

# Igor L. Znaczko-Jaworski

---

## Badania zabytków architektury dla potrzeb konserwatorskich : problem doboru właściwych zapraw

---

Ochrona Zabytków 26/4 (103), 256-260

---

1973

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](http://bazhum.muzhp.pl), gromadzącej zawartość polskich czasopism humanistycznych i społecznych.

Tekst jest udostępniony do wykorzystania w ramach dozwolonego użytku.

## BADANIA ZABYTEKÓW ARCHITEKTURY DLA POTRZEB KONSERWATORSKICH — PROBLEM DOBORU WŁAŚCIWYCH ZAPRAW

Podstawę do ustalenia programu i efektywnej realizacji prac związanych z konserwacją i restauracją zabytku kultury stanowi jego kompleksowa i wyczerpująca analiza. Analiza taka (połączona z rozpoznaniem otaczającego środowiska) powinna obejmować informacje historyczne, oparte na źródłach pisanych i eksperymentalne badania spoiw, zapraw, betonów oraz innych materiałów budowlanych pochodzących z różnych fragmentów obiektu. Badania takie mają znaczenie zarówno dla historii nauki, techniki i kultury materialnej, jak i dla współczesnego rozwoju. Pogląd ten ilustrują przykładami z własnej praktyki, związanej z badaniami nad historią substancji wiążących<sup>1</sup>.

1) Badanie zapraw występujących na antycznym obszarze północnego wybrzeża Morza Czarnego pozwoliło autorowi na wyprowadzenie nowych wniosków, mających wartość metodyczną dla archeologów, konserwatorów i historyków architektury. Ponad wszelką wątpliwość stwierdzona została niewłaściwość opierania się na zabarwieniu zapraw (kolor biały, różowy, czerwony) jako na kryterium oceny wzrokowej ich składu (zawartość bądź brak zawartości tzw. „cemjanki”, czyli mączki ceglanej) oraz datowania odkrywanych zabytków, a także błędność niektórych, opartych na tym kryterium, rozpowszechnionych wyobrażeń o zaprawach występujących w znanych obiektach zabytkowych. W rzeczywistości, na przykład, materiał stanowiący wypełnienie spoin wykonanego z kamienia wapiennego i piaskowca wątku murowego antycznego domu z VI w.

p.n.e. w Pantikapei (Kercz) okazał się nie jasną zaprawą glinianą — jak przypuszczają archeologowie (twierdzący, że „antyk nie znał wapna”) — lecz zaprawą wapienną zawierającą węglany (węglany wapnia — przyp. tłum.).

W białej zaprawie — według opinii archeologów pozbawionej mączki ceglanej — występującej w szczątkach budynku jednej z antycznych nadborskich wytwórni win z III w. p.n.e., stwierdzono z całkowitą pewnością obecność nadzwyczaj miąkiej (bezbarwnej dla niezbrojonego oka) mączki ceglanej. Według dotychczasowej opinii archeologów mączka ta była stosowana na tym terenie dopiero od połowy II w. p.n.e. Zarówno gruboziarniste, jak o drobnej granulacji wypełniacze betonu i zapraw występujących w rzymskiej twierdzy Charaks położonej na Przylądku Aj-Todor (Krym), datowanej na I—III w. n.e., uważane przez architektów i archeologów, ze względu na czerwone zabarwienie, za mączkę ceglana, są keratofirem — odmianą górskiej skały pochodzenia erupcyjnego, typu „puzzolańskiego”, stosowanej łącznie z mączką ceglana lub odrębnie.

Na podstawie ustalenia elementów podobieństwa i różnic w składzie i technice wykonania zapraw występujących w szeregu budowli wyprowadzono wnioski dotyczące dziedzictwa bądź niezależności odpowiednich tradycji regionalnych w budownictwie, będących elementami ogólnej kultury. W ten sposób, na przykład, obecność mączki ceglanej i brak wypełniaczy typu węglanów różnią zaprawy świątyni w Tmutarakani (Tamań) pochodzącej z 1023 r. od zapraw występujących we wczesnobizantyjskiej świątyni św. Jana Chrzyciela z VIII w., znajdującej się w usytuowanym w pobliżu (na przeciwnym brzegu Zatoki Kerczeńskiej) Kerczu i spokrewniają je z zaprawami z cerkwi pw. Zaśnięcia Matki Boskiej z XI w. (epoka rozkwitu państwa starorosyjskiego) w odległym Kijowie. Nie ma w tym jednak nic dziwnego, jeżeli wziąć pod uwagę, że budowniczy tej świątyni, a jednocześnie książę tmutarakański — Mstisław był synem księcia kijowskiego, Władimira Swiatosławowicza.

