

А К А Д Е М И Я А Р Х И Т Е К Т У Р Ы С С С Р
И Н С Т И Т У Т И С Т О Р И И И Т Е О Р И И А Р Х И Т Е К Т У Р Ы

АРХИТЕКТУРНОЕ НАСЛЕДСТВО

ПОД ОБЩЕЙ РЕДАКЦИЕЙ
Б. МИХАЙЛОВА, А. ПРИБЫТКОВОЙ, М. РЗЯНИНА,
А. ЧИНЯКОВА, Ю. ЯРАЛОВА

3

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
ЛИТЕРАТУРЫ ПО СТРОИТЕЛЬСТВУ И АРХИТЕКТУРЕ
М О С К В А • 1 9 5 3

Ры 210.

ДРЕВНЯЯ СТРОИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА СРЕДНЕЙ АЗИИ

В. ВОРОНИНА

За последние годы накопился значительный материал, позволяющий наметить ряд обобщений в области древнего зодчества Средней Азии, его форм, конструкций и планировочных решений.

Однако судить об архитектурном облике древних построек легче всего по памятникам древнего Хорезма, поскольку там, в условиях исключительно сухого климата, сооружения сохранились лучше, чем в центральных областях Средней Азии, где они большей частью разрушились или оплыли, образовав бесформенные холмы (тепе). Сведения о формах древней архитектуры добываются ценой долгих и кропотливых археологических изысканий (рис. 1, 2). Несколько проще обстоит дело с изучением планировки сооружений. Что касается конструкций, они доступны наблюдению почти повсюду и дают благодарный и обильный материал для изучения. Выразительность сурового и монументального древнего зодчества Средней Азии заключалась в обнаженной правдивости конструкций. Специфика этого зодчества состоит в органическом единстве художественного и технического начал. Плавное очертание арки или свода, отвечая требованию конструктивной прочности, является в то же время архитектурно-художественным элементом здания; мощные блоки кладки и откосы глинобитных стен создают определенный художественный образ. Конструкция выступает непосредственно источником образного воздействия на зрителя. Поэтому анализ технических приемов является необходимым условием при изучении начальных этапов зодчества Средней Азии.

В исследованиях, посвященных древней истории Средней Азии, сведения о строительных приемах приводятся лишь попутно. Техническая сторона зодчества остается в тени, заслоняемая замечательными открытиями в области архитектурно-декоративного искусства (живопись, скульптура, стукковые рельефы). Между тем техника среднеазиатского зодчества представляет значительный интерес и сама по себе и в общей историко-культурной связи.

Попытаемся, насколько позволяет материал, дать обзор строительных приемов Средней Азии в хронологических рамках с IV в. до н. э. по VIII в. н. э. включительно (т. е. начиная от периода рабовладельческой формации вплоть до формирования феодального строя). Предлагаемый очерк написан на основании материалов, собранных автором во время ряда археологических экспедиций на территории древних земель Средней Азии — Хорезма, Согда, Осрушаны и Шаша¹. Эти данные частично опубликованы², но в настоящей работе впервые сведены воедино с целью общих выводов и классификации.

1. СУБСТРУКЦИИ

Ведущую роль в строительстве рассматриваемого периода играли сырец и «пахса», производные лёсса, самого распространенного материала Средней Азии. Пахсой именуется битая глина, уложенная слоями. Термин заимствован из обихода современных народных мастеров, поскольку прием этот широко применяется и поныне. Заметим также, что пахсовая кладка никакой опалубки не требует. Сырец и пахса использовались иногда во всех частях здания при полном отсутствии дерева.

Жженный кирпич шел не в кладку стен, а на вымостку плоских кровель, иногда полов. Плиты его, квадратные или прямоугольные, различались по формату, достигая значительных размеров. Изредка им облицовывались только основания сырцовых стен. Наконец, от западных до восточных границ Средней Азии был распространен фигурный жженный кирпич, применявшийся для отделки фасадов.

Камень употреблялся по преимуществу в строительстве горных и предгорных районов там, где вблизи имелись карьеры. Техника строительства из камня, как свидетельствуют памятники правобережного Тохаристана, средневековые постройки Хорезма и другие, достигла большого совершенства, однако осталась вне основного русла среднеазиатского зодчества и не влияла на образование его форм (не говоря об отдельных

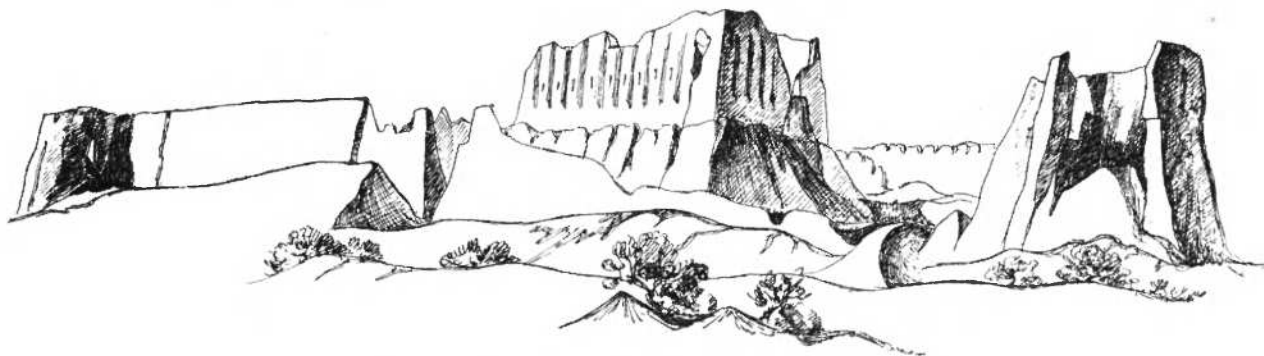


Рис. 1. Тешик-кала, VII в. Древний Хорезм. Беркут-калинский оазис

деталей). К сожалению, нам довелось наблюдать лишь небольшое число объектов каменного зодчества, а в имеющейся литературе при описании построек из камня уделяется мало внимания вопросам техники, поэтому соответствующий раздел статьи по необходимости краток.

Очень мало можно сказать также о деревянных конструкциях, поскольку они сохранились в исключительно редких случаях. Из дерева выполнялись перекрытия, столбы и колонны, части дверных проемов (надо впрочем заметить, что дверную коробку и полотнище имели преимущественно наружные проемы, внутренние были снабжены лишь деревянной перемычкой, а при наличии арок обходились вовсе без дерева). Применение дерева в основном ограничивалось перечисленными элементами. Сведениями о возведении каркасных стен в древности мы не располагаем.

Из растворов широко употреблялись глиняный и глино-саманный. Известен был и алебастр, но применялся мало, например, для вымостки жженого кирпича на плоских кровлях, что обеспечивало водонепроницаемость покрытия.

Таким образом, наше изложение посвящено в основном лёссовым материалам.

