

Adobebaumaterialien in Zentralasien. Konservierung von archäologischen Lehmdenkmalen.

Seit dem Altertum ist das zugänglichste und weitverbreitetste Baumaterial in Zentralasien ein Lösslehm. Die dicke Lösslehm-schicht, die von 20 bis zu 30 Metern reicht, ist überall anzutreffen. Mit dem Eintreten erster landwirtschaftlicher Nutzung im VI-V Jahrtausend v.Chr. durch frühe Völker entstanden auch die ersten einfachen Bauwerke. Im Süden Zentralasiens, in Ausläufern des Kopetdag zwischen der Wüste Karakum und den Bergbauanlagen befinden sich auf einem schmalen Stück fruchtbaren Bodens eine Reihe von Bauwerken der neolithischen Dzhejtun-Kultur. Der Name dieser Kultur stammt von einer Besiedelung der Dzhejtun, welche die klassischen Bauwerke der Dzhejtun-Kultur repräsentiert und auf das VI. Jahrtausend v.Chr. datiert ist. Mehr als 50 Bauwerke der Dzhejtun-Kultur sind heute anzutreffen. Die bekanntesten sind Dzhejtun, Chokan-depe, Chagilly, Pessedzhik, Chagilly-tepe etc.. An diesen Bauwerken sind Überreste der architektonischen Bauten zu finden. Die Grundmauern der Häuser sind auf sehr einfache Weise aus Lösslehm erstellt. Der Lehm wurde mit Wasser gemischt und aus der so erhaltenen Lehmmasse namens „pahsa“ wurden die Wände erstellt. Nach dem Trocknen wird der Lehm zu einem sehr festen Block und die Wände können Jahrhunderte Bestand haben. Solche Methoden des Wandaufbaus werden auch heute angewendet.

Bei Besiedelungen von Dzhejtun, Cholpondepe und Pessedzhik sind ebenso Wandabschnitte zu finden, die aus originalen Lehmsteinen bestehen. Diese Steine sind im Querschnitt ovale Lehmblöcke, welche eine Breite von 20-25 cm und eine Länge von 60-70 cm haben. Bei der Herstellung einer Mischung für Lehmsteine wurde langgeschnittenes Stroh beigemischt. Diese Art von Steinen wurde von Hand aus Lehm geformt. Auf einer Seite ist er glatt, auf der anderen konvex. Die Dicke der Wände, die aus solchen „ovalen“ Steinen erstellt wurden, war 30-40 cm.

Die frühen Besiedelungen der Dzhejtun-Kultur umfassen ein Gebiet von 1-1,5 ha, auf welchem bis zu 40 Häusern stehen. In der späten Steinzeit (Ende V-IV Jahrtausend v.Chr.) wuchs die Fläche der Besiedelung auf ca. 10 ha an (Kara-depe), auf welcher sich schon hunderte Gebäude ansiedelten. Um die Besiedelungen herum begann der Bau von Verteidigungsanlagen. Die Dicke der Wände der Gebäude wuchs auf 50 cm und an manchen Bauwerken (Jalangoch-depe) bis zu einem Meter an. Die Wände sind immer noch aus der „pahsa“-Bauweise und „ovalen“ Lehmsteinen erstellt. Die Dicke der Steine ist 12-20 cm und ihre Län-

ge variiert von 30 bis zu 70 cm. Alle Bauten der Besiedelung der späten neolithischen Kultur im Süden Zentralasiens (Anau, Geoksjur-I, Kara-depe, Mullali, Jalangoch-depe, Jassy-depe etc.), Bauwerke der Chustian-Kultur von Fergana (Dalverzin, Chust) sowie der Sogdian-Komplexes (Koktepa, Afrasiab) wurden ausgeführt in Verwendung solcher „ovale“ Steine (Bild 1). Sie werden noch heute in Usbekistan zum Bauen verwendet und sind bekannt „guvalja“.

Am Ende der späten Steinzeit (zweite Hälfte des IV. Jahrtausends v.Chr.) begann die Einführung der ersten rechteckigen Steine (Besiedelung der Sarazm). Die rechteckig geformten Steine fanden schon in der Bronzezeit (gegen Ende des III. Jahrtausends v.Chr.) ihre Anwendung. Man trifft sie in dem archäologischen Komplex Baktrian-Margian an (Besiedelung von Dzarkutan, Sapalli, Molali, Gonur, Togolok etc.). Durch das Standard-Steinmaß ergab sich die Möglichkeit monumentale Gebäude, Verteidigungsmauern und verschiedene komplexe architektonische Bauten zu erstellen. So war die Grundform des Baumaterials, aus dem die Tempel von Dzarkutan, Sapalli, Dashli-3 und andere Bauwerke in Baktrien in dieser Zeit entstanden, großformatige Lehmsteine.

