

Wiesław Domasłowski

Zagadnienie usunięcia nawarstwień z powierzchni kamiennego portalu z Ołbina

Ochrona Zabytków 18/3 (70), 29-34

1965

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.

ZAGADNIENIE USUNIĘCIA NAWARSTWIEN Z POWIERZCHNI KAMIENNEGO PORTALU Z OŁBINA*

Badania A. Majerowicza¹ pozwoliły ustalić, że portal z Ołbina został wykonany z piaskowców arkozowych i kwarcowych o lepiszczo krzemionkowo-wapiennym i krzemionkowo-ilastym, posiadających strukturę psamitową oraz teksturę częściowo porowatą i prawie bezkierunkową. Na kamieniach występują nawarstwienia o znacznej grubości szpecące i uszczelniające ich powierzchnię. Powstały one na skutek:

1) pięciokrotnego nasycania kamienia (w latach 1909—1934) fluatami i prawdopodobnie szkłem wodnym²,

2) rozpuszczania lepiszcza w wewnętrznych partiach kamienia i osadzania go na jego powierzchni,

3) migracji na powierzchnię kamienia soli rozpuszczalnych w wodzie (zawartych w kamieniu, zaprawach, oraz w wodzie in filtrującej z gleby)³,

4) reakcji chemicznych, zachodzących na powierzchni kamienia (głównie działania gazów siarczkowych — powstawanie siarczanów),

5) osadzania się w porach kamienia sadzy, pyłów i zanieczyszczeń organicznych⁴.

Istniejące nawarstwienia wywierają szkodliwy wpływ na stan zachowania kamienia, ponieważ posiadają odmienny współczynnik rozszerzalności termicznej od kamienia i uszczelniają jego powierzchnię. Prowadzi to do dezint-

egracji wewnętrznych partii kamienia, wywołanej naprężeniami ścinającymi, oraz działaniem lodu i krystalizujących soli. W wyniku nawarstwienia pękają i ulegają złuszczeniu, odsłaniając osypujące się warstwy kamienia. Powstrzymanie tego procesu można w pewnym stopniu osiągnąć, usuwając istniejące na powierzchni kamienia nawarstwienia, a tym samym zapewniając mu swobodę tzw. „oddychania“. Przedmiotem niniejszej pracy jest zagadnienie usunięcia z powierzchni kamienia związków nierozpuszczalnych w wodzie, tworzących warstwę wskutek osadzenia się zanieczyszczeń oraz produktów rozkładu kamienia. Problem usunięcia soli rozpuszczalnych jest przedmiotem innego opracowania⁵.

Usunięcie nawarstwien z piaskowców stanowi problem trudny do rozwiązania. Znane powszechnie metody bądź nie dają oczekiwanych rezultatów, bądź też wywołują uboczne skutki, powodujące przyspieszone zniszczenia kamienia.

Stosowanie metod mechanicznych — szorowanie szczotkami drucianymi i kamieniami ściernymi, piaskowanie, czy też przekuwanie nie może być oczywiście w przypadku portalu brane pod uwagę. Nie można także użyć kwasów, które mogą w bardzo znacznym stopniu osłabić kamień, lub alkaliów które są mało skuteczne, a poza tym na skutek krystalizacji działają niszcząco na kamień⁶.

* Praca wykonana na zlecenie Konserwatora Zabytków m. Wrocławia.

¹ A. Majerowicz, *Opis prób skalnych z romańskiego portalu z Ołbina*, maszynopis w aktach Miejskiego Konserwatora Zabytków we Wrocławiu, opracowanie z grudnia 1963 r.

² O. Czerner, *Podsumowanie badań i opracowań mających na celu określenie warunków i możliwości konserwacji romańskiego portalu z Ołbina*, maszynopis w aktach Miejskiego Konserwatora Zabytków we Wrocławiu, p. 1.1.1, 1.1.2.1 i 1.2.2.