<sup>1</sup> I. L. Znaczk o - J a w o r s k i, „Kwartalnik Historii Nauki i Techniki” 1958, nr 3, ss. 377—407; 1960, nr 2, ss. 205—223; 1961, nr 4, ss. 585—605; 1970, nr 2, ss. 249—265. „Cement — Wapno — Gips” 1961, nr 4, ss. 111—118; 1962, nr 7—8, ss. 229—236. Tenże: Oczerki istorii wjazuszczych wieszczestw ot driewniejszych wriemien do sieriediny XIX wieka. Izd. Ak. Nauk SSR, Moskwa—Leningrad 1963, s. 496. Eksperymentalne badania dawnych substancji wiążących, zapraw i betonów autor prowadził przy współpracy kandydatów nauk J. G. Bielika i V. T. Illiminskiej, którym za udział w tych pracach wyraża najwyższe uznanie i wdzięczność.

2) Wysoka jakość poddanych badaniom zapraw pochodzących z obiektów kijowskich, ryskich i petersburskich z XI—XII w., sporządzonych na bazie miejscowego wapna hydraulicznego o wytrzymałości 3—10-krotnie, a nawet i więcej przewyższającej współczesne normy, dowodzi niesłuszności obserwowanego w naszych czasach ignorowania tego cennego materiału miejscowego i zastępowania go droższym, częstokroć importowanym, cementem portlandzkim. Stwierdzenie to uznane zostało za konstruktywne. Antyczna praktyka budownictwa wodnego uległa obecnie odrodzeniu podczas budowy Kanału Północnokrymskiego i całkowicie dowiodła swej przydatności.

3) Studiowanie procesów i produktów długotrwałego, rozłożonego na tysiąclecia i przebiegającego w różnorodnych warunkach wiązania się badanych zapraw doprowadziło nas do wniosków mających związek z zagadnieniami z dziedziny teorii wiązania i korozji współczesnych zapraw wiążących i betonów, z problemami wytrzymałości i trwałości budowli pochodzących z naszych czasów. We wszystkich zaprawach zaszły początkowe procesy fizykochemiczne wiązania, łącznie z karbonizacją wodorotlenku wapniowego (wapna) oraz wiązania go w uwodnione związki krzemowe i glinowe, lecz dotychczas, niekiedy na przestrzeni tysiącleci, ciągną się jeszcze kolejne procesy wzajemnego oddziaływania na siebie tych pierwotnych nowych tworów i zawartego w powietrzu dwutlenku węgla. Zachodząca przy tym karbonizacja wodokrzemianów wapnia doprowadza do rozkładu tych odznaczających się trwałością struktury składników twardniejących zapraw, połączonego z powstawaniem węglanu wapnia i wydzielaniem się bezpostaciowej krzemionki (dwutlenku krzemu), i uznawana jest zazwyczaj za proces niszczący. Tymczasem, jak dowiodły badania, w określonych warunkach gdy zawartość wapna przewyższa inne domieszki, wydzielający się żel kwasu krzemowego (jak również węglan wapnia) przyczynia się do zwiększenia wytrzymałości, trwałości i odporności zapraw na działanie powietrza. Z całkowitą pewnością stwierdzono również, że podczas przewlekłego wiązania zapraw zachodzi wzajemne oddziaływanie spoiwa oraz tzw. biernych, tzn. niezdolnych do reagowania wypełniaczy, również sprzyjające zwiększeniu wytrzymałości zaprawy, zbliżone do wprowadzenia domieszki skały erupcyjnej typu „puzolańskiego” bądź do autoklawowej obróbki masy składającej się z wapnia i piasku. Dostrzegalnym za pomocą mikroskopu wynikiem wzajemnego oddziaływania na siebie spoiw i wypełniaczy, które występowały w dawnych zaprawach, są obwódki wokół ziarn wypełniaczy — kwarcu, skalenia, mączki ceglanej itd., składające się z produktów wzajemnego oddziaływania i różniące się zarówno składem, jak własnościami (łącznie z mikrotrwałością) od obydwu składników.

