

Barbara Penkalowa

Wpływ powierzchniowych środków zabezpieczających na właściwości techniczne kamieni

Ochrona Zabytków 17/1 (64), 37-43

1964

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.

WPLYW POWIERZCHNIOWYCH ŚRODKÓW ZABEZPIEZAJĄCYCH NA WŁAŚCIWOŚCI TECHNICZNE KAMIENI*

WSTĘP

Aby zabezpieczenie kamieni na elewacjach spełniło swoje zadanie w znaczeniu osiągnięcia efektu ekonomiczno-technicznego, powinno odpowiadać następującym warunkom: zwiększać odporność kamienia na działanie czynników atmosferycznych, zmniejszać jego zdolność zawilgacania się przy jednoczesnym zachowaniu zdolności respiracji. Ponadto zabezpieczenie powinno być trwałe, nie zmieniać barwy i faktury kamienia oraz jego naturalnego patynowania się.

Z tego względu uznano za najbardziej celowe przebadanie wpływu środków zabezpieczających na następujące właściwości kamienia:

1. zdolność respiracji,
2. zdolność zwilżania się zabezpieczonych kamieni na skutek przepływu wody,
3. zdolność do kapilarnego podciągania wody,
4. odporność na działanie mrozu oraz wpływ na wytrzymałość na ściskanie po zamrażaniu,
5. strukturę powierzchni kamieni,
6. barwę.

Ponadto zbadano trwałość poszczególnych powłok oraz ich właściwości hydrofobowe.

Ponieważ dla niektórych parametrów nie było opracowanych metod badawczych, autorka pracy na podstawie wielu prób opracowała potrzebne metody, a mianowicie dla badań następujących właściwości: zdolność respiracji, zwilżania się powierzchni, kapilarnego podciągania wody, trwałości powłok i ich właściwości hydrofobowych.

* Artykuł niniejszy jest wyciągiem z niepublikowanej doktorskiej pracy autorki pt.: *Ochrona kamienia na elewacjach przed szkodliwym działaniem czynników atmosferycznych drogą zabezpieczenia chemicznego.*

Badania prowadzono na wapieniach i piaskowcach miękkich, pochodzących z tych kamieniołomów, z których kamień jest najczęściej stosowany w budownictwie. Do badań zastosowano środki zabezpieczające znane z literatury i używane do zabezpieczania kamienia na elewacjach.

I. CHARAKTERYSTYKA MATERIAŁÓW KAMIENNYCH UŻYTYCH DO BADAŃ

1. W a p i e n i e

a) Wapienie zsylikowane o strukturze drobnoziarnistej, drobnoporowatej, barwy białej, zawierające w swym składzie od 33 do 37% krzemionki, o ciężarze objętościowym $1,28 \div 1,42 \text{ g/cm}^3$.

b) Wapienie zsylikowane o strukturze drobnoziarnistej, drobnoporowatej, barwy białej, zawierające ok. 30% krzemionki i pewną ilość substancji ilastych. Ciężar objętościowy tych wapieni $1,38 \text{ do } 1,47 \text{ g/cm}^3$.

c) Wapienie, w których występuje poza węglanem wapnia niewielka ilość substancji ilastych i minerałów w rodzaju kwarcu i tlenków żelaza (razem $2 \div 5\%$), o strukturze drobnoziarnistej lub gruboziarnistej, o ciężarze objętościowym $1,73 \text{ do } 1,75 \text{ g/cm}^3$.

d) Wapienie zawierające poza węglanem wapnia tylko niewielkie ilości minerałów w rodzaju kwarcu, glaukonitu, tlenków żelaza, (razem od 2 do 3%), o strukturze drobno- lub gruboziarnistej o ciężarze objętościowym $1,71 \div 1,81 \text{ g/cm}^3$.

2. P i a s k o w c e

Piaskowce o strukturze drobnoziarnistej, drobnoporowatej, o lepszemu krzemionkowym z niewielką domieszką ilastego, barwy jasnoszarej, o ciężarze objętościowym od 2,0 do $2,1 \text{ g/cm}^3$.