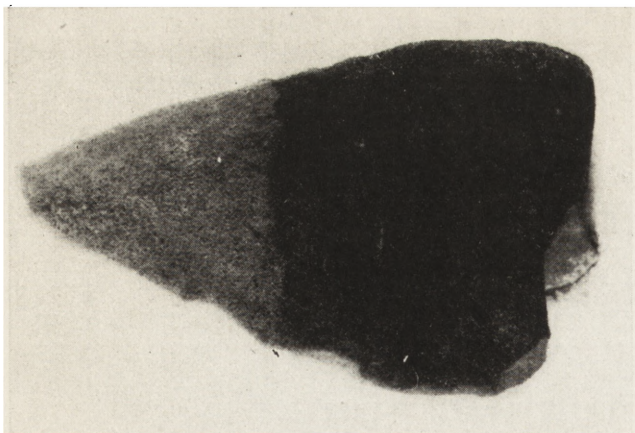
³ J. Lehmann na podstawie badań pobranych z powierzchni portalu próbek stwierdził, że w kamieniu występują znaczne ilości soli rozpuszczalnych w wodzie (chlorki, siarczany, węglany: sodu, potasu glinu, wapnia, żelaza i magnezu); pH roztworu wod-

nego wynosiło 9,7—11,1. J. Lehmann, *Wyniki badania stopnia zasolenia kamienia romańskiego portalu z kościoła Marii Magdaleny we Wrocławiu*, maszynopis w aktach Miejskiego Konserwatora Zabytków we Wrocławiu, opracowanie z grudnia 1963 r.

⁴ Z opracowania O. Czernera (op. cit.) wynika, że szczeliny w kamieniu były zalewane woskiem (1934 r.), parafiną, asfaltem i cementem.

⁵ J. Lehmann, op. cit.

⁶ B. Penkala, *Ochrona kamienia na elewacjach przed szkodliwym działaniem czynników atmosferycznych drogą zabezpieczenia chemicznego*, praca doktorska wykonana w Politechnice Warszawskiej 1961 r., s. 42 (maszynopis); Z. Przedpejski, *Konserwacja kamienia w architekturze*, Warszawa 1957, s. 24.



1. Kamień z rzeźby ogrodowej z pałacu Sanssouci. Część kamienia (piaskowiec o lepszczu krzemionkowo-ilastym) oczyszczono roztworem kwasu fluorowodorowego (Fot. E. Wołujewicz)

1. Fragment de la sculpture en pierre provenant du jardin du château Sans-Souci. Un morceau de pierre (grès à liant silico-calcaire) purifié à l'aide de la solution d'acide fluorhydrique



2. Fragment wieżyczki południowo-zachodniej Ratusza Staromiejskiego w Toruniu. Część kamieniarki oczyszczona roztworem kwasu fluorowodorowego (Fot. J. Wolski)

2. Fragment d'un pinacle (tourelle) sud-ouest de l'Hotel de Ville à Toruń. Détail en pierre nettoyé avec la solution d'acide fluorhydrique

Stosowane do usuwania zanieczyszczeń z kamieni papki z mączki ziemniaczanej⁷, czy kleje zwierzące również nie dają dobrych re-

⁷ Krestowski, *Mramornaja skulptura*, Leningrad 1934; A. Krzemień, *Materiałoznawstwo tworzyw artystycznych i ich konserwacja*, Warszawa 1956, s. 121.

⁸ H. I. Plenderleith, *The Conservation of Antiquities and Works of Art*, London 1957.

⁹ F. I. G. Rawlins, *The cleaning of stonework*, „Studies in Conservation”, 1957, nr 1; W. Skalmowski, *Naturalne i sztuczne materiały kamienne w budownictwie*, Warszawa 1956, s. 108; H. I. Plenderleith, op. cit.; Z. Przedpełski, op. cit.; Krestowski, op. cit.; *The weathering preservation*

and maintenance of natural stone masonry, „Building industries”, London 1951, nr 730, s. 51.

zultatów. W zależności od właściwości klejów, stopnia ich wysuszenia, stanu zachowania kamienia, oraz rodzaju i właściwości nawarstwień, oczyszczanie powierzchni obiektu jest zwykle nierównomierne, a także nader często następuje oderwanie warstewki kamienia w partiach bardziej zniszczonych.

