

Sławomir Skibiński

Badania technologii budowlanej świątyń wieżowych Czamów

Ochrona Zabytków 39/4 (155), 254-266

1986

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.

THE TEMPLE OF QUEEN HATSHEPSUT IN DEIR EL BAHARI. THE UNCOVERY, STUDIES AND RECONSTRUCTION OF THE ROCK LEDGE OVER THE UPPER TERRACE

As head of the Egyptian-Polish Conservation Mission organized on behalf of Poland by the State Enterprise – The Ateliers for Conservation of Cultural Property – the author of the present report carried out research and conservation work on the site of the upper courtyard of the temple of Hatshepsut in Deir el Bahari in Egypt. During the work an unknown element of the temple, i.e. a ledge over the upper terrace, was revealed. Basing on the studies made, the following conclusions were drawn with regard to this newly-uncovered element and the form of a protective wall, some parts of which have been preserved in the upper terrace:

- 1) The ledge was to protect the temple against threats posed by its rocky environment. Apart from that, it could be used for watching and signalling purposes.
- 2) It extended along the whole width of the upmost terrace and its central part over a sanctuary was made artificially by filling with stones a rocky breach hewn in the massif in order to house in it the first sanctuary room.
- 3) A possible access to the ledge could be placed only on the south side of the upper terrace.
- 4) The south closing of the ledge and of the protective wall got destroyed during a change in the configuration of the rock encircling the structure from the south when making a platform for the construction of the Temple of Totmes III.

5) The protective wall facing the front edge of the ledge was to protect the body of the rock against erosion, to cover the artificial filling of a central breach and an built-in construction relieving the vaulting of the sanctuary, to create the background for temple's architecture and to enclose it with the wall from the west.

6. The protective wall reached the height of the ledge and there were neither niches nor breaks in it. Nor had it any moulding but was finished with the crowning in all encircling walls of the temple. There has never been any pyramid in the central part of the ledge.

When considering possibilities to protect the temple against threatening rocks, various proposals were taken into account. The revealing of the remnants of the ledge gave rise to the idea of its reconstruction, which, at least partially, should solve the problem of protecting the temple. The reconstruction of the ledge involved the necessity to reconstruct a protective wall. The execution of these plans, including research work, studies and documentation, took nearly four and a half years.

The justness of the decision to restore the function of the ledge may be proved by the fact that a few barrows of rocky splinters chipped off the massif are collected each season as a result of rocks' decay. On the other hand, the reconstructed covering wall provides a background for temple's architecture.

SŁAWOMIR SKIBIŃSKI

BADANIA TECHNOLOGII BUDOWLANEJ ŚWIĄTYŃ WIEŻOWYCH CZAMÓW *

TECHNOLOGIA BUDOWLANA CZAMÓW

Czamowie zamieszkiwali tereny obecnego Środkowego Wietnamu. Około połowy I w.n.e. stworzyli własne państwo – Czampa, które największy rozkwit osiągnęło w VI–X w. Pod koniec XV w. państwo to zostało rozbite przez Wietnamczyków i przestało istnieć.

Czamowie stworzyli własną kulturę. Do dnia dzisiejszego przetrwały niektóre świątynie. Liczne wojny prowadzone przez ten kraj oraz warunki geograficzne zniszczyły bezpowrotnie wiele cennych zabytków. Te, które pozostały, stanowią świadectwo zarówno wysokich umiejętności, jak i stosowanej technologii budowlanej Czamów.

Budowle Czamów, wzorowane na hinduskich świątyniach o kwadratowym lub prostokątnym rzucie, z pozornym sklepieniem mającym wyobrażać „świętą górę”, wykonane zostały z materiału ceramicznego¹. Świątynia Czamów to przede wszystkim „mieszkanie boga”, a jej wnętrze (sanktuarium) dostępne było tylko kapłanom². Obrzędy religijne, procesje i ceremonie odbywały się pod gołym niebem. Nie było więc potrzeby oddziaływania na wyznawcę wspaniałymi dekoracjami wewnątrz świątyń, sanktuaria zaś im były ciemniejsze i bardziej mroczne, tym bardziej stawały się tajemnicze dla wiernych. Dlatego też wysiłek twórczy budowniczych był skierowany na zewnętrzny wystrój świątyń. Smukłe sylwetki świątyń Czamów zdobią pilastry, sterzyny, płaskorzeźby itp. (fot. 1).

* Pierwsze spostrzeżenia badawcze dotyczące technologii budowlanej zostały przedstawione w: A. Wawrzeńczak, S. Skibiński, *Przyczynek do badań technologii budowlanej świątyń wieżowych Czamów (Wietnam)*. „Ochrona Zabytków” 1982, nr 3–4, s. 201–207.

Architekci Czamów statykę budowli rozwiązywali w następujący sposób. W zależności od wysokości wieży stawiali odpowiednio grube mury. Następnie z muru „wysuwali” stopniowo materiał ceramiczny – tworząc jakby schody – ku środkowi wnętrza świątyni. W ten sposób tworzyli pozorne sklepienie o trwałej konstrukcji. Na szczególną uwagę zasługuje fakt, że cegły i elementy kamienne wystroju wież łączono przeważnie bez użycia tradycyjnych materiałów wiążących³.

Technologia budowlana, dobór materiałów budowlanych oraz spoiw łączących małe elementy i detale w jedną architektoniczną całość były zawsze nierozłączne związane ze stanem wiedzy, teorii i praktyki budowlanej występującej w danej kulturze, a przede wszystkim z właściwościami geofizycznymi i geologicznymi terenu, na których budowle te powstawały⁴.

Tereny dawnego państwa Czamów są geologicznie silnie zróżnicowane. Na obszarze geosynkliny wietnamsko-laotańskiej, na miejscu dawnego morza, wypiętrzyły się w erze mezozoicznej góry Trung-Son (góry Annamskie). Obszary górsko-wyżynne pokrywają różne odmiany laterytów tropikalnych⁵. Lateryty (łacińskie later–

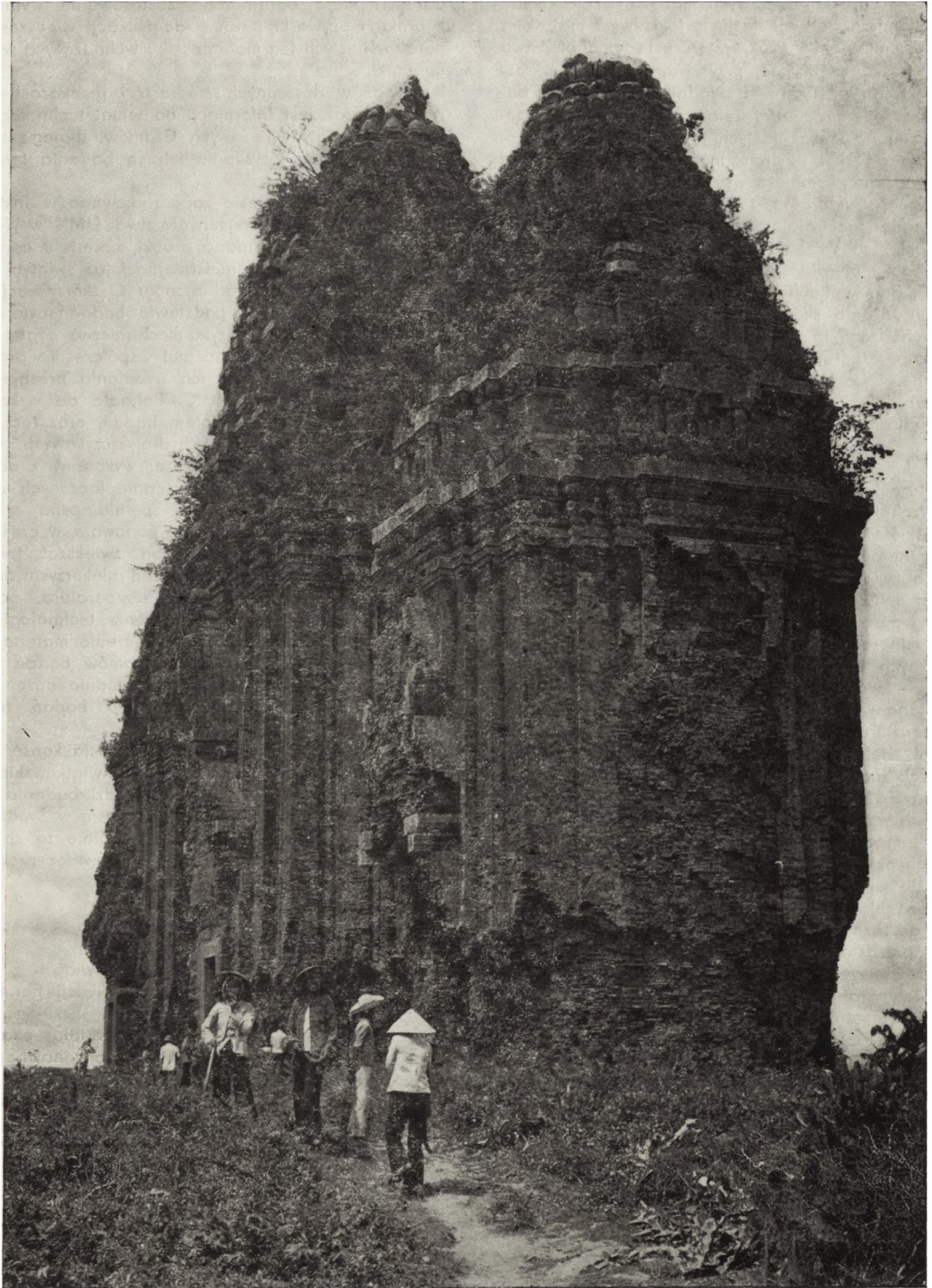
¹ A. Wawrzeńczak, S. Skibiński, *op. cit.*, s. 201–207.

