

33 Čilchudžra (Ustrušana)

Wohnburg, 4.-6. Jh. n. Chr. bis 7.-Anfang 8. Jh. n. Chr.
Überwölbte Räume (Taf. 75-79)

1 Zeichnerische Dokumentation

Taf. 75 Čilchudžra (Ustrušana)

- (a) Gesamtplan der Wohnburg. Vermessung von S. CHMELNIZKIJ.
- (b) Vergleichende Darstellung der Grundrisse des Ober- und Untergeschosses. Umgezeichnet nach dem Gesamtplan von S. CHMELNIZKIJ. Legende: 1) 1. Bauperiode, 2) 2. Bauperiode, 3) 3. Bauperiode, 4) 4. Bauperiode.

Taf. 76 Čilchudžra (Ustrušana)

- (a) Querschnitt zum Gesamtplan. Vermessung von S. CHMELNIZKIJ. Nach ПУЛАТОВ 1975: Abb. 54.
- (b) Längsschnitt zum Gesamtplan. Vermessung von S. CHMELNIZKIJ. Nach ПУЛАТОВ 1975: Abb. 54.

Taf. 77 Čilchudžra (Ustrušana)

- (a) Räume 9-12 im Schnitt A-A. Umgezeichnet nach ПУЛАТОВ 1975: Abb. 14.
- (b) Räume 3-5 und 9 im Schnitt B-B. Umgezeichnet nach ПУЛАТОВ 1975: Abb. 17.
- (c) Grundriss des Erdgeschosses. Umgezeichnet nach ПУЛАТОВ 1975: Abb. 7.
- (d) Räume 6-8 und 12 im Schnitt D-D. Umgezeichnet nach ПУЛАТОВ 1975: Abb. 13.
- (e) Räume 1-3 und 8 im Schnitt C-C. Umgezeichnet nach ПУЛАТОВ 1975: Abb. 18.
- (f) Projektion der Tonnengewölbe auf den Grundriss des Erdgeschosses. Eigene Darstellung.

Taf. 78 Čilchudžra (Ustrušana)

- (a) Räume 14 und 16 im Schnitt E-E. Vermessen von CHMELNIZKIJ. Eigene Umzeichnung.
- (b) Räume 13-14 im Schnitt F-F. Vermessen von CHMELNIZKIJ. Eigene Umzeichnung.
- (c) Grundriss des Rampengangs. Vermessen von CHMELNIZKIJ. Eigene Umzeichnung.
- (d) Ansicht der Trompe in Kuppelraum 17. Umgezeichnet nach ПУЛАТОВ 1975: Abb. 65.
- (e) Grundriss des Obergeschosses. Umgezeichnet nach ПУЛАТОВ 1975: Abb. 9.
- (f) Rekonstruktion des Grundrisses: Obergeschoss. Umgezeichnet nach CHMELNIZKIJ 1989: 98, Abb. 60.
- (g) Querschnitt des Kuppelraums 17. Umgezeichnet und ergänzt nach ПУЛАТОВ 1975: Abb. 22.
- (h) Aufsicht auf die Kuppel von oben und unten. Eigene Darstellung.

Taf. 79 Čilchudžra (Ustrušana) Fotoaufnahmen von B. BRENTJES.

- (a) Eingang zum Rampengang der Wohnburg.
- (b) Abschließende Bögen im Rampengang.

2 Vorliegende Dokumentation und Interpretation

2.1 Literatur

- ПУЛАТОВ 1975.
- МАМАДЖАНОВА 1985: 35-38, Abb. 1-4; 1987: 177-210.
- МУКИМОВ, МАМАДЖАНОВА 1988: 31-39.
- CHMELNIZKIJ 1989: 48-49, 95-100, Abb. 22, 59-63.
- ХМЕЛЬНИЦКИЙ 2000: 112-114, Abb. 117-121.
- НЕГМАТОВ 1999: 114-116, 119-121.
- Bislang unveröffentlichter Gesamtplan der Wohnburg und Rampenanlage (Mit freundlicher Genehmigung von Dr. S. CHMELNIZKIJ am 04.05.1997) - siehe Taf. 75 a, 78 c.
- Bislang unveröffentlichte Aufnahmen des Rampenzuganges in das Obergeschoss der Wohnburg (Mit freundlicher Genehmigung von Prof. B. BRENTJES) - siehe Taf. 79 a, b.