II. ZASTOSOWANE DO BADAŃ ŚRODKI ZABEZPIECZAJĄCE I ICH STĘŻENIA

1. Metakrylan metylu — 1% lub 0,5% roztwór w trójchloroetylenie (tri),
2. Fluorokrzemian magnezu — 20% i 40% roztwór wodny,
3. Fluorokrzemian cynku — 10%, 20% i 40% roztwór wodny,
4. Metylosilikonian sodu — 2% roztwór wodny,
5. Mydło cynkowe — 1% roztwór w benzynie lub tri,
6. Mydło glinowe — 1% roztwór w benzynie lub tri,
7. Kauczuk — 0,5% roztwór w benzynie lub tri,
8. Wosk pszczeli — 5% roztwór w tri,
9. Parafina — 5% roztwór w tri,
10. Szkło wodne potasowe — 17% i 3%,
11. Szkło wodne sodowe — 17%,
12. Polistyren 0,5% roztwór w benzynie,
13. Żywica perchlorowinylova — 2% roztwór w zestawie rozpuszczalników organicznych.

III. METODYKA BADAŃ, ANALIZA WYNIKÓW BADAŃ I WNIOSKI

1. Zdolność „oddychania“ (respiracji) kamieni w stanie naturalnym.

Ponieważ tak zwane „oddychanie“ polega na swobodnym wyparowywaniu przez powierzchnię kamieni krążących w nich roztworów oraz na pochłanianiu wilgoci bezpośrednio z powietrza na skutek sorbcji, jako parametry porównawcze wybrano następujące właściwości kamieni: higroskopijność, nasiąkliwość i szybkość oddawania wody (czyli wysychania) w pewnych określonych warunkach. Przy badaniach kamieni w stanie naturalnym jako wzorca porównawczego użyto cegły a więc materiału tradycyjnego, dobrze poznanego, o bezspornej przydatności na mury budynków.

a) *Higroskopijność* badano na płytkach kamieni o wymiarach $10 \times 10 \times 2$ cm, które po wysuszeniu w temperaturze $105-110^\circ$ do stałej wagi, umieszczano w zamkniętych ekzykatorach na porcelanowych podstawkach nad wodą. Wilgotność względna w tych warunkach wynosiła 100%. Płytki ważono co 24 godz. aż do uzyskania przez nie stałej wagi. Na podstawie uzyskanych wyników badań higroskopijności (wyrażonej w % objętościowych) można podzielić badane kamienie na trzy grupy:

1. Wapienie o właściwościach wg I. 1. a) i b) o higroskopijności od 7,57 do 15,21% znacznie wyższej od higroskopijności cegły.
2. Wapienie wg I. 1. c) o higroskopijności od $0,95 \div 2,08\%$.
3. Wapienie i piaskowce o właściwościach wg I. 1. d) i 2. o higroskopijności zbliżonej do cegły — 0,61%.

Czas potrzebny do uzyskania stanu równowagi wyniósł dla pierwszej grupy 124 do 130 okresów dobowych, dla drugiej $16 \div 25$, dla trzeciej $8 \div 15$ i jest zbliżony do czasu cegły.

Analizując otrzymane wyniki badań można przyjąć, że zwiększona zdolność sorbcyjna niektórych kamieni jest związana z obecnością w ich składzie krzemionki i substancji ilastych. Krzemionka występuje w wapieniach zsylikowanych w mocno rozdrobnionej postaci i posiada silnie rozwiniętą powierzchnię o bardzo dużej zdolności pochłaniania wody z powietrza. Natomiast substancje ilaste mają zdolność pochłaniania znacznej ilości wody, której cząsteczki mogą wchodzić w ich strukturę. Wysoka zdolność sorbcyjna jaką wykazały bardzo lekkie wapienie zmusza do zmiany oceny właściwości termicznych tych kamieni, gdyż — jak wiadomo — współczynnik przewodnictwa cieplnego jest zależny od wilgotności danego materiału.

b) *Nasiąkliwość wagową* oznaczano na tych samych płytkach, na których prowadzono badanie higroskopijności przez zanurzenie ich do wody i ważenie po upływie trzech okresów dobowych co 24 godziny, aż do uzyskania przez nie stałej wagi.

c) *Szybkość oddawania wody*, czyli wysychania badano na próbkach po oznaczeniu nasiąkliwości, umieszczając je w ekzykatorze nad stężonym kwasem siarkowym 97% na podstawkach porcelanowych. Dla każdego rodzaju kamienia obliczano ilość kwasu tak, aby stężenie jego na końcu prowadzonego badania wynosiło 90%. Ilość wody, jaka przejdzie do kwasu wyliczano z ciężaru płytki i jej nasiąkliwości. Ponieważ badanie miało charakter porównawczy, błąd jaki wynikał z pozostawiania w płytce pewnej ilości wody nie został uwzględniony. Wyniki badań dla kamieni w stanie naturalnym zestawiono w tablicy 1.