² A. Jakimowicz, *Sztuka Indii, Warszawa, 1967*, s. 11–118.

³ A. Wawrzeńczak, S. Skibiński, *op. cit.*, s. 203.

⁴ S. Skibiński, *Badania nad zaprawami budowlanymi. Materiały sprawozdawcze z badań zespołu pobenedyktyńskiego w Mogilnie*. Warszawa 1983, z: 3, BMiOZ, T. LXXII, seria B, s. 30; A. Wawrzeńczak, S. Skibiński, *op. cit.*, s. 203.

⁵ A. Maryański, *Wietnam*. Warszawa 1980, s. 11.



1. Jedna ze świątyń w Mi Son (fot. W. Konikowski)

1. A temple at Mi Son

cegła) są to allitowe produkty wietrzenia, nieplastyczne, makroskopowe zbliżone wyglądem do glin żelazistych. W Indiach z laterytów wyrabiano cegłę⁶. Typowymi minerałami skał allitowych są: hydrargillit $\gamma\text{-Al(OH)}_3$, diaspor $\alpha\text{-AlOOH}$, bemit $\gamma\text{-AlOOH}$ oraz alumogel,

którym towarzyszą zmienne ilości kwarcu lub chacedonu, wodorotlenków żelaza i getytu. Powoduje to, że

⁶ *Zarys nauk geologicznych*. Red. E. Passendorfer. Warszawa 1968, s. 353.

skład chemiczny skał allitowych może być zbliżony do składu chemicznego skał ilastych, jakkolwiek mają one inny skład mineralny (fazowy). Częste podobieństwo cech makroskopowych jest przyczyną trudności w rozróżnieniu tych skał. Typowymi składnikami allitów są bowiem wodorotlenki glinu i żelaza – produkty wietrzenia allitowego, a skał ilastych – minerały ilaste. Skały allitowe od skał ilastych można jedynie odróżnić przeprowadzając kompleksowe badania, stosując analizę rentgenostrukturalną, termiczną analizę różnicową oraz metodę spektrofotometrii w podczerwieni⁷. Skały ilaste, ze względu na przeważającą zawartość określonego minerału ilastego, można podzielić na skały zasobne w kaolinit, illit, w montmorillonit oraz skały zbliżone do skał ilastych. Wymienione minerały ilaste, wchodzące w skład skał ilastych, poddane działaniu temperatur ulegają istotnym zmianom strukturalnym. Minerały te w miarę wzrostu temperatury ulegają reakcjom: dehydracji, dehydroksylacji, syntezie nowych faz krystalicznych w obrębie powstałych form bezwodnych.

Według L. Stocha⁸ proces dehydracji przebiega w temperaturach 20–350°C i polega na usunięciu wody z powierzchni zewnętrznych minerałów oraz przestrzeni międzypakietowych. W temperaturach 400–1000°C większość minerałów ilastych ulega dehydroksylacji oddając wodę związaną w strukturze w postaci OH. Temperatura dehydroksylacji zależy od struktury minerału. W temperaturach 20–600°C, oprócz zmian strukturalnych minerałów ilastych, następują przemiany sieci krystalicznych niektórych minerałów, takie jak przemiana β – kwarcu w α – kwarc, tworzenie się γ -Al₂O₃ z przemianą w korund.

W temperaturach 600–980°C przebiega w masie ceramicznej wiele reakcji chemicznych, a obok już wymienionych zachodzi między innymi np. spalanie części organicznych, utlenianie węgla, a następnie związków żelazowych w żelazowe.

Powyżej temperatury 980°C powstają nowe fazy krystaliczne. Ich skład uzależniony jest od składu fazowego użytych do wypalania glin. Tak więc w wyniku wypalania powyżej temperatury 980°C tworzyć się może mullit oraz faza ciekła, krystobalit oraz spinele.

Z wyżej przedstawionych faktów wynika, że poznając skład fazowy wypalanej ceramiki w przybliżeniu można określić temperatury jej wypalania – jeden z podstawowych parametrów procesu wypalania ceramiki, a ponadto uzyskać informację o rodzaju użytego surowca do jej produkcji. Efekty cieplne związane z wymienionymi procesami można śledzić na krzywych otrzymanych podczas badania próbek ceramiki metodą termicznej analizy różnicowej (TAR). Zmiany strukturalne ceramiki określa się przede wszystkim metodami dyfrakcji rentgenowskiej (RTG), spektroskopii absorpcyjnej w podczerwieni (IR) oraz ostatnio mikroskopii skaningowej. Metody mikroskopii optycznej w tych ba-

daniach mają ograniczone zastosowanie wynikające z braku możliwości pewnej identyfikacji większości minerałów ilastych (za małe cząstki) wchodzących w skład ceramiki.

Ponieważ w dostępnych źródłach i przekazach historycznych brak jest informacji na temat technologii budowlanej świątyni wieżowych Czamów, dlatego też jedynym sposobem uzyskania ich są badania terenowe oraz laboratoryjne.

Badania w tym zakresie zapoczątkowano w Instytucie Zabytkoznawstwa i Konserwatorstwa UMK w Toruniu w 1981 roku⁹. Przebadano próbki materiału ceramicznego pochodzącego z nieistniejącej już świątyni w Mi Son, wchodzącej w skład zespołu G (klasyfikacja według Permentiera). Na podstawie badań stwierdzono, że niektóre własności fizyko-mechaniczne cegieł z tej świątyni są podobne do cegieł współcześnie produkowanych, jednakże proces ich wypalania przebiegał w temperaturze poniżej 1000°C. Ponadto do wykonania cegieł, które były przedmiotem badań, oraz łączącego je spoiwa użyto glin typu hydrofuszczkowych. Postawiono hipotezę, że obiekt został wykonany z oddzielnie wypalonych cegieł, a następnie łączonych cienką warstwą rozczywno glinianego, spełniającego rolę zaprawy budowlanej, a następnie ponownie, w części lub w całości wypalony. Zabieg ten zwiększał trwałość spoiny i zabezpieczał obiekt przed niekorzystnymi warunkami klimatycznymi (opady, temperatura, podwyższona wilgotność). Pełne wyjaśnienie technologii produkcji ceramiki oraz technologii łączenia materiału ceramicznego świątyni wieżowych Czamów będzie możliwe dopiero po przebadaniu odpowiednio dużej liczby obiektów oraz po przeprowadzeniu badań terenowych.

Od roku 1980 polsko-wietnamska komisja konserwatorska, pod kierunkiem mgr arch. K. Kwiatkowskiego z lubelskiego oddziału PP PKZ, prowadzi badania świątyni wieżowych Czamów znajdujących się w Środkowym Wietnamie. W ramach tej misji wspólnie ze specjalistami wietnamskimi prowadzone są również prace zabezpieczające i konserwatorskie.

CZĘŚĆ BADAWCZA

Prezentowane wyniki badań dotyczą świątyni z okolic Mi Son, z zespołu D (według klasyfikacji Permentiera)¹⁰.