2.2 Untersuchungsgeschichte und Baubestand

Der gleichnamige Hügel mit den Bauresten von Čilchudžra bzw. Čihil-Huğra befindet sich 2,5 km südlich der heutigen Siedlung Šachristan am Zusammenfluss von Šachristan-saj und Kul'Kutan (ПУЛАТОВ 1975: 10-11, Abb. 2) und war durch seine erhöhte Lage und die umgebenden Wasserflächen geschützt. Die 6 m hohe Burg lag in der Nordostecke einer Freifläche mit Wirtschaftsbauten. Ein Eingang in das Innere der Freifläche war an der südöstlichen Ecke angelegt (ПУЛАТОВ 1975: 12, 35, Abb. 26).

Die Burg Čilchudžra wurde von 1961 bis 1966 durch PULATOV unter Leitung von NEGMATOV archäologisch untersucht. Die Anlage wurde von CHMELNIZKIJ vermessen, dessen Zeichnungen in der Monographie von

PULATOV erschienen.¹⁸¹ Die Anlage mit anliegendem Hof wurde teilweise 1981 von MAMADŽANOVA zwecks Untersuchung der proportionalen Maßverhältnisse erneut vermessen (vgl. MAMADŽANOVA 1985: 35, Abb. 1-3). In seinem endgültigen Grundriss stellte Čilchudžra für die letzten Bauperioden eine symmetrische Viereckanlage mit Ecktürmen dar (**Taf. 75 a**). Der nach außen durch einen Wehrgang geschützte südöstliche Turm diente vermutlich als Eingang. In den Südwestturm war eine stufenlose Rampe eingesetzt. Zwei weitere Ecktürme waren zweigeschossig, da die Räume des Erdgeschosses mit Kuppeln überwölbt waren. Die Kuppeln stützten die obere Wehrfläche, die offenbar mit den umlaufenden offenen Wehrgängen entlang der Mauerinnenseite im Obergeschoss verbunden waren.

Die einzelnen Bauteile der zweigeschossigen Anlage von Čilchudžra stammen aus unterschiedlichen Perioden (**Taf. 75 b**). Das Erdgeschoss bestand zunächst aus einem quadratischen Kernbau (ca. 12,5 x 12,5 m) (ПУЛЯТОВ 1975: 15, 30; CHMELNIZKIJ 1989: 94) mit vier Räumen: 18 und 19 (6,3 x 2,2 m), 20 (9,55 x 2,13 m) und dem nicht freigelegten Raum 21. Ein sog. Geheimraum 19a (1,31 x 1,11 m) war auf einer Höhe von 0,75 m über dem Erdboden in den Sockel eingebaut. Im Westen, Norden und Osten wurde der Kernbau später mit einem Korridor auf niedrigerem Sockel umgeben (**Taf. 76 a, b, 77 c**). Dieser Korridor erhielt zwei eigene Wände, von denen die 1 m starke innere eine Mantelmauer für den Kernbau, die äußere die Außenmauer des Gebäudes bildete (ПУЛЯТОВ 1975: 21, 22, 25, 151-152). Der Korridor ist in mehrere Raumabschnitte unterteilt: 1, 2, 4, 5 (4,91 x 1,9 m), 10 und 11 (5,28 x 1,54 m). Die geneigten Seitenflächen des Kernbausockels ragen in das Korridorinnere hinein, was dessen Weite in Fußbodenhöhe auf ca. 93 cm verringerte. Die Eckabschnitte 3 (Seitenlänge 2,4 x ? m) und 9 (Seitenlänge 2,2 x 2,2 m) bilden im Grundriss einen Viertelkreis.

Für die Südseite vermutet der Ausgräber, dass in dieser Periode an den Kernbau Räume mit Eckbastionen angebaut waren, die umgebaut wurden, als man den Kernbau aufstockte.