Badania zdolności wysychania różnych kamieni wykazały, że w określonych warunkach ilość wody, jaka pozostaje jest różna dla różnych rodzajów kamieni, jak również czas ich wysychania. Dla czasu wysychania obserwujemy podobne zależności jak dla higroskopijności. Jednakże czas wysychania kamieni jest dłuższy niż cegły, co świadczy wyraźnie na korzyść cegły jako materiału budowlanego.

Opierając się na uzyskanych wynikach badań można chociaż w przybliżeniu określić tzw. „wilgotność normalną“ dla murów z kamienia. Dla murów z cegły wynosi ona wg polskiej norm 1,7% i jest brana pod uwagę przy obliczaniu własności termicznych murów z cegły. Należy się spodziewać na podstawie ilości zatrzymanej wody przez różne kamienie i czasu wysychania, że mury z wapieni grupy pierwszej powinny mieć wilgotność normalną od trzech do czterech razy większą od murów z cegły, grupy drugiej około dwóch razy większą, grupy trzeciej powinny mieć wilgotność normalną zbliżoną do murów z cegły. Nato-

Zestawienie wyników badań higroskopijności, nasiąkliwości i oddawania wody niektórych wapieni i piaskowców w stanie naturalnym oraz cegły

Tabela 1.

Lp.	Rodzaj kamienia	Higroskopijność w % wagowych	Czas trwania w dobach	Nasiąkliwość wagowa w %	Ilość oddawanej wody w % wagowych	Czas oddawania w dobach	Ilość wody jaka pozostaje w % wagowych
1	Wapień zsylikowany, wg I. 1, b	9,49	130	28,03	24,58	102	3,45
		7,0	50	27,51	22,05	53	5,46
2	Wapień, wg I. 1, a	9,16	128	28,32	25,58	109	2,74
3	Wapień drobnoziarnisty wg I. 1, c	0,23	8	14,60	12,40	43	2,20
		0,63	25	—	—	—	—
4	Wapień gruboziarnisty wg I. 1, c	—	—	11,20	9,99	17	1,21
		—	—	12,50	11,10	16	1,40
5	Wapień gruboziarnisty wg I. 1, d	0,18	12	15,38	14,38	42	1,00
		0,28	21	—	—	—	—
6	Wapień drobnoziarnisty wg I. 1, d	0,34	24	13,80	12,46	34	1,34
		—	—	—	—	—	—
7	Wapień drobnoziarnisty wg I. 1, d	0,29	10	8,98	8,24	43	0,74
		0,19	7	7,50	6,96	25	0,54
8	Cegła maszynowa	0,18	10	13,08	11,75	18	1,33
9	Piaskowiec wg I. 2	0,58	18	8,14	6,75	44	1,39

miast mury z piaskowców powinny wykazywać wilgotność normalną wyższą od murów z cegły, gdyż ich czas wysychania jest dłuższy ponad dwukrotnie od czasu wysychania cegły.

2. Zdolność oddychania kamieni po zabezpieczeniu powierzchniowym.

Badania higroskopijności, nasiąkliwości i wysychania płytek wyciętych z rodzajów kamieni wg I. 1. i 2. i zabezpieczonych środkami zabezpieczającymi wg II. przeprowadzono w tych samych warunkach jak płytek niezabezpieczonych. Wyniki tych badań porównane z odpowiednimi wynikami badań kamieni w stanie naturalnym wykazały, że po zabezpieczeniu kamienie zachowują zdolność wyparowywania zawartej w nich wody i pobierania jej bezpośrednio z powietrza.