W celu poznania budowlanego materiału ceramicznego oraz użytego spoiwa przeprowadzono badania, które zmierzały do:

- określenia rodzaju surowca użytego do produkcji cegieł,
- określenia podstawowego składu fazowego ceramiki,
- zdefiniowania niektórych parametrów procesu wypalania cegły,
- określenia składu fazowego spoiwa łączącego poszczególne elementy ceramiczne wieży w całość,
- określenia sposobu przygotowania spoiwa i łączenia cegieł.

Materiał badawczy

W roku 1982 w trakcie prac archeologiczno-konserwatorskich prowadzonych przez polsko-wietnamską misję pobrano do badań z różnych partii wieży D-5 (według klasyfikacji Permentiera) 10 próbek ceramiki i spoiwa.

⁷ A. Bołewski, Wł. Parachomiak, *Petrografia*. Warszawa 1974, s. 336.

⁸ L. Stoch, *Minerały ilaste*. Warszawa 1974, s. 483–491.

⁹ A. Wawrzeńczak, S. Skibiński, *op. cit.*, s. 203–207; S. Skibiński, *Badania struktury i składu fazowego kamiennych obiektów zabytkowych w ekspertyzie konserwatorskiej*. „Informator PKZ” 1981, s. 166–167.

¹⁰ W: A. Wawrzeńczak, S. Skibiński, *op. cit.* – omówiono wyniki badań świątyni również z okolic Mi Son, ale z zespołu G (według klasyfikacji Permentiera).

Fotografia 2 ilustruje charakterystyczny sposób łączenia cegieł polegający na ścisłym ich dopasowaniu do siebie. Fotografia 3 ukazuje powierzchnie podstaw cegieł z widocznymi charakterystycznymi śladami po ich formowaniu oraz resztkami spoiwa.

Metodyka badań

We wstępnym etapie badań poddano analizie makroskopowej cały otrzymany materiał ceramiczny. Następnie pobrano do dalszych badań próbki reprezentatywne dla tego materiału.

Badania mikroskopowe przeprowadzono na szlifach cienkich za pomocą mikroskopu polaryzacyjnego. Badania mikrostruktury materiału ceramicznego wykonano metodą dekorowania złotem, stosując mikroskop elektronowy Novoscan-80 (Instytut Fizyki UMK).

Badania podstawowych właściwości fizycznych cegieł (gęstość pozorną – C_0 , nasiąkliwość zwykła – N_w , wytrzymałość na ściskanie – $R_{\text{śc}}$) wykonano na wybranym materiale według przedmiotowej Polskiej Normy. Analizę składu fazowego wykonano za pomocą następujących metod: derywatografii (TAR), spektrofotometrii absorpcyjnej w IR i dyfraktometrii rentgenowskiej (RTG).

Termiczną analizę różnicową przeprowadzono na derywatografie typu Q Systemu Paulik-Paulik Erdey produkcji węgierskiej w standardowych warunkach (naważka 1000 g, zakres temperatur 20–1000°C, szybkość ogrzewania próbki 10°C/minutę w tyglu ceramicznym).

Pomiary absorpcji w podczerwieni (IR) wykonano spektrofotometrem SPEKORD-75 IR produkcji NRD w pełnym (4000–400 cm^{-1}) oraz w wybranych zakresach widma, próbek ceramiki i spoiwa przed i po ogrzaniu do 1000°C.

Analizę rentgenograficzną wykonano za pomocą dyfraktometru rentgenowskiego DRON-1 produkcji ZSRR metodą proszkową, stosując promieniowanie $\text{Cu K}\alpha$.

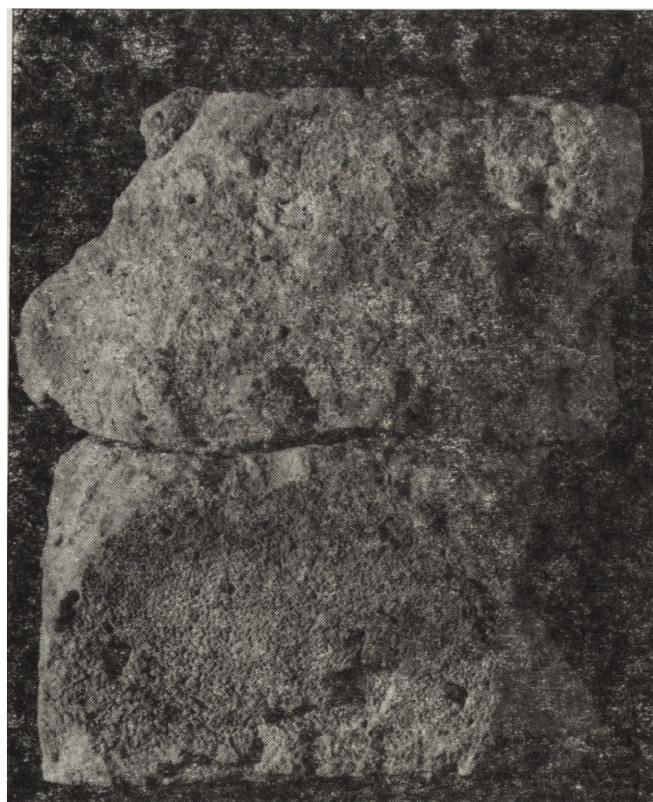
Omówienie wyników

Analiza makroskopowa i mikroskopowa

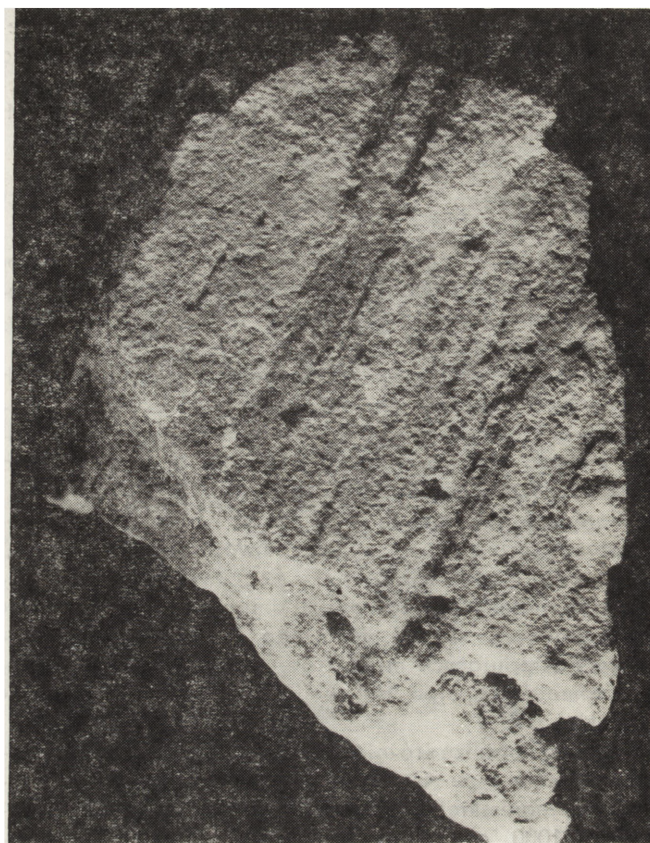
Badane cegły różniły się stopniem wypalania. Barwa powierzchni cegieł oraz świeżych przełamów była najczęściej jednorodna, od ceglasto-czerwonej do ceglasto-pomarańczowej. Jedna z poddanych badaniom cegieł była słabo wypalona. Charakteryzowała się nierównomiernym natężeniem barwy jasnoceglastej na powierzchni, a we wnętrzu – szarej. W celu uchwycenia zmian składu fazowego materiału do badań strukturalnych (TAR, IR i RTG) pobrano próbki z powierzchni tej cegły (ozn.P), z wnętrza (ozn. W) oraz spoiwa (ozn. S).

¹¹ Analizę makroskopową oraz mikroskopową przeprowadził dr St. Krażewski (z Zakładu Krystalografii Instytutu Chemii UMK), mikroskopową analizę scanningową – mgr J. Łukasiewicz, analizę spektrograficzną w IR – mgr Wł. Domagalski, termiczną analizę różnicową – mgr M. Kęsy-Lewandowska, badania właściwości fizycznych – technik D. Mruk (wszyscy z Instytutu Zabytkoznawstwa i Konserwatorstwa UMK), analizę rentgenostrukturalną – mgr J. Rauchfleisch z Laboratorium Aparatury Unikalnej Instytutu Chemii UMK.

