

Andrzej Misiorowski, Stanisław Siarkiewicz

Problemy konstrukcyjno-konserwatorskie w kompleksie "Emir Kurkumas" w Kairze

Ochrona Zabytków 27/2 (105), 103-115

1974

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.

PROBLEMY KONSTRUKCYJNO-KONSERWATORSKIE W KOMPLEKSIE „EMIR KURKUMAS” W KAIRZE

Polsko-Egipski Zespół Konserwacji Zabytków Islamu w Kairze, który powstał w 1972 r., prowadzi prace badawcze i projektowe, dotyczące konserwacji kompleksu „Emir Kurkumas” na Nekropoli Kalifów¹. Po sporządzeniu inwentaryzacji oraz zgromadzeniu materiałów historycznych i archiwalnych przystąpiono do badań terenowych, zarówno architektonicznych, jak i technicznych. Ponieważ program działania Zespołu zakłada sporządzenie projektu konstrukcyjno-konserwatorskiego, a następnie kierowanie pracami z tego zakresu, wielką wagę przywiązuje się do problemów technicznych oraz do ustalenia najbardziej prawidłowych metod budowlanych.

Pomimo wstępnie stwierdzonego względnie dobrego stanu zachowania budowli, już w czasie pierwszych oględzin stało się jasne, że konieczne będzie wykonanie licznych prac konstrukcyjno-budowlanych w celu powstrzymania postępującego procesu niszczenia oraz przywrócenia budowli należytego stanu technicznego. Założeniem tych prac jest stworzenie odpowiednich warunków dla działań restauratorsko-adaptacyjnych, które umożliwią użytkowanie budowli, co — jak wiadomo — jest najlepszą metodą trwałej konserwacji zabytku.

Kompleks „Emir Kurkumas” poddany był pewnym zabiegom konserwatorskim w latach 1916—1918 (naprawy murów i minaretu) i 1941—1943 (naprawy stropów i loggii) według dokumentacji będącej w posiadaniu Departamentu Starożytności². Przeprowadzone w końcu września 1972 r. oględziny pozwoliły jednak stwierdzić, że wykonane wówczas prace nie wpłynęły w większym stopniu na stan techniczny i konstrukcyjny budowli. W tej sytuacji, przewidując kompleksową restaurację konserwatorską, przystąpiono (zgodnie z wcześniej wymienionym programem) do opracowania projektu, dzieląc cały zakres prac projektowych na dwie fazy:

a) prace przygotowawcze — mające na celu szczegółowe rozeznanie konstrukcyjne, ustalenie danych wyjściowych do projektu, przede

wszystkim danych wytrzymałościowych i parametrów technicznych materiałów budowlanych, zarówno użytych historycznie, jak i przewidzianych do zastosowania;

b) właściwy projekt prac konstrukcyjno-konserwatorskich — który w pierwszym etapie ograniczył się do zagadnień koncepcyjnych, pozostawiając rozwiązania szczegółowe do czasu prowadzenia robót, oraz określił program zabiegów konstrukcyjno-budowlanych, koniecznych do przeprowadzenia w poszczególnych częściach kompleksu, uzasadniając je obliczeniami statycznymi.

Taki podział pracy wynika m.in. z obowiązujących w Egipcie przepisów; do prowadzenia robót konieczne jest jedynie posiadanie projektu koncepcyjnego z podstawowymi rozwiązaniami technicznymi, natomiast wszelkie szczegóły, dotyczące zarówno wystroju, jak i konstrukcji, mogą, a nawet powinny, być określane w miarę postępu prac na budowie.

Ponieważ kompleks „Emir Kurkumas” składa się z kilku członów, różniących się znacznie układem konstrukcyjnym, już prace przygotowawcze biegły różnymi torami. Podobnie badanie szczegółowe całego założenia zostało podzielone na części, a podział ten wynikał ze wspomnianych różnic.

Mauzoleum — zbudowane jest na planie kwadratu, przykryte kopułą o średnicy około 10,50 m, opierającą się na niewysokim tamburze z okienkami, a niżej na wysklepionych — będących trójkątami sferycznymi — pendentywach, zbudowanych z wielu kształtek o charakterystycznym, stalaktytowym kształcie. Poniżej kopuły mury mauzoleum są grube (do 2,30 m)

¹ Por. A. Misiorowski, *Zespół zabytkowy „Emir Kurkumas” na Nekropoli Kalifów w Kairze*, „Ochrona Zabytków”, XXVII (1974), nr 1.

² Raporty arch. M. Patricolo z lat 1916—1918, opublikowane w „Annales de la Comité pour l'Art Arabe”, Kair 1956 oraz datowane zdjęcia fotograficzne z różnych okresów.



1. Kair, „Emir Kurkumas”; widok ogólny od strony południowo-wschodniej (fot. A. Misiorowski, 1972)

1. Cairo, architectural complex of „Ameer Qurqumas”: general view from the south-east

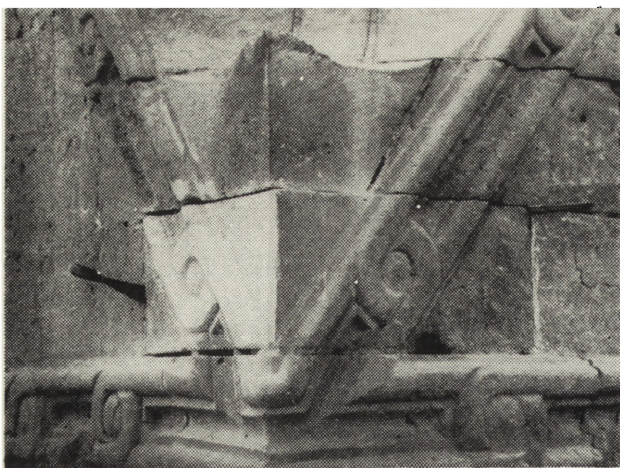
i wykonane, podobnie jak cała budowla, z wapienia na zaprawie murarskiej. Od strony północnej i zachodniej usytuowane są nieduże dziedzińce — tarasy, ze śladami dawnego nakrycia płaskimi stropami. Jak stwierdzono w kilku miejscach, gdzie lico muru uległo wcześniejszej destrukcji, partie licowe ścian i słupów wykonane są z regularnych ciosów kamiennych, układanych na zaprawie wapiennej. Wszystkie ciosy są jednakowej wysokości (ok. 35 cm), zaś ich głębokość jest różna (20—35 cm). Ciosy użyte do budowy mają powierzchnie licowe prostokątne, obrobione dokładnie i precyzyjnie, natomiast pozostałe ich powierzchnie, niewidoczne dla oglądającego, są obrobione „na dziko” i nieregularne. Przy większych wymiarach lica (długości wahają się od 25 do 70 cm) cios taki robi wrażenie płyty postawionej na rąb. W narożach słupów i ścian oraz przy otworach kamienie są bardziej regularne (dwie powierzchnie widoczne) i grubsze.