Die Gewölbe des Kernbaus waren offenbar im Scheitel eingebrochen, als die Räume mit Kies, Lehmklümpchen und Lehmziegeln ausgefüllt wurden, um eine künstliche Plattform für ein Obergeschoss zu schaffen (ПУЛЯТОВ 1975: 16-17, 18) (**Taf. 75 a, b, 77 c**). Auf der Südseite wurden nun die Räume 6 (2,44 x 2,4 m), 7 (3,28 x 2,36 m) und 12 sowie die Wendelrampe (Raum 8) angebaut. Die Spannweite des Spiralrampenganges schwankte zwischen 1,09 m und 1,3 m (ПУЛЯТОВ 1975: 28-29, 152). Die Rampe führte in das obere Geschoss sowie zum Dach (**Taf. 78 c, e, 79 a-b**). Der 10 m lange Korridor 13 im Obergeschoss mit einer Spannweite von 1,65 m führte zum Hauptraum 16 (12,8 x 10,4 m), den im Westen und Süden die kleineren Räume 15 (3,32 x 2,18 m), 16a, 16b und 13, 14, 17 sowie ein Eckraum umgaben.

Im Erdgeschoss sind Tonnenreste teilweise über den Räumen 11, 18, 20 erhalten. Vollständig erhaltene Tonnen sind jedoch nur über den Räumen 2, 4, 6, 7, 10, 19a nachgewiesen (**Taf. 77 a, b, d, e**). Geringere Wölbungsreste waren über den Auflagern in den Räumen 1, 5, 12, 18 und 19 zu finden (ПУЛЯТОВ 1975: 17-24, Abb. 10-14, 17, 18). Trompen und Kuppelansatz waren über der Eckmauer des Raums 9 erhalten (ПУЛЯТОВ 1975: 23, Abb. 17). Die Wölbung des Raums 3 stammte aus einer späteren Bauzeit, denn ihr westliches Auflager ruhte auf der angebauten Innenmauer (ПУЛЯТОВ 1975: 25, 26). In einem früheren Bauzustand war der Raum wahrscheinlich mit einer Kuppel überwölbt. Im oberen Stockwerk waren Reste der Tonne über Raum 13 sowie einer Kuppel über den Ecktrompen im Raum 17 erhalten (ПУЛЯТОВ 1975: 31) (**Taf. 78 a, b, g**).

2.3 Datierung und ihre Begründung

Die Burg Čilchudžra wurde in drei Bauperioden errichtet, die aufgrund der stratigraphischen Untersuchungsergebnisse und von Scherbenfunden unterschieden werden können. PULATOV unterscheidet dabei mindestens sechs Nutzungsperioden des Baus (ПУЛЯТОВ 1975: 42, 150, 152, 162-163).

In der ersten Bauperiode (4.-6. Jh. n. Chr.) wurde der Kernbau errichtet. Die zweite Bauperiode wurde auf das Ende des 6. und den Beginn des 7. Jh. n. Chr. datiert und wird durch einen den Zentralbau umgebenden Korridor repräsentiert. Die Errichtung der südlichen Räume und des oberen Stockwerks verbindet man mit der dritten Bauperiode, die auf das 7. bis Anfang des 8. Jh. n. Chr. datiert wird.

2.4 Bewertung der Dokumentation

Den Grabungsbericht über die nur unvollständig freigelegte Burg Čilchudžra veröffentlichte PULATOV. In ihm werden die besondere Lage des Baus, seine Funktion und Nutzungsperioden, Befunde und Stratigraphie beschrieben. Trotz der insgesamt sechs in der Bauanlage angelegten Sondagen bleibt aber der Grundriss des südlichen Anbaus aus der 2. Bauperiode ungeklärt. Die Annahme, dass der Umriss des Obergeschosses in der 2. Periode dem späteren, aus der letzten Periode stammenden entsprach (ПУЛЯТОВ 1975: 162), ist archäologisch kaum begründet.

Einen gesonderten Abschnitt widmete der Ausgräber den architektonischen Besonderheiten des Baus (ПУЛЯТОВ 1975: 111-166). Die wechselseitige Beziehung der Bauteile mit den jeweiligen Bauperioden wurde von ihm in enger Zusammenarbeit mit CHMELNIZKIJ festgestellt (ПУЛЯТОВ 1975: 5, 150, 155). Die Gewölbereste des Gebäudes und ihre Konstruktion sind vom Ausgräber zusammenfassend beschrieben und mit einer zeichnerischen Dokumentation versehen.