Zum Beispiel wurden bei einem Bauwerk in Dzarkutan (Südsüdbekistan) zur Errichtung eines Tempels Steine in einer rechteckigen Form mit den Abmessungen 50-58×25 cm und 27×9-12 cm verwendet (Bild 2). Die Steine sind handgeformt aus lokalem Lehm unter Zusatz von Stroh (sogenannte Saman-Steine). Für den Mörtel wird dem flüssigen Lehm ebenso Stroh beigemischt. Die Dicke des Mörtelbettes erreicht manchmal 8 cm. Abhängig von der Kombination der Steine im Mauerwerk haben die Wände Stärken von 50-55 cm, 75-80 cm oder 100-110 cm. Die Umgebungsmauer des Tempels ist dabei eine Ausnahme mit einer Stärke von 4,5 m.

In dieser Zeit gab es ebenso Putz als Mischung aus Lehm und Stroh (Saman-Putz). Mit ihm wurde die Oberfläche der Wände und Decken verkleidet. Der Kaolin-Putz, welcher auf der Basis eines Gipsputzes gemacht wurde, fand gelegentlich Anwendung. Bei der Herstellung des Putzes wurde manchmal grauer Schwemmsand als Zuschlag zum Lehm verwendet. Dies tat man, um die Plastizität des Putzes zu erhöhen und zum Schutz vor dessen Reißen beim Trocknen. Die Gebäude der ersten Zivi-

Adobe building materials in Central Asia. Conservation of archaeological earthen monuments.

From ancient times the most accessible and widespread building material in the territory of Central Asia has been loess. Thick loess sediments averaging 20-30m are found throughout the region. Simultaneously with the occurrence in the 6th-5th Millennium BC of the first agricultural cultures, namely, settled primitive tribes, primitive construction methods developed. In the south of Central Asia, in the foothills of Kopetdag between the sands of Karakum and mining systems, a number of Neolithic monuments of the Dzhejtun culture are located on a narrow strip of fertile land. The name of this culture is taken from a settlement of the Dzhejtun, which is the classical representative of the monuments of the Dzhejtun culture, dating from the 6th millennium BC. More than 50 monuments of the Dzhejtun culture are known to us today. The most well known of these are at Dzhejtun, Chokan-depe, Chagilly, Pessedzhik and Chagilly-tepe, among others. The remains of architectural structures have been found on these sites. The basic walls of these houses were produced from loess in a most primitive but effective way. The loess was mixed with water and a clay mass named "pahsa" was produced while the walls were under construction. After drying, the clay became solid and monolithic and the resulting walls have stood for centuries. This method of wall construction is still applied in modern times.

On the settlements of Dzhejtun, Cholpondepe and Pessedzhik, remains of the walls of buildings constructed from original clay bricks were also found. The bricks are clay blocks, oval in section, which are 20-25 cm wide and 60 to 70 cm long. The bricks are made of clay with coarsely chopped straw mixed in. This type of brick was moulded from clay by hand. On the one hand they are smooth and on the other convex. The walls constructed from these "oval" bricks were 30-40 cm thick.

The early settlements of the Dzhejtun culture were 1 to 1.5 hectares in area, upon which up to 40 houses were built. In the late Stone Age (by the end of the 5th-4th millennium BC) the area of these settlements had increased to a size of 10 hectares (Kara-depe), upon which hundreds of buildings stood. Defensive walls had begun to be built around the settlements. The thickness of the walls of buildings and rooms had increased to up to 50cm, and, in some cases (Jalangoch-depe) were up to 1m thick. The walls were still constructed of pahsa and "oval" bricks. The bricks were 12-20cm thick, and their length varied from

30 up to 70 cm. In the settlements of the late Neolithic cultures of the south of Central Asia (Anau, Geoksjur-I, Kara-depe, Mullali, Jalangoch-depe, Jassy-depe etc.), monuments from the Chustian culture of Fergana (Dalverzin, Chust) and also ancient Sogdian complexes (Koktepa, Afrasiab) were built, all using these "oval" bricks (fig. 1). This method is used still by the Uzbeks and is referred to as "guvalja".