Przy użyciu środków zabezpieczających wg II. 5, 6, 7, 8, 9, nasiąkliwość i higroskopijność kamieni w niewielkim stopniu maleją. Przy użyciu środków wg II. 1, 2, 3, 4, 10, 11 nasiąkliwość, higroskopijność i ilość wody, jaka pozostaje w kamieniu przy jego wysychaniu wzrasta. Wzrost ten nie jest jednak duży. Wzrost higroskopijności kamieni po zabezpieczeniu może być wytłumaczony wytworzeniem się na zewnętrznej powierzchni kamienia pewnego zagęszczenia, co zmniejsza zdolność swobodnego pobierania wody z powietrza. Nato-

miast wzrost nasiąkliwości jest trudniejszy do wytłumaczenia. W większości przypadków jest on niewielki i wynosi 1—2%, jedynie dla fluatu cynku dochodzi do 5%, co świadczy na niekorzyść tego środka. Różnic tych nie można wytłumaczyć niejednorodnością materiału kamiennego, gdyż płytki były wycinane z jednej bryły kamienia; jak również błędem pomiaru, gdyż różnice są za duże. Należy więc przyjąć, że pewne środki zabezpieczające stwarzają warunki powodujące wzrost nasiąkliwości, prawdopodobnie na skutek zmian, jakie wywołują w warstewce powierzchniowej kamienia. Zjawisko wzrostu ilości wody pozostającej w zabezpieczonym powierzchniowo kamieniu znalazło swoje potwierdzenie w badaniach prowadzonych w Instytucie Techniki Budowlanej w Warszawie nad wilgotnością kamiennych murów budynków mieszkalnych, zabezpieczonych powierzchniowo przy użyciu fluatu cynku i metakrylanu metylu.

3. Działanie wody przepływającej po zabezpieczonej powierzchni kamieni na zawilgocenie.

W warunkach naturalnych kamienie na elewacjach są obmywane strumieniem deszczu, z tego względu starano się w laboratorium stworzyć podobne warunki przez zainstalowanie zraszania płytek wodą. Płytki zabezpieczo-

ne wg II. 1, 3, 4, 5, 6 i zważone do stałej wagi umieszczano pod działaniem wody na odpowiednich podstawkach drewnianych w ten sposób, aby ich kąt nachylenia wynosił 45°. Po upływie 4 okresów dobowych badanie każdej próby kamienia uważano za ukończone. W tych warunkach płytki niezabezpieczone już po 24 godz. osiągnęły stan zbliżony do nasycenia. Również płytki zabezpieczone przy użyciu fluorokrzemianu cynku osiągnęły stan znacznego nasycenia. Natomiast płytki zabezpieczone środkami hydrofobowymi wg II. 1, 4, 5, 6 w ciągu pierwszej doby wykazały niewielkie zawilgocenie.

Po ukończeniu badania płytki zabezpieczone:

1. Fluorokrzemianem cynku osiągnęły zawilgocenie równe ok. 80% nasiąkliwości kamienia niezabezpieczonego.
2. Metakrylanem metylu ok. 16%.
3. Metylosilikonianem sodu ok. 12%.
4. Mydłem cynkowym ok. 20%.
5. Mydłem glinowym ok. 20% nasiąkliwości.

Ponieważ badania były prowadzone na płytkach ustawionych pod kątem 45°, a kamienie na elewacjach zajmują przeważnie położenie pionowe, należy się spodziewać, że zawilgocenie spływającą wodą deszczową kamieni na elewacjach będzie jeszcze mniejsze.

Przeprowadzone przez radzieckiego badacza M. I. Subotkina badania nad stopniem zawilgocenia pod działaniem przepływającej wody wapienia akermiańskiego, zabezpieczonego przy użyciu mydeł, dały w wyniku znaczny spadek zdolności zawilgacania się w porównaniu z próbkami niezabezpieczonymi.