Środek muru, tzw. „fola”, wypełniony jest kamieniami mniejszymi i tłućciem (robi to wrażenie odpadów z obróbki) na spoiwie wapiennym. System ten znany jest powszechnie jako „opus emplectum”. Analizując makroskopowo użytą do foli zaprawę, napotkano niewielkie grudki zaprawy gipsowej.

Kopuła mauzoleum, jednopowłokowa, wzniesiona jest z bardzo precyzyjnie obrobionych ze wszystkich stron ciosów, tak że powierzchnie — wewnętrzna i zewnętrzna — są idealnie dopasowane i ozdobione ornamentem rzeźbiarskim — geometrycznym i epigraficznym. Spoiny kopuły są bardzo cienkie (4—6 mm) i starannie wypełnione zaprawą, która uległa niemal krystalizacji. Zarówno kopuła, jak i elementy, które ją podtrzymują, robią wrażenie, że wszystkie użyte ciosy były uprzednio starannie zaprojektowane i wręcz „prefabrykowane”, aby w trakcie budowy ograniczyć się do montażu według ustalonego układu.



2. Kair „Emir Kurkumas”; kopuła, tambur i nakrywy pendentywów nad mauzoleum (fot. A. Misorowski, 1972)
2. Cairo, architectural complex of “Ameer Qurqumas”: the dome, the drum and the covers of pendentives above the mausoleum

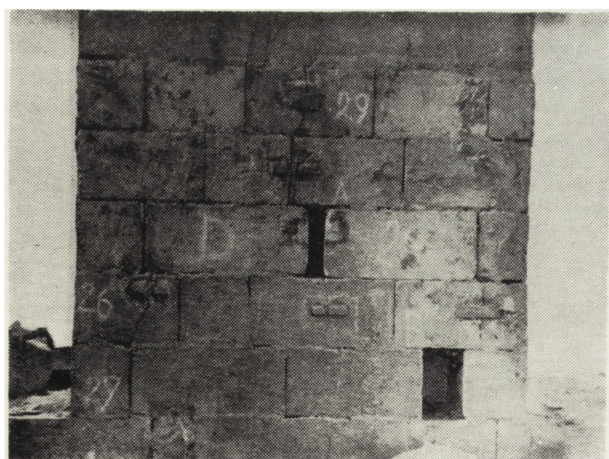


3. Kair, „Emir Kurkumas”; narożnik nakrywy pendentywu (fot. A. Misiowski, 1972)

3. Cairo, architectural complex of “Ameer Qurqumas”: a quoin of the pendentive cover

Zaprawa użyta w całym kompleksie ma dziś bardzo niejednorodny stopień zwiętrzenia: począwszy od zaprawy niemal skryształizowanej aż do prawie całkiem zwiętrzałej, wręcz sproszkowanej.

Poszczególne partie murów noszą ślady drobnych napraw wspomnianych na wstępie. Miejsca poreperowane na ogół nie wykazują spękań ani korozji powierzchni. Makroskopowe badanie zapraw użytych przy reperacjach pozwala stwierdzić, że w obu udokumentowanych okresach prac stosowano zaprawę z dodatkiem cementu portlandzkiego bądź wręcz cementowe.



4. Kair, „Emir Kurkumas”; filar w mauzoleum — część przy podstawie. Widoczne: spękania, ubytki ciosów i plomby kontrolne (fot. A. Misiowski, 1973)

4. Cairo, architectural complex of “Ameer Qurqumas”: a pier in mausoleum, fragment close to the base; visible are the crackings, the losses in stone material and the control cement “cakes”

Nie zaobserwowano nigdzie odspojień ani wykruszania zaprawy.

Zarówno kopuła, jak i pendentywy nie wykazują spękań, świadczących o zakłóceniu układu statycznego czy destrukcji wewnętrznej. Występują natomiast niewielkie spękania filarów międzyotworowych i narożnych u podstawy mauzoleum, w miejscach, gdzie naprężenia w murze są największe.

Na różnych poziomach mury mają ubytki przy krawędziach, otworach, gzymsach itp.; ubytki te nie stanowią istotnego zagrożenia, ale wymagają naprawy. Szczególnie partie murów przy gzymsach, łącznie z tymi ostatnimi, mają zaprawę bardzo zwiętrzałą i wykruszoną. W podobnym stanie są niektóre łęki nadotworowe. Nadproża płaskie³ mają niejednokrotnie pozostawione szalunki z desek lub okrągłaków drewnianych. Użyte do nich drewno jest bardzo niejednorodne. Napotyka się deski cedrowe, bale palmowe lub okrągłaki z nie rozpoznanego gatunku drewna. Drewno to występuje zawsze za nadprożem z ząbębających się płyt kamiennych, stanowiących element bardziej dekoracyjny niż konstrukcyjny. Elementem konstrukcyjnym w otworach zawsze jest łęk kamienny, mający formę sklepienia kolebkowego lub nawet ostrołucznego, a wspomniane szalowanie podtrzymuje wypełnienie gruzem i zaprawą przestrzeni pod tym sklepieniem. W większości nadproży elementy drewniane są spróchniałe, a zaprawa — zwiętrzała i wykruszona. Mury dziedzińca północnego w formie arkad są w dobrym stanie. Ułożone na nich dwie belki drewniane, z nie rozpoznanego na razie gatunku drewna, są silnie ugięte i wyraźnie nadpróchniałe na podporach.

M e c z e t — graniczy z jednej strony z mauzoleum, a z drugiej ze skrzydłem „chanki” (quasi klasztoru). W części wejściowej jest budynkiem dwukondygnacyjnym, natomiast część modlitewna ma wysokość przechodzącą przez cały obiekt. Część ta składa się z centralnego, otwartego dziedzińca oraz nakrytych drewnianymi stropami „liwanów”. Liwany oddzielone są od dziedzińca potężnymi znacznej wysokości ostrymi łukami z kamienia. Pomieszczenia w dwukondygnacyjnej części wejściowej nakryte są stropami drewnianymi, bogato dekorowanymi i polichromowanymi. W jednym z pomieszczeń piętra zachowały się po stropie tylko gniazda w murach oraz szczątki belek. Mury meczetu są w zasadzie w dobrym stanie i tylko w kilku miejscach wystąpiło rozspojenie ciosów i nieliczne pęknięcia. W przedsionku i korytarzu zauważono przy podłodze znaczną koro-

³ Por. A. Misiowski, *Konstrukcja otworów okiennych i drzwiowych w zespole Emira Kurkumasa (Emira Wielkiego) na Nekropolii Północnej w Kairze*, „Ochrona Zabytków”, XXVI (1973), nr 2, ss. 122—126.

zję kilku ciosów, gdzie kamień wręcz uległ sproszkowaniu na głębokość około 7 cm.