At the end of the late Stone Age (second half of the 4th Millennium BC) the first rectangular bricks began to appear (settlement of Sarazm). The use of rectangular moulded bricks was already widespread in the Bronze Age (the end of the 3rd Millennium BC) and can be found in the Baktrian-Margian archaeological complex (settlement of Dzharkutan, Sapalli, Molali, Gonur, Togolok etc.). Due to the standardisation of brick sizes, it was possible to construct monumental buildings and defensive walls, and various complex architectural constructions appeared. The basic building material, from which the temples of Dzharkutan, Sapalli, Dashli-3 and other monuments such as Baktria of this time were constructed, was large-sized bricks made of loess clay.

For example, for the building of a rectangular brick temple to Dzharkutan (south of Uzbekistan), brick sizes of 50-56×25 cm and 27×9-12 cm (fig. 2) were applied. The bricks were moulded from local clay with the addition of straw (the so-called saman brick). Liquid clay, also with added straw, was used as a building grout. The thickness of the mortar bed between bricks was sometimes as much as 8 cm. Depending on the combination of bricks used, the wall thicknesses were 50-55 cm, 75-80 cm, or even 100-110 cm. The wall surrounding the temple was exceptionally strong with a thickness of 4.5 m.

At this time plaster was also in use, made from a mix of clay and straw (saman plaster). It was used to cover the surfaces of walls and floors. Gypsum-based kaolinite plaster was occasionally used. During manufacture, this plaster was frequently used as a filling agent for the loess clay and grey alluvial sand. This was done to increase the plasticity of the plaster and to prevent it from shattering when drying. The buildings of the first civilizations of Central Asia (Baktria and Margiana) were constructed with rectangular adobe bricks, which are still widely used by the local population in construction today.



lisationen Zentralasiens (Baktria und Margiana) sind aus rechteckigen Adobeziegeln errichtet, welche größtenteils heute noch durch die lokale Bevölkerung zum Bauen verwendet werden. Der gebrannte Ziegel taucht beim Bauen zu Beginn des II. Jahrtausends v.Chr. bei Bauwerken der Kharrap-Zivilisation in Indien auf. In Zentralasien kennt man gebrannten Lehm als Keramik schon seit der späten Steinzeit (IV. Jahrtausend v.Chr.). Dennoch wurde der gebrannte Ziegel lange nicht beim Bauen verwendet. Selbst die altertümliche Kultur Zentralasiens kennt solche Baumaterialien nicht. Zum ersten Mal taucht der gebrannte Ziegel beim Bauen in der Zeit des frühen Mittelalters auf (VI-VII. Jahrhundert). Dies fand man durch Ausgrabungen von Besiedlungen in Nordtoharistan (im Süden Usbekistans), von altertümlichen Stätten in Kanka (Taschkent), etc. heraus. Es ist möglich, dass ein solch spätes Auftreten von gebrannten Ziegeln in Zentralasien mit dem trockenen und heißen Klima der Region zusammenhängt.

Probleme der Bewahrung und Erhaltung der archäologischen Bauwerke haben eine große Bedeutung für Zentralasien, wo die archäologischen Objekte der ältesten Zeiten hauptsächlich aus Lehm, Löss oder lössartigen Böden erstellt sind. Teilweise zerstört in altertümlicher Zeit, begannen die Überreste der Bauwerke nach der Freilegung und Erforschung intensiv zu verfallen. Der Hauptgrund der Zerstörung ist der negative Einfluss der natürlichen und klimatischen Faktoren. Der Regen und Tauwetter-Wechsel erodiert den unbeständigen Lehm, aus welchem die Wände und Überstände der altertümlichen Bauten errichtet sind. Unterirdisches Wasser, mineralische Salze und sprießende Vegetation verwandeln die alten Adobeziegel und „Pahsa“-Wände zu Staub. Die Ausgrabung ist der grundlegende Weg der Erforschung von archäologischen Bauten. Vom Moment der Errichtung an erfährt jedes Bauwerk eine unausweichliche und recht komplizierte Beziehung zu einer kulturellen Ebene. Über die Dauer von Jahrhunderten sammelt es beständig, füllt Teile der Konstruktion. Die gemachten Änderungen, die ein Gebäude erfährt, erscheinen immer wieder unter den baulichen Überresten.

Als Ergebnis verschwinden die altertümlichen Bauten vom Tageslicht, bleiben begraben unter meterdicken Schichten von Kulturebenen. Mit dem allmählichen Abtragen dieser Aufschüttungen öffnen die Archäologen ein Bauwerk. Die Komplexe der Baukonstruktionen eröffnen sich durch die archäologischen

Ausgrabungen. Es sind Monumentalbauten, öffentliche Gebäude, Wohn- und Handwerkskomplexe, Verteidigungs- und Bewässerungsanlagen. Viele altertümliche Bauwerke sind einzigartig. Sie haben eine große historische und kulturelle Bedeutung und geben uns unschätzbare Informationen über das Leben und die Entwicklung der frühen Kulturen. Darum sollten sie für zukünftige Generationen als originale Zeugnisse des Altertums bewahrt werden.