4. Zdolność kamieni do kapilarnego podciągania wody.

Do badań przygotowano płytki jak dla III. 3. W celu uzyskania warunków zbliżonych do

rzeczywistych, w jakich kamień przebywa w murze, ustawiano płytki w położeniu pionowym na warstwie drobnego piasku, którym wypełniano dużą kuwetę. Piasek każdorazowo zwilżano wodą w ilości ustalonej (na podstawie wstępnych prób) w ten sposób, aby kamień niezabezpieczony uzyskiwał na całej wysokości płytki nasycenie wodą w czasie do 10 godzin. Badaniom poddawano jednocześnie wszystkie płytki z danego rodzaju kamienia, obserwując posuwanie się zawilgocenia do góry. Gdy płytka niezabezpieczona uległa całkowitemu zawilgoceniu badanie uznawano za ukończone i mierzone wysokość kapilarnego podciągania wody na pozostałych płytkach. Płytki zabezpieczone ulegały tylko częściowemu zawilgoceniu a mianowicie:

1. przy zastosowaniu fluorokrzemianu cynku do ok. 3/4 swojej wysokości,
2. metakrylanu metylu do połowy wysokości,
3. metylosilikonianu sodu nieco poniżej połowy wysokości,
4. mydła cynkowego i glinowego do 1/3 wysokości płytki.

5. Odporność kamieni po zabezpieczeniu na działanie mrozu i jego wpływ na wytrzymałość na ściskanie kamieni po zamrażaniu.

Do badań przygotowano kostki o wymiarach 5 × 5 × 5 cm i zabezpieczono je powierzchniowo przy użyciu środków zabezpieczających wg II. 1—11, pozostawiając jedną kostkę z każdego rodzaju kamienia bez zabezpieczenia. Kostki po nasyceniu wodą poddawano kolejno 25 cyklom zamrażania w zamrażarce w temperaturze -20°C i odmrażania w wodzie o temperaturze +18° ± 2°C. Po każdym cyklu zamrażania sprawdzano stan kostek i notowano powstałe zmiany. Po ukończeniu badania zamrażania zbadano kostki na wytrzymałość na ściska-

Wyniki badań trwałości różnych powłok na wapieniach i piaskowcach

Tabela 2.

Rodzaj kamienia	Rodzaj zabezpieczenia												
	metakrylan metylu w tri	silikonian sodu	polichlorek winylu *)	polistyren **)	fluorokrzemian cynku	kauczuk w tri	wosk w tri	mydło cynkowe w tri	mydło glinowe w tri	parafina w tri	fluorokrz. cynku metakr. w tri	fluorokrz. cynku kauczuk w tri	metakr. met w tri kauczuk w tri
piaskowce	±	+	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	+
wapień	+	+	-	-	+	±	+	+	+	±	+	-	+

(-) powłoka nietrwała
(+) „ trwała
(±) „ słaba

*) powłoka odstała w postaci cieniutkiej przezroczystej błonki
) „ złuszczyła się i spękała

nie i wyniki porównano z wynikami wytrzymałości otrzymanymi dla tego samego kamienia w stanie nasycenia wodą lecz nie poddanego badaniom na zamrażanie. Wyniki badań wykazały, że zabezpieczenie piaskowców miękkich przy użyciu fluorokrzemianu cynku, szkła wodnego potasowego, kauczuku, mydła cynkowego i wosku powoduje wzrost odporności tych kamieni na działanie mrozu. Wapienie zsylikowane zachowują się w pewnych przypadkach gorzej niż inne rodzaje wapieni, gdyż kauczuk, mydło glinowe i cynkowe oraz parafina wywołują u nich spadek odporności na zamrażanie, gdy u innych wapieni powodują wzrost odporności lub nie wpływają na ich zmianę.

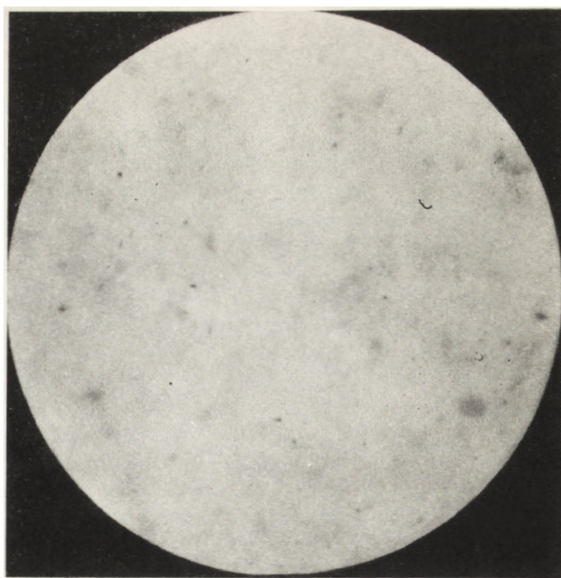
Fluorokrzemian cynku sam lub w połączeniu z metakrylanem metylu lub kauczukiem, wosk i kauczuk z parafiną nie wykazują widocznego wpływu na odporność wapieni na zamrażanie lub mają wpływ dodatni.