Szczególną uwagę poświęcono stropom drewnianym. Strop nad liwanem południowym, o rozpiętości ponad 6 m, wykonany został w ramach prac konserwatorskich w 1943 r. Opiera on się na dwóch podciągach stalowych (I NP 36), obudowanych skrzynką drewnianą. Strop ten nie posiada wartości zabytkowej, ale ma pełną wartość konstrukcyjną. Pozostałe stropy, o rozstawie belek około 50 cm, są w znacznym stopniu spróchniałe i nadwątlone. Szczególnie na podporach i przy murach widoczne są ubytki substancji i zmieniony kolor drewna, świadczący o posuniętej destrukcji. W najlepszym stanie są stropy o małej rozpiętości nad korytarzem i liwanami wschodnim i zachodnim, ale żaden strop drewniany nie może pełnić funkcji konstrukcyjnej.

Schody, prowadzące na dach meczetu, mają zbyt małe oparcie na ścianach i niedostateczną wytrzymałość. Podobnej konstrukcji schody występują niemal we wszystkich budowlach mameluckich i pełnią dobrze swą funkcję, równocześnie stanowią jednak pierwszy element ulegający zawaleniu przy jakiegokolwiek destrukcji budynku. Nadproża nad otworami są zniszczone w stopniu zbliżonym do uszkodzeń tych elementów w mauzoleum.

Minaret — jest w dobrym stanie. Bogata dekoracja, podobnie jak to miało miejsce przy kopule mauzoleum, zmusiła wykonawców do dużej staranności w czasie prac budowlanych. W obecnym obiekcie zauważa się tylko niewielkie, miejscowe ubytki kamienia, drobne zwiędzenia zaprawy oraz brak kilku elemen-



5. Kair, „Emir Kurkumas”; lico ściany dziedzińca w meczecie — część górna. Widoczne: klucz łuku, inskrypcja koraniczna i czoło belki stalowej wprowadzonej w 1941 r. w ramach prac konserwatorskich (fot. A. Misiowski, 1973)

5. Cairo, architectural complex of “Ameer Qurqumas”: the face of the wall within the mosque courtyard — upper portion; visible are the arch key stone, an inscription from Koran and the section of steel beam installed during conservation carried out in 1941

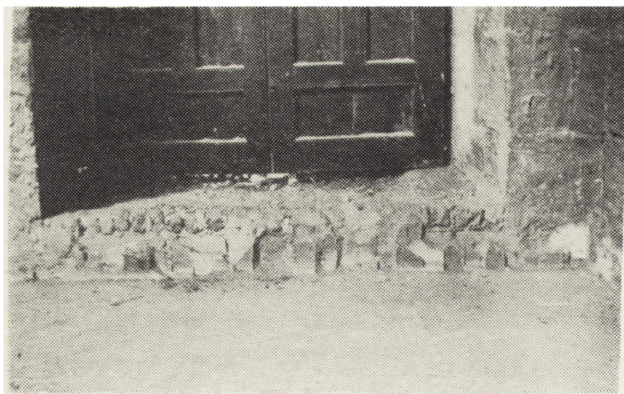
6. Kair, „Emir Kurkumas”; wewnątrz mihrabu. Widoczne negatywy zaprawy po okładzinie kamiennej (fot. A. Misiowski, 1973)

6. Cairo, architectural complex of “Ameer Qurqumas”: the “mihrab” interior; visible are the “negative” traces of mortar that originally fixed the stone cladding

7. Kair, „Emir Kurkumas”; dekorowane nadproże meczetu (fot. A. Misiowski, 1973)

7. Cairo architectural complex of “Ameer Qurqumas”: the decorated lintel in mosque





8. Kair, „Emir Kurkumas”; fragment progu w meczecie. Widoczne szczątki okładziny kamiennej (fot. A. Misiowski, 1972)

8. Cairo, architectural complex of “Ameer Qurqumas”; fragment of a door-step in mosque; visible are the relics of stone cladding

tów dekoracyjnych (balustrady na balkonikach). Śrubowe kamienne schody wewnątrz minaretu zachowały się w stanie dobrym. Ślady napraw widoczne są na najwyższym poziomie budowli, tj. w arkadowej altanie, gdzie zauważa się nowo wykonane kolumniki (cztery z dwunastu) oraz kute, żelazne kotwy i drewniany pomost pod hełmem.

Rezydencja — czyli skrzydło zachodnie, jest budynkiem dwukondygnacyjnym, wzniesionym na planie prostokąta. Właściwe pomieszczenia zajmują górną kondygnację, dolną zaś stanowi sklepione sześciana żaglowymi kopułkami podcienie, z arkadowym otwarciem od strony północnej. Podstawą każdej kopułki jest kwadrat o boku około 5,30 m, zaś między kopułkami występują gurdy o szerokości równej grubości słupów, tj. około 70 cm. Kondygnacja górna jest jednotraktem o rozpiętości około 5,50 m, a na ścianach zewnętrznych występują pilastry odpowiadające przęsłom arkad, tj. w rozstawie około 5,30 m. Stan murów i filarów jest względnie dobry, jeśli nie liczyć daleko posuniętego rozspojenia korony muru (prawdopodobnie spowodowanego brakiem stropu i erozją) oraz spękania ścian, jednak o drugorzędym znaczeniu dla stateczności budynku. W najgorszym stanie są ściany poprzeczne, pełniące poprzednio funkcję przegród między pomieszczeniami. W całym skrzydle wiązanie ciosów jest prawidłowe, nie zaobserwowano także korozji kamienia.

Drewniane (prawdopodobnie bukowe) nadproża nad oknami górnej kondygnacji budynku są w dużym stopniu spróchniałe, przy czym proces ten wystąpił silniej we wnętrzu belek niż na ich powierzchni, co może nasuwać przypuszczenie, że jest on wynikiem destrukcji biologicznej, a nie klimatycznej. Badania pod kątem obecno-

ści w nadprożach pasożytów przeprowadzi Centralne Laboratorium Badawcze Departamentu Starożytności (Central Research Laboratory of the Antiquities Department). Nad nadprożami znajdują się po dwa małe ostrołuczne okienka, rozdzielone kamiennymi słupkami, stojącymi bezpośrednio na nadprożach. Okienka te prawie wszystkie wypełnione są ażurowymi „kratami” kamiennymi znajdującymi się na ogół w dobrym stanie.

Korona murów na wysokości około 70—100 cm jest prawie wszędzie spękana i rozspojona, a zaprawa zupełnie zwietrzała i wykruszona. Dotyczy to przede wszystkim lica wewnętrznego, gdyż lico zewnętrzne zachowało się w znacznie lepszym stanie. Nad piętrem brak jest dachu. Jedynie w szczytowym pomieszczeniu zachodnim są pozostałości po drewnianym stropie w postaci trzech belek z drewna palmowego (w bardzo złym stanie), z reszkami gwoździ i śladami zaciosów po innych elementach stropowych. Układ tych belek jednoznacznie określa sposób skonstruowania pierwotnego stropu (gabaryt, rozstaw, wymiary elementów) nad szczytowym pomieszczeniem zachodnim oraz sugeruje, że podobne rozwiązanie zastosowano w całym skrzydle.