Встречался ли в древнем зодчестве Средней Азии фундамент в современном смысле слова, как подземная конструкция, нам пока неизвестно. Весьма распространенным видом субструкции было устройство сплошных оснований и платформ под зданием. Конструкция таких оснований тесно связана с природными условиями и остроумно к ним применяется. Назовем известные нам варианты конструкции.

Специфическая для Хорезма и, повидимому, самая древняя конструкция такого сплошного основания встречается на песчаных грунтах. Такая платформа выявлена раскопками боль-

шого дома Аяз-кала № 3. Здание возведено на песчаном бархане длиной около 60, шириной 40 и высотой до 3 м. Строительная площадка представляет собой мощную корку, уплотненную смачиванием перемешанного с песком строительного мусора (комья глины и обломки сырца). На этот панцырь поставлены стены из сырцового кирпича, имеющие полуметровый, уширенный книзу пахсовый цоколь. Образованные внутренними стенами клетки заполнены на высоту 1,40 м песком, поверх которого опять идет слой уплотненных водой и песком комьев глины толщиной около 45 см, а затем глиняная обмазка полов. С. П. Толстов связывает песчаные цоколи с первобытной традицией строительства жилищ на песчаных дюнах, так как памятники с подобной конструкцией образуют последовательный хронологический ряд: кельтеминарский дом (IV—III вв. до н. э.), амирабадский дом (VIII—VII вв. до н. э.), городище Кюзели-Тыр (V—IV вв. до н. э.), Кюнерли-кала (на рубеже н. э.), Аяз-кала № 3 (II в. н. э.). Назначение песчаного основания — устойчивость и предохранение постройки от грунтовых солей³.

Следует допустить, что при строительстве жилищ внутри городских стен в период с конца I тысячелетия по III—IV вв. н. э. (Джанбас-кала, Топрак-кала) так же, как это практикуется в народном жилом строительстве Средней Азии XIX—XX вв., были ленточный котлован, заполняли его смоченной землей и трамбовали; еще более вероятно, что (тоже судя по аналогии) ограничивались только выравниванием грунта.

Что касается укрепленных монументальных зданий, характерных для III—VIII вв. н. э., они ставились на сплошной цоколь-платформу.

В кладку стилобатов употреблялся иногда сырец. Так, из сырца сложен стилобат дворцового здания Топрак-кала. Здесь вместо раствора при-

менен песок, подстилающий ряды кладки, чем достигается равномерная передача нагрузки и эластичность конструкции. Высота стилобата превосходит все известные до сих пор, достигая 16 м, что заставляет предполагать наличие в его толще остатков более древних сооружений.

Но наиболее широко применялся в Хорезме в V—VII вв. метод устройства цоколя из пахсы, положенной мощными слоями с разрезкой по фасаду на блоки. Форма такого стилобата хорошо видна на рельефе известного аниковского блюда, где по фасаду каждый слой делится на блоки двойными надрезами.

Цоколь-стилобат жилой башни-донжона («кешка») достигал значительной высоты, колеблясь соответственно размерам здания от 3 до 8 м. По своей структуре такие цоколи делятся в общем на три разновидности: 1) стилобат выполнен сплошной массивной конструкцией; 2) содержит параллельные или поставленные под углом сводчатые галереи (например, замки № 34 и 36 Беркуткалинского оазиса); 3) включает замурованные и забитые глиной более древние сооружения (Тешик-кала). Пахса в цоколе сопровождается иногда и сырцовый кладкой⁴.

Пахсовые стилобаты представляют общее для Средней Азии явление. Основание замка Ак-тепе близ Ташкента также составляет трехметровый пахсовый пласт, причем поверхность пола нарезана квадратами во избежание беспорядочного растрескивания глины. Разрезание пахсового пола прослеживается и в здании Мунчактепе, где толщина пахсы, положенная на остатки ранних построек, достигает 3 м (деления на горизонтальные слои здесь нет).

Случаи, когда постройки ставятся на остатки более древних сооружений, весьма обычны. При этом нижележащие помещения предварительно плотно забиваются землей, обломками и т. п. В нижнем ярусе Ак-тепе мы встречаем забутку из глины. В замке Мунчактепе более древние строительные остатки забиты сырцовым ломом и глиной и под стены здания положен глиняный пласт (полуметровой толщины), состоящий из пяти отдельных плотно утрамбованных слоев.

В горах и предгорьях чаще всего употребляется камень.

Гравийная конструкция стилобата имеет место в одной из построек пянджикентского городища — в здании II или «северном храме» (рис. 3). Корпус здания окружен с трех сторон террасой. Под стены подведен цоколь из чередующихся рядов глины и сырца, стенка той же конструкции идет по обрезу террасы, а промежуток между ними заполнен галькой и булыжником с за-



Рис. 2. Ак-тепе близ Ташкента

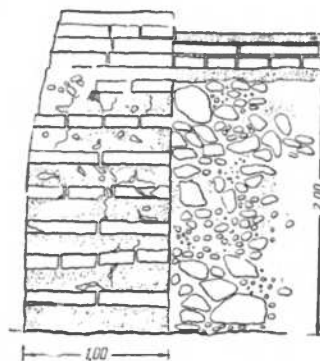


Рис. 3. Конструкция цоколя здания II городища в Пянджикенте

ливкой жидким глиняным раствором. По этой забутке уложен пол, состоящий из глиняного слоя до 10 см толщиной и двух рядов сырца, покрытых сверху глино-саманным раствором. Кладка по обрезу платформы возвышается над полом в виде бортика. Высота платформы над уровнем двора около 2 м.

В горах под здание используются зачастую естественные скальные площадки, расширенные при помощи подпорных стен, выложенных из камня. В замке на горе Муг (Зерафшанская долина) основание из камня на глине и галечниковый пол на плотном глиняном растворе.

Если говорить об устройстве пола, то самым распространенным видом его является положенная слоем глина. В ходу была и сырцовая вымостка. В виде исключения можно встретить мощение жженым кирпичом (одна из комнат здания III пянджикентского городища). В упомянутом выше храме вторичный уровень пола выполнен глиняной обмазкой в 6—7 см по засып-

ке гравием. Наконец, как видно из приведенного выше примера, практиковалась обмазка поверхности пола глино-саманным раствором.

В виде исключения встречался деревянный настил (Ак-тепе близ Ташкента, постройки двора).

2. СТЕНЫ

Конструкции стен из лёссовых материалов в основном сводятся к трем приемам; это: 1) кладка сырцовая, 2) кладка пахсовая и 3) кладка комбинированная, сочетающая оба названных материала.

Какова роль каждого из этих приемов, каковы их территориальные и хронологические границы? Постараемся по мере возможности ответить на эти вопросы.