Autor dziękuje za udział w pracach wymienionym wyżej badaczom.



2. Sposób łączenia cegieł (fot. M. Wrzecionkowski)
2. Technique of brick joining



Badane cegły były porowate, przy czym przeważały podłużne szczeliny równoległe do ścian noszących ślady formowania. Powierzchnie „stare” cegieł były popękane, a kierunek spękań był przypadkowy. Nie powodowały one złupkowania materiału. Na tych ścianach obserwowano nawarstwienia barwy szarej oraz białe naloty mineralne. Na powierzchniach, na których występowały ślady formowania, znajdowały się skupienia materiału ceramicznego. Skupienia te miały tę samą barwę co cegły, ale były bardziej miękkie, nieco mażące się, drobnoziarniste. Był to materiał wiążący (spoiwo – fot. 3).

Oglądane przy jednym nikolu szlify cienkie wykonane z ceramiki są prawie jednolite w barwie, brązowe, z dużą ilością detrycznego kwarcu i ułamków, głównie kwarcytowych. Ziarna kwarcowe były rozmieszczone w szlifie kierunkowo, a mianowicie ziarna spłaszczone lub silnie wydłużone miały położenie równoległe lub zbliżone do równoległego. Tło przy skrzyżowanych nikolach wykazuje większy stopień przekryształowania. Przebadane próbki ceramiki oraz spoiwa miały podobne cechy teksturalno-strukturalne.

Scanningowa mikroskopia elektronowa

Badane próbki cegieł i spoiwa (materiału łączącego cegły) mają strukturę drobnoporowatą. Ponadto drobnokrystaliczne elementy struktury charakteryzują się

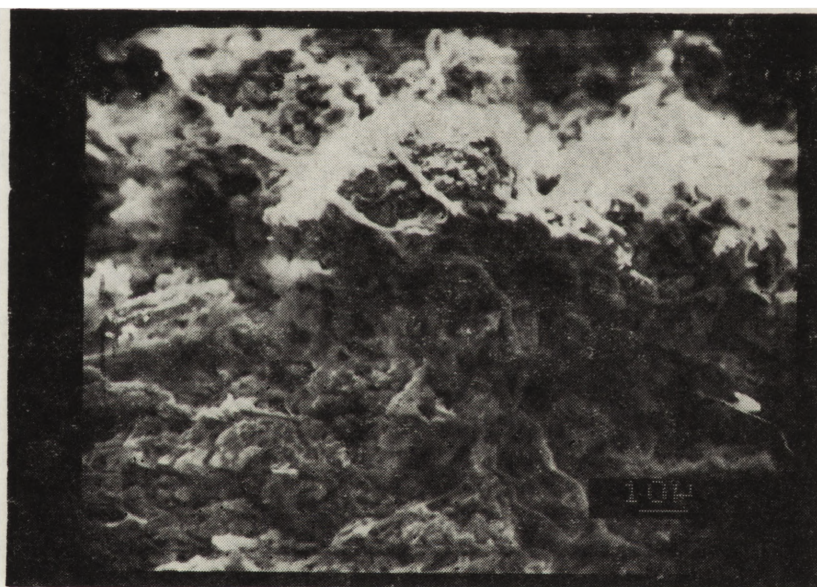
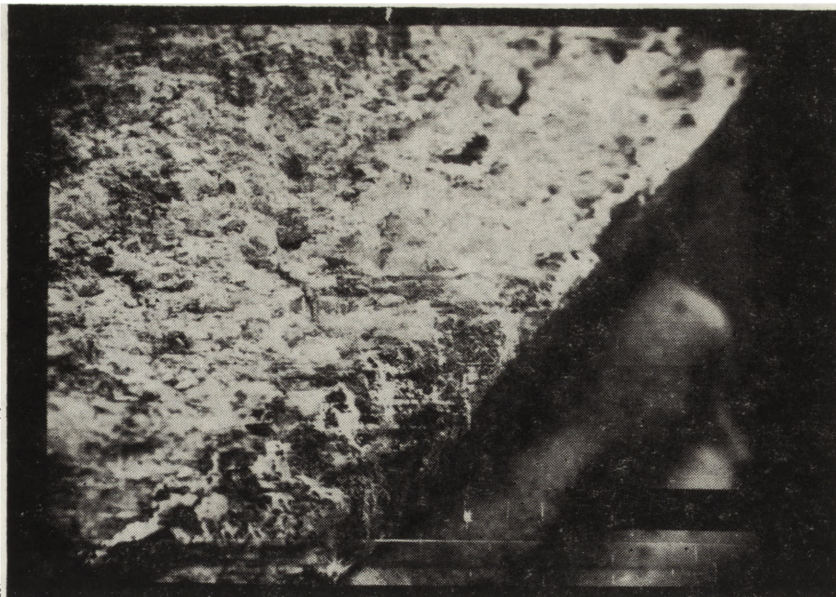


3. Przykłady powierzchni cegieł z resztkami spoiwa (fot. M. Wrzeczionkowski)

3. Examples of brick surfaces with parts of the binding agent

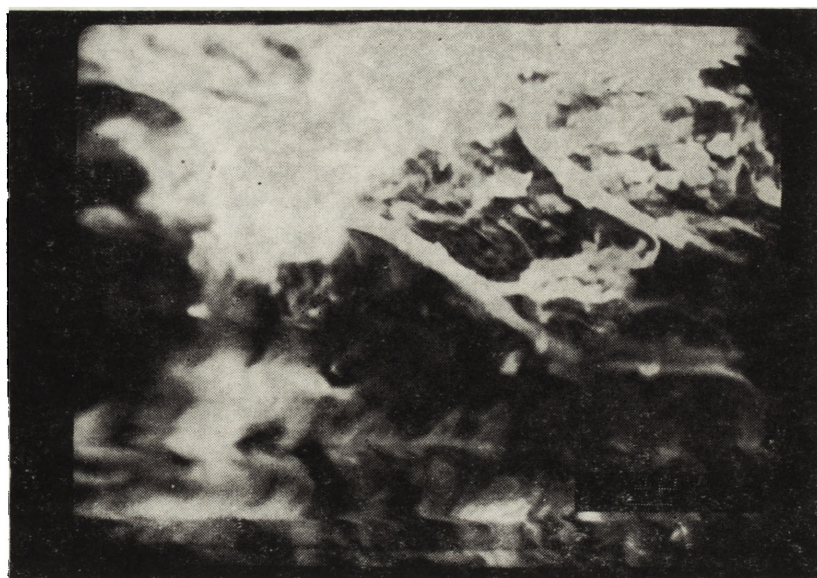
4. Mikrospeknięcia spoiwa oraz cegły (fot. J. Łukaszewicz, R. Szatkowski)

4. Micro-cracks in the binding agent and in the brick



5. Substancja anizotropowa w strukturze spoiwa (fot. J. Łukaszewicz, R. Szatkowski)

5. Anisotropic substance in the structure of the binding agent





6. Fragment struktury cegły (fot. J. Łukaszewicz, R. Szatkowski)

6. Detail of the brick's structure



7. Większe struktury krystaliczne (fot. J. Łukaszewicz, R. Szatkowski)

7. Bigger crystalline structures

8. Sposób układania cegieł
(fot. A. Wawrzeńczak)

8. Technique of laying the
bricks



małą spoiwością. Dodatkowo obserwuje się mikropęknięcia spoiwa oraz warstw powierzchniowych cegieł na granicy cegła-spoivo (fot. 4).

W próbce S (spoiwo) stwierdzono obecność substancji anizotropowej. Struktura spoiwa jest wyraźnie poprzerastana tą substancją (fot. 5). Charakter i sposób rozłożenia tej substancji sugeruje obecność grzybów, przy czym nie zidentyfikowano ich owocników.

W związku z tym należy w przyszłości przeprowadzić badania mikrobiologiczne, zmierzające do określenia źródła węgla potrzebnego do życia mikroorganizmów obecnych w spoiwie.

Generalnie struktura wewnętrzna cegieł jest jedno-

Właściwości fizyczne

Badana ceramika była bez „dźwięku”, wykazywała średnią nasiąkliwość, wynoszącą 19,51^{0/0}, średnią gęstość pozorną – 1,636 g/cm³ i o zróżnicowanej wytrzymałości na ściskanie R_{sc} – od 908 – 2463 N/cm².