Na górną kondygnację rezydencji prowadziły schody umieszczone w korytarzu, nakrytym nachylonym sklepieniem kolebkowym. Przetwały one w dobrym stanie, podobnie jak ściany korytarza i sklepienie; tylko niewielki fragment sklepienia jest rozspojony (zaprawa wykruszona). Zniszczeniu uległy kamienne nakrywy stopni, wykonane pierwotnie z płyt o grubości nie przekraczającej 2 cm.

„Chanka” — skrzydło wschodnie, jest też budynkiem dwukondygnacyjnym. Jego mury, podobnie jak wszystkich części kompleksu, wykonane są z ciosów kamiennych (wapieni) na zaprawie wapiennej. Pod względem konstrukcyjnym budynek ma układ poprzeczny i składa się z ośmiu segmentów o jednakowej rozpiętości (ok. 5 m). Dolna kondygnacja przetrwała w całości i nadaje się do adaptacji po wykonaniu tylko zabiegów wzmacniających strukturę gdzieś nadwątlonych ścian i sklepień. Znacznym naprawom musi być poddana ściana północna; niejednorodny materiał (wtórnie użyte ciosy kamienne, kamień łamany i cegła) sugeruje, że nie jest to pierwotny stan z okresu budowy. Ściana południowa w całej wysokości dwóch kondygnacji nie wymaga uzupełnień, widoczne są w niej wyraźnie ślady napraw konserwatorskich z lat 1941—1943 (nieco inny kolor kamienia, inna faktura lica kamieni, spoinowanie zaprawą cementową).

Bardzo zniszczone są klatki schodowe, po jednej w każdym segmencie. Żadna z nich nie nadaje się do pozostawienia bez gruntownej

przebudowy. Jak wspomniano wyżej, ściany poprzeczne górnej kondygnacji zachowały się tylko we fragmentach, wystarczających jednak do stwierdzenia, że na ścianach tych opierały się w rozstawie co około 50 cm belki płaskiego stropu drewnianego. Ze ścian działowych na górnej kondygnacji przetrwały tylko reliktys wysokości do 20 cm od podłogi, odsłonięte w czasie odgruzowywania i w toku prac badawczych.

Ogólny stan „chanki” jest najgorszy ze wszystkich części kompleksu. Dlatego też celowo nie odkrywano fundamentów, aby nie osłabiać nadwątlonych wątków murowych, pozostawiając tę część badań do czasu, gdy prowadzone będą roboty budowlano-konserwatorskie.

W ramach prac poprzedzających wykonanie projektu konstrukcyjno-konserwatorskiego, dotyczącego kompleksu „Emir Kurkumas”, sporządzono:

- inwentaryzację stanu istniejącego,
- dokumentację fotograficzną,
- odkrywki i sondáže murów,
- badania laboratoryjne wytrzymałościowe i fizykochemiczne kamieni i zapraw,
- badania stabilności murów i filarów,
- odkrywki fundamentów (w wybranych miejscach),
- badania użytych gatunków drewna (tam, gdzie był możliwy dostęp).

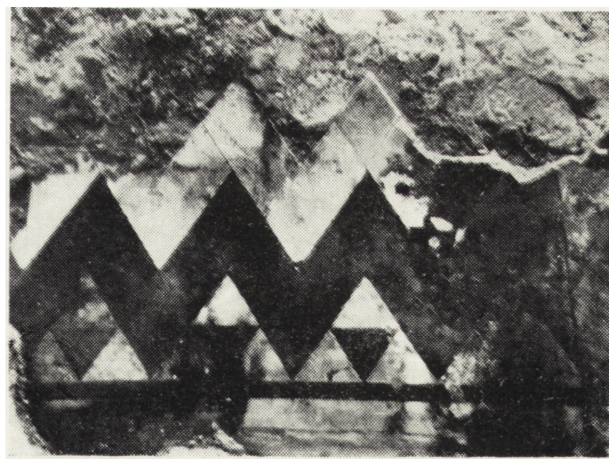
Dokumentację fotograficzną dla potrzeb projektu konstrukcyjnego sporządzono obok serwisu dokumentującego architektoniczny stan istniejący. Złożyły się na nią 63 ujęcia fotograficzne, dokumentujące stan techniczny przed przystąpieniem do prac konserwatorsko-budowlanych.

Odkrywki murów grubych wykonano w celu stwierdzenia ich konstrukcji, a tym samym wartości nośnej. Odkrywki te pozwoliły dokładnie ustalić system wznoszenia murów oraz określić użyte materiały, a także stopień ich zwietrzenia i destrukcji. Na podstawie zbadanych fragmentów można wyciągnąć wnioski co do stanu technicznego całej budowli, przy czym wydało się słuszne przyjęcie najniekorzystniejszych wyników badań jako danych wyjściowych do określenia zabiegów wzmacniających. Odkrywki i sondáže wykonano przede wszystkim w miejscach budzących zastrzeżenia natury konstrukcyjnej, a więc w filarze ściany zachodniej mauzoleum i w trzonie podstawy minaretu w korytarzu meczetu. Miejsca te, już w trakcie pierwszych oględzin, oceniono jako najbardziej obciążone, a równocześnie zaobserwowano w nich pęknięcia, spowodowane prawdopodobnie przeciążeniem.



9. Kair, „Emir Kurkumas”; strop drewniany w liwanie północnym (fot. S. Siarkiewicz, 1972)

9. Cairo, architectural complex of “Ameer Qurqumas”: the timber floor in the northern “livhan”



10. Kair, „Emir Kurkumas”; resztki odsłoniętej posadzki w „sabilu” (fot. A. Misiorowski, 1972)

10. Cairo, architectural complex of “Ameer Qurqumas”: relics of the revealed flooring in „sabil”

Kamienie, użyte do budowy murów, zakwalifikowano na podstawie badania makroskopowego do wapieni o strukturze porowatej,



11. Kair, „Emir Kurkumas”; fragment dekoracji minaretu (fot. A. Misiorowski, 1973)

11. Cairo, architectural complex of “Ameer Qurqumas”: fragment of minaret ornaments

przyjmując ciężar objętościowy $G = \text{ok. } 2200 \text{ kG/m}^3$ i wytrzymałość na ściskanie $R_k = 120 \text{ kG/cm}^2$. Zaprawę określono jako wapienną $G = 1700 \text{ kG/m}^3$ o średniej wytrzymałości na ściskanie $R_z = 8 \text{ kG/cm}^2$. Użyto terminu „średnia wytrzymałość”, ponieważ można zauważyć w murze miejsca o zaprawie słabszej, bardziej zwietrzałej i na odwrót — o zaprawie mocniejszej, silniej skryształizowanej. W sondażu filara mauzoleum znaleziono również niewielkie grudki zaprawy gipsowej, czego nie uznano jednak za typowe. Kamień w zasadzie zachował wszędzie pełną spoiwość i twardość, z wyjątkiem kilku ciosów, na których zaobserwowano złuszczenie, a nawet proskowanie się lica do głębokości 4-5 cm. Dla upewnienia się o słuszności wniosków wyciągniętych z badań makroskopowych pobrane zostały próbki kamienia i zapraw i następnie skierowane do Centralnego Laboratorium Badawczego Departamentu Starożytności.