Судя по материалам Хорезмской археологической экспедиции Академии наук СССР, в строительстве Хорезма сырец появился раньше пахсы. Он фигурирует уже в амирабадском «длинном доме» стоянки Джанбас-кала № 7 и в жилых стенах городища Кюзели-гыр. Пахсовая кладка появляется в строительном деле несколько позже — в Джанбас-кала из пахсы выполнены основания оборонительных стен. Укрепления позднеантичной Ангка-кала сложены еще целиком из сырца⁵. Сооружения Топрак-кала (III—IV вв.) полностью сырцовые. Только в раннеафригидский период наблюдается известное распределение функций этих двух приемов — жилые башни ставятся из сырца, тогда как внешние стены глинобитные.

Для центральных областей Средней Азии трудно пока сделать какой-либо решительный вывод в этом отношении, хотя изучение многослойного комплекса Мунчак-тепе склоняет в пользу такой же последовательности развития строительных приемов.

Зато можно сказать с уверенностью, что с появлением пахсы ей, как материалу более прочному и монолитному, повсюду отдавали предпочтение при кладке внешних оборонительных стен. В кладке стен жилых помещений VII—VIII вв. пахса также занимает не последнее место. В жилых постройках Хорезма XI—XII вв. пахса получает широкое распространение и с ней неразрывно связано представление о хорезмийских «кафтар-хона».

Все три названных приема прекрасно уживались в различных частях одной постройки, а иногда соединялись в одной и той же стене. На Ак-тепе близ Ташкента (VI—VIII вв.) галерея 1-го яруса сложена из пахсы, а внутренние стены выполнены комбинированной кладкой; во

2-м ярусе пахса и комбинированная кладка перемежаются. В замке Мунчак-тепе (III—IV вв.) стены всех помещений сложены комбинированным методом, а внешняя стена покрыта пахсовым панцырем.

На городище древнего Пянджикента (VII—VIII вв.) оборонительные стены — пахсовые, храмы сложены из сырца, а в жилых постройках широко использованы все три способа кладки.

Внутренние стены всех упомянутых типов штукатурились обычно глино-саманным раствором, хотя пахса могла без ущерба оставаться обнаженной. Алебастровая штукатурка применяется очень редко и соответствует резной декорации дворцовых сооружений (Варахша); в рядовых постройках встречается изредка грубая и неровная ганчевая обмазка случайного характера. Алебастровая штукатурка была не обязательна даже для росписи, которая наносилась непосредственно на ложеную глино-саманную штукатурку или на очень тонкую алебастровую грунтовку (Топрак-кала, Пянджикент).

Внешние стены зданий особенно крепостных сооружений обычно лишены штукатурки.

Сырца. Сырцом называется необожженный сушеный на солнце кирпич⁶. Прежде всего необходимо сказать несколько слов о составе и размерах кирпича.

С целью воспрепятствовать растрескиванию кирпича в глину примешивались песок или саман. Кирпич Ак-тепе содержит примесь песка, кирпич древних построек Мунчак-тепе — саман. Саманный кирпич употреблялся повсеместно в Хорезме. Встречается кирпич с добавкой мелкой гальки⁷ и, по утверждению А. Н. Бернштама, даже с такой добавкой, как шерсть⁸.

Формы для выделки кирпича не имели днища, и кирпич при формовке укладывался непосредственно на выровненный грунт. Этим отчасти объясняются колебания толщины кирпича в пределах нескольких сантиметров (например, от 9 до 12 см), тогда как остальные размеры обычно выдержаны более точно. Поэтому при измерении кирпича важно учитывать в первую очередь его длину и ширину. Верхняя плоскость кирпича при выделке иногда помечалась тамгой. Такие метки на сырце весьма обычны для Хорезма. Исключительно разнообразны тамги на сырце Топрак-кала, где насчитывается более дюжины различных знаков (рис. 4). На территории Согда и Осрушаны это явление менее распространено и тамги однообразнее. На кирпиче галереи замка Мунчак-тепе изображена тамга в виде полумесяца, кирпич близлежащего Кампыр-тепе помечен тамгой в виде латинской буквы S. На пян-

джикентском городище также встречаются два последних вида меток, очень редко попадаются тамги в виде круга, преобладают полосы и отпечатки пальцев.

Значение меток на сырце не выяснено. Нам представляется, что они в какой-то степени связаны с организацией строительных работ: отмечали партию кирпича, выделанную каким-либо мастером или группой рабочих. Метки служили, таким образом, для учета произведенной работы. Именно этим объясняется исключительное обилие вариантов тамги на Топрак-кала — огромном сооружении, где работали одновременно сотни рабочих. Но надо иметь в виду, что тамги должны были выполнять попутно еще и другие функции.

В процессе работы кирпич укладывался всегда тамгой вниз. Это явление можно объяснить, как нам кажется, по аналогии с существующим приемом народного строительного искусства. Кирпич полагалось класть на раствор более ровной стороной, которая при выделке была верхней, там и наносилась тамга⁹. Кроме того, возможно, что вдавленные линии меток содействовали сцеплению с раствором. В связи с этим, уместно заметить, что во многих случаях метки сводятся к двум-трем нанесенным вдоль или по диагонали кирпича линиям, причем, насколько нам известно, средневековый кирпич был снабжен только такими совершенно однообразными бороздами, которые не могли иметь регистрационного значения.

Кирпич древних памятников характеризуется крупными размерами. В ранних постройках Хорезма встречается кирпич со стороной 40—42 см, в V—VIII вв. кирпич обычно не превышает 38 × 38 см (см. таблицу), а во времена хорезмшахов размеры кирпича снижаются до 30—25 см. В обмерах Фархадской экспедиции самый крупный кирпич соответствует наиболее древним постройкам (65 × 35 × 12 см).

Пропорции кирпича дают небезинтересный материал для анализа.

По характеру соотношения сторон кирпич можно грубо разбить на две категории: квадратный и прямоугольный (т. е. разносторонний). Для строительства древнего Хорезма так же, как для Термеза и Мерва¹⁰ типичным является квадратный кирпич. В центральных областях Средней Азии пропорции кирпича иные. В постройках, обнаруженных на берегах Зеравшана, проф. А. Я. Якубовский отмечает самые разнообразные пропорции — от квадрата до вытянутого прямоугольника и прямоугольные пропорции преобладают. Что касается бассейна Сыр-