Porównując wymienione wartości z odpowiednimi wartościami uzyskanymi dla ceramiki pochodzącej z jednej ze świątyń wchodzących w skład zespołu G (według Permentiera)¹² – odpowiednio $N_w=27,1^0/0$, $C_o=1,522$ g/cm³, $R_{sc}=532$ N/cm², można stwierdzić, że badana ceramika pochodząca z wieży D-5 praktycznie niewiele różni się właściwościami fizycznymi. Po-

Tabela 1. Właściwości fizyczne ceramiki

Nr próbki	Gęstość pozorną (g/cm ³) C_o	Nasiąkliwość wagowa (°/o) N_w	Porowatość względna (°/o)	Wytrzymałość na ściskanie R_{sc} (N/cm ²)
I	1,576	20,2	31,8	–
II	1,843	20,33	37,5	908 (jeden pomiar)
P	1,639	12,65	20,73	2463
W	1,488	18,0	26,8	(dwa pomiary)
	Średnia z I i II, P 1,636	19,51	32,03	nie obliczono

rodna, nie różni się od struktury spoiwa (fot. 6), przy czym struktura cegły jest bardziej zbita w porównaniu ze strukturą spoiwa. W jednej z badanych próbek stwierdzono obecność większych struktur krystalicznych (fot. 7). W badanej ceramice również można zauważyć nieliczne drobne otwory o bardzo regularnych brzegach charakterystyczne dla ceramiki wypalanej w wysokich temperaturach.

brana z materiału niewypalonego próbka W wykazuje mniejszą nasiąkliwość wagową i względną porowatość. Wyniki badań fizycznych cegieł należy traktować wskaźnikowo, ponieważ wykonane zostały na kilku zaledwie próbkach.

¹² A. Wawrzeńczak, S. Skibiński, *op. cit.*, s. 206.

Termiczna analiza różnicowa

Analizując krzywe DTA stwierdzono, że każda z badanych próbek wykazuje obecność wody słabo związanej i ulega dehydratacji w szerokim zakresie temperatur (75°–200°C). Efekt endotermiczny w tych temperaturach uwarunkowany wydzieleniem zasorbowanej wody nie jest charakterystyczny dla żadnego określonego minerału, lecz wspólny dla wszystkich substancji wysokodispersyjnych. Słaby efekt endotermiczny w temperaturze ok. 560°C wiąże się niewątpliwie z przemianą polimorficzną kwarcu identyfikowanego w badaniach mikroskopowych płytek cienkich. Ponadto na termogramie powyżej 900°C widoczne są dwa efekty egzotermiczne – pierwszy większy w temperaturze 920°C, drugi mały w temperaturach 960°–980°C.

Na rysunku 9 przedstawiono krzywe DTA wykonane dla cegły słabo wypalanej o zróżnicowanej barwie: *P* – próba pobrana z fragmentu cegły wypalanej, barwy jasnoczerwonej, *W* – pobrana z niewypalonego wnętrza tej samej cegły, barwy szarej, *S* – próba barwy jasnoczerwonej, stanowiąca spoiwo, którą pobrano z powierzchni tej samej cegły. Krzywa DTA wykonana dla próbki *P* wykazuje (charakterystyczne także dla DTA próbek z innych badanych cegieł) następujące efekty:

- szeroki efekt endotermiczny posiadający minimum w temperaturze 145°C,
- efekt egzotermiczny z maksimum w temp. 900°C,
- mały efekt egzotermiczny z maksimum w temp. 950°C.

Na krzywej termicznej próbki *W* obserwujemy następujące efekty:

- szeroki efekt endotermiczny z minimum w temperaturze ok. 110°C,
- mały, rozmyty efekt egzotermiczny z maksimum w temperaturze. 390°C,

– duży, symetryczny efekt endotermiczny z maksimum w temp. 540°C,

– efekt egzotermiczny z maksimum w temp. 910°C,

– mały egzotermiczny w temp. 960°C.

Natomiast na krzywej DTA próbki *S* identyfikujemy:

– szeroki efekt endotermiczny z minimum w temp. 120°C,

– bardzo szeroki efekt egzotermiczny z niewielkimi maksimumami w temperaturze 300°C i 460°C.

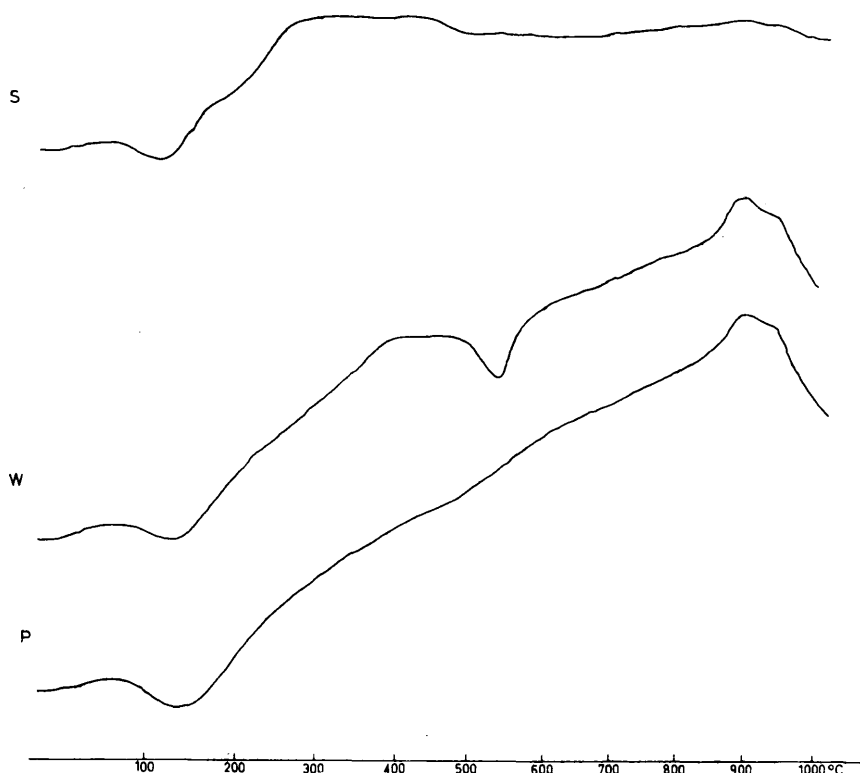
– mały efekt egzotermiczny z maksimum w temp. 918°C,

– mały efekt egzotermiczny w temp. 960°C.

Cechami zbieżnymi tych termogramów są obserwowane efekty endotermiczne w temp. ok. 110°–145°C oraz egzotermiczne powyżej temp. 900°C.

Charakterystycznym efektem na krzywej DTA próbki *W* jest symetryczny efekt endotermiczny z maksimum w temp. ok. 540°C wiążący się z usunięciem grup OH, a dla próbki *S* szeroki efekt egzotermiczny z maksimum w temp. 300°C. Ten ostatni efekt wiąże się prawdopodobnie z rozkładem termicznym substancji organicznej, np. z rozkładem mikroorganizmów lub ich owocników obserwowanych pod mikroskopem scanningowym.

Natomiast nie obserwujemy na krzywych DTA efektów termicznych charakterystycznych dla minerałów nieilowych – getytu i gipsytu, które można wykryć tą metodą nawet wtedy, gdy występują w niewielkich ilościach. Getyt bowiem powoduje efekt endotermiczny w temp. 340°C. Ponadto otrzymane krzywe DTA różnią się zasadniczo (według N.I. Gorbunowa) od krzywych wykonanych dla gleb laterytowych, np. pochodzących z Indii¹³.



9. DTA próbek z powierzchni (*P*) i wnętrza (*W*) cegły oraz spoiwa (*S*)

9. DTA of samples from the surface (*P*) and the inside (*W*) of the brick as well as of the binding agent (*S*)

¹³ N. J. Gorbunow, *Glebowe minerały wysokodispersyjne i metody ich badania*. Warszawa 1967, s. 270.

Zanik efektu termicznego w temp. ok. 540°C na termogramach próbek P i S w porównaniu z DTA próbki W – wytłumaczyć można jedynie tym, że materiały te poddano wcześniej działaniu cieplnemu, o temperaturze wyższej niż 540°C.