Jednocześnie stwierdzono, iż w poddanych badaniom zaprawach wolnowiązujących, obok znanych procesów mineralizacji i karbonizacji zachodzą również różnorodne polimorficzne przeobrażenia strukturalne w stanie utwardzonym powstających nowych tworów. Procesy te zbliżone są do procesów przebiegających w warunkach naturalnych w niektórych odmianach skał górskich i także przyczyniają się do zwiększenia wytrzymałości sztucznego kamienia, jakim jest zaprawa. Dla związanych zapraw charakterystyczne są również struktury niektórych odmian skał górskich, głównie pochodzenia osadowego.

W ten sposób badania eksperymentalne zapraw i spoiw występujących w budowlach historycznych mają nieocenione znaczenie nie tylko dla historii substancji wiążących cementu, betonu, lecz również dla współczesnej ich chemii i technologii. Tym bardziej, że brak jest jednej, ogólnie obowiązującej teorii wiązania i korozji współczesnych cementów, a wśród nich również cementu portlandzkiego, z kolei istnienie mnóstwa takich teorii świadczy o tym, że procesy te nie są dotychczas wyjaśnione.

*Dobór materiałów budowlanych, a zwłaszcza spoiw służących do konserwacji i restauracji budowli zabytkowej, z funkcjonalnego punktu widzenia.*

Dobór substancji wiążących, przewidzianych do użytku w budowlach o różnorodnym przeznaczeniu, a nawet w różnych elementach tych samych budowli, zależy od wyników badań eksperymentalnych i obserwacji wyników pracy zapraw i betonów, w których skład wchodzi spoiwa stosowane przy budowie i podczas poprzednio przeprowadzanych restauracji budowli. Przy dokonywaniu wyboru spoiw należy uwzględnić warunki ich pracy w różnych elementach i w całych budowlach, stopień żywotności technicznej (trwałości) tych ostatnich a wreszcie — odpowiednie, dawne i współczesne wymagania techniczne.

Nieracjonalność, niekiedy szkodliwość bezmyślnego, uniwersalnego stosowania tego samego spoiwa i konieczność świadomego wyboru spoiw były doskonale znane dawnym budowniczym. Tak na przykład, w badanych przez nas zaprawach tynkowych, występujących w pięciu naziemnych budowlach użyteczności publicznej z IV—V w. p.n.e. w greckim mieście-kolonii, Oliwii (nad Zalewem Bugo-Dnieprzańskim) zastosowano tłuste, o niewielkiej zawartości tlenku magnezu wapno, pozbawione cech wodoodporności. W pochodzącej z tych czasów, zagłębianej w rodzimym gruncie ogromnej cysternie do wody, której głębokość wynosi 8 m, a średnica 4 m, główną bryłę wykonano z wapna, zawierającego wprawdzie niewiele tlenków magnezu, lecz gęstszego (wykazującego większą wodoodporność). Wewnętrzna, stykająca się z wo-

dą powłoka ochronna wykonana została przy użyciu odznaczającego się wysokim stopniem wodoodporności wapna o znacznej przy tym zawartości tlenków magnezu, tworzącego twardą powierzchnię.

W pochodzących z I—III w. termach rzymskiego garnizonu twierdzy Charaks poddane badaniom zaprawa i wyprawa tynkowa ścian zespołu „klubowego” zawierają pozbawione cech wodoodporności wapno ze zwykłymi wypełniaczami organicznymi. Dla wykonanej z cegły i kamienia ławki zespołu łaziebno zastosowano to samo wapno, lecz z bogatą domieszką keratofiru w lokalnej jego odmianie, czynnego pochodzenia wulkanicznego, zwiększającego wodoodporność wapna. Wreszcie beton podłogi w tychże termach, podlegający systematycznemu oddziaływaniu wody, wykonano z zastosowaniem wapna hydraulicznego i wyłącznie czynnych wypełniaczy — keratofiru, mączki ceglanej i fragmentów kamienia wapiennego.