Przeprowadzone próby usunięcia zanieczyszczeń przy pomocy stosowanych do tego celu rozpuszczalników organicznych⁸ również nie dały rezultatów zadowalających. Za granicą do oczyszczania powierzchni kamieni wapiennych lub innych o powierzchni szlifowanej, powszechnie jest stosowana para wodna lub długotrwały natrysk wody⁹.

Uzyskuje się dobre rezultaty, stosując powyższe metody do oczyszczania kamieni nie zniszczonych i pokrytych nawarstwieniami o niewielkiej grubości. W przypadku kamieni zniszczonych nie można uniknąć powstawania ubytków, zwłaszcza że w celu usunięcia grubych warstw zanieczyszczeń należy kamienie szorować twardymi szczotkami lub kamieniami ściernymi. Stosowanie natrysku wodnego do oczyszczania piaskowców nie daje dobrych rezultatów¹⁰.

Uzyskuje się dobre rezultaty, stosując powyższe metody do oczyszczania kamieni nie zniszczonych i pokrytych nawarstwieniami o niewielkiej grubości. W przypadku kamieni zniszczonych nie można uniknąć powstawania ubytków, zwłaszcza że w celu usunięcia grubych warstw zanieczyszczeń należy kamienie szorować twardymi szczotkami lub kamieniami ściernymi. Stosowanie natrysku wodnego do oczyszczania piaskowców nie daje dobrych rezultatów¹⁰.

Spośród środków stosowanych w ostatnich latach do oczyszczania kamieni na uwagę zasługuje kwas fluorowodorowy. Jest on z dobrymi wynikami stosowany w Anglii do oczyszczania piaskowców i wapieni, przy czym na podstawie wieloletnich obserwacji nie stwierdzono żadnych ujemnych skutków jego działania¹¹. Według R. Schuh'a przy pomocy kwasu fluorowodorowego można nie tylko usunąć nawarstwienia lecz także wzmocnić kamień¹². Przeprowadzone przez autora w 1960 r. badania nad oczyszczaniem rzeźb kamiennych (piaskowiec), znajdujących się w ogrodach pałacu Sanssouci pozwoliły ustalić, że gruba powłoka zanieczyszczeń może być usunięta jedynie przy pomocy roztworu kwasu fluorowodorowego¹³. Nawarstwienie usunięto nie uszkadzając naturalnej patyny kamienia (il. 1). Podobnie bardzo dobre rezultaty uzyskano stosując roztwór omawianego kwasu do oczyszczania kamieniarki jednej z wieżyczek Ratusza Staromiejskiego w Toruniu (il. 2).

Działanie kwasu fluorowodorowego przebiega w dwóch kierunkach:

1) reaguje on ze związkami wapniowymi, stanowiącymi lepszcz kamienia (węglan wapniowy), lub wchodzącymi w skład nawarstwień

¹⁰ *The weathering preservation and maintenance of natural stone masonry*, op. cit.

¹¹ *The weathering preservation and maintenance of natural stone masonry*, op. cit.

¹² R. Schuh, *Neue Methoden der Steinkonservierung*, „Maltechnik” 1962, nr 4, s. 97.

¹³ W. Domałowski, *Sposób oczyszczenia rzeźb kamiennych znajdujących się w ogrodach pałacu Sanssouci*, opracowanie dla Miejskiego Konserwatora Zabytków w Berlinie.

(siarczan wapnia), tworząc nierozpuszczalny w wodzie fluorek wapniowy o dużej twardości. Podobnie tworzy nierozpuszczalne fluorki ze związkami magnezowymi.

2) rozpuszcza krzemionkę tworząc fluorek krzemowy¹⁴.

Można przypuszczać, że obydwie reakcje wywierają wpływ na rozluźnienie spoiwości nawarstwień, a tym samym ułatwiają ich usunięcie. Natomiast trudno przewidzieć, jaki jest wpływ kwasu na odporność mechaniczną kamieni. Następuje jej osłabienie czy zwiększenie? Nie wiadomo także jaki wpływ wywiera omawiany kwas na poszczególne rodzaje piaskowców. Wyniki tego rodzaju badań nie zostały dotychczas opublikowane.

BADANIA WPŁYWU STĘŻENIA KWASU FLUOROWODOROWEGO NA ODPORNOŚĆ PIASKOWCÓW NA ZGINANIE

Do badań użyto piaskowce o lepiszczu krzemionkowym, ilastym i wapiennym. Niektóre ich właściwości zestawiono w tablicy I.