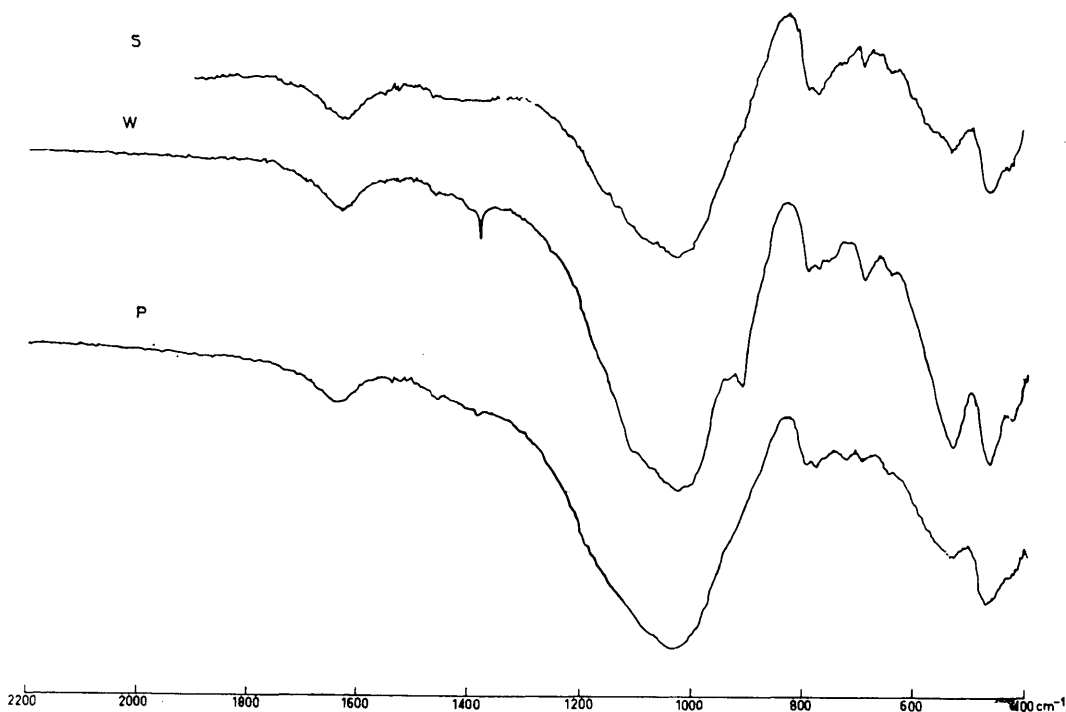
Spektrometria absorpcyjna w podczerwieni

Wyniki analizy IR upoważniają do stwierdzenia, że badany niewypalony materiał ceramiczny i spoiwo wykazuje zróżnicowanie widm adsorpcyjnych w zakresie 400–4000 cm⁻¹. Świadczy to o różnicach w składzie fazowym ceramiki. Natomiast widma IR ceramiki wypalanej i spoiwa są podobne (ilustr. 10). W związku

z powyższym wszystkie badane próbki ogrzano stopniowo do temperatury od 1000°C za pomocą Q-derwatografu. Charakter poszczególnych widm upodobił się. Na wszystkich badanych próbkach w zakresie 2200–400 cm⁻¹ identyfikowano następujące najważniejsze pasma – 1630 (małe), 1170 (przebieg), 1070 (duże), 798, 780, 680 (małe), 600 (małe), 570 (małe) oraz 460 cm⁻¹ (ilustr. 11). W próbkach S i W obserwowano zanik pasm: 3690, 3620, 3440 cm⁻¹ oraz 912, 690, 520 cm⁻¹ oraz zmniejszenie się pasm przy 1630 cm⁻¹. Pasma 3690, 1620 cm, 3440 cm⁻¹ (ilustr. 12) są charakterystyczne dla drgań rozciągających ugrupowań OH występujących w minerałach w postaci grup hydroksylowych lub drobin wody, lub jonu hydronowego H₃O⁺. Pasma 912 i 690 cm⁻¹ można przypisywać ugrupowaniu Al–O–H, a pasmo 535 cm⁻¹ ukła-

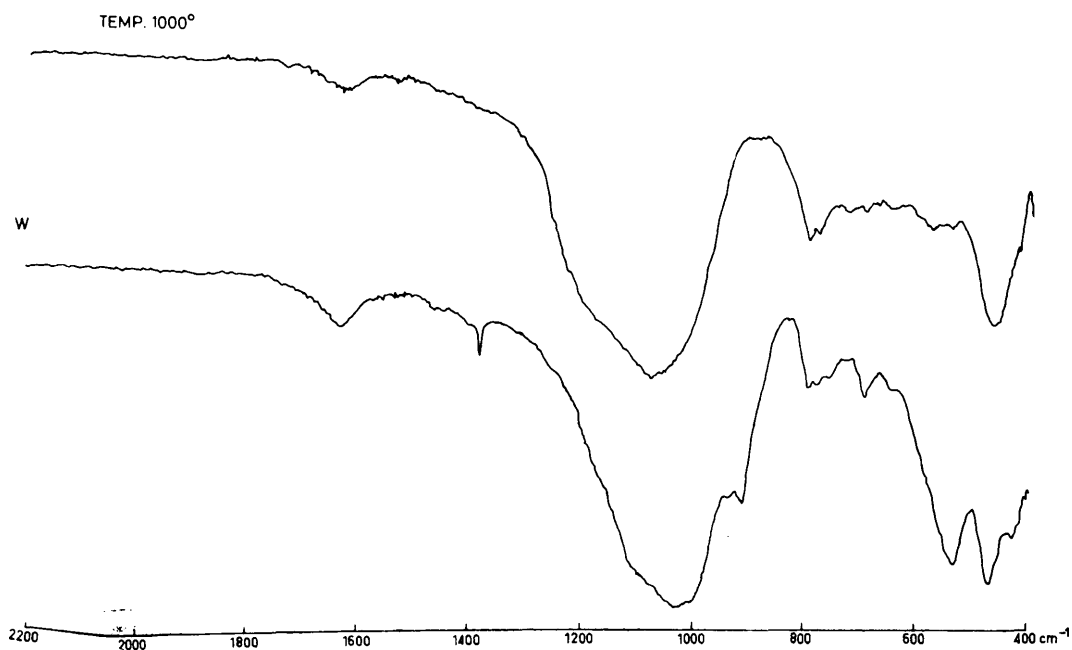
10. Spektogramy w IR próbek z powierzchni (P) i wnętrza (W) cegły oraz spoiwa (S)

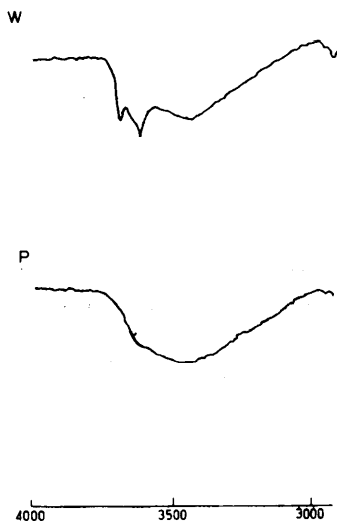
10. IR spectrograms of the samples from the surface (P), inside of the brick (W) and of the binding agent (S)



11. Widma w IR próbki z wnętrza (W) cegły

11. Spectra in IR of the sample from the brick inside (W)





12. Fragment widma IR próbek z powierzchni (P) oraz wnętrza (W) cegły

12. Detail of IR spectrum of samples from the surface (P) and the inside (W) of the brick

dowi Si-O-Al^{VI}. Natomiast występowanie pasma przy 1600 cm⁻¹ świadczy o obecności wody zaadsorbowanej.