Otrzymane wyniki badań laboratoryjnych próbek kamienia i zaprawy upewniły w przekonaniu, że parametry techniczne, przyjęte do obliczeń statycznych, są prawidłowe. Niewielkie tylko rozbieżności z wynikami badań makroskopowych nie wpływają w istotny sposób na wskazania projektu konstrukcyjnego. Określone laboratoryjnie dane wytrzyma-

łościowe przedstawiają się następująco ⁴:
dla kamienia — porowatość $19,7\%$
ciężar objętościowy 2014 kG/m^3
wytrzymałość R_k 145 kG/cm^2
dla zaprawy — wytrzymałość na ściskanie
na podstawie dwóch próbek:
próbka I $R_z = 9 \text{ kG/cm}^2$
próbka II $R_z = 7 \text{ kG/cm}^2$
średnio R_z 8 kG/cm^2

Badania fizykochemiczne na oddziaływanie z cementem nie zostały jeszcze ukończone (do końca maja 1973 r.), ale wstępne ich wyniki pozwalają spodziewać się, że nie zajdzie konieczność poszukiwania innego sposobu zwiększenia mocy zapraw ⁵.

W celu stwierdzenia stanu fundamentowania i posadowienia obiektu wykonano następujące odkrywki poniżej poziomu terenu:
— przy ścianie południowej mauzoleum od strony zewnętrznej;

⁴ Badania laboratoryjne przeprowadzili: dr Saleh Ahmed Saleh i Mr Mustafa el-Bakri. Nadzorował badania dr Zaki Iskander Hanna.

⁵ Wstępne badania wapieni egipskich na ich oddziaływanie na cement przeprowadził w 1971 r. dr W. Domasłowski z UMK w Toruniu z okazji prac konserwatorskich w świątyni Hatszepsut w Deir-el Bahari.

— przy tej samej ścianie, lecz we wnętrzu mauzoleum (z braku możliwości technicznych odkrywka ta została odsłonięta bardzo płytko, co nie pozwoliło na odsłonięcie kondygnacji podziemnej)⁶;

— przy ścianie wschodniej (obok wejścia), przy trzonie minaretu.

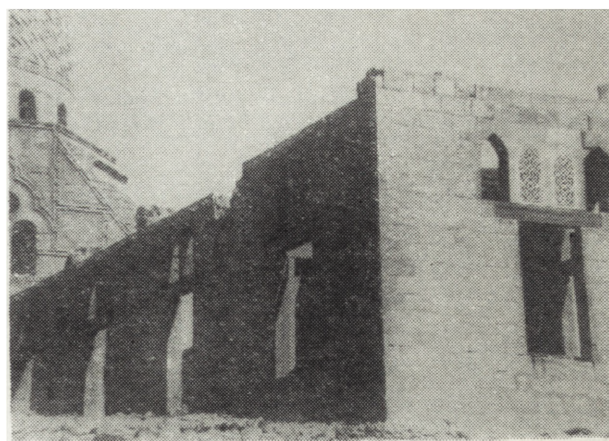
Na podstawie odkrywek zewnętrznych stwierdzono, że cała budowla posadowiona jest na poziomie zalegającym około 1,55 m poniżej obecnego poziomu terenu. Niestety, nie udało się ustalić pierwotnego poziomu terenu, nawet za pomocą analiz archeologicznych⁷. Fundamenty mauzoleum wykonane są z łamanego wapienia w formie dużych bloków, na zaprawie wapiennej. Grubość fundamentów wynosi około 30 cm, tak więc zalegają około 1,85 m poniżej poziomu terenu. Głębiej jest skała wapienna, mocno jednak skruszała i spękana, lecz o bardzo znacznej nośności. Warstwę powyżej podłoża skalnego stanowi gruzowisko skalne (piarg), przemieszane z drobnym tłuczniem i pyłem wapiennym. Cały ten grunt jest wysuszony na popiół i nigdzie nie napotkano w nim nawet śladów wilgoci. Wobec stwierdzenia bardzo dobrego stanu kamienia, znajdującego się poniżej terenu, odkrywanie wszystkich ścian podziemnych uznano za niepotrzebne, a nawet szkodliwe.

W odkrywce wykonanej wewnątrz mauzoleum okazało się, że gładko i starannie obrobione lico muru kończy się już około 13 cm poniżej poziomu posadzki. Mur znajdujący się głębiej wykonany jest z dużych głazów, spojonych zaprawą. Około 30 cm poniżej posadzki napotkano podłoże również z dużych głazów, wykonane analogicznie do ściany znajdującej się na tym poziomie i połączone z nią strukturalnie. Odkrycie, a następnie zbadanie kondygnacji podziemnej wyjaśniło, że warstwa pierwotnie uważana za podłoże jest w istocie wypełnieniem konstrukcyjnym pach sklepiennych, a lico muru wykonane ze starannie obrobionych głazów, kończy się na tym samym poziomie wewnątrz, co i z zewnątrz budowli, tj. około 1,55 m poniżej poziomu terenu. W żadnej z odkrywek nie napotkano pęknięć czy usunięć muru lub podobnych niebezpiecznych objawów. Wobec dobrego stanu murów, znacznie mniejszych obciążeń i nacisków na fundamenty nie wykonywano odkrywek przy murach rezydencji, zaś badanie fundamentów

„chanki” pozostawiono do czasu rozpoczęcia robót budowlano-konserwatorskich.

Badania stabilności murów i filarów miały określić, czy zauważone na nich pęknięcia wykazują tendencję do powiększania się, czy mają charakter ustabilizowany. W tym celu w dniach 9—15 października 1972 r. na kilkunastu spękaniach założono kontrolne paski szklane na zaprawie cementowej. W wyniku pięciomiesięcznej obserwacji stwierdzono, że pęknięcia filarów mauzoleum nie mają tendencji do powiększania się, gdyż żaden z pasków nie uległ deformacji. Podobnie ustabilizowane są pęknięcia murów meczetu, natomiast silnie rozspojone partie murów rezydencji wykazały tendencję do dalszego rozpadania, co stwierdzono na podstawie włoskowatych pęknięć założonych plomb kontrolnych. Ponieważ rozspojenie tych ścian jest niejednolite w obu licach, świadczy o utracie przez ścianę spójności wewnętrznej. Przewidywane przemurowanie (*anastylosis*) tych partii wydało się najwłaściwszym zabiegiem konserwatorskim. W związku z tym przewidziano następujący tok postępowania:

- ponumerowanie in situ wszystkich objętych pracą ciosów za pomocą łatwo usuwalnego barwidła (np. kredy), zadokumentowanie istniejącego układu i stanu;
- rozebranie rozspojonej części ściany, uporządkowane zmagazynowanie ciosów i ich zabezpieczenie;
- ponowny montaż ściany ściśle według pierwotnego układu, z zastosowaniem zaprawy i wypełnienia foli o właściwej wytrzymałości, uzupełnienie braków i ubytków odpowiednim materiałem;
- zadokumentowanie wykonanej pracy.