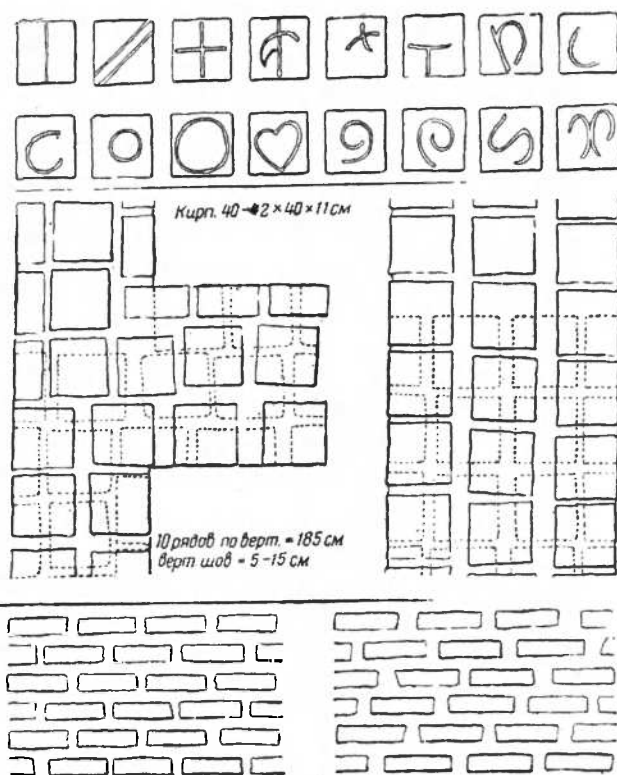


Рис. 4. Сырцовые стены Топрак-кала, III—IV вв., Хорезм

Вверху — тамги на сырцовом кирпиче. В середине — кладка стен в 2, 2½, 3 кирпича. Внизу — разрезка швов по вертикали

Дарьи, здесь преимущественно употреблялся кирпич прямоугольный¹¹.

Проанализируем теперь более подробно пропорции кирпича. Толщина кирпича колеблется по всем приведенным данным в общем от 7 до 15 см, сторона квадратного кирпича — от 33 до 46 см, ширина прямоугольного кирпича — от 20 до 35 см, длина — от 30 до 65 см. Размеры кирпича, как правило, выдержаны в определенной числовой или геометрической зависимости.

Если произвести по данным приведенной ниже таблицы небольшой статистический подсчет, выяснится, что в срединных областях — Согде, Осрушане и Шаше прежде всего предпочиталось простое целое соотношение 1 : 2. Иногда размеры кирпича отступают от этой пропорции в сторону увеличения длины на 2 см (или немного более), что означает введение поправки на величину шва для облегчения перевязки (см. № 31, 34, 40 таблицы). Изредка встречаются пропорции, равные полутора квадратам (№ 18).

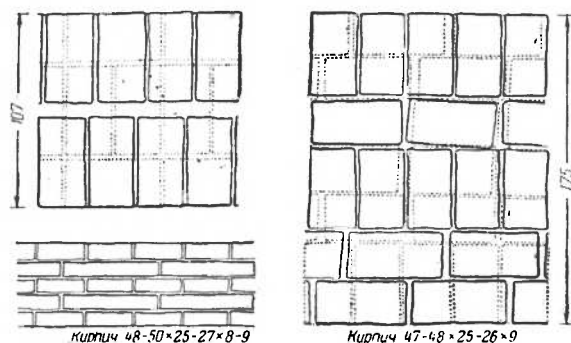


Рис. 5. Сырцовые стены построек древнего Пянджикента, VII в., Согд

Наконец, что весьма интересно, зарегистрированы иррациональные пропорции, где длина соответствует диагонали квадрата, построенного на короткой стороне (№ 14, 33, 43). А в одном случае пропорции отвечают делению в среднем и крайнем отношении (так называемое «золотое сечение»), т. е. ширина относится к длине, как длина к сумме обоих размеров (№ 35). Квадратного кирпича в этих областях немного. В некоторых сооружениях размеры кирпича совпадают, например, в замке Мунчак-тепе и на горе Муг (№ 25 и 28).

В приведенной ниже таблице есть размеры, которые не тяготеют к какой-либо определенной пропорции и кажутся случайными. Однако в действительности, все они обоснованы и связаны с требованиями перевязки швов.

Приемы кладки кирпича соответствуют определенной системе. Соблюдалась перевязка кирпича, которая вылилась в несложные, но определенные формы, причем выбор пропорций кирпича был связан с методами разрезки швов. Прямоугольная форма кирпича была более удобна для этой цели, так как позволяла внести некоторое разнообразие в систему перевязки.

Техника строительства из жженого кирпича в последующие века оперирует исключительно квадратным кирпичом; однако при этом в качестве вяжущего раствора вводится алебастр, который сообщает кладке значительную монолитность помимо системы перевязки. Как уже говорилось выше, преобладающее соотношение ширины и длины прямоугольного сырца в древних постройках равнялось 1:2, т. е. оно наиболее отвечало требованиям перевязки при любой толщине стены и позволяло чередовать ряды тычком и ложком.

Сравним перевязку квадратного и прямоугольного кирпича в толще стены. При квадрат-

РАЗМЕРЫ КИРПИЧА-СЫРЦА В ПОСТРОЙКАХ СРЕДНЕЙ АЗИИ V В. ДО Н. Э.—VIII В. Н. Э.

№ п/п	Название памятника	Длина а	Ширина b	Толщина с	Пропорция а:б
Хорезм					
Античный период (IV в до н. э.—IV в. н. э.)					
1	Джанбас-кала	41—44	10—11	1	
2	Базар-кала	41—46	10—11	1	
3	Аяз-кала	40—42	11	1	
4	Топрак-кала	38—42	11	1	
Раннесредневековый период (VI—VIII вв.)					
Беркут-калопский оазис					
5	Замок № 4	38	9	1	
6	Замок № 36	36	9	1	
7	Тешик-кала	35	9	1	
8	Замок № 41	33—34	9	1	
Мерв					
9	Кыз-кала большая (до VIII в.)	40	7	1	
Термез					
10	Чингиз-тепе, до VIII в.	38,5	12	1	
11	То же	34,5	13	1	
Согдиана					
12	Шахи-Вайрон, кешк. до VIII в.	40	15	1	
13	Шахи-Вайрон. внутр. стена	37	30	7	$a=b+c$
14	Кудакон-тепе, до VIII в.	50	35	10	$\sqrt{2}$
15	Абу-Муслим-тепе, до VIII в.	39	39	15	1
16	То же	54	27	7	2
17	"	40	20	10—15	2
18	"	40	27	10	3:2
19	Ганч-тепе, VIII в. (?)	50	25	10	2
20	Тали-Барзу, замок, VII—VIII вв.	45	25	9	$a=b \times \sqrt{2-5}$
21	Городище в Пянджикенте, VII—VIII вв.	60	30	10	2
22	То же	50—52	23—27	9	~2
23	"	46	23	9	2
24	"	42	21	9	2
25	Замок на горе Муг. VII в.	52	26	9	2
26	Капа и Хисорак до VIII в.	52	26	10	2
Осрушона					
27	Мунчак-тепе, I—IV вв.	65	33	10—12	2
28	То же	52	26	9	2
29	"	48	24	9	2
30	"	48	24	10	2
31	"	50	24	8	$a=b \times \sqrt{2+2}$
32	"	50	25	9	2
33	Кампыр-тепе, до VIII в.	48	34	13	$\sqrt{2}$