Tabl. I

Właściwości piaskowców użytych do badań

Rodzaj piaskowca	Ciepłota objętościowa w g/cm ³	Nasiakliwość wodą (24 godz.) %	Porowatość otwarta %	Odporność na zginanie w kG/cm ²
o lepiszczu krzemionkowym	1,8808	11,93	22,94	21,3
o lepiszczu ilastym	2,3000	5,00	11,50	32,4
o lepiszczu wapiennym	2,0696	7,93	16,30	12,6

Z piaskowców wycinano próbki o wymiarach około 15 × 10 × 5 mm i poddawano je nasycaniu roztworami kwasu fluorowodorowego¹⁵ przez zanurzenie. Czas nasycania wynosił 20 minut. Po tym okresie próbki opłukiwano bieżącą wodą wodociągową przez 20 minut, a następnie suszono je przez 6 dób w temperaturze pokojowej i poddawano badaniom odporności na zginanie w aparacie „Dynstat“. Każdego rodzaju badania przeprowadzono na dwunastu próbach. Uzyskane wyniki podano w tablicy II, III i IV.

Tabl. II

Wpływ stężenia HF na odporność piaskowca o lepiszczu krzemionkowym na zginanie

Stężenie HF %	Odporność na zginanie w kG/cm ²			Wzrost odporności %
	minim.	maks.	średnia	
nienasy-cane	19,6	25,0	21,3	—
1,5	20,6	33,9	24,0	13,7
3,0	24,4	44,9	30,7	44,1
6,0	26,1	52,0	34,5	62,0
12,0	9,3	13,8	10,7	spadek 49,9

Tabl. III

Wpływ stężenia HF na odporność piaskowca o lepiszczu ilastym na zginanie

Stężenie HF %	Odporność na zginanie w kG/cm ²			Wzrost odporności %
	minim.	maks.	średnia	
nienasy-cane	20,4	41,6	32,4	—
1,5	31,8	46,3	40,4	24,7
3,0	47,7	59,0	51,4	58,7
6,0	46,0	61,3	52,8	63,3
12,0	52,6	69,0	59,9	84,9

Tabl. IV

Wpływ stężenia HF na odporność piaskowca o lepiszczu wapiennym na zginanie

Stężenie HF %	Odporność na zginanie w kG/cm ²			Wzrost odporności %
	minim.	maks.	średnia	
nienasy-cane	9,8	17,8	12,6	—
0,375	9,9	16,7	11,7	spadek 7,1
0,75	13,3	20,3	14,3	13,5
1,50	9,9	19,5	14,2	13,6
3,00	16,9	24,0	20,8	65,1

Jak wynika z tablic, wraz ze wzrostem stężenia kwasu fluorowodorowego rośnie odporność na zginanie kamieni o lepiszczu ilastym (stężenie kwasu 1,5 ÷ 12,0%) i wapiennym (stężenie 0,375 ÷ 3,0%). W granicach stężeń kwasu 1,5 ÷ 6,0% zwiększa się także odporność kamieni o lepiszczu krzemionkowym, jednak przy stężeniu 12,0% zaobserwowano gwałtowny jej spadek. Powyższe zjawisko można wytłumaczyć tym, że w przypadku kwasu o dużym stężeniu następuje rozpad ziarnisty piaskowca, spowodowany rozpuszczaniem lepiszcza. Roztwory kwasu o niższych stężeniach (1,5 ÷ 6,0%) rozpuszczają znacznie wolniej lepiszcze krzemionkowe, dzięki czemu w okresie trwania doświadczenia nie następowała dezintegracja piaskowca. Zaobserwowany wzrost odporności mechanicznej piaskowców należy przypisać tworzeniu się nierozpuszczalnych związków fluoru (wskutek zachodzących reakcji pomiędzy kwasem i lepiszczem wapiennym) oraz prawdopodobnie wydzielaniu się uwodnionej krzemionki, powstającej wskutek działania wody na czterofluorek krzemu ($\text{SiF}_4 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{Si}_2\text{O} + 4\text{HF}$). Wydaje się prawdopodobne, iż żel krzemionkowy osadzając się na ziarnach piasku zwiększa ich siłę sklejenia. Po nasyceniu próbek stwierdzono, że krawędzie i powierzchnie kamieni o lepiszczu krzemionkowym silnie osypywały się pod wpływem dzia-

¹⁴ Inne reakcje przebiegające wskutek zastosowania kwasu fluorowodorowego do oczyszczenia piaskowców mają mniejsze znaczenie.