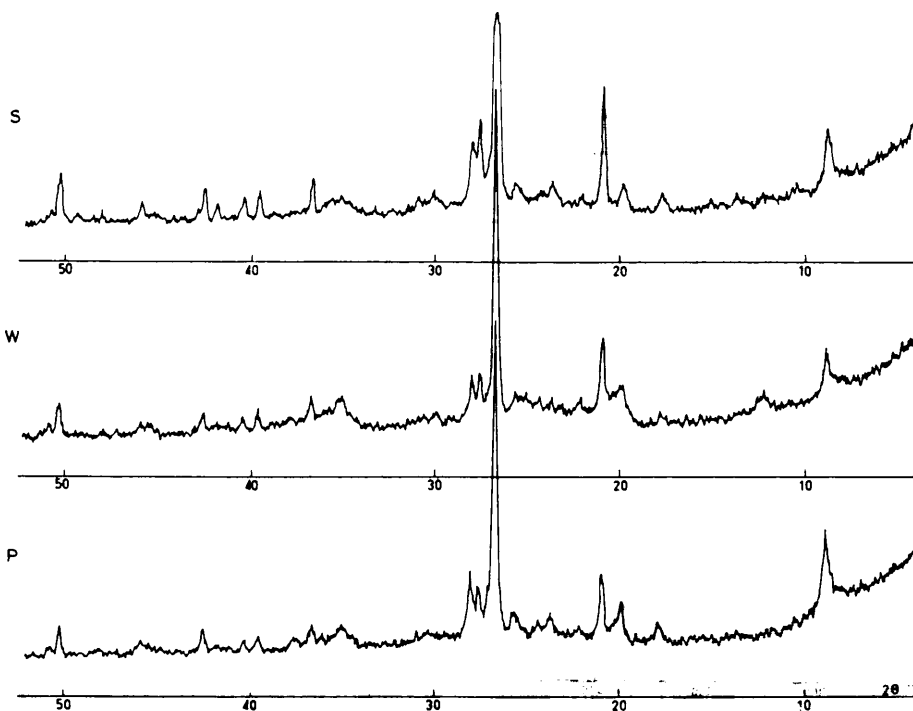
Wypływa z tego wniosek, że ceramika była poddana działaniu termicznemu, przy czym temperatury jej wypalania były różne. Stwierdzony po ogrzaniu próbek do 1000°C podobny skład fazowy ceramiki i spoiwa może sugerować, że surowiec użyty do wykonania zarówno badanej ceramiki, jak i spoiwa, pochodził z tego samego złoża. Rysunek 10 prezentuje widma IR wykonane dla próbek P, W i S. Na widmach próbek P i S brak jest drgań przy długości 916 cm⁻¹. Natomiast intensywność tego pasma w widmie IR próbki S ulega znacznemu zmniejszeniu w porównaniu z próbką W. Na widmie próbki W identyfikujemy intensywne pasmo przy 535 cm⁻¹, które zanika po ogrzaniu próbki do 1000°C, a widmo upodabnia się do widma próbki P.

Tak więc użyty do budowy wież Czamów zarówno materiał ceramiczny, jak i spoiwo, poddawano działaniu termicznemu o temperaturze niższej jak 1000°C.

Analiza rentgenostrukturalna

Rysunek 13 przedstawia dyfraktogramy rentgenowskie próbek W, P i S, które są charakterystyczne również dla innych badanych prób. We wszystkich próbach wykryto dużą ilość β - kwarcu. Należy stwierdzić, że niektóre refleksy dla β - kwarcu pokrywają się z refleksami innych minerałów, co powoduje, że diagnoza rentgenowska jest w tych wypadkach utrudniona.

Cechą charakterystyczną (rys. 13) rentgenogramów są refleksy przy ok. 10 Å° indentyfikowane dla próbki P (9,99 Å°) oraz S (9,94 Å°). Linia ta jest szczególnie charakterystyczna dla haloizytu oraz dla grupy hydromik i mik. Intensywność tej linii jest różna dla poszczególnych próbek - największa dla próbki P, najmniejsza dla próbki W. Ponadto na dyfraktogramie próbki W obserwuje się słabą szeroką linię 7,16 Å° charakterystyczną dla kaolinitu. Ponieważ inne refleksy tej fazy krystalicznej są trudne do stwierdzenia, dlatego też pewną informację dostarczyć może porównanie z dyfraktogramem próbki P, na którym brak tego refleksu. Refleks ten dla kaolinitu zanika przy ogrzewaniu próbki przez 3-4 godziny w temp. 550°C. Fakt ten może świadczyć o tym, że prawdopodobnie w badanym materiale znajduje się niewielka domieszka tego minerału. Natomiast linia 10Å° przy ogrzewaniu hydromik i mik przez 3-4 godziny w temp. 550°C swojego położenia nie zmienia. Analizując dalsze refleksy stwierdzić można, że fazą ilościowo największą po β - kwarcu obecną w materiale ceramicznym jest illit (linie 10 Å°, 4,47 Å°, 2,56 Å°, 3,35 Å° - ta ostatnia linia również jest charakterystyczna dla β - kwarcu). Ponieważ brak indentyfikacji w próbkach fazy mulitu oraz spinelu żelazistego lub magnezowego (fazy



13. Dyfragramy próbek z powierzchni (P) i wnętrza (W) cegły oraz spoiwa (S)

13. Diffragrams of samples taken from the surface (P) and inside of the brick (W) as well as of the binding agent (S)

tworzące się w wyższych temperaturach), stąd też można wyprowadzić wniosek, że temperatura wypalania cegieł była znacznie niższa niż 1000°C.

Podsumowanie wyników badań

Przeprowadzone kompleksowe badania materiału ceramicznego pochodzącego z świątyni wieżowej z okolic Mi Son pozwoliły na pełną charakterystykę tego materiału, określenie surowca użytego do produkcji cegieł i spoiwa je łączącego, jak i zdefiniowanie niektórych parametrów procesu wypalania oraz poznanie składu i struktury cegieł i spoiwa.

Badania makroskopowe i mikroskopowe próbek wykazały, że ceramika jest niejednorodna, różni się barwą (od barwy szarej, szaroczerwonej do ceglano-czerwonej) oraz twardością. Na powierzchniach podstaw cegieł stwierdzono podłużne bruzdy będące śladami formowania ich kształtu. Na bocznych powierzchniach występowały różnie zorientowane szczeliny, rozwinięte w formy, a przypominające dendryty. Szczeliny te powstawały prawdopodobnie na skutek mechaniczno-organogenicznej działalności roślin, a pogłębione działaniem wody opadowej. Pory obserwowane na ścianach świeżych przelamów były ułożone równoległe do kierunku podstawy cegły, co świadczyć może o ubijaniu masy ceramicznej w trakcie formowania jej kształtu.

Mikroskopowe badania porównawcze preparatów mikroskopowych próbek cegieł pozwalają na stwierdzenie, że badany materiał wykazuje daleko idące analogie budowy strukturalnej i litologicznej. Świadczy to o użyciu do wyrobu cegieł tego samego surowca. Jednakże w obrębie poszczególnych szlifów cienkich ceramiki obserwuje się zróżnicowanie składu litologicznego. Obecny w nich kwarc nie jest równomiernie rozłożony w całej masie ceramicznej i w pewnych partiach próby jest bogaciej reprezentowany. Zakładając, że cały kwarc jest pochodzenia detrycznego, a nie wtórny, to nierównomierność jego rozłożenia można wytłumaczyć albo słabym wymieszanym surowca, lub wtórną koncentracją na skutek sedymentacji w płynnej masie ceramicznej. Za drugim wariantem przemawia fakt występowania zorientowanego ułożenia spłaszczonego czy wydłużonego ziarn kwarcowych pozorujących obecność tekstur potokowych czy smużystych występujących wzdłuż podstaw cegieł. Struktura wewnętrzna cegieł, obserwowana mikroskopem scanningowym, jest jednorodna i nie różni się od struktury spoiwa, przy czym struktura cegły jest bardziej zbita w porównaniu ze strukturą spoiwa. Stwierdzona w spoiwie substancja anizotropowa sugeruje obecność grzybów. Fakt ten może być potwierdzony jedynie drogą badań mikrobiologicznych.

Analiza wyników badań niektórych właściwości fizycznych ceramiki prowadzi do stwierdzenia, że właściwości te są dla poszczególnych cegieł zróżnicowane, a mianowicie gęstość pozorna zawiera się w granicach 1,488–1,843 g/cm³, nasiąkliwość wagowa – 12,65–20,33%, a porowatość względna od 20,7–37,5%. Zróżnicowanie właściwości fizycznych poszczególnych cegieł można przede wszystkim wytłumaczyć niedoskonałością ich produkcji, a mianowicie różnym stopniem ręcznego ubicia w formie masy ceramicznej oraz różną ilością wody zarobowej masy ceglarskiej, jak również różnym stopniem ich wypału.