№ п/п	Название памятника	Длина а	Ширина b	Толщина с	Пропорции a:b
34	Кош-Тегермон, до VIII в.	52	25	10	$a=b \times \times 2+2$
35	Ак-тепе (Фергана), до VIII в.	51	31	14	$a:b = b:$ $:(a+b)$
<i>Шаш</i>					
36	Янги-юльское тепе . .		30	10	1
37	Канучи-тепе, II в. до н. э.—I в. н. э.		55	8	1
38	Шаш-тепе	57	52	10	$a=b+$ $+c/4$
39	Ак-тепе близ Ташкента. VI—VII вв.	46	23	9	2
40	То же	50	24	8	$a=b \times \times 2+2$
<i>Восточно-аральские городища</i>					
41	Джеты-Асар № 1. Вторая половина I-го тысячелетия до н. э.	38	28	9—10	$a=b+c$
42	То же	40	30	9—10	$a=b+c$
43	"	43	30	10	$\sqrt{2}$

Примечание. При составлении таблицы использованы обмеры автора, а также: 1) В. Пилявский, Сырцовые сооружения древнего Мерва. Новые исследования по истории архитектуры народов СССР. М., 1947 (№ 9 табл.); 2) В. Д. Жуков, Кирпич из развалин старого Термеза. Труды УзФАН СССР, сер. I, вып. 2. Ташкент, 1941 (№ 10, 11); 3) А. Ю. Якубовский, Отчеты о Зеравшанских экспедициях 1934 и 1939 гг., ТОВЭ, II. (№ 11—18); 4) Г. В. Григорьев, Отчет о разведке в Янги-юльском районе, Ташкент, 1935; Каунчи-тепе, Ташкент, 1940 (№ 36—38); 5) С. П. Толстов, По следам древнехорезмийской цивилизации, М—Л., 1948, стр. 126, 130 (№ 41, 42, 43).

ном формате кирпича приходится употреблять половинки (рис. 4). Порядок укладки кирпича прямоугольного формата, как показывают наблюдения, в общем тот же, что и в современном строительном деле (рис. 5). Разрезка вертикальных швов и для той и для другой формы соблюдается двояким образом:

1) вертикальный шов приходится посредине ширины кирпича предыдущего (или последующего) ряда кладки;

2) вертикальный шов сдвигается от нижележащего примерно на толщину кирпича, преимущественно в одном направлении.

Первый вариант перевязки в кладке прямоугольного кирпича 1:2 известен в современном строительном деле под именем цепной кладки.

Практический смысл второго варианта объясняется, видимо, следующими соображениями. Во-первых, при такой разрезке кирпич лучше

противостоит скалыванию, поскольку толщина кирпича составляет в общем от $\frac{2}{5}$ до $\frac{1}{4}$ ширины; во-вторых, швы не совпадают по вертикали. Помимо этого, весьма вероятно, что такой метод разрезки имеет антисейсмическое значение, так как делает кладку более эластичной при горизонтальных и вертикальных колебаниях почвы. Действительно, на Мунчак-тепе, в зоне разрушительных землетрясений, только однажды отмечен случай, когда шов приходится над серединой короткой стороны кирпича.

Может быть, именно ко второму методу перевязки приурочены все другие промежуточные пропорции кирпича, которые незначительно отступают от пропорций квадрата или двух квадратов. В приведенной таблице кое-где длина превышает ширину на размер толщины кирпича (№ 13, 41, 42), на половину толщины (№ 38) или немного менее двух квадратов (№ 20)¹².

Таким образом, форма кирпича, оказывается, всегда связана с требованиями перевязки швов.

На Кампыр-тепе можно наблюдать перевязку швов в большом массиве кладки. Каждый слой кладки положен правильной сеткой, причем последующие слои постепенно взаимно смещаются на толщину кирпича (рис. 6).

Напротив, в постройках, сохранившихся в бассейне реки Зеравшан и его верховьях, мы находим правильную цепную кладку (панджикентское городище, замок на горе Муг, городище Хисорак).

С течением времени размеры кирпича уменьшаются. В Хорезме в первых веках н. э.

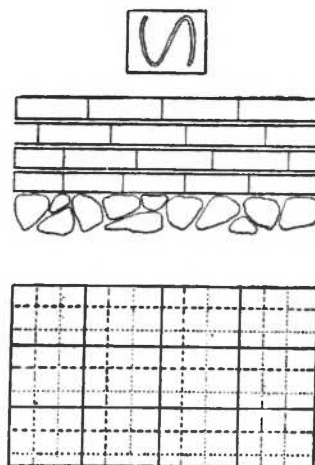


Рис. 6. Сырцовый массив Кампыр-тепе близ Беговат, Осрушана

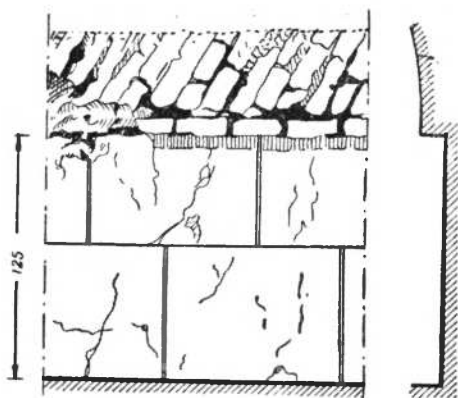


Рис. 7. Пахсовые стены Ак-тепе, VI—VII в.,
Шаш

употребляется кирпич размером до 44—55 см, тогда как для V—VII вв. характерен кирпич 38×38 см, а позднее 36×36 , 34×34 и даже 30×30 см. В самом раннем слое Мунчак-тепе зафиксирован массивный кирпич размером $65 \times 35 \times 12$ см. В средние века сырец значительно мельчает, хотя кое-где (преимущественно в глухих горных долинах) доныне употребляются крупные сырцовые блоки.

В сырцовой кладке употреблялся глиняный раствор, который, как и кирпич, содержал иногда примесь самана. На Мунчак-тепе все виды кладки раннего периода содержат раствор именно такого состава. Слои раствора в кладке бывают довольно толстыми, что соответствует крупным размерам кирпича. Ширина швов как постельных, так и вертикальных достигает толщины кирпича и даже ее превосходит. Так, в раннем слое Мунчак-тепе постельные швы достигают 6—7 см, в южных комнатах замка толщина слоя раствора примерно равна толщине кирпича, а в кладке западного конца галереи толщина горизонтальных швов колеблется от 8 до 13 см, и вертикальных — от 4 до 10 см. Вообще же вертикальные швы обычно несколько тоньше постельных, поскольку они находятся в известной зависимости от системы перевязки и влияют на монолитность кладки. Иногда они сведены к нулю, т. е. не заполнены раствором, чему примером служит кладка Кампыр-тепе (рис. 6).

Таким образом, толщина слоев раствора колеблется в широких пределах, образуя ряд градаций, восходящих к типу комбинированной кладки. Четкой грани между кирпичной и смешанной кладкой, следовательно, не существует. При этом и раствор также постепенно меняет свою консистенцию в сторону увеличения плот-

ности. Тем не менее во всех приведенных случаях он все еще остается, по существу, раствором и содержит саман.