Die Langzeituntersuchung von archäologischen Lehmobjekten hat gezeigt, dass sie nach der Ausgrabung intensiv beginnen zu verfallen. Schon während eines Winters gibt es auffällige Risse auf Wänden, die von den Archäologen sorgfältig freigelegt worden waren. Am Ende kann die Angreifbarkeit der archäologischen Objekte zur letztlichen Zerstörung und unwiederbringlichem Verlust von Bauwerken führen.

Heute gibt es einige Wege zur Erhaltung der altertümlichen Adobekonstruktionen. An archäologischen Objekten in Usbekistan werden drei Methoden verwendet. Die einfachste Form ist die Abdeckung freigelegter Objekte nach ausführlicher Inspektion, Analyse und Fixierung. Als Abdeckung dient der Boden von Aufschüttungen, die bei der Ausgrabung entstehen. Diese Methode bedarf keiner großen finanziellen Mittel und speziellen Gerätes.

Sie ist nachgewiesen an einer Stätte der altertümlichen Besiedlung von Afrasiab (des antiken Samarkand), insbesondere nach Erforschung eines Palastkomplexes des Königs von Varhuman (VII.-VIII. Jahrhundert), in dessen kleiner Halle die weltbekanntesten Wandgemälde vorgefunden wurden. Nach der Erhaltung und Entfernung der Wände mit Monumentalbildern, wurden die Räume und Umgehungswege des Komplexes mit dem bei der Ausgrabung angesammelten Boden verfüllt. Diese Methode der Konservierung wird ebenso bei anderen archäologischen Bauwerken in Usbekistan verwendet.

Auf dem Territorium Usbekistans sind die einzigartigen Bauwerke der Architektur der Temuriden konzentriert, welche jährlich von zahlreichen Touristen besucht werden. Das Programm ihrer Routen beinhaltet ebenso ein Kennenlernen der ältesten Geschichte von Usbekistan und den Besuch der archäologischen Stätten. Eine Entscheidung zu der Entwicklung von Methoden

1 „Ovale“ Steine aus der Besiedlung von Koktepa.
„Oval“ bricks from a settlement of Koktepa.



Fired clay bricks occur in buildings from the beginning of the 2nd Millennium BC and can be found in monuments from a Kharrapian civilization in India. In Central Asia burnt clay was already known in pottery in the late Stone Age (4th Millennium BC), but burnt bricks were not used in construction until much later. Not even the antique cultures of Central Asia knew this building material. Burnt bricks occurred for first time in the construction of the Early Middle Ages (6th-7th Centuries). They were found when excavating the sites of Northern Toharistan settlements (south of Uzbekistan) and the ancient settlement of Kanka (Tashkent area) etc. It is possible that this later occurrence of burnt bricks in Central Asia is associated with the dry and hot climate of Central Asia.

Problems of preservation and the conservation of archaeological monuments are particularly important in Central Asia, where archaeological sites date back to the most ancient times and are mostly constructed of clay, loess and loess-like loams. Partially destroyed in ancient times, the remains of these structures begin to collapse rapidly once they have been uncovered and research begins. The main reason for the damage is the negative effect of natural and climatic factors. The rains and thawing snow erode the non-resistant clay, from which the walls and roofs of ancient structures were constructed. Groundwater, mineral salts and sprouting vegetation quickly reduce ancient adobe bricks and pahsa to dust. Excavation is the basic way of researching an archaeological monument. From the moment of its erection, a structure seems to become inseparable from the surrounding ground and has a rather complicated relationship with it. With the passing of centuries, ground material constantly collects, partially filling the structure. This reorganisation causes buildings to become completely hidden under building debris. As a result, these ancient structures disappear from sight and become buried under several metres of ground sediments. Archaeologists uncover monuments by gradually removing these deposits.

The complexities of building structures are exposed by archaeological excavation. There are cult monuments and public buildings, domestic and craft complexes, fortified constructions and structures for irrigation. Many ancient monuments are unique. They have great historical and cultural importance and they provide invaluable information on the lives and development of

ancient cultures. For this reason they should be preserved for future generations as original documents of an ancient epoch.