¹⁸¹ Ein detaillierter Gesamtgrundriss des Baus mit beiden Geschossen und allen Bauperioden war bisher nicht veröffentlicht (**Taf. 75 a**). Gleiches gilt für den Grundriss der Rampenanlage (**Taf. 78 c**). Bei der Beschreibung sind alle Höhenmaße ab Bodenniveau angegeben.

In seiner Studie untersucht CHMELNIZKIJ die einzelnen Bau- und Umbauphasen des Gebäudes und den damit verbundenen Wechsel seiner Funktion. Besondere Aufmerksamkeit widmete er der Rekonstruktion des Obergeschossgrundrisses (CHMELNIZKIJ 1989: 94-100, Abb. 59-62; ХМЕЛЬНИЦКИЙ 2000: 112-14, Abb. 117, 121) (**Taf. 78 e, f**). Die Breite des mit Holzbalken überdeckten und mit Wandmalerei versehenen Hauptraums 16 betrug dem Grabungsergebnis zufolge 10,4 m (ПУЛАТОВ 1975: 33). In seiner Rekonstruktion nimmt CHMELNIZKIJ jedoch an, dass der Mauerwerksrest im Osten des Raums nicht der Mauer, sondern der inneren Lehmbank entsprach. Aus diesem Grund ist der mit einer zweiten Lehmbank versehene Raum 16 bei ihm 11,3 m breit (CHMELNIZKIJ 1989: 95-96, Abb. 60; ХМЕЛЬНИЦКИЙ 2000: 113). Letzteres widerspricht jedoch seiner Interpretation, nach welcher das Tageslicht durch die südwestliche Fenstertrömpe in den nordöstlichen Eckraum 9 im Erdgeschoss geführt wurde (CHMELNIZKIJ 1989: 49, 95, Abb. 22; 2000: Abb. 119) (**Taf. 77 a, b**). Da die Nordostecke des Raums 16 von ihm weiter nach Osten verschoben wurde, würde sich die "Fenstertrömpe" in diesem Fall zum rekonstruierten Saal hin öffnen. Die Ausführung dieser einzigen in Radialschichten errichteten Trömpe bezeugt, dass sie zum Tragen der oberen Last bzw. der Last der Außenmauer des Hauptraums 16 bestimmt war (vgl. **Taf. 75 b**). Dies zeigt einerseits, dass die vorgeschlagene Rekonstruktion falsch ist. Andererseits wird ersichtlich, dass bei der Aufstockung des Gebäudes (Bauperiode 3) nicht nur die Räume an der Südseite des Kernbaus, sondern auch die Kreiskuppeln über den Eckräumen 3 und 9 im Erdgeschoss neu aufgebaut wurden. Ein weiterer Beleg dafür ist meines Erachtens die Tonne des Eckraums 3, die anstelle der ursprünglichen Kreiskuppel errichtet worden ist (**Taf. 77 e**). Der Kuppelstich über beiden Eckräumen war offenbar nur in der 2. Bauperiode so hoch wie rekonstruiert (ПУЛАТОВ 1975: Abb. 17) (**Taf. 77 b**).

Der Grundriss des Erdgeschosses wurde mit Grundrissen einer Reihe von mittelasiatischen Baudenkmälern verglichen. In seiner jüngsten Veröffentlichung ordnet CHMELNIZKIJ die Burg zu der 4. Gruppe der von ihm vorgeschlagener Klassifikation mittelasiatischer Schlösser zu (ХМЕЛЬНИЦКИЙ 2000: 114, Abb. 121). Ausgehend von den Raummaßen vermutet er drei weitere Kreiskuppeln über den Räumen 14, 15 und 16a im Obergeschoss (**Taf. 78 e, f**). In der baulichen Beschreibung erwähnt er die Konstruktion der einzelnen Tonnen und Bögen.

In der Sekundärliteratur sind die veröffentlichten Angaben über die Bauanlage wiederholt angesprochen worden (МАМАДЖАНОВА 1985: 35-36; НЕГМАТОВ 1999: 114-116, 119, 121). Dabei wird die Burg einem historischen Hintergrund zugeordnet (siehe dort) und deren günstige Lage und ihre Fortifikation sowie zusammenfassend die angewendeten Bautechniken besprochen.