⁶ A. Misiorowski, *Zespół zabytkowy...*, o. c., przypis 12.

⁷ Badania archeologiczne były prowadzone w kompleksie w formie nadzoru archeologicznego przy pracach ziemnych i odgruzowaniu. Nadzór ten prowadził Mr Medhat el-Minnabawi M.A. z ramienia Departamentu Starożytności w uzgodnieniu z kierownikiem Zespołu. Dodatkowo sprawy archeologiczne konsultowali: z ramienia Departamentu Mr Salah Aszur oraz z Uniwersytetu Amerykańskiego w Kairze prof. Christie Kessler.

12. Kair, „Emir Kurkumas”; rezydencja, narożnik północno-zachodni. Widoczne: drewniane belki nadproży i rozspojone fragmenty korony murów (fot. S. Siarkiewicz, 1972)

12. Cairo, architectural complex of “Ameer Qurqumas”: the north-west quoin of residence; visible are the timber beams of lintels and the decayed fragment of wall crownings

Podobny tok prac przewidziano w meczecie i w „chance” dla tych fragmentów ścian, w których nastąpiła daleko idąca destrukcja zaprawy i całkowite rozspojenie muru, nawet tam, gdzie nie zaobserwowano powiększania się pęknięć czy ruchów poszczególnych ciosów.

Najpoważniejsze obawy konstrukcyjne, po dokładnych oględzinach, wzbudziły spękania filarów w mauzoleum, mimo że założone plombki kontrolne nie pękły. Szczególnie dwa środkowe filary od strony zachodniej oraz dwa od strony południowej odznaczały się pęknięciami świadczącymi o groźbie utraty stateczności i spójności konstrukcji. Pęknięcia te przebiegają w przybliżeniu pionowo, częściowo przez spoiny pionowe, największe są przy krawędziach (rozwartość do 12 mm), mniejsze w partiach środkowych. Występują na wysokości otworów najniższej kondygnacji (za kondygnację uważać tu należy poziom otworów, których jest w mauzoleum cztery), najbardziej w środkowej i przypodłogowej części słupa. Zanikają ku górze w poziomie nadproży oraz przy samym progu. Ponad tym poziomem nie zaobserwowano pęknięć ściany w wyższych partiach ani też pęknięć kopuły. Ponieważ charakter pęknięć sugerował przeciążenie słupów w stosunku do ich wytrzymałości, przeprowadzono obliczenia statyczne filara pracującego w najniekorzystniejszych warunkach, przyjmując do obliczeń parametry podane wyżej.

Według obliczeń naprężenia ściskające w murze filara w najniebezpieczniejszym przekroju miały następujące wielkości: w przekroju parapetu okna „I piętra” $k_c = 4,14$ at, a w

13. Kair, „Emir Kurkumas”; rezydencja, resztki stropu drewnianego i podciagu z bali z drewna palmowego (fot. A. Misorowski, 1972)

13. Cairo, architectural complex of „Ameer Qurqumas”: relics of timber floor and of building joist formed from palm wood



przekroju progu otworu „parteru”, tj. u podstawy słupa $k_c = 5,20$ at. Były więc mniejsze niż wartości naprężeń dopuszczalnych, określonych dla powyższych parametrów według wzoru Oniszczyka dla murów o grubości większej niż 70 cm:

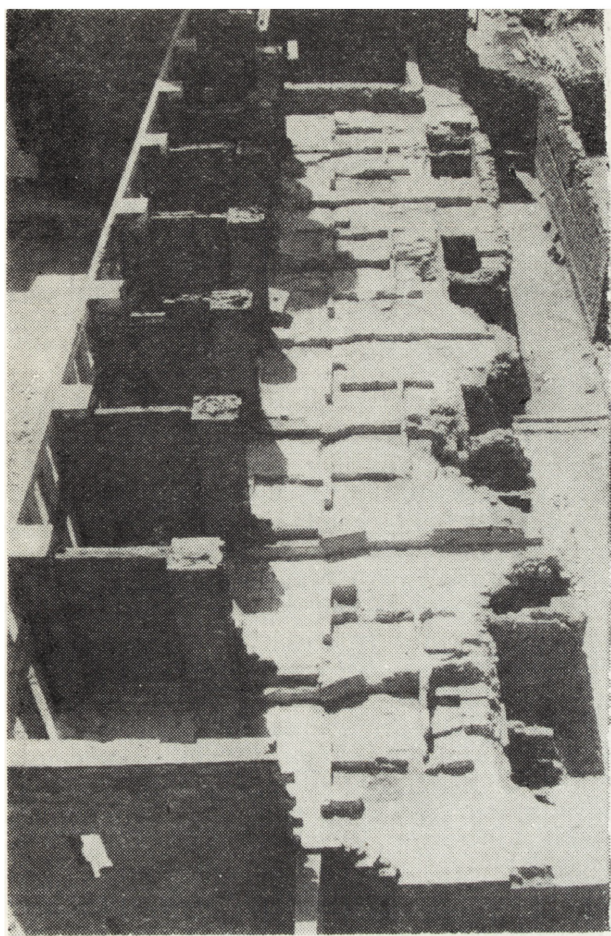
$$R = R_k \frac{100 + R_k}{100 + a \cdot R_k} \cdot b/l - \frac{0,20}{0,25 + \frac{R_z}{2 \cdot R_k}} / = 6,50 \text{ at}$$

przy współczynnikach $a = 5,00$, $b = 1,4$ i współczynniku bezpieczeństwa $s = 2,5$.

Z przedstawionego rachunku wynika, że przyjęte do obliczeń parametry są nieznacznie zawyżone, być może w wyniku utraty wytrzymałości przez wypełnienie słupów (fole) bądź też przez miejscowe przekroczenie wytrzymałości poszczególnych kamieni. Ostatecznie, mając na uwadze zabytkowy charakter obiektu, uznano w obecnym stadium za zbyt techniczne gruntowne przekonstruowanie filarów, z reguły powodujące zniszczenie substancji autentycznej.