The long-term observation of clay archaeological sites has shown that they begin to deteriorate intensively after excavation. Even after the first winter period significant erosion occurs to the walls of buildings, which have been carefully exposed by archaeologists. Paradoxically, the vulnerability of archaeological sites can result in the final destruction and the irrevocable loss of a monument.

There are, however, ways of conserving ancient adobe constructions. On archaeological sites in Uzbekistan three methods have been used. The simplest way is to re-cover uncovered objects after detailed inspection, analysis and stabilising. For this covering, the previously excavated earth is simply used as fill material. This method does not require large capital investment or special equipment. It was applied most notably on the site of the ancient settlement of Afrasiab (ancient Samarkand), after research of a palace complex of the King of Varhuman (7th-8th Century), in the splendid hall of which the world famous wall paintings were found. After conservation and removal of the paintings from the walls of the monument, the rooms and surrounding corridors of the complex were filled with excavated matter, which had accumulated around the excavations. This method of conservation will also be used on other archaeological monuments in Uzbekistan.

In Uzbekistan there is a dense concentration of unique architectural monuments from the Temur and Temurids period, which are visited annually by many tourists. Their tour programme also acquaints them with Uzbekistan's most ancient history and includes visits to archaeological sites. A decision was therefore made to develop conservation methods for adobe archaeological monuments. The chemical compositions (see table 1) and the physical-chemical properties of various ancient clay-building materials (brick, pahsa, plaster) were originally investigated. Samples were selected from archaeological monuments located in various regions of Uzbekistan and from different historical periods. The results of chemical analyses have shown, that the basic building material used for the construction of buildings and other structures was loess clay. This was also used for the preparation of saman plaster.

2 Rechteckigen Steine aus der Tempel von Dzharkutan.
Rectangular bricks from a temple of Dzharkutan.

	Paḥsa, Джаркутан, XII-X JH. B.C.	Adobe, Afrasiab, VII-VIII JH. B.C.	Paḥsa, Afrasiab, XII JH. B.C.	Plaster, Afrasiab, XII JH. B.C.	Adobe, Karatepa, I-III JH. B.C.	Plaster, Karatepa, I-III JH. B.C.
SiO ₂	52,92	53,26	52,59	52,69	58,00	55,49
Al ₂ O ₃	12,04	12,40	13,32	12,16	7,70	11,86
Fe ₂ O ₃	6,55	3,35	3,26	3,60	3,60	5,56
CaO	9,53	10,27	8,66	10,96	10,50	10,98
MgO	2,93	2,12	4,38	2,00	2,10	1,42
Na ₂ O	3,25	1,29	1,62	2,63	2,00	1,10
K ₂ O	2,71	2,35	2,48	1,73	2,40	2,99
TiO ₂	0,05	nicht definiert	nicht definiert	0,50	nicht definiert	0,15
MnO	0,30	0,12	0,11	0,03	0,01	0,04
SO ₃	0,35	1,36	0,53	0,18	3,44	nicht definiert
calcination loss	9,15	12,96	12,62	13,70	10,70	9,56
Summe	99,78	99,28	99,57	100,37	100,45	99,04

der Erhaltung der archäologischen Adobearchitekturbauten wurde daher angenommen. Die chemische Zusammensetzung (Tab.1) und physikalisch-chemische Eigenschaften verschiedener alter Baumaterialien aus Lehm (Ziegel, Paḥsa, Putz) wurden untersucht. Von den archäologischen Bauwerken in verschiedenen Regionen Usbekistans wurden Proben genommen und diese bezeugen die unterschiedlichen historischen Perioden. Die Ergebnisse der chemischen Analyse haben gezeigt, dass das Ausgangsmaterial, das zur Erstellung der Gebäude und anderer Bauten verwendet wurde, die Lösslehme waren. Sie wurden ebenso zur Herstellung des Saman-Putzes verwendet.

Wie Langzeitbeobachtungen zeigen, ist der atmosphärische Einfluss und unterirdische Feuchtigkeit am gefährlichsten für die Bestände an Bauwerken. Im Prozess der Feuchtigkeitsaufnahme einer Schicht in den antiken Wänden gibt es ein Ablösen und Abblättern der Oberfläche des Bauwerkes. Solch eine Situation wird beobachtet an Stellen der größten Aufnahme der atmosphärischen Einflüsse. Bei den Bauwerken sind die Oberseiten der Wände, die Decken und die Fußpunkte der Wände solche gefährdeten Stellen. Auf Grund der Aufnahme von Feuchtigkeit wurde hier eine intensive Zerstörung beobachtet. Um die maximale Sicherheit eines Bauwerkes zu erreichen, ist es notwendig, die speziellen Messungen der Abdichtung der einzelnen Stätten zu berücksichtigen. Die Zulassung einer Vielzahl von Methoden der Abdichtung auf der Basis von organisch-silikatischen Lacken und Anstrichen sowie polymerischen Harzen ergab nicht die gewünschten Ergebnisse.