¹⁵ Do badań stosowano naczynia z polietylenu i polistyrenu.

łania kwasu 12⁰%. Kwas o stężeniu 6⁰% powodował lekkie osypywanie się krawędzi i powierzchni, 3⁰% b. lekkie sproszkowanie, a 1,5⁰% nie wywołał widocznych zmian w spoiści. W przypadku próbek o lepiszczu ilastym i wapiennym nie stwierdzono osypywania się, czy sproszkowania.

**BADANIA WPŁYWU CZASU NASYCANIA
PIASKOWCÓW 3⁰% ROZTWOREM KWASU
FLUOROWODOROWEGO NA ICH ODPORNOŚĆ NA
ZGINANIE**

Próbki piaskowców o podanych wymiarach nasycono przez zanurzenie w 3⁰% roztworze kwasu fluorowodorowego w granicach od 10–40 min., a następnie opłukiwano je wodą bieżącą (20 minut) i suszono w temperaturze pokojowej przez 6 dób. Wyniki ilustrujące odporność próbek na zginanie podano w tablicy V, VI i VII.

Tabl. V

Wpływ czasu nasycania kwasem fluorowodorowym na odporność piaskowca o lepiszczu krzemionkowym na zginanie
Stężenie HF = 3⁰%.

Czas nasycania min.	Odporność na zginanie w kG/cm ²			Wzrost odporności
	minim.	maks.	średnia	
nienasy-cane	19,6	25,0	21,3	—
10	21,0	27,9	25,2	18,3
20	24,4	44,9	30,7	44,1
40	14,2	17,9	15,5	spadek 27,2

Tabl. VI

Wpływ czasu nasycania kwasem fluorowodorowym na odporność piaskowca o lepiszczu ilastym na zginanie
Stężenie HF = 3⁰%

Czas nasycania min.	Odporność na zginanie w kG/cm ²			Wzrost odporności %
	minim.	maks.	średnia	
nienasy-cane	20,4	41,6	32,4	—
10	50,6	56,7	53,5	65,2
20	47,7	59,0	51,4	58,7
40	35,9	47,9	42,8	32,1

Tabl. VII

Wpływ czasu nasycania kwasem fluorowodorowym na odporność piaskowca o lepiszczu wapiennym na zginanie
Stężenie HF = 3⁰%

Czas nasycania min.	Odporność na zginanie w kG/cm ²			Wzrost odporności %
	minim.	maks.	średnia	
Nienasy-cane	9,8	17,8	12,6	—
10	12,8	25,8	18,8	49,2
20	20,3	27,9	22,2	76,2
40	13,0	20,7	15,2	20,6

Uzyskane wyniki wskazują, że istnieje optymalny czas (podobnie jak stężenie kwasu) nasycania, w którym kamienie, niezależnie od rodzaju lepiszcza, uzyskują maksymalną odporność mechaniczną. Po przekroczeniu określonej granicy czasu przyrosty wytrzymałości stają się mniejsze, a w przypadku próbek o lepiszczu krzemionkowym zaobserwowano nawet jej spadek. Wyniki doświadczenia potwierdzają sformułowane już wyżej wnioski o dezintegracji kamienia wskutek działania kwasu oraz o możliwości wzrostu wytrzymałości dzięki wytrącaniu się uwodnionej krzemionki na ziarnach piasku. Przy długim działaniu kwasu postęp dezintegracji zachodzi w większym stopniu, a wytrącająca się krzemionka wskutek rozkładu SiF₄ nie jest w stanie zlepić luźnych ziaren. Pozytywne jej działanie może się przejawiać prawdopodobnie wówczas, gdy wytrąca się na ziarnach złączonych lepiszczem. Potwierdza to doświadczenie, w którym próbki sproszkowanych piaskowców poddano działaniu 3–6⁰% roztworów kwasu. Niezależnie od rodzaju lepiszcza nie nastąpiło w żadnej z próbek połączenie się (związanie) ziaren piasku.