Metylosilikonian sodu nie wywołuje u wapieni większych zmian w odporności na zamrażanie, natomiast metakrylan metylu, chociaż w większości przypadków powoduje wzrost odporności na działanie mrozu, to jednak tak u wapieni jak i u piaskowców wywołuje niewielki spadek wytrzymałości na ściskanie po zamrażaniu.

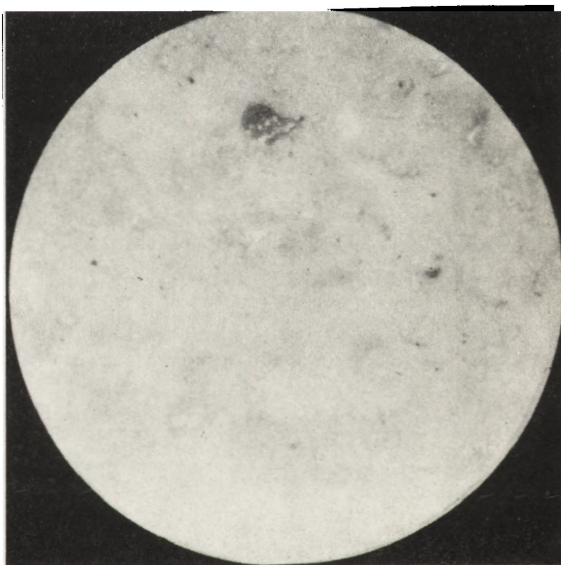
6. Trwałość powłok zabezpieczających powierzchniowo kamienie.

Do badań przygotowano kostki o wymiarach $5 \times 5 \times 5$ cm i zabezpieczono różnymi środkami po 2 sztuki, a następnie połowę poddano 25 cyklom zamrażania w temperaturze -20°C . Po ukończeniu zamrażania odmrożone w wodzie próbki odłożono w miejsce przewiewne do wyschnięcia.

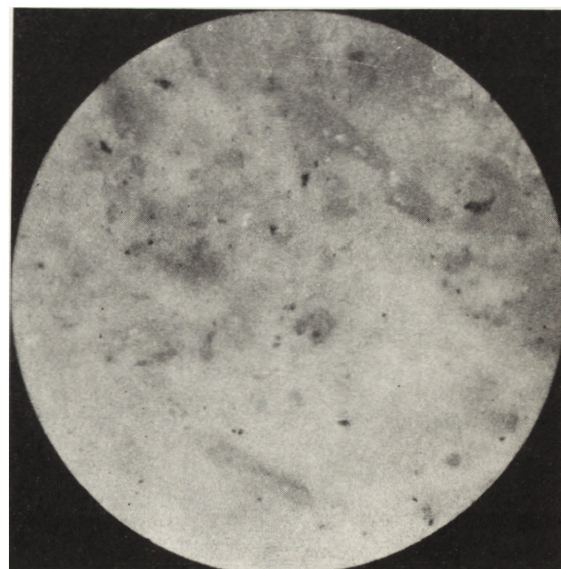
Badania trwałości powłok przeprowadzono w sposób porównawczy, sprawdzając szybkość wysychania (odparowania, wsiąkania) kropeł wody tej samej wielkości pozostawionych na powierzchni próbek zabezpieczonych, z których jedne zostały poddane zamrażaniu a inne nie. Wybór badania trwałości powłok metodą poddawania kolejnym zamrażaniom i odmrażaniom został podyktowany warunkami klimatycznymi panującymi w naszym kraju. Metoda zamrażania jest znacznie ostrzejsza od stosowanych do tego celu metod przepływu wody, ale jednocześnie bardziej odpowiada warunkom w jakich znajduje się kamień w murze. Wyniki badań trwałości powłok zestawiono w tablicy 2.