Die Eigenschaften der Wölbungen des Gebäudes werden in einem Aufsatz von МУКИМОВ und МАМАДЖАНОВА untersucht (МУКИМОВ, МАМАДЖАНОВА 1988: 31-39). In zwei weiteren Studien von МАМАДЖАНОВА wird die Burganlage baulich beschrieben und eine neue Rekonstruktion des Gebäudes vorgelegt (МАМАДЖАНОВА 1985: 35-38, Abb. 4; 1987: 177-210).

3 Beschreibung und Beurteilung der Bau- und Gewölbstruktur

3.1 Baumaterial und Ausführung von Sockel und Wand

Im Unterbau des Kernbaus wurden unter der äußeren Mauer 1 x 1 m große Lehmblöcke verlegt. Sie bildeten eine rechteckige Mantelmauer, deren äußere und innere Seitenflächen geneigt waren (**Taf. 76 a, b**). Innen wurde der Unterbau schichtweise mit Kies, Lehm und Sand ausgefüllt. Die Außenmauer des Baus bestand zuunterst aus Lehmblöcken mit einer Höhe von 75 cm, auf die über einer dicken Mörtelschicht Lehmziegellagen folgten (Räume 18, 19) (Sondage 1 und 3). Die Innenmauern wurden direkt auf die Auffüllung gesetzt (ПУЛАТОВ 1975: 15-16, 111).

Während die Außenmauer des umgebenden Korridors direkt auf dem gewachsenen Boden errichtet wurde, saß seine Innenmauer auf dem Absatz der Untermauer des Kernbaus auf. Vor Errichtung dieser Mantelmauer wurde der Absatz mit zwei bis drei Ziegelschichten bedeckt. Der Raum zwischen Außen- und Innenmauer, in dem die geneigte Seitenfläche des Unterbaus hervortrat, wurde mit Lehmschichten ausgefüllt. Diese Ausfüllung diente nachfolgend als Fußboden (ПУЛАТОВ 1975: 112).

Die Oberfläche entlang der Südseite des Kernbaus wurde mit Lehm- und Kiesschichten von 33 bzw. 15 cm Stärke abgeglichen. Darauf wurde die mit Lehmziegeln aufgeführte Mauer des Anbaus errichtet. Unter dem Rampenturm und den Räumen 2 und 6 war diese Ausgleichschicht viel stärker. Die verwendeten Ziegelmaße betragen 50-48 x 28-25 x 10-9 cm (ПУЛАТОВ 1975: 26, 28, 112, 153-154, Abb. 55).

Die Mauern des südlichen Abschnitts bestanden am Fuß aus Blöcken, die dick mit Lehmörtel verputzt waren. Normalerweise waren die Fugen zwischen den Lehmblöcken lotrecht, nur die Blöcke in einem Mauervorsprung unbekannter Funktion in Raum 12 besaßen geneigte Fugen. Ausnahmsweise waren die Mauern des Vorraums 6 aus Lehmziegeln gebaut (ПУЛАТОВ 1975: 19, 21, 23, 26, 28). Die Außenmauer und Innenpfeiler der Eckrampe bestanden ebenfalls aus mit Lehmziegeln schichtweise abwechselnden Lehmblöcken. Die Innenmauer dagegen war nur aus Lehmziegeln mit dick verstrichenem Lehmörtel erbaut (ПУЛАТОВ 1975: 30, 31, 34).

3.2 Die Gewölbe

3.2.1 Baumaterial

Über die Ziegelmaße der Überwölbungen des Baus äußert sich der Ausgräber nicht. Die folgende Maße sind den veröffentlichten Zeichnungen zu entnehmen (ПУЛАТОВ 1975: Abb. 55, 57-58). Für die Errichtung der Tonnen, Bögen und Kuppeln wurden demnach rechteckige Lehmziegel mit den Maßen 50 x 26-25 x 10-9 cm eingesetzt. Die Ausführung erfolgte mit Lehmörtel.