W projekcie konstrukcyjno-konserwatorskim dla mauzoleum zaproponowano następujący program zabiegów konstrukcyjno-budowlanych:

- odkrycie lica wszystkich ścian w celu wymiany ciosów zwietrzałych na nowe — z wapienia, o identycznej wytrzymałości. Dla zaznaczenia zakresu wymiany nowe kamienie winny odróżniać się fakturą od autentycznych. Dla uzyskania należytej wytrzymałości ściany zaprawa winna mieć $R_z = 15$ at;
- utwardzenie pasa przy ścianach za pomocą zaprawy cementowej, pas ten winien być rodzajem ławy szerokości około 1 m i wysokości około 50 cm;
- wymiana spękanych kamieni w licach filarów na kamienie nowe. Ten ostatni zabieg zalecono wykonywać w kolejności: od podstawy ku górze, warstwami poziomymi, wymieniając na raz nie więcej niż 1-2 kamienie w kilkudniowych odstępach czasu. Ponadto należy tu przestrzegać następujących zasad:
 - otwory (gniazda) po wyjętych kamieniach trzeba doprowadzić do formy możliwie regularnej, a wprowadzane kamienie powinny być kształtu prostopadłościanów, o dokładnie gładkich powierzchniach (z wyjątkiem powierzchni od strony foli);
 - nowe kamienie należy wprowadzać na wycisk w plastycznej zaprawie cementowej 1:3. Gniazda winny być przygotowane bardzo delikatnie, najlepiej przy użyciu ręcznych pił odpowiedniej wielkości, aby uniknąć naruszenia struktury muru przez wstrząsy. Należy pamiętać o zachowaniu prawidłowego wiązania muru, a nawet poprawić wiązanie tam, gdzie nie było ono zachowane przez budowniczych obiektu;



14. Kair, „Emir Kurkumas”; „chanka”, widok z góry. Widoczne: resztki ścian wewnętrznych oraz znaczne zniszczenie ściany północnej (fot. K. Gołda, 1973)

14. Cairo, architectural complex of „Ameer Qurqumas”: „khanqah” as seen from above; visible are remains of inside walls and considerable damages in the northern wall

— spoiny winny być cienkie, nie powinny przekraczać 8 mm;

— tam, gdzie lico kamienia przewidzianego do wymiany jest zbliżone do kwadratu, zaleca się wprowadzić kamienie w rdzeń filara na głębokość około 50 cm. W razie zauważenia po wyjęciu kamienia jam, kawern, pęknięć itp. należy wypełnić je ciekłym betonem lub zaczynem cementowym, wprowadzonym w pęknięcia odpowiednio wykształconymi końcówkami, po uprzednim przepłukaniu i przedmuchaniu sprężonym powietrzem. Prace te będą mogły być wykonywane tylko pod bezpośrednim nadzorem i pod kierunkiem doświadczonego inżyniera-konserwatora.

Oprócz zabiegów wyżej wymienionych, w mauzoleum wystąpi konieczność wykonania wielu innych prac konstrukcyjnych, które jednak nie odbiegają od tych, jakie przewidziano dla pozostałych części kompleksu. Będą to: wymiany pojedynczych ciosów, które uległy

daleko idącej destrukcji, drobne przemurowania w partiach rozspojonych, naprawy i uzupełnienia ubytków itp.

Kolejnym zagadnieniem, dotyczącym zresztą nie tylko mauzoleum, jest naprawa nadproży. Elementy kamienne są wszędzie w dobrym stanie i wymagają tylko starannego wypełnienia spoin zaprawą. Tam natomiast, gdzie występują belki lub deski drewniane niemal całkowicie zgniłe, konieczna jest ich wymiana. Tam, gdzie deski te stanowiły obsadę dla skrzydeł okiennych czy drzwiowych, należy je wiernie odtworzyć z identycznego gatunku drewna. W pozostałych przypadkach proponuje się założyć deski nadprożowe prefabrykowane — żelbetowe.

Nieco inne problemy występują w meczecie, gdzie stabilność murów nie budzi takich wątpliwości, jak w mauzoleum. Mury kamienne nie wymagają w zasadzie większych prac konstrukcyjnych. Konieczna jest tylko niewielka wymiana zniszczonych ciosów, przemurowanie jednej, całkowicie rozspojonej ściany nad hallem (na piętrze), uzupełnienie brakującej zaprawy w spoinach, naprawa nadproży itp.

Zagadnieniem szczególnej wagi w meczecie jest konserwacja stropów drewnianych. Niezależnie od zabiegów konserwatorskich przy polichromii i strukturalnej konserwacji substancji drewna projekt przewiduje następujące zabiegi konstrukcyjne:

- odkrycie od góry wszystkich stropów, oczyszczenie, reperację miejscowych uszkodzeń, badania, a następnie zniszczenie biologicznych szkodników drewna⁸,
- założenie nośnej konstrukcji stropowej z belek stalowych;
- podwieszenie stropów zabytkowych do konstrukcji stalowej;
- nakrycie konstrukcji stalowej stropodachem.

Ponadto przewidziano wzmocnienie schodów prowadzących na górną kondygnację i dach: podparcie podestów i biegów belkami stalowymi, opartymi na murach klatki schodowej.

W skrzydle rezydencji projekt przewiduje przywrócenie nakrycia pomieszczeń piętra stropem i adaptację na cele użytkowe. Wystąpią więc tu dwa typy robót: konserwatorskie — obejmujące prace przy elementach istniejących, i uzupełniające — obejmujące elementy nowo projektowane. Zasadniczo, wszystkie elementy projektowane będą nawiązywać do udokumentowanych form historycz-

⁸ Badania na obecność biologicznych szkodników drewna przeprowadzi dr Saleh Ahmed Saleh. Ta dziedzina jest wysoko postawiona w Egipcie z uwagi na konserwację niezwykle cennych zabytków drewnianych z epki faraonskiej.

nych. Takim elementem jest strop, którego forma i materiał są znane. Strop ten opracowano konstrukcyjnie, natomiast wszystkie szczegóły pozostawiono do uznania konserwatora-architekta.

Większość zabiegów konserwatorsko-konstrukcyjnych dotyczących rezydencji została omówiona przy okazji innych członów kompleksu. Podstawowe zabiegi w tym zakresie — to przemurowania (*anastylosis*), wymiana zniszczonych ciosów, naprawa nadproży itp. Zagadnieniem występującym tylko w rezydencji jest anastyloza rozspojonych okienek bliźniaczych. Filarki kamienne oddzielające od siebie okienka stoją na drewnianych (bukowych?) belkach nadproża nad dużymi otworami okiennymi. Filarki te są zupełnie rozspojone i grożą w każdej chwili zawaleniem. Technika i metoda anastylozy winna być taka sama, jak wyżej opisana dla ścian, należy tu jeszcze wymienić belki nadprożowe na identyczne, z identycznego gatunku drewna. Ponadto w rezydencji przewiduje się uzupełnienie korony muru oraz murów poprzecznych. Uzupełnienie ubytków w murze należy przeprowadzić w sposób zbliżony do technologii historycznej, a wymianę zniszczonych kamieni — podobnie do zalecanej w filarach mauzoleum.

W skrzydle „chanki” projekt przewiduje:
— wzmocnienie istniejących murów parteru i ewentualnie fundamentów poprzez uzupełnienie ubytków (podobnie jak w innych członach kompleksu) ciosami z wapienia;
— przemurowanie (*anastylosis*) silnie rozspojonych partii muru;
— wzmocnienie istniejących sklepień przez ich odsłonięcie, oczyszczenie, wypełnienie spoin zaprawą cementową w stanie ciekłym, wykonanie płaszcza żelbetowego zbrojonego siatką stalową;
— wymurowanie nowych murów na miejscu zniszczonych (według projektu);
— wykonanie nowego stropodachu, konstrukcji drewnianej (podobnie jak w rezydencji), opierając się na udokumentowanej formie historycznej.