a



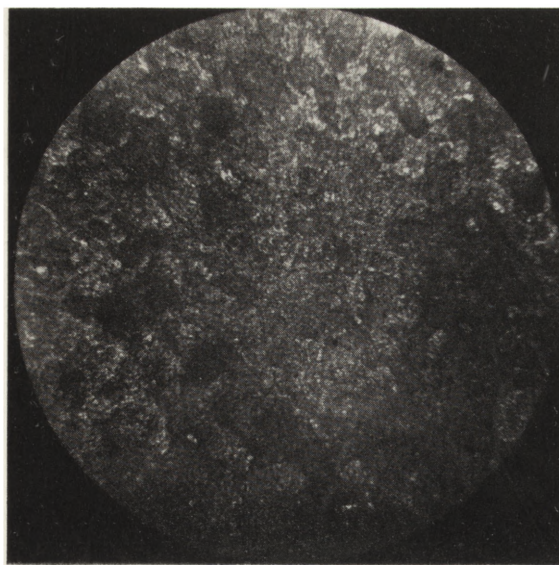
b



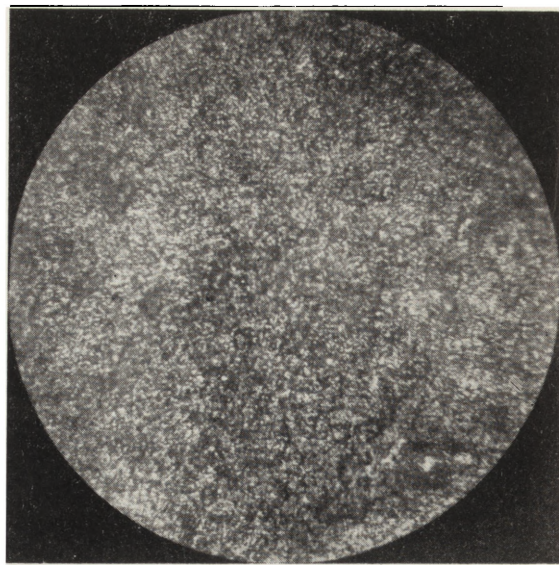
c

Il. 1. Wapień z Kazimierza. Fotografie mikroskopowe — światło odbite, powiększenie $100 \times$; a. bez zabezpieczenia, b. po nasyceniu fluatem, c. po nasyceniu metakrylanem

1. Le calcaire de Kazimierz. Microphotographies ($\times 100$) — lumière réfléchie; a. sans protection, b. saturé de fluatate, c. saturé de methacrylate



a



b

11. 2. Wapień ze Złotego Potoku. Fotografie mikroskopowe — światło odbite, powiększenie 100 ×, szlify cienkie; a. bez zabezpieczenia, b. po nasyceniu parafiną

2. Le calcaire de Złoty Potok. Microphotographies (× 100) — lumière réfléchie; coupe mince; a. sans protection, b. saturé de paraffine

Najtrwalsze okazały się powłoki z metylosilikonianu sodu, fluorokrzemianu cynku, wosku i metakrylanu metylu w połączeniu z kauczukiem przy zastosowaniu zarówno do wapieni jak i piaskowców. Natomiast powłoki z mydła cynkowego i glinowego oraz fluorokrzemianu cynku w połączeniu z metakrylanem metylu lub kauczukiem okazały się trwałe tylko na wapieniach, dla piaskowców zaś okazały się całkowicie nieprzydatne. Powłoki z polichloroku winylu i polistyrenu wykazały słabą przyczepność i łatwo ulegały zniszczeniu.

7. Wpływ środków zabezpieczających na zmianę barwy kamieni.

Zaraz po wykonaniu zabezpieczenia próbki kamieni wykazywały jedynie nieznaczną zmianę w odcieniu barwy. Jednak po kilku latach przechowywania w warunkach laboratoryjnych okazało się, że parafina, wosk, mydło glinowe i cynkowe oraz kauczuk wywołują u wszystkich rodzajów kamieni zmianę barwy na żółtawą. Metakrylan metylu tylko w przypadku użycia rozpuszczalnika zanieczyszczonego chociażby w niewielkim stopniu związkami żelaza powodował powstanie w białych kamieni kremowej barwy. Natomiast przy użyciu czystego rozpuszczalnika zmiana barwy była prawie niewidoczna. Metylosilikonian sodu powodował powstanie niebieskawego odcienia barwy, fluorokrzemian cynku i szkło wodne sodowe i potasowe wywoływało u białych kamieni powstanie kremowej barwy.