3.2.2 Auflager

Das Auflager für die Wölbschalen in den Räumen 18-21 des Kernbaus war zweifach vorgekragt (**Taf. 76 a**): der untere Teil bestand aus zwei bis vier und der darüber liegende aus vier bis fünf Ziegelschichten. Die Ziegelschichten lagen auf einer Höhe von 1,65 m und waren nach innen 6,5 cm vorgekragt (ПУЛАТОВ 1975: 16). Sowohl das äußere Auflager der Tonne als auch der zwischen den Abschnitten erbaute Bogen im umgebenden Korridor waren niedriger als das innere Auflager (**Taf. 77 a-b, d-e**). Die innere Tragmauer war von unterschiedlicher Höhe. Deshalb befanden sich die Auflager im Raum 5 auf einer Höhe von 2,24 m, im Raum 1 dagegen auf einer Höhe von 1,94 m. Beide Auflager der umgebenden Tonne lagen auf fast der gleichen Höhe. Sie bestanden aus vier allmählich nach innen vorgekragten Ziegelschichten (ПУЛАТОВ 1975: 23-24, 27). Den Längsschnitten B-B und C-C zufolge sind die Auflager in den Räumen 1, 2 und 4 vor der das Gewölbe abschließenden Schildmauer erhöht (**Taf. 77 b, e**). Die Erhöhung der Auflager ermöglichte es, die Länge der letzten Ringschichten zu kürzen und die Schlusswand aufzumauern. Das Auflager in den Eckräumen stützte die Trompen auf einer Höhe von 2,63 über dem Boden. Es wurde in Raum 9 aus zwei Ziegelschichten errichtet (ПУЛАТОВ 1975: 23).

Von unterschiedlicher Höhe sind die Auflager in den südlichen Räumen 6, 7 und 12 (**Taf. 76 b, 77 d**). Sie waren aus 6 bis 9 Ziegelschichten errichtet. Zwischen der zweiten und vierten Schicht befanden sich 25 x 18 cm große Gerüstlöcher (ПУЛАТОВ 1975: 19, 20). Eine 6,5 cm tiefe Vorkragung der Ziegelschichten wurde in Raum 12 festgestellt (ПУЛАТОВ 1975: 21).

Als Auflager für die spiralförmige Tonne des Rampenganges dienten die Oberflächen der Außenmauer aus Lehmblöcken und des mittleren Pfeilers (ПУЛАТОВ 1975: 28) (**Taf. 79 b**).

Die Auflager der Türwölbung aus Raum 6 zum Rampenhaus 8 liegen auf unterschiedlichen Höhen (**Taf. 77 d**). Das äußere Auflager ist niedriger als das innere (ПУЛАТОВ 1975: 19, 22, 24, 27), was für einen asymmetrischen Bogen und eine Tonne mit ungleichen Bogenschenkeln spricht. Die Bögen über den Türöffnungen im Erdgeschoss stützen sich auf geneigte Stützflächen, die entweder durch Zurichten des oberen Lehmblocks oder stufenförmige Verlegung der Ziegel geschaffen wurden (vgl. ПУЛАТОВ 1975: Abb. 57-58) (**Taf. 77 a-b, d-e**).

Das Auflager des tonnenüberwölbten Raums 13 im oberen Geschoss wurde ohne Vorkragung ausgeführt (ПУЛАТОВ 1975: 32) (**Taf. 77 d**). Als Grundlage für die Trompen und die Kuppel in Raum 17 dienten 11 bis 12 Ziegelschichten (ПУЛАТОВ 1975: 31) (**Taf. 78 g**).

3.2.3 Ausführung der Tonnen, Bögen und Kuppeln

• Krag- und Ringschichten

Die Tonnen des Kernbaus unterscheiden sich in der Qualität ihrer Ausführung von den Wölbungen des angebauten Korridors und der Räume des oberen Geschosses (**Taf. 76 a-b**). Zweifach vorgekragte Ziegelpakete im Auflager führten zur Verringerung der Spannweite von 2,8-2,25 m auf 2,1-1,6 m in den Räumen 18 bis 21. Dabei stützte sich die Wölbschale mit einer Spannweite von 1,6 m (Räume 18 bis 20) und 2,1 m (Raum 21) auf einer Höhe von 2,7 m auf die oberste Ziegelschicht. Die Wölbschale bestand aus geneigt stehenden Ringschichten.