W Chersonese, Pantikapei i innych miastach królestwa bosforskiego z czasów antycznych, obok szerokiego zastosowania w warownych budowlach kultowych oraz budynkach mieszkalnych wapna pozbawionego cech wodoodporności, w zaprawach i powłokach ochronnych budowli o przeznaczeniu produkcyjnym (tłocznie winogron i cysterny składowe zakładów winiarskich; cysterny, przeznaczane do zasalania ryb, o pojemności sięgającej niekiedy do 41 m<sup>3</sup>), podlegających korozji chemicznej, w przeważającej mierze występują wapna hydrauliczne, częstokroć z domieszkami nadającymi zaprawom trwałość chemiczną (gruz ceglany) i przyspieszającymi ich wiązanie (węglany). W nieznacznych tylko ilościach spotyka się zwykle stosowane wypełniacze, a niekiedy w ogóle ich brak.

Takie, warunkowane funkcją podejście zapewniło osiągnięcie wymaganych własności tynków, zapraw, betonów, a także wytrzymałość i trwałość budowli o różnym przeznaczeniu, w różnorodnych warunkach użytkowania.

Takie samo racjonalne podejście charakterystyczne jest również dla praktyki Rokosowskiego przy budowie trasy komunikacyjnej do Windawy. Nie zawsze, niestety, z jego doświadczeń korzystają współcześni architekci oraz konserwatorzy budowli historycznych i zabytków architektury. Nierzadko uważają oni za panaceum na wszystkie schorzenia budowli zabytkowej współczesny cement portlandzki i stosują go we wszystkich wypadkach, nie biorąc pod uwagę

<sup>2</sup> Chodzi tu o okres wiązania się spoiwa w zaprawie i betonie, trwający setki, a niekiedy tysiące lat.

<sup>3</sup> A. T. Fiedotow, *Drewniana monumentalno-dekoracyjna ceramika Turkiestanskiego kraja*. „Izwestija Instituta archeologiczeskoj technologii”, Wypusk II. Tri goda raboty Instituta, Leningrad 1924, ss. 25—26.

dwóch istotnych warunków: 1) najdoskonalszy cement portlandzki — podstawowe spoiwo używane w naszych czasach — został wynaleziony niewiele dawniej, niż przed stu laty i nie przeszedł decydującej próby czasu. Obrazowe określenie L. J. Vicata: „wapno liczące sobie 100 lat znajduje się jeszcze w granicach swego wieku dziecięcego”<sup>2</sup> — w całej rozciągłości może być odniesione również do cementu portlandzkiego, 2) dobór spoiwa przeznaczonego do „kuracji” budowli zabytkowej powinien być dokonywany nie tylko na podstawie własności (choćby nawet najdoskonalszych) wybieranego nowego materiału, lecz również na podstawie własności materiałów, z którymi będzie się ono stykało, a wreszcie i na podstawie własności dawniejszego spoiwa, które ma zastąpić. W przeciwnym razie możliwe jest niebezpieczeństwo wytworzenia się swego rodzaju „bariery niezgodności” we wzajemnych „stosunkach” materiałów.

Na przykład monumentalno-dekoracyjna sztuka ceramiczna dawnego Turkiestanu z XIV—XV w. wytworzyła dwa rodzaje wyrobów — kafle pokrywane barwną glazurą (topikiem) bądź malowane farbami ognioodpornymi oraz mozaikę z barwną polewą. Kamyki mozaiki wiązano za pomocą alabastru i mocowano na ścianach, podobnie jak kafle, za pomocą innego, lokalnie występującego spoiwa — gliny, zbliżonej do glinki lessowej. Zgodność współczynników rozszerzalności ceramiki i zapraw wiążących warunkowała znaczną trwałość wyrobów.