Als ein Ergebnis zahlreicher Experimente wurde die Gruppe der organischen Konservierungsmittel, welche den harten Anforderungen der Restaurierungspraxis entspricht, ausgewählt. Es sind Monomere der Diisocyanate, welche in einer Schicht der archäologischen Objekte unter natürlichen Bedingungen polymerisieren. Die Geschwindigkeit der Bildung einer Polymerschicht ist recht schnell. Die erreichte Abdeckung differiert durch die physikalisch-chemischen Eigenschaften. Die Festigkeit des Lehmmaterials erhöht sich um das 3-4 fache. Sie ändert sich nicht unter Einfluss der Solareinstrahlung oder Änderungen der Luftfeuchtigkeit und der Temperatur. Die erstellten Proben widerstehen der biologischen Zerstörung, ihre Porosität jedoch bleibt erhalten. Es ist besonders wichtig für Materialien, die natürlichen Bedingungen ausgesetzt sind (Konservierung unter freiem Ein-

fluss von unterirdischer Feuchtigkeit und Salzen). Die Farbe des Lehms bleibt natürlich. An Proben, die in Anlehnung an altertümliches Material gemacht wurden, werden die Techniken der Konservierung getestet. Sie werden auf Experimentalstätten archäologischer Bauwerke, die in verschiedenen Gebieten Usbekistans liegen und die sich im Salzgehalt des Bodens und dem Wasserhaushalt, etc. unterscheiden, ausprobiert. Es sind Bauwerke im Süden Usbekistans (Sapallitepa, Dzharkutan) und im Zentralteil (Afrasiab, Ak-tepa, Kanka etc.).

Es ist bekannt, dass die Adobebauten unter natürlichen Bedingungen dem negativen Einfluss der Atmosphäre sowie einem schwierigen physikalisch-chemischen und biologischen Prozess ausgesetzt sind. Die Komplexität dieses Prozesses ist sehr schwer im Labor zu simulieren. So haben sich einige Varianten an Techniken, welche im Labortest gute Ergebnisse erzielten, als unbrauchbar für die Erhaltung von Bauwerken unter natürlichen Bedingungen erwiesen. Zum Beispiel gab es eine Entfärbung des Lehms oder eine Ablösung einer aufgetragenen Oberfläche. Andere entwickelte Varianten erwiesen sich als effektiver. Mit ihnen wurden z.B. 630 m² einer Verteidigungsmauer aus dem IV-V Jahrhundert v.Chr. verkleidet. An einer Stätte der altertümlichen Besiedelung von Afrasiab (Samarkand) und Wänden von einzelnen Räumen eines Bauwerkes der antiken Epoche von Ak-tepa und Shash-tepa (Taschkent), einer Stätte alter Besiedelung von Kanka (Taschkent Gebiet) wurde die chemische Konservierung nach Reparatur- und Erneuerungsarbeiten durchgeführt. Sie beinhalteten den Bewurf der Wände mit Saman-Lehm-Putz. Die eingestürzten Teile der Wände wurden ausgebessert, entweder mit Paḥsa-Blöcken oder Adobeziegeln, abhängig von der vorgefundenen Wandkonstruktion.

Die Langzeitbeobachtung von Objekten hat gezeigt, dass die restaurierten und bereits abgeschlossenen Stellen einer alten Wand gut geschützt sind gegen die harten Einflüsse der natürlichen Klimafaktoren (Bild 3). Wie auch immer, die Restaurierungsaktionen werden nur in dem Falle effektiv sein, wenn dem Objekt der Status eines Museums geben wird. Unglücklicherweise haben einige der archäologischen Objekte keinen solchen Status und sind damit nicht geschützt. Die Besucher eines Bauwerkes begehen unkontrolliert das Objekt, klettern auf die Oberkante der Mauern etc.. Dies hat schon zur Zerstörung

Tafel 1 Chemische Zusammensetzung von Adobebaustoffen an Bauwerken in Usbekistan.