Innerhalb der vorkragenden Teile befanden sich sechs 25 x 15 cm und 34 x 17 cm große Gerüstlöcher. Solche Löcher sind auch in den Quermauern einiger Räume festgestellt worden (**Taf. 76 a-b**). Der Geheimraum 19 wurde mit einer gebusten Kuppel überwölbt, deren Scheitel sich in einer Höhe von 1,44 m befand (ПУЛАТОВ 1975: 16-18). Die Tonnen über dem umgebenden Korridor (Räume 1-5, 9-10) und den südlichen Räumen 6, 7, 12 bestanden aus geneigt stehenden Ringschichten.

Laut PULATOV wurde die Tonne über Raum 14 im oberen Geschoss aus senkrecht stehenden Ringschichten errichtet. Die Ringschichten über dem oberen Korridor (Raum 13) waren hingegen nach Osten geneigt. Dem Längsschnitt F-F nach sind jedoch die Ringschichten der Tonne in Raum 14 nach Osten geneigt (**Taf. 78 b**).

Laut PULATOV besaßen die Tonnenschalen über den Räumen 2, 6 und 10 im Erdgeschoss auf einer Höhe von 2,79 bis 3,43 m rechteckige Lichtöffnungen. Die Öffnungen waren in die geneigt stehenden Ringschichten eingelassen und maßen 31 x 24 cm (Raum 10) bzw. 41 x 22 cm (Raum 2) (ПУЛАТОВ 1975: 19-22, 27).¹⁸² Durch Öffnungen, die in der Schlussmauer ausgespart waren, wurde Tageslicht auch in die Räume 4 und 10 geleitet (ПУЛАТОВ 1975: 22, 24) (**Taf. 77 a-b**).

Die Ringschichten in den Korridortonnen waren nach Westen (in den Räumen 5 und 6), nach Osten (in den Räumen 4, 7, 20), nach Süden (in den Räumen 2, 10, 18, 21) und nach Norden geneigt (in den Räumen 1, 11, 19)

¹⁸² Diese Öffnungen werden vom Ausgräber zeichnerisch nicht wiedergegeben (vgl. **Taf. 77 a, d, e**).

(ПУЛЯТОВ 1975: 19, 20, 22) (**Taf. 77 f**). Die Ringschichten über dem Rampengang waren zu den Eingangsbögen geneigt (**Taf. 78 b, 79 a-b**). Der Scheitel der spiralförmigen Tonne im südwestlichen Turm lag auf einer Höhe von 2 bis 2,49 m über dem Boden (ПУЛЯТОВ 1975: 28-29).

- Radialschichten

Die Eckräume 9 und 3¹⁸³ waren mit Kuppeln überwölbt, die sich auf drei Trompen stützten (**Taf. 77 b**). Die Südwestecke des Raums 9 wurde mit einer Trompe aus radialgelegten Lehmziegeln überwölbt (**Taf. 77 a-b**). Die Trompe besaß einen hohen Stich (CHMELNIZKIJ 1989: 48, 95, Abb. 22) und war besonders tragfähig. Die Trompen wurden in die neun Ziegelschichten der Kuppelbasis eingelassen, ihre Scheitel lagen innerhalb einer Höhendifferenz von etwa 29 cm. Oberhalb der Ziegelschichten lagen auf einer Höhe von 3,56 m über dem Boden die ersten Ziegelringe des Kuppelfußes, die allmählich nach innen vorgekragt waren. Der Ausgräber vermutete, dass die Kuppel über einem Tambour errichtet worden war (ПУЛЯТОВ 1975: 23, 25).

Auch Raum 17 im Obergeschoss war mit einer Kreiskuppel überwölbt (**Taf. 78 g-h**). Sie ruht auf Ecktrompen, die sich auf die Mauern aus elf Ziegelschichten über Lehmblöcken stützten. Die abgerundeten Ziegelschichten am Kuppelfuß gingen langsam in die Ringe der Kuppel über (ПУЛЯТОВ 1975: 31-32).

Die Bögen über den Türöffnungen sowohl im unteren als auch im oberen Geschoss wurden in Radialschichten ausgeführt (**Taf. 77 a-b, d-e, 78 a-b**). Die Bogenschalen waren einen bis eineinhalb Lehmziegel stark und schnitten gelegentlich die vorgekragten Ziegelschichten am Tonnenfuß an (ПУЛЯТОВ 1975: 17-25, 28). Die Wölbziegel sind zu mehreren Kreisbogenmittelpunkten geneigt und verzahnen sich im Scheitel in einem Fischgrätenmuster ineinander (vgl. ПУЛЯТОВ 1975: Abb. 57-58).