Zastosowanie tutaj przez współczesnych budowniczych i konserwatorów cementu portlandzkiego doprowadziło do zniszczenia kafli i mozaiki. Nowe twory, powstające podczas wiązania cementu, krystalizując się ulegają rozszerzeniu i powodują złuszczenie, a tym samym odpadanie barwnej powłoki. Przesycona tymi tworami skorupa ulega jak gdyby spulchnieniu i rozpada się. Trwałość monumentalnej ceramiki polichromowanej uzależniona jest od odpowiednich zapraw wiążących<sup>3</sup>. Podobne zagadnienie wyłoniło się podczas prowadzonej w latach pięćdziesiątych bieżącego wieku restauracji wspaniałych kompozycji mozaikowych w katedrze św. Izaaka w Leningradzie. W końcu 1919 r. zarysowało się nadzwyczaj istotne zagadnienie dotyczące przyczyn zapoczątkowanego i szybko postępującego niszczenia zabytku sztuki rosyjskiej — malowideł ściennych w cerkwi Spasso-Nieredickiej pod Nowogrodem, dotychczas zachowanych znakomicie w ciągu ponad 700 lat. Powodem niszczenia malowideł okazała się nadzwyczaj zwarta (stosunek 1:3) zewnętrzna wyprawa świątyni, wykonana z cementu portlandzkiego, zastosowana o kilka lat wcześniej dla ochrony świątyni przed wilgocią pochodzącą z otaczającej atmosfery. Wyprawa ta uniemożliwiła naturalną wentylację starych, porowatych ścian. W miarę ich nasycania wodą, przenikającą przez szczeliny w wyprawie, wytworzyły się warunki zbliżone do panu-

jących w inspektach. Spowodowały one wystąpienie i rozwój w ścianach szkodliwej flory (wodorosty) i mikroorganizmów (grzyb pleśniowy), tworzących na ścianach śluzowatą błonkę. W miarę obumierania komórek błonka ta ulegała spękaniom, związała się i obsypywała, zrywając przywierające do niej farby malowideł. Po usunięciu wyprawy proces niszczenia został zahamowany<sup>4</sup>.

Znacznych szkód doznał inny zabytek z początku XX w.: podczas restauracji dzwonnicy Ławry, pod podwójnym wezwaniem Św. Trójcy i św. Sergiusza w Zagorsku, dawną wapienną wyprawę tynkową zastąpiono jeszcze gęstszą wyprawą (1:2) z cementu portlandzkiego. Szkodliwe działanie tynku cementowego na zewnętrzną powierzchnię wątku murowego uznano za typowe dla licznych zabytków architektury<sup>5</sup>.

Praktyka prac konserwatorskich wskazuje na konieczność unikania takich nowoczesnych zapraw, które mogą reagować wchodząc w kontakt ze starymi. Zjawisko to na przykład ma miejsce w wypadku zetknięcia się zaprawy cementowej ze starymi zaprawami gipsowymi bądź wapiennymi z domieszką gipsu i związków chlorowych. Zachodzącym przy tym reakcjom

<sup>4</sup> W. A. Szczawinskij, *Stienopis Spaso-Nieriedickoj cierkwi*, ibidem ss. 28, 29.

<sup>5</sup> H. F. Sienatow, *Riestawracija kotokolni Troice-Siergiejewoj Ławry*. Praktyka riestawracionnych rabot. Sb. wtoroj, Gosstrojizdat, Moskwa 1958, s. 104.

<sup>6</sup> P. N. Maksimow, *Osnownyje położenija naucznoj mietodiki riestawracii pamiatnikow architektury*, ibidem, s. 15.

<sup>7</sup> J. Górewicz, *Myśl techniczna a przeciwwilgociowa ochrona budowli przemysłowych w Królestwie Polskim w pierwszej połowie XIX wieku*, Wrocław 1972, wydawn. PAN.

towarzyszy wzrost objętości zaprawy cementowej, który jest szkodliwy, a niekiedy wpływa niszcząco na wątek murowy. Stąd wynika konieczność prowadzenia badań starych zapraw i zachowania ostrożności przy doborze składu zapraw nowych<sup>6</sup>.

Dr inż. Jerzy Górewicz na podstawie badań zapraw użytych przy budowie Kanału Augustowskiego przeprowadzonych pod jego kierunkiem w Dziale Technologii Betonów Instytutu Techniki Budowlanej w Warszawie stwierdza ogromną przewagę starych, liczących 140 lat zapraw wątków murowych i zapraw wypełniających na bazie wapna hydraulicznego nad zaprawami wykonanymi z cementu portlandzkiego i zaprawami stanowiącymi mieszaninę żużlobetonową, opartą na cemencie portlandzkim, stosowanymi w powojennych pracach konserwatorskich prowadzonych na Kanale<sup>7</sup>.