Глинобитная кладка. Раскрытая поверхность пахсовых стен древних сооружений в местах, не тронутых сыростью, отличается гладкостью шлифованного камня. Сходство усугубляется и методом кладки, который заключается в следующем.

Пахса укладывается последовательно пластами высотой примерно в метр. Пласты уменьшаются только там, где высота помещения не допускает целого числа рядов. В этом случае укладывается сверху тонкий дополнительный ряд. Помимо членения слоями по высоте, пахса делится вдоль каждого ряда на блоки. Метод кладки блоков, как показывают наблюдения, может быть двоякий.

1. Слой глины кладется непрерывной лентой и по мере укладки надрезается по поверхности стены неглубокими отвесными швами; последние расположены по высоте стены в перевязку и соответственно регулируют растрескивание глины при высыхании.

2. Глина формируется блоками в процессе укладки.

Как можно догадаться, первый метод ускоряет процесс работ, так как при формованных блоках приходится дожидаться, пока они подсохнут, что задерживает кладку. Зато перевязка в последнем случае получается более надежной.

Классическим образцом первого типа кладки являются пахсовые стены Ак-тепе близ Ташкента. Надрезы, сделанные каким-то специальным металлическим инструментом, видны совершенно отчетливо. Это строго вертикальные швы, образующие в разрезе чрезвычайно четкие, как из камня выточенные, ребра. Ширина шва около 1,5 см, глубина его сверху и снизу меньшая, чем посередине, где она достигает 3—4 см (рис. 7). Высота блоков, как сказано, колеблется около метра, ширина — от 0,70 до 1,20 м, а в среднем также приближается к метру. По ширине вертикального шва, колеблющейся от 1,5 до 3 см, можно проследить размеры сжатия пахсы при усыхании, что связано с длиной блоков. Надо полагать, что в сырой пахсе швы были менее 1 см.

Пролом в первом этаже жилой башни Ак-тепе позволяет видеть основание пахсового слоя одной из стен, толщиной в 2 м. Швы внешней и внутренней поверхностей стены, не вполне совпадающие в проекции, дали трещины, которые змеятся навстречу друг другу и заканчиваются в толще пахсы.

В здании III пиянджикентского шахристана применяется пахса второго типа. Шов шириной в среднем 1—1,5 см — ровный, прямолинейный, сквозной, тогда как в кладке первого типа швы обычно не совпадают. Особенность пахсовой кладки здания III заключается в том, что швы блоков наклонные ($10-18^\circ$), так что блоки получают вид ромба (рис. 8). Очевидно, это облегчало последовательную формовку блоков. Высота слоев пахсы в среднем колеблется от 80 до 100 см, ширина — от 90 до 115 см. Там, где целого числа рядов не хватало для нужной высоты, укладывался дополнительный тонкий слой. Угол наклона швов совпадает с наклоном рядов кладки свода, т. е. те и другие наклонены в одну сторону, что предотвращало скалывание острых углов блоков под влиянием нагрузки свода.

Качество пахсовых стен здесь превосходное: трещины отсутствуют или совершенно незначительны.

Впрочем, при втором типе пахсовой кладки швы могут быть и отвесными, что наблюдается, например, в цитадели того же городища.

В тех случаях, когда стены достигают большой толщины (в несколько метров), блоки пахсы располагаются по нормали к поверхности стен¹³. Как упомянуто выше, монолитный пахсовый пол также имеет вид сложенного из массивных кубов, откуда следует, что метод кладки стен и полов стилобатов принципиальных различий не имеет; дело в том, что в процессе работ первые наращивались в высоту, а вторые преимущественно в горизонтальном направлении.

В некоторых случаях ряды пахсовых блоков прослаивались одним или двумя-тремя рядами сырца на глине. Это один из вариантов пахсовой кладки, поскольку сохраняется нормальная высота слоев и деление блоками. Однако этот вариант является переходной ступенью к типу комбинированной кладки, подобно тому, как это наблюдается и в разновидностях сырцово-пахсовой кладки. Примеры подобного рода можно указать в здании цитадели древнего Пиянджикента (рис. 29), на Тали-Барзу, на Ак-тепе Ленинабадского района и т. д. Возможно, введение сырцовых рядов обеспечивало некоторую эластичность кладки, желательную в связи с сейсмичностью района.

Пахсовые стены могли с успехом оставаться неоштукатуренными, так как имели красивую и внушительную фактуру, как это можно видеть на многочисленных примерах, в частности, на Ак-тепе близ Ташкента.

Внешней поверхности пахсовых стен часто придавалась легкая покатость.

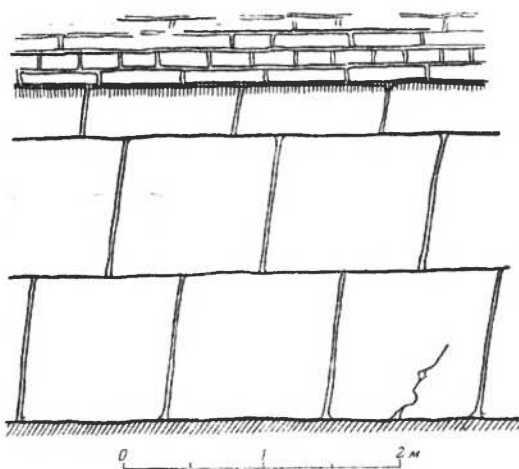


Рис. 8. Пахсовые стены в древнем Пиянджикенте

Для пахсы требуется глина хорошего качества, достаточно жирная и вязкая. Иногда из-за недостатка глины прибегали к другим приемам глинобитной кладки.

Так, новый тип кладки обнаружен в шахристане древнего Пиянджикента. Это глинобитные стены без деления на блоки (горизонтальные швы также не заметны). Здесь глина низкого качества — непросеянная и непромешанная, в ней попадаются галька значительных размеров, линзы песка, иногда кости. Отсюда видно, что глину брали прямо из верхнего культурного слоя. Несмотря на низкое качество глины, стены сохранились вполне удовлетворительно там, где они заключены в середину жилого массива и находятся много ниже уровня современного грунта. Там же, где стены ближе к поверхности, они совершенно неотличимы от завала.

В некоторых областях была широко распространена кладка из глины с примесью галечника (долина Кашка-Дарьи); не выяснено, являлось ли это намеренным приемом или следствием естественного состава грунта. Однако массивные стены цитадели городища в Хазара Бухарской области, сложенные из мелкого связанного глиной галечника, надо определенно рассматривать, как известный конструктивный прием применения своеобразного вида бетона. Такая конструкция оказалась целесообразной благодаря наличию галечниковых массивов, созданных течением Зеравшана; при экономии труда, используя подручный материал, строители получили прочную конструкцию.

Последняя, впрочем, возможна лишь при значительной толщине стен.