	Pahsa. Джаркутан. XII-X centuries B.C.	Adobe. Afrasiab. VII-VIII centuries B.C.	Pahsa. Afrasiab. XII century B.C.	Plaster. Afrasiab. XII century B.C.	Adobe. Karatepa. I-III centuries B.C.	Plaster. Karatepa. I-III centuries B.C.
SiO ₂	52.92	53.26	52.59	52.69	58.00	55.49
Al ₂ O ₃	12.04	12.40	13.32	12.16	7.70	11.86
Fe ₂ O ₃	6.55	3.35	3.26	3.60	3.60	5.56
CaO	9.53	10.27	8.66	10.96	10.50	10.98
MgO	2.93	2.12	4.38	2.00	2.10	1.42
Na ₂ O	3.25	1.29	1.62	2.63	2.00	1.10
K ₂ O	2.71	2.35	2.48	1.73	2.40	2.99
TiO ₂	0.05	not defined	not defined	0.50	not defined	0.15
MnO	0.30	0.12	0.11	0.03	0.01	0.04
SO ₃	0.35	1.36	0.53	0.18	3.44	not defined
calcination loss	9.15	12.96	12.62	13.70	10.70	9.56
Total	99.78	99.28	99.57	100.37	100.45	99.04

As long-term observation has shown, the greatest dangers to the remains of monuments are atmospheric precipitation and subsoil moisture. The process of moisture accumulation in the strata of ancient walls causes peeling and exfoliation of the surface of the monument. This situation has been observed in the areas with the greatest concentration of atmospheric precipitation. In architectural monuments, the top of walls, floors and the foundations of walls are the cause of most concern at such vulnerable sites. Because of the accumulation of moisture, serious damage can always be observed at these points. To maintain the maximum protection of a monument, it is necessary to adopt special protective measures used on similar sites. Tests with a variety of protective methods based on use of organic silicone varnishes and liquids and also the use of polymeric resins have failed to give desirable results.

As a result of numerous experiments, a class of organic preservative was chosen, which meets the stringent requirements of restoration practice. These are monomers of di-isocyanates, which will polymerise in the strata of archaeological objects in natural conditions. A polymeric covering forms quite quickly. The covering achieved differs depending on the physical-chemical characteristics. The resilience of the clay material increases by 3-4 times. It is not subject to change with fluctuations in solar radiation, moisture or temperature. The processed samples resist organic degradation whilst the material remains porous. This is especially important for materials, which are being treated in natural conditions (preserving the free migration of moisture and salts in the subsoil). The colour of the clay remains natural. On samples made in the manner of ancient materials, the conservation techniques fail. They were compared with experimental sites of archaeological monuments located in various areas of Uzbekistan, which had differing levels of salinity in the ground, aqueous balance, etc. These are monuments located in the south (Sapallitepa, Dzharkutan) and central regions (Afrasiab, Ak-tepa, Kanka etc.) of Uzbekistan.

It is known that, where in natural climatic conditions the adobe objects are exposed to negative atmospheric influence, different physical, chemical and biological processes take place. The complex action of these processes is very difficult to simulate in a laboratory. Therefore some variants of techniques that produce good results in laboratory tests have proved unsuitable for

the conservation of monuments in natural conditions. On occasion, discolouration of the clay or exfoliation of dressed surfaces resulted. Other variants developed have proved more effective. These were used to dress 630m² of a defensive wall from the 4th-5th Century BC on the site of an ancient settlement in Afrasiab (Samarkand), the walls of separate rooms on a monument from the ancient period of Ak-tepa and Shash-tepa (Tashkent) and the site of the ancient settlement of Kanka (Tashkent area). The chemical conservation was undertaken after repair and renovation measures had been carried out. They included daubing the walls with clay saman plaster. The fallen sections of wall were repaired either with pahsa blocks or adobe bricks, depending on what had originally been used to construct the ancient walls.

Long-term monitoring of objects has shown that the restored and processed areas of an ancient wall have withstood the influence of natural climatic factors well (fig. 3). However, the restoration operations will only be effective when an object is given museum status. Unfortunately none of the specified archaeological sites have been accorded such status so the monuments are not protected. When visitors to a monument are not controlled, they enter the sites and climb onto the tops of walls. This has resulted in damage to restored sites, making it necessary to repeat repair measures.

In addition to the first two methods of conserving archaeological objects, there are ways to protect them with the help of canopies and temporary roofs constructed over the excavations. Opponents of this method consider that, although the canopies can protect objects from damage, the natural atmosphere of an ancient monument is interfered with. These constructions can cause prolonged moisture retention under the roofing because of the large shadow that is cast. It is considered that damp monument structures kept under canopies collapse even faster than if they had been left out in the open.