- Flachsichten

Die meisten Trompen unter den Kuppelschalen wurden aus übereinander gelegten und vorgekragten Ringschichten errichtet, die aus flach verlegten Lehmziegeln bestanden (**Taf. 77 b, 78 d**). Die Lehmziegel lagen flach mit ihren Kurzseiten nach innen. Mit einer Flachsicht wurde auch der Radialbogen zwischen dem Rampenzugang und Raum 2 abgedeckt (**Taf. 77 d**).

3.2.4 Ausfüllung der Zwickel

Die Ausfüllung der Zwickel zwischen den Gewölbeschalen des Kernbaus ist nicht bekannt. Die Zwickel oberhalb der Bögen zwischen den Räumen 6 und 8 (ПУЛЯТОВ 1975: 19), 4 und 3, 7 und 6, 1 und 2 sowie 10 und 11 (vgl. ПУЛЯТОВ 1975: Abb. 57-58) waren mit Mauerwerk ausgefüllt.

3.2.5 Gewölbeschale und ihre geometrische Form

Die parabelförmigen Tonnen des Kernbaus besaßen einen ca. 2,3 m hohen Stich, der durch eine doppelte Vorkragung der Ziegelschichten im Auflager erhöht wurde (**Taf. 76 a**). Von gleich hohem Stich waren die schmalen Tonnen über den umgebenden Korridorabschnitten. Die später durchgebrochene Türöffnung zwischen den Räumen 6 und 20 wurde mit einem gedrückten Bogen überwölbt (ПУЛЯТОВ 1975: 18, 151) (**Taf. 77 d**).

3.3 Strukturelle Zusammenhänge von Raum und Gewölbe

Beim Kernbau waren die Ringschichten der Tonnen jeweils zur gegenüberliegenden Mauer hin geneigt (**Taf. 77 f**). Während die Ringschichten in der Wölbung über den Räumen 18 und 21 nach Süden geneigt waren, diente als Anfangswand für die mittlere Tonne die nördliche Quermauer. Die Ringschichten der Tonne über dem quer zu allen anderen Räumen laufenden Raum 20 waren nach Osten hin geneigt (ПУЛЯТОВ 1975: 16-18).

Beim umgebenden Korridor versuchte der Baumeister jedoch, den Seitendruck der geneigten Ringschichten auf die Zwischenmauer mittels Gegendruck der gegenüberliegenden Ringschichten der Tonne auszugleichen (**Taf. 77 f**). Deshalb waren die Ringschichten über den Räumen 4 und 5 sowie 10 und 11 an die gemeinsamen Quermauern angelehnt. Dagegen wurde bei der Ausführung der Ringschichten über den Räumen 1 und 2 sowie 6 und 7 von den gegenüberliegenden Quermauern aus begonnen und damit die Zwischenwand unbelastet gelassen.

Die einhäufigen Tonnen über den umgebenden Korridoren sollten den Seitendruck der Außenmauer des Kernbaus (ПУЛЯТОВ 1975: 27) sowie des oberen Geschosses auffangen. Beim Umbau und Aufstocken des Zentralbaus wurden nur die Scheitel der einhäufigen Tonnen mit der Außenmauer des Obergeschosses belastet (**Taf. 75 b**). Die innere Langmauer zwischen den Räumen 16 und 15, 16a, 16b im Obergeschoss ruhte dabei auf dem zugemauerten Raum 21 und speziell hierfür errichteten Pfeilern im Raum 20 im Erdgeschoss. Der Grundriss der südlichen Räume 13, 14, 17 im Obergeschoss entspricht dagegen fast dem der unteren Räume 6, 7, 12, was die gleichzeitige Errichtung beider Geschosse belegt. Dem Umbau der südlichen Räume lag offenbar die Notwendigkeit des Baus einer neuen Rampe zugrunde. Der Last der Ringschichten über dem spiralförmigen Rampengang 8 wurden die geneigten Ringschichten des Raums 6 und des kurzen Vorraums im Erdgeschoss entgegengestellt.

¹⁸³ In Raum 3 waren keine Kuppelreste vorhanden.