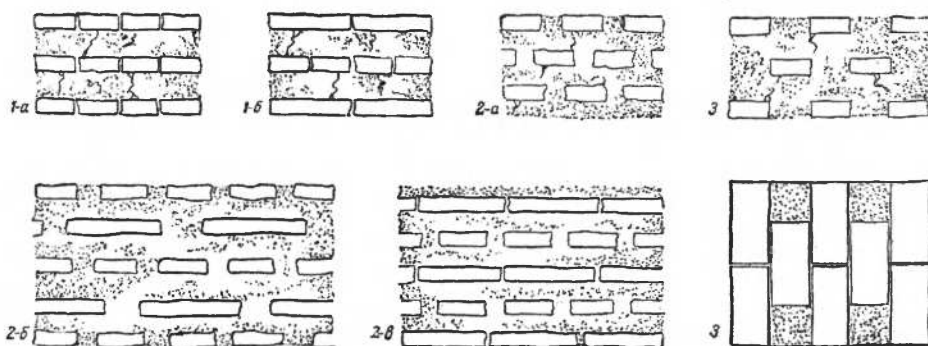


Рис. 9. Типы комбинированной кладки

Комбинированная кладка представляет чередование тонких слоев пахсы и рядов сырца. Она монолитнее кирпичной и менее трудоемка. Пахса, прослоенная кирпичом, не может дать крупных сплошных трещин, а только мелкие в пределах каждого слоя. Но и такие трещины появляются лишь при каких-либо отступлениях от нормы при выполнении стены или лежащего на ней свода. Обычно же такие стены отличаются замечательной монолитностью, и трещин в них почти не бывает. При комбинированной кладке пахса не надрезается вертикальными швами.

Толщина пахсового слоя колеблется от 10 до 30 см с лишним, но обычно составляет 16—18 см. Кирпич укладывают без раствора. Эта конструкция выполняется разными способами и насчитывает больше вариантов, чем пахсовая (рис. 9).

1. Сырец кладется вплотную, без разрывов. Здесь возможны два случая: а) кладка одних тычковых рядов и б) чередование рядов тычком и ложком.

2. Сырец кладется с интервалами, «в строчку». Этот способ дает более широкие возможности для вариаций. Прежде всего, как и в первом способе, можно класть одни тычковые ряды или перемежать их с ложковыми. Сырец тычковых рядов кладется с небольшими интервалами, причем ряды, в свою очередь, варьируются, поскольку интервалы могут колебаться в широких пределах — чередуются ряды с неодинаковыми интервалами или через один вводятся ряды сплошной кладки.

3. Кладка одних тычковых рядов с интервалами при значительном увеличении последних приводит к качественно новому типу — «шахматной» кладке. При этом выступающие на фасад кирпичи взаимно смещены по вертикали — расположены в шахматном порядке.

Первый тип комбинированной кладки принят повсеместно. Примеры этого рода можно указать в Хорезме (рис. 10, 24), в Пянджикенте, на Ак-тепе близ Ташкента. Можно высказать предположение, что при большой толщине стен, как, например, на Ак-тепе, сырец укладывался только на поверхности, а внутреннее заполнение было целиком пахсовое. Подобный прием представляется целесообразным, поскольку растрескивание начинается с поверхности стены, которую и важно главным образом фиксировать. Именно так выполнялись некоторые средневековые кладки на Мунчак-тепе (см. ниже).

Кладки «в строчку» различных вариантов мы находим на Мунчак-тепе и в Пянджикенте; шахматная же кладка встречается как в этих двух пунктах, так и на Ак-тепе.

Шахматную кладку можно рассматривать как известное усовершенствование, поскольку сохраняется прочность стены и одновременно достигается экономия кирпича и красивая фактура стены.

Структура кладки заключается в том, что сырец уложен тычком, попеременно, то парами на всю ширину стены, то в одиночку, причем он то выходит на поверхность, то отступает в глубину.

Следует особо отметить шахматную кладку стен замка Мунчак-тепе, где, очевидно, сознательно преследовалась цель создания орнаментального узора. Здесь сочетаются разноцветные материалы: серая глина и яркожелтый сырец; к тому же рисунки стен задуман как единое целое — у пола и под пятой свода положены ряды кирпича «в строчку».

Шахматная кладка Мунчак-тепе знаменует собой первые шаги развития среднеазиатского строительного искусства по пути создания орнаментальной кирпичной кладки, столь блестяще

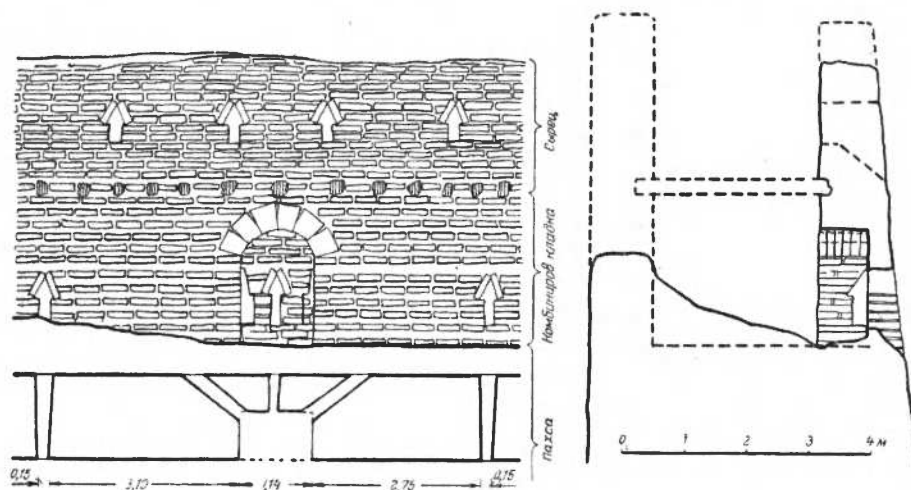


Рис. 10. Кладка крепостной стены Джанбас-кала, Хорезм

представленной в мавзолее Исмaила Самани, а в XI—XII вв. среднеазиатские строители достигают в этой области виртуозности ювелиров.

Иногда зодчие соединяли в одной постройке два или три описанных метода кладки. Так, в оборонительной стене хорезмийской Джанбас-кала было применено три типа кладки (рис. 10). Цоколь стен крепости сложен из пахсы, причем наверху толщина ее слоя уменьшается. Стены на уровне первого ряда бойниц выполнены комбинированной кладкой с уменьшающейся снизу вверх толщиной пахсового слоя (от 23 до 12 см), наконец, верхняя часть стены со вторым рядом бойниц имеет сырцовую конструкцию с довольно толстым постельным швом (6 см). Изменение характера кладки от монолита до дробного модуля показывает, несомненно, тонкое понимание работы конструкции.

Средневековые лессовые конструкции стен. В IX—XII вв. три основные категории лессовых конструкций стен по-прежнему господствуют в строительстве, но претерпевают некоторые изменения.