**WPŁYW DODATKÓW WODOROTLENKU WAPNIA
NA WZROST ODPORNOŚCI NA ZGINANIE
PRÓBEK KAMIENI PODDANYCH DZIAŁANIU
KWASU FLUOROWODOROWEGO**

Ponieważ stwierdzono, że kamienie o lepiszczu wapiennym wykazują większy przyrost odporności mechanicznej, niż nasytany kwasem w tych samych warunkach piaskowiec o lepiszczu krzemionkowym, postanowiono zbadać jaki wpływ wywierają dodatki jonów wapniowych, tworzące, jak wiadomo, z kwasem fluorowodorowym nierozpuszczalny i twardy fluorek wapnia. W tym celu część próbek nasycono uprzednio przez 20 minut mleczkiem wapiennym, usuwano z powierzchni jego nadmiar, a następnie nasycono także przez 20 minut 3⁰% roztworem kwasu fluorowodorowego¹⁶. Po podanym okresie czasu opłukiwano próbki przez 20 minut w bieżącej wodzie i suszono w temperaturze pokojowej przez 6 dób. Dla porównania zbadano także odporność próbek nasyconych mleczkiem wapiennym, a nie poddanych działaniu kwasu. Wyniki ilustruje tablica VIII.

Na podstawie uzyskanych rezultatów można wnioskować, że dodatki Ca(OH)₂, stosowane przed nasyceniem kwasem fluorowodorowym, nie wywierają żadnego wpływu na odporność mechaniczną piaskowców. Piaskowce o lepiszczu krzemionkowym i ilastym wykazywały podobną odporność na złamania do próbek nie nasyconych kwasem, a więc tworzący się fluorek wapnia nie powoduje wzrostu wytrzy-

¹⁶ Ponieważ piaskowce o lepiszczu wapiennym łatwiej ulegają oczyszczaniu niż pozostałe, zastosowano roztwory o niższym stężeniu.

Wpływ dodatków $\text{Ca}(\text{OH})_2$ na odporność mechaniczną piaskowców poddanych działaniu 3% roztworu kwasu fluorowodorowego

Czas nasycania kwasem i mleczkiem wapiennym: 20 min.

rodzaj próby	Piaskowce o lepiszczu krzemionkowym			Piaskowce o lepiszczu ilastym			Piaskowce o lepiszczu wapiennym		
	odporność na zginanie w kg/cm^2						minim.	maksym.	średn.
	minim.	maksym.	średn.	minim.	maksym.	średn.			
nienasytane	19,6	25,0	21,3	20,4	41,6	32,4	9,8	17,8	12,6
nasytane $\text{Ca}(\text{OH})_2$, a następnie r. HF	20,3	24,8	22,8	27,6	42,7	31,8	13,4	15,9	15,0
nasytane r. HF	24,4	44,9	30,7	47,7	59,0	51,4	16,9	24,0	20,8
nasytane $\text{Ca}(\text{OH})_2$ i suszone 6 dób	19,4	24,9	22,2	28,9	34,8	32,1	12,0	14,4	13,4

małości. Na tej podstawie można przypuszczać, że obserwowany wzrost wytrzymałości piaskowców pod wpływem kwasu fluorowodorowego jest spowodowany głównie działaniem kwasu na krzemionkę, a nie na związki wapnia.