Wyniki badań próbek cegieł uzyskane metodą termicz-

nej analizy różnicowej upoważniają do stwierdzenia, że większość cegieł poddano działaniu termicznemu o temperaturze wyższej niż 540°C, przy czym obserwuje się zróżnicowanie stopnia ich wypału. Termogramy wykonane dla próbek cegieł wypalonych oraz spoiwa wykazują daleko idące podobieństwo efektów termicznych w zakresie temperatur 20–300°C i 460–1000°C. Różnią się one jedynie efektem egzotermicznym w zakresie 300–460°C obserwowanym na termogramie spoiwa, a identyfikowanym jako rozkład substancji organicznej (np. rozkład mikroorganizmów, roślinności itp).

Wyniki analizy IR potwierdzają dokonane obserwacje mikroskopowe oraz wnioski uzyskane na podstawie badań metodą termicznej analizy różnicowej co do zróżnicowania stopnia wypału poszczególnych cegieł. Badania te pozwalają na stwierdzenie, że temperatura wypału ceramiki była niższa od 1000°C, a ponadto podobny skład fazowy próbek ceramiki po ogrzaniu do 1000°C sugeruje, że surowiec użyty do wykonania zarówno ceramiki, jak i spoiwa, pochodził z tego samego złoża. Na podkreślenie zasługuje fakt, że spoiwo wykazuje podobieństwo składu fazowego do ceramiki poddanej działaniu termicznemu o temperaturze wyższej niż 540°C.

Badania rentgenostrukturalne udowadniają podobieństwo składu fazowego ceramiki oraz spoiwa. Obok β – kwarcu wykryto obecność znacznej ilości minerału ilastego – illitu. Należy przypuszczać, że surowcem zastosowanym do produkcji cegieł oraz do ich łączenia była glina illitowa lub il illitowy. Jak już wspomniano,¹⁴ w świetle współczesnych poglądów na genezę minerałów ilastych – illity stanowią ogniwo pośrednie między mikami a minerałami o pakietach mieszanych. Nie ma ostrej granicy między mikami oraz illitami a minerałami o pakietach mieszanych. Są to minerały typowe dla osadów morskich, powstają również w środowisku zasobnym w potas lub ośrodkach o małej wilgotności i słabej infiltracji przez wody gruntowe. Ponieważ obszary, gdzie występują budowle Czamów, pokryte są laterytami tropikalnymi, należy przypuszczać, że ilły illitowe użyte jako surowiec do produkcji ceramiki powstawały jako osady morskie przed wypiętrzeniem się w erze mezozoicznej gór Trung-Son, a ich pokłady zostały zlokalizowane przez budowniczych wież Czamów. Powyższą hipotezę należy zweryfikować przeprowadzając terenowe badania geologiczne.

Wyniki badań spoiwa potwierdzają podobieństwo składu fazowego i struktury z ceramiką. Pozwalają na stwierdzenie, że il illitowy użyty do wykonania spoiwa był również poddany działaniu termicznemu o temperaturze wyższej niż 540°C. Można jedynie na obecnym etapie badań laboratoryjnych postawić następującą hipotezę: spoiwo przygotowano w oparciu o zmieszanie uprzednio częściowo wypaloną ceramikę lub dokonywano prażenia ilu bezpośrednio przed wykonaniem połączenia albo łączono wypalone cegły rozczynem ilu w większe bloki, które następnie wypalono, a potem transportowano na miejsce budowy. Nie wyklucza się również wypalania wieży po wybudowaniu w całości w celu nadania wnętrzu charakteru mrocznego i tajemniczego, w wyniku osadzenia się sa-

¹⁴ A. Wawrzeniński, S. Skibiński, *op. cit.*, s. 207.

dzy na powierzchni ścian sanktuarium, co również wpływać mogło na jakość spoin.

Wnioski

Na podstawie przedstawionych wyników badań laboratoryjnych można stwierdzić¹⁵, że:

a) surowcem do przygotowania masy ceramicznej oraz spoiwa cegieł był il illitowy;

b) proces wypalania cegieł przeprowadzono w temperaturze wyższej niż 540°C, ale niższej niż 1000°C;

¹⁵ Autor gorąco dziękuje prof. dr. hab. W. Domasłowskiemu za konsultacje udzielone podczas badań.

¹⁶ Praca finansowana była przez Zarząd PP PKZ, a wyniki zostały przekazane misji polsko-wietnamskiej.

c) łączenie cegieł przeprowadzono w oparciu o il illitowy poddany termicznemu działaniu, o temperaturze wyższej niż 540°C.

Badania poznawcze technologii budowlanej wież Czamów należy uzupełnić o badania terenowe oraz badania geologiczne, które zmierzałyby do zlokalizowania złóż ilów illitowych. Ponadto należy przeprowadzić badania porównawcze obiektów w Wietnamie z podobnymi obiektami ceramicznymi, np. w Indiach.

Przeprowadzone badania właściwości fizycznych ceramiki należy traktować wskaźnikowo, a ich rozwinięcie stworzy podstawy do opracowania technologii uzupełnienia i łączenia cegieł Wież Czamów dla potrzeb konserwatorskich¹⁶.

dr Sławomir Skibiński
Instytut Zabytkoznawstwa i Konserwatorstwa
UMK w Toruniu

STUDIES ON THE TECHNOLOGY OF BUILDING THE CHAMS' TEMPLES

The work presents results of the studies on ceramic material used to build a D-5 tower (after Permentier), which have been undertaken in order to define the raw-material applied to make bricks, to determine a phase composition of ceramic elements and employed adhesives combining them, certain parameters of the process of baking as well as to determine a technique of preparing binding agents and joint making. Some physical properties of bricks have also been specified. The studies were made by means of the following research methods: optical microscopy, scanning microscopy, X-ray diffraction, thermic differential analysis and absorption spectrophotometry in IR.

On the basis of the results presented it has been found out that the basic raw-material used to prepare ceramic mass and binding agents was illite clay. The process of brick baking was done at temperature higher than 540°C

but lower than 1000°C. The bricks' joining was based on illite clay treated thermically at temp. over 540°C. The following hypotheses have been put forward with regard to making the binding agents: the binding agent was prepared on the basis of ground, previously partially burnt ceramic. Another technique was roasting the loam direct prior to binding, or baked bricks were combined with loam solution into bigger blocks to be later kilned. It is not unlikely that the tower was kilned already after its construction in order to give the interior a character of dimness and mysteriousness for worshippers and at the same time to improve technical properties of joints. Studies on Constructional technologies employed in building the Chams' towers should be completed with field and geological studies at positioning deposits of illite loams. In addition to this, it is necessary to carry out comparative studies on similar ceramic structures in Viet-Nam and e.g. in India.

MAREK KONOPKA

ZMIANY W USTAWIE – POTRZEBY I MOŻLIWOŚCI

Nowelizacja ustawy „O ochronie dóbr kultury i o muzeach” z 15 lutego 1962 r. jest co najmniej od 6 lat głównym tematem dyskusji środowiskowych. Dlatego niezwykle pożyteczne wydaje się ożywienie publicystyki w ostatnich dwóch rocznikach „Ochrony Zabytków”, podejmującej sprawy związane z organizacją służby konserwatorskiej i przepisami prawnymi¹. Zahamowanie prac nad kolejnym projektem nowelizacji powoduje, że wraca się do problemów, w których wydawało

się, że osiągnięto *iunctim*². Ukazanie się pewnych koncepcji drukiem stwarza okazję do polemiki i – co jest ogromnie ważne – przedstawienia postulatów, które mogłyby stać się fundamentem nowej wersji ustawy o ochronie zabytków. Wprawdzie owocem dotychczasowych dyskusji były również kolejne wersje nowelizacji

¹ Chodzi o artykuły zamieszczone w „Ochronie Zabytków” z 1985 nr 3–4 i 1986 nr 1–3: P. Dobosza, M. Kowalskiego, M. Kurzątkowskiego, A. Misiorowskiego, J. Pruszyńskiego, M. Witwickiego i T. Zieniewicza.

² Dokumentem wyrażającym opinię środowiska konserwatorskiego na temat nowelizacji jest wystąpienie Oddziału Warszawskiego SKZ pt. *Uwagi i propozycje do wstępnego projektu nowelizacji ustawy o ochronie dóbr kultury i o muzeach z dn. 15 lutego 1962 r. z lutego 1983 r.* (niepublikowane) rozpowszechnione wśród członków SKZ. Wiele zawartych w nim ustaleń weszło do ówczesnego projektu nowelizacji przygotowanego w Zarządzie Muzeów i Ochrony Zabytków (por. niżej).