At the Buddhist complex of Kara-tepa from the 1st and 2nd Centuries, a large subterranean monastery complex made of adobe bricks was found. It is one of the most unusual constructions of Buddhist cult architecture in Central Asia. A programme for its conservation was only agreed recently. As a temporary protection of the monument against the influence of natural factors,

Table 1 Chemical composition of adobe building materials on monuments of Uzbekistan.



von restaurierten Stätten geführt, was eine wiederholte Durchführung von Restaurierungsarbeiten notwendig machte.

Neben den ersten zwei Wegen der Konservierung archäologischer Objekte wird ebenso die Form des Schutzes durch Überdachungen und Abdeckungen über den Ausgrabungen angewendet. Die Gegner dieser Methode meinen, dass die Objekte durch die Überdachungen zwar vor Zerstörung bewahrt werden können, aber dass die natürliche Atmosphäre des altertümlichen Bauwerkes gestört ist. Solche Konstruktionen können langanhaltende Feuchtigkeitsstaus unter den Überdeckungen hervorrufen, da sie große Schatten bilden. Es wurde festgestellt, dass die der hohen Luftfeuchtigkeit ausgesetzten Konstruktionen unter den Überdächern schneller verfallen, als offen gelassene.

An dem buddhistischen Komplex von Kara-tepa aus dem I-II Jahrhundert wurde ein großes Höhlenkloster aus Adobeziegeln gefunden. Es ist eine der einzigartigsten Konstruktionen der buddhistischen Kultarchitektur in Zentralasien. Das Verfahren zu seiner Konservierung ist bisher noch nicht entschieden. Daher wurde als temporärer Schutz des Klosters gegen die Einflüsse der natürlichen Faktoren über ihm ein hohes Überdach aus Stahltragwerk errichtet. Nebenbei wurde die Frage der Ableitung der atmosphärischen Niederschläge entschieden. Die durchgeführte Besichtigung hat gezeigt, dass eine Zerstörung des Monuments während der Zeit der Überdachung nicht passiert.

Ein anderer Weg der Erhaltung von freiliegenden Stätten ist die Konstruktion von Überdeckungen über den ausgegrabenen Bauten und Objekten. Nahe des großen Höhlenklosters wurde der Garten ausgegraben, auf dessen Umkreis die Anbauten erstellt waren. Sie waren perfekt erhalten. Die Höhe der Wände ist gleichmäßig etwa 4 Meter. An manchen Anbauten wurden die Fundamente für hallenförmige Überdeckungen gesichert. Die Wände waren mit Gipsputz geweißt. Nach der Ausgrabung gab es die Frage der Sicherung des Objektes. Die Praxis zeigt, dass die ungeschützten Objekte der Adobearchitektur selbst in einem Winter merklich verfallen können. Daher wurde eine Entscheidung zur Errichtung temporärer Überdeckungen über den ausgegrabenen Räumen gefällt. Zur Erstellung der Fundamente der Überdeckungen wurden die bei der Ausgrabung dieser Räume gefundenen Ziegel verwendet. Auf den errichteten Wänden wurden die Balken in dichter Reihung aufgelegt und mit Schilfrohr von oben abgedeckt. Das Schilfrohr wiederum wurde mit Saman-Lehm-Putz überdeckt. Solch temporäre Überdeckungen sind nicht ohne Bezug zum generellen Hintergrund der Ausgrabung und sichern perfekt die freigelegten Gebäude und Räume vor Zerstörung und Einflüssen der natürlichen Klimafaktoren.

3 Ein Verteidigungswall von der altertümlichen Besiedlung von Afrasiab (VI-V JH. vor Christus)

A defensive wall of a site of ancient settlement of Afrasiab (VI-V century B.C.)

a high canopy of steelwork was constructed above it. In addition, the provision of drains for the atmospheric precipitation was agreed upon. The inspection that was carried out showed that damage to the monument did not occur while the canopy existed.

Another way of conserving uncovered sites is by constructing roofing over the dug-out buildings and other objects. Near to the large monastery complex, a courtyard was excavated around which premises had been constructed. They were perfectly preserved. The height of the walls is approximately 4 meters. In some premises the foundations for the dome-shaped roofs had survived. The walls of the rooms had been whitewashed with gypsum plaster. After excavation there was the immediate question of how to protect this object. The decision was therefore made to erect temporary roofing above the dug out rooms. For the supports of this roof, bricks were used that had been found during the excavation of these rooms. On the erected walls boards were close laid and covered from above by layer of cane. The cane was covered with clay saman plaster. This type of temporary roofing does not allow water to reach the general area of the excavation works and the exposed buildings and rooms are perfectly protected from damage caused by natural climatic factors.