Ponadto w związku z adaptacją na cele użytkowe przewiduje się:

— wykonanie jednej nowej klatki schodowej, konstrukcji żelbetowej, płytowej;
— rekompozycję jednej autentycznej klatki schodowej, przy wykorzystaniu elementów autentycznych.

Projekt prac konstrukcyjno-konserwatorskich, dotyczących kompleksu „Emir Kurkumas”, nie uwzględnia wielu spraw szczegółowych, przewidzianych do rozwiązania w toku wykonywania robót. Zawiera jednak wiele zagadnień ogólnie obowiązujących, które podaje w formie dyspozycji. Np. wszędzie, gdzie w projekcie jest mowa o nowych murach, należy rozumieć mur z kamienia o wytrzymałości $R_k = \text{ok. } 200 \text{ at}$

i porowatości maksymalnej 20%. Intencją tego wymagania jest, aby nie wprowadzać do budowli elementów o wyraźnie innej wytrzymałości i wilgotności niż zabytkowe. Zaprawa, przewidziana ogólnie do budowy i prac konserwatorskich, ma mieć wytrzymałość $R_z = 15 \text{ at}$ (np. cement:wapno:piasek = 1:2:10). Piasek używany do zaprawy winien być drobny, kwarcowy. Wszystkie mury należy spoinować (także istniejące tam, gdzie ze spoin zaprawa uległa wykruszeniu) zaprawą wapienną z piaskiem w proporcji 1:3, a wapno winno przejść możliwie długi okres dołowania.

Wysokie wymagania stawiane przy wykonywaniu prac konstrukcyjno-konserwatorskich, dotyczących kompleksu „Emir Kurkumas”, wiążą się z koniecznymi wysokimi kwalifikacjami załogi. Obserwacja wyspecjalizowanych brygad, działających na zlecenie Departamentu Starożytności przy innych robotach, pozwala optymistycznie oceniać poziom rzemiosła i sztuki budowlanej tych ekip. Tradycje budownictwa (nie tylko kamiennego) i jakość wykonywanych w Egipcie prac są bardzo wysokie. Podziw budzi wspaniała organizacja pracy przy minimalnym zaangażowaniu mechanizacji. Warunkiem prawidłowego wykonania założonego programu będzie jednak stały nadzór autorski. Szczegółowy program działania Polsko-Egipskiego Zespołu Konserwacji Zabytków Islamu w Kairze oraz powszechny w Egipcie system kierowania robotami przez autorów projektu powinny zabezpieczyć jego prawidłową realizację. Dodatkowym argumentem przemawiającym za optymistyczną oceną perspektywy realizacji przedsięwzięcia jest fakt, że w Egipcie wysoko kwalifikowani specjaliści cieszą się ogromnym autorytetem i ich decyzje są absolutnie niepodważalne. W odniesieniu do obiektów zabytkowych panuje ponadto zasada, że koszty są mniej istotne niż prawidłowość i jakość wykonywanej pracy, a to powinno zagwarantować naprawę dobrą konserwację zabytku.

Kompleks „Emir Kurkumas” jest pierwszym obiektem zabytkowym Islamu oddanym pod opiekę polskim specjalistom. Stawia to przed Zespołem specjalne wymagania i zobowiązuje do szczególnie odpowiedzianego traktowania swych obowiązków, nie wyłączając z nich wnikliwego studiowania problemów architektury tak odmiennej od europejskiej i powstałej w tak różnych warunkach. Doświadczenia zdobyte przy tym kompleksie niechybnie zostaną potem wykorzystane przy innych pracach zarówno w kraju, jak i na terenie świata arabskiego.

mgr inż. arch. Andrzej Misiorowski
mgr inż. arch. Stanisław Siarkiewicz
Polsko-Egipski Zespół Konserwacji
Zabytków Islamu
PKZ Warszawa

THE CONSTRUCTIONAL AND CONSERVATION PROBLEMS OF THE AMEER QURQUMAS COMPLEX, CAIRO

Although the state of preservation of the Ameer Qurqumas complex, Cairo can justly be described as one relatively satisfactory it is beyond any doubt that it requires a good deal of constructional work aimed at strengthening of structure of the preserved monument that at the same time will enable its adaptation to the new functions. The above complex was already subjected to some preserving treatments in 1916—18 and in 1941—43 which, however, did not bring as a consequence any total strengthening of its structure as their scope was confined to fairly negligible superficial repairs.

The works carried out at present by a group of Polish experts were purposed to cover the following two stages: (a) a detailed reconnaissance and examination of destructions and technical assessment of structural qualities of materials applied for its erection as well as that of usability of the preserved elements, (b) preparing of general scheme of the whole project and designing for both conservation and constructional works.

In the course of preliminary works enabling to understand has been carried out of causes of destruction and also carefully calculated the stresses present in the most loaded piers and walls as well as the values characterizing the strength of original materials.

In view of differences apparent in structural patterns in the separate portions of the complex each of them has been individually considered as a structural entity with the appropriate allowances made for a broad margin of security. To be most endangered proved the piers in mausoleum for which a need has arisen to make a set of detailed statical calculations. It followed from the above calculations that the "opus empletum" system adopted in the building is being loaded nearly up to the extreme limit of its theoretical strength whereas the foundations are in perfect condition and do not need any strengthening at all.

The strength of limestone used for construction has, as a result of tests, been determined as that amounting to a value of 120 kG/cm² whereas that of mortar as that of 8 kG/cm². The above tests have been carried out by the use of two methods that is that macroscopic and in a laboratory. In addition to the above

tests has been examined the stability of walls and in particular the cracks were tested by placing of control cement "cakes" with glass strips inserted between them; finally, the preserved structural elements made of timber were also subjected to examination.

A number of constructional measures has been provided within the general scheme. As the most complicated among them are to be named those connected with strengthening of piers in mausoleum where the cracked stone blocks are to be replaced with new ones meeting the extremely severe requirements of description and those of execution techniques. In some places where the existing walls erected from limestone blocks have completely lost their cohesion it has proved indispensable to provide for anastilosis. In places where the basic mass of walls has decayed and poured the thus formed cavities and cracks will be filled with a thin cement mortar injected by pressure.

The design provides also for technical requirements of execution of the building's new portions where those original have totally decayed, as it is the case, for instance, with walls, floors or vaultings.

As the traces of the original structural patterns, corresponding with that required by the future functions and structural strength have been preserved almost in all portions of the building the new elements will in principle resemble those original as to their basic forms and materials.

In addition to the detailed outlines to the design have been included the requirements that are to be complied to by the newly applied building materials and so, for example, the stone material should be of the same kind as that used originally, the mortars should have the strength of 15 kG/cm² and for their preparing should be used the quartz sand.

A permanent supervision over the building work performed by an engineer-conservator has been planned which the provision is in full accordance with general practice adopted in Egypt. The works conducted in the Ameer Qurqumas complex will allow to gain some new experiences in conservation of the monuments of Islamic art and to utilize them both in Poland and in other objects in Egypt.