BADANIA NAD OCZYSZCZANIEM KAMIENI Z PORTALU Z OŁBINA

Do badań pobrano dwa małe kawałki kamienia z portalu i na ich części przeprowadzono próby usunięcia nawarstwień, których grubość wynosiła około 0,7 mm. Początkowo stosowano kwas o stężeniu 3%, a następnie — z uwagi na słabe działanie — o stężeniu 6%. Roztwór kwasu наносzono pędzlem i po 20 minutach zmywano próbki bieżącą wodą, pocierając jednocześnie dość twardym pędzlem. Usunięcie nawarstwień postępowało opornie, ponieważ z uwagi na bardzo niską odporność mechaniczną próbek nie można było stosować silnego nacisku (próbki pobrano z rozwarstwowanego kamienia)¹⁷. Nawarstwienia usunięto po 3-krotnym pokrywaniu kwasem jednej z prób oraz 5-krotnym drugiej. Kawałki kamieni z częściowo usuniętymi nawarstwień widoczne są na il. 3. Podobne doświadczenia przeprowadzono na powierzchni portalu z Ołbina. W pięciu miejscach pokryto powierzchnie kamieni 6% roztworem kwasu fluorowodorowego i po 20 minutach pocierano nawarstwienia szczotką, zmywając obficie wodą. Zabieg powtórzono dwukrotnie, usuwając całkowicie nawarstwienia i nie uszkadzając powierzchni kamienia¹⁸.

WNIOSKI

Przeprowadzone badania pozwoliły ustalić, że do oczyszczania piaskowców mogą być sto-



3. Kawałki kamieni z portalu z Ołbina po częściowym usunięciu nawarstwień 6% roztworem kwasu fluorowodorowego (Fot. M. Szoc)

3. Morceaux de pierres du portail provenant de Ołbina après l'enlèvement partiel des couches ultérieures à l'aide d'une solution de 6% d'acide fluorhydrique

sowane roztwory kwasu fluorowodorowego. Usuwa on skutecznie nawarstwienia, nie uszkadzając powierzchni kamieni. Dobierając odpowiednio stężenie kwasu i czas jego działania można spowodować zwiększenie odporności mechanicznej piaskowców. Wyrażono przypuszczenie, że zachodzi ono dzięki wytrącaniu się uwodnionej krzemionki na ziarnach piasku, powstającej wskutek rozkładu czterofluorku krzemu pod wpływem wody. Na wzrost odporności mechanicznej nie mają natomiast wpływu dodatki związków wapnia (a więc tworzący się fluorek wapniowy).

dr Wiesław Domański
Uniwersytet M. Kopernika w Toruniu
Katedra Technologii i Technik Malarskich

¹⁷ Zabieg można wykonać wówczas, gdy nie nastąpiła dezintegracja czy rozwarstwienie kamienia w partiach pod nawarstwieńiami.

¹⁸ B. Penkala ustaliła na podstawie przeprowadzonych badań, że część elementów portalu (piaskowce arkozowe) została pokryta warstwą zaczynu cemen-

towego. Warstwy tej nie można usunąć podaną metodą. B. Penkala, *Opracowanie orzeczenia dotyczącego stanu zachowania kamieni w zabytkowym romańskim portalu w Ołbinie*, maszynopis w aktach Miejskiego Konserwatora Zabytków we Wrocławiu, opracowanie z 30.XI.1964 r.

PROBLÈME RELATIF À L'ENLÈVEMENT DES COUCHES DE LA SURFACE DU PORTAIL EN PIERRE PROVENANT DE OLBIN

Sur la base des épreuves effectuées, il fut établi que le moyen le plus efficace d'enlèvement des couches des grès est l'acide fluorhydrique. On a également examiné l'influence qu'exerce cet acide et le temps de la saturation sur la résistance mécanique des grès d'un liant silicique, argilique et calcaire. Il fut constaté qu'assortissant les paramètres appropriés (concentration, durée), on peut non seulement enlever les couches mais également accroître la résistance des grès. En outre, il fut établi que le fluorure de calcium qui se forme en résultat de la réaction de l'acide avec le liant calcaire n'exerce aucune influence sur l'augmentation de la résistance. Une hypothèse fut

posée que le phénomène observé provient en résultat de la précipitation de la silice hydratée sur les grains de sable qui se forme en conséquence de l'hydrolyse du quadrifluorure du silicium. En cas de la désintégration du grès, l'acide fluorhydrique n'exerce aucune action de consolidation.

Les essais de la purification de la pierre effectués à l'aide de l'acide fluorhydrique (6%) (grès arcosiques d'un liant silico-argilique et silico-calcaire) du portail de l'église Ste. Marie Madeleine donnèrent des résultats positifs.

L'enlèvement des couches épaisses s'est effectué sans endommagement de la surface de pierre.