Kompleksowe badania z zakresu historii nauki, techniki i kultury materialnej znajdują się na pograniczu szeregu dziedzin wiedzy i wymagają ścisłej współpracy przedstawicieli nauk przyrodniczych, technicznych i humanistycznych. Wiązą się one z rozwojem nowej pogranicznej dziedziny nauki, mającej całkowicie określone założenia, zadania, właściwości metodologiczne i metodyczne i dysponującej ogromnymi możliwościami. Badania te mają różnorodne aspekty historyczne i współczesne. Przyczyniają się do wszechstronnego rozwoju opracowań z dziedziny historii nauki, techniki i kultury materialnej, jednocześnie zapewniając jak najbardziej wyczerpujące opracowanie zagadnień konserwacji i restauracji zabytków kultury i sztuki.

Igor L. Znaczo-Jaworski  
Kandydat Nauk Technicznych  
Leningrad

z oryginału rosyjskiego  
tłumaczył Stefan Rakowski

## INVESTIGATIONS OF ARCHITECTURAL MONUMENTS ADAPTED TO REQUIREMENTS OF CONSERVATION — PROBLEMS INVOLVED IN CHOICE OF APPROPRIATE MORTARS

Pointing at the outset of his work to importance of a thorough analysis of historic building that may supply the basis for its appropriate conservation or restoration, the author more widely deals with one of important parts of the said analysis, namely experimental investigations of binders, mortars, concretes and other building materials. Their samples taken from different parts of a historic building may be of utmost importance not only as an auxiliary material for exact dating of a given object, but also—and in several cases mainly—as an indication what kinds of materials are to be applied during conservation to avoid the dangerous and harmful for an object under conservation consequences of chemical and physical conflicts that may occur between the original materials and those used for conservation or resoration.

Investigations carried out by the author within the antique area of the Black Sea coast have allowed him to make several findings and draw a number of conclusions of high methodic importance for archaeologists, conservators and art historians.

Basing on investigations of mortars to be found in the antique buildings (e.g. a dwelling house, dating from the 6th century B.C., at Pantikapea on the Kerch Peninsula) he has authoritatively stated that in despite of conventionally adopted in archaeology views that no lime mortars were used in antiquity the mortars found there by him and his co-workers are the lime mortars in some instances filled with an addition of ground bricks.

Quite similar rôle, i.e. that of mortar (concrete) filler, was played by small particles of keratophyre that have been revealed, for example, in relics of the Roman fortress at Kharax, Crimea, dating from the I—II century A. D. Both composition and techniques applied for preparing the mortars may — according to the author's viewpoint — be considered as important criterion for conclusions relating, on the one hand, to traditions in the building trade whereas, on the other, they properly characterize its development and the practice of making the use of local building materials.

As one, very convincing evidence of such traditional links may be considered the kinds of mortars applied in distant from one another geographical areas and in some instances during quite long periods of time (e.g. early-Byzantine John the Baptist orthodox church from the 8th century A.D. near Kerch and the Assumption of the Virgin Mary orthodox church, Kiev, dating from the 9th century A.D.).

A particular attention is devoted by the author to chemical and physical processes accompanying the process of hardening of various components that may have destructive effect on mortars in which they

have been applied, but, on the other, contributing to increasing of their strength and considerably extending their lives. These processes, as a rule, are ones very long-termed and, unfortunately, still not sufficiently enough cleared or explained. Nevertheless, it has been quite authoritatively stated that under no condition should be lessened or ignored the rôle played by them which the fact is apparently evidenced by chemical conflicts with modern materials (e.g. Portland cement) used in conservation that are leading to irreversible damages and losses. The practice of conservation in the USSR has indicated to necessity to avoid the application of such modern mortars that may react while in contact with those ancient.

Investigations from the fields of history of sciences, technology and material culture are in the border area where several fields of knowledge are meeting and therefore they require the most close co-operation of representatives of natural, technical and humanistic sciences. In addition, they have different historical and modern aspects and a high importance for the further development of works in the history of science, technology and material culture. In particular, however, should be emphasized their practical importance in conservation.