozy. Pewne znaczenie natomiast zyskują żywice poliuretanowe.

Na koniec należy omówić ostatni warunek gwarantujący strukturalne wzmacnianie obiektów zbytkowych. Jest nim wprowadzenie roztworów wzmacniających na odpowiednią głębokość. Bez kłopotu możemy nasycić jedynie objekty małe, które po demontażu można umieścić w kąpeli nasycającej (całkowite lub częściowe zanurzenie, nasycanie pod normalnym lub zmniejszonym ciśnieniem) lub wstawić do komory natryskowej wyposażonej w stały obieg cieczy. Trudności występują przy nasycaniu obiektów dużych, szczególnie jeśli mają skomplikowane kształty. Bardzo niedoskonałe są metody nanoszenia roztworów przy pomocy pędzla, wałka, gąbki, butelki natryskowej, rozpylania, natrysku i iniekcji — przy ich pomocy można wprowadzić roztwory na głębokość kilku milimetrów, a mimo to właśnie one są w praktyce najczęściej stosowane. Przyczyny należy szukać w tym, że nie ma dotąd prostej, mało czasochłonnej i pewnej metody strukturalnego nasycania. Najprostszą, która może być zastosowana *in situ*, to metoda kompresowa. Kompres (wata, wata celulozowa) nasycony roztworem substancji wzmacniającej nanosi się na powierzchnię obiektu, przykrywa folią plastikową i utrzymuje w stanie nasycenia przez określony okres czasu. Przy stosowaniu małych roztworów wodnych można na tej drodze uzyskać dobre rezultaty.

Innym sposobem, opracowanym w Polsce, jest pokrycie obiektu kilkoma warstwami ligniny (wata celulozowa), a następnie wymuszanie spływu roztworów po powierzchni z umieszczonych na obiekcie zbiorników. Jest to tzw. metoda ciągłego przepływu, umożliwiająca wprowadzenie roztworu na głębokość od kilku do kilkunastu centymetrów w czasie kilku godzin⁵⁰.

46. W. Domasłowski, J. Łukaszewicz, *Badania nad strukturalnym wzmacnianiem wapienia pinczowskiego termoplastycznymi żywicami sztucznymi*, AUNC IX, 1980, s. 20.

47. W. Domasłowski, *The mechanism...*, s. 405.

48. W. Domasłowski, *Consolidation of stone objects with epoxy resins*, „Monumentum” 1970, nr 4, s. 51; W. Domasłowski, A. Strzelczyk, *Evaluation of applicability of epoxy resins to conservation of stone historic monuments*, „Bologna Congress”, 1986, s. 176; W. Domasłowski, M. Kęsy-Lewandowska, K. Lisek, *Badania światłotrwałości żywic epoksydowych*, AUNC XII, 1987, s. 89; W. Domasłowski, *Światłotrwałość kamieni wzmacnionych żywicami*

epoksydowymi, tamże, XIV, 1990, s. 3.

49. R. Cavaletti, L. Lazzarini, L. Marchesini, G. Marinelli, *A new type of epoxy resin for the structural consolidation of badly decayed stones*, „V Lousanne Congress”, 1985, nr 2, s. 769; W. Domasłowski, D. Sobkowiak, *Ocena właściwości kamieni wzmacnionych światłotrwałą, cykloalifatyczną żywicą epoksydową Eurostac EP 2101*, AUNC, XVIII, 1991.

50. W. Domasłowski, *L'Aftermissement structural des pierres avec des solutions à base de résines epoxydes*, „IIC, New York Conference” 1970, s. 85.

Jeszcze szybszy efekt nasycania można osiągnąć stosując metodę próżniową BALVAC⁵¹.

Po przeanalizowaniu różnych metod badacze francuscy stwierdzili, że ostatnie dwie metody dają najlepsze rezultaty⁵². Pomimo to nie znalazły one powszechnego zastosowania. Przyczyn tego można dopatrywać się w dążności konserwatorów do stosowania metod najprostszych, a nie bardziej skomplikowa-

nych i czasochłonnych (długotrwały proces przygotowywania obiektu do nasycania).

Sądzę, że zbyt mało uwagi poświęca się temu zagadnieniu. Opracowanie metody prostej a zarazem skutecznej pozwoli na upowszechnienie strukturalnego nasycania i wzmacniania obiektów kamiennych. Jest to jedyny sposób przedłużenia życia zabytkom.

51. Patent, Balvour Beatty Company, Liverpool.

52. C. Jaton, A. Boineau, R. Coignard, *Essais de traitements de pierres*,

„Louisville, IV Internationa Congress”, 1982, s. 207.

Contemporary Methods of the Conservation of Stone Monuments

Despite considerable progress made by the conservation of stone monuments, we still observe an accelerated disintegration of monuments which had been subjected to conservation. The cause of this phenomenon could lie in work conducted by amateurs and the application of unsuitable methods or measures by professional conservators.

The article discusses the impact of the professional level of conservators upon the correct execution of their work, and postulates the legal protection of the profession of the conservator of historical monuments (as is the case in the

medical profession). The author criticises such operations as the removal of the outer layers of stone surfaces, their desalination and structural reinforcement. The article mentions methods and measures which are judged correct or incorrect from the point of view of a permanent protection of stone monuments from further damage. The author is convinced that permission to use assorted factory-made aids should be given by appropriate agencies upon the basis of tests conducted by a suitable institute.