Jeżeli środki zabezpieczające wywołują zmianę barwy kamienia w kierunku zmiany jaka powstaje przy uzyskiwaniu przez kamień

patyny, można je uznać za przydatne. Natomiast gdy zastosowane środki zmieniają barwę kamienia na inną niż ta, którą uzyskuje on na skutek patynowania się, należy uznać te środki za nieprzydatne dla tego rodzaju kamienia. Z tego względu bardzo ważna jest znajomość barwy patyny jaką z czasem uzyskuje dany rodzaj kamienia.

8. Właściwości hydrofobowe zabezpieczonych powierzchni kamienia.

Właściwości hydrofobowe zabezpieczonych powierzchni kamieni badano metodą mierzenia czasu wysychania (wsiąkania) kropli wody określonej wielkości na powierzchni kamienia. Badania te pozwoliły na stwierdzenie, że powierzchnie zabezpieczone przy użyciu metakrylanu metylu i metylosilikonianu potasu i sodu nabyły właściwości hydrofobowych i kropla wody nie wsiąka w nie, lecz wyparowuje po pewnym czasie.

9. Wpływ środków zabezpieczających na strukturę wapieni.

Przeprowadzone badania w świetle spolaryzowanym przechodzącym nie dały wyników, gdyż szlif wykonany z warstewki kamienia zabezpieczonej różnymi środkami nie wykazywał większych różnic w porównaniu ze szlifem wykonanym z kamienia w stanie naturalnym.

Badania w świetle spolaryzowanym odbitym wykazały, że na próbkach zabezpieczonych widać więcej szczegółów budowy niż na powierzchni próbki niezabezpieczonej. Dzieje się tak dlatego, że na powierzchni próbki niezabez-

pieczonej światło zostaje w znacznym stopniu rozproszone, natomiast powierzchnie zabezpieczone mniej rozpraszają światło a w większym stopniu je odbijają, gdyż środki zabezpieczające wywołują pewne zmiany w warstewce powierzchniowej kamienia (il. 1 i 2).

Zakończenie.

Przeprowadzone badania wpływu na właściwości techniczne kamieni różnych środków zabezpieczających przed niszczącym działaniem czynników atmosferycznych pozwoliły na stwierdzenie, że nie znamy dotychczas żadnego

środka zabezpieczającego, który wywierałby korzystny wpływ na wszystkie cechy kamienia. Jednocześnie badania te wykazały zależność, jaka zachodzi między zdolnością sorpcji, wysychania i ilości wody, jaka pozostaje w kamieniu w stanie naturalnym a jego składem mineralogicznym. Uzyskane wyniki badań pozwalają na właściwe określenie termicznych właściwości murów z różnych rodzajów kamienia i ich wilgotności naturalnej.

Dr Barbara Penkalowa
Politechnika Warszawska

L'INFLUENCE DES MOYENS DE PROTECTION DE LA SURFACE SUR LES QUALITÉS TECHNIQUES DES PIERRES

Cet article est un extrait d'un ouvrage plus étendu du même auteur qui n'est pas encore publié, intitulé: "La protection par des moyens chimiques des pierres des élévations contre l'action néfaste des agents atmosphériques".

L'article décrit brièvement les méthodes et les résultats des analyses de l'influence des moyens préventifs sur les propriétés suivantes des grés et des calcaires mous:

1. la capacité de transpiration,

2. la capacité des pierres protégées de s'humecter par le passage de l'eau,
3. la capacité de la capillarité à l'égard de l'eau,
4. la résistance à la congélation et la résistance à la pression après la congélation,
5. la structure de la surface des pierres,
6. la couleur.

Ensuite l'article présente les résultats des études sur la durabilité des couches de protection obtenus par l'application de différentes matières, et des études sur les propriétés hydrophobes de ces couches.