Становление феодализма сопровождается развитием государственности. Налаживается оборона границ отдельных государственных образований, строятся системы пограничных укреплений и гигантских по протяженности крепостных стен, какими были Кампыр-дувал и Дивари-Киямат. Единичные укрепления — усадьбы-замки — постепенно исчезают, снижаются требования к обороноспособности жилых сооружений. Развивающаяся под защитой пограничных заслонов и городских стен жилая застройка отныне утрачивает

монументальный характер. Соответственно мельчает формат строительных материалов.

Значительно меняется конструкция стен в средневековом Хорезме. Совсем иной характер получает пахсовая кладка. Высота блоков уже не достигает метра, ширина колеблется от 50 до 75 см. Вертикальные швы делаются менее тщательно, они часто проведены не по отвесу и не перпендикулярно к поверхности стены. Появляется новый прием чередования толстых и тонких слоев пахсы, высота толстых слоев — около 60 см, а тонких — 25 см. Каждые два таких ряда объединяются общим вертикальным швом. Пахсовая кладка в верхней части здания часто дополняется сырцовой. Сырец также мельчает, имея в стороне 25—30 см при толщине 4—6 см. Горизонтальные швы тонкие, а вертикальные обычно не превышают 1 см. Иногда формат сырца не вполне равносторонний, например, в Улу-Гульдурсун применен сырец размерами $30 \times 28 \times 6$ см, что означает поправку на шов при перевязке.

В качестве иллюстрации средневековой строительной техники Хорезма можно привести конструкцию оборонительных сооружений крепости Улу-Гульдурсун (рис. 11).

На Мунчак-тепе различается несколько (по меньшей мере три-четыре) средневековых строительных периодов, причем каждый представлен в основном каким-либо одним техническим приемом, отличным от прочих (рис. 12).

«Здание с блоками», судя по монументальному характеру кладки пахсовых стен, может относиться к VIII или IX вв. Ширина стен от 0,8 до

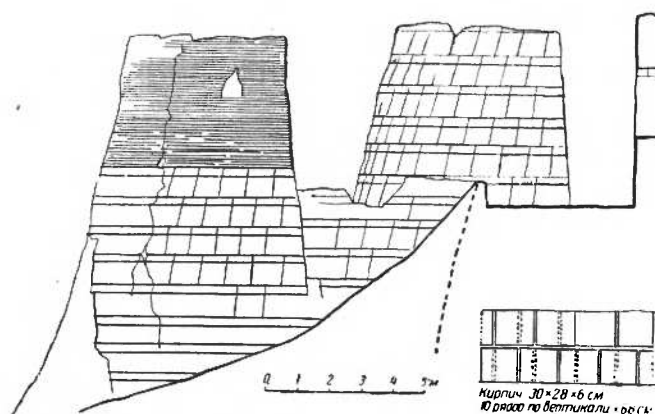


Рис. 11. Конструкция оборонительных башен Улу-Гульдурсун, XII в., Хорезм

1,3 м, высота блоков 1,0 м, длина несколько колеблется, но в общем также около метра, швы отвесные. По своему характеру эта кладка относится ко второму типу (см. выше).

Комбинированная кладка средневековых стен Мунчак-тепе, — основываясь опять-таки на анализе данных строительной техники, — принадлежит к более позднему периоду, чем кладка здания с блоками. Толщина слоев пахсы та же, что в архаических стенах. Она колеблется в пределах от 12 до 24 см (в среднем 17—18 см). Ширина этих стен 65—70 см. Кирпич — $32 \times 16 \times 6$ см уложен тычком вплотную без раствора, причем посредине стены остается промежуток до 10 см. За счет сужения этого зазора ширина стены кверху может быть уменьшена, как это и наблюдается в некоторых случаях.

Кирпичные стены, лежащие непосредственно под дерновым слоем, принадлежат самому позднему строительному периоду Мунчак-тепе (возможно, XII—XIII вв.). Они, как и прежде, выкладывались из сырца, чаще всего форматом $32 \times 16 \times 6$ см, с небольшими отклонениями от этой нормы. Типические пропорции прямоугольного кирпича, таким образом, сохраняются. Кирпич изготовлен без самана, с небольшой примесью песка, раствор чистый глиняный; тамги отсутствуют, но вдоль по кирпичу проведены пальцами борозды, которые определяют нижнюю поверхность кирпича.

Описываемые сырцовые стенки везде бывают тонкими, их толщина приравнена к длине кирпича (изредка даже к ширине). Для таких тонких стен перевязка швов приобретает гораздо большее значение, чем для массивных стен ранних периодов. Однако перевязке уделяли здесь отно-

сительно мало внимания. Манера разрезки, соблюдавшаяся в более древних кладках, встречается довольно редко. Кладка ведется по типу цепной; существует ряд комбинаций в расположении кирпича, созданных как бы в целях перевязки, но возможности этих комбинаций используются далеко не полностью, и обычно сплошные вертикальные швы разрезают кладку через каждый кирпич. Отсюда видно, что к прочности и долговечности стен в данном случае не особенно стремились.

Помимо известных прежде, способы кладки обогащаются новым приемом — «кладкой на ребро». Последний прием широко употреблялся вперемежку с кладкой плашмя, причем постельные швы (оказывающиеся при этом вертикальными) не прокладывались раствором. Фактура этих стен носит орнаментальный характер. Однако, вернее всего, в основе кладки «на ребро» лежит не столько декоративный принцип, сколько соображения практического характера: такие стены обладают известной эластичностью и лучше противостоят сейсмическим толчкам. Этот антисейсмический прием нужно признать весьма остроумным и единственно возможным при малой толщине стен, так как Ферганская долина, в пределах которой находился Мунчак-тепе, отличается высокой сейсмичностью (до VIII—IX баллов).

В средневековых слоях Мунчак-тепе в довольно большом количестве встречается жженный кирпич ($3 \times 11 \times 24$ см), однако он не применен здесь в кладке стен или какой-либо конструкции; попадаются лишь единичные кирпичи или небольшие кучи. Очевидно, здесь, как и прежде, он употреблялся для вымостки полов или кровель.

Ярким образцом раннесредневековой техники является описанный А. Н. Бернштамом Чалдывар в центральном Тянь-Шане¹⁴. План постройки имеет четырехугольную форму, помещения сложены из сырца размером $36 \times 18 \times 6$ см, а внешняя стена выведена из пахсы с прослойками сырца. Следует отметить, во-первых, полное совпадение формата сырца Чалдывара и только что отмеченных средневековых кладок Мунчак-тепе; во-вторых, наличие блоков с прослойками сырца, обладающих чертами средневековой техники, т. е. уменьшенным модулем кладки (ширина по фасаду 37—44, высота 60—67 см); в-третьих, употребление в сводах отличного от стенового квадратного сырца размером $30 \times 30 \times 5$ см (для уменьшения периферийных швов кладки). В целом характер строительных приемов, их сходство с техникой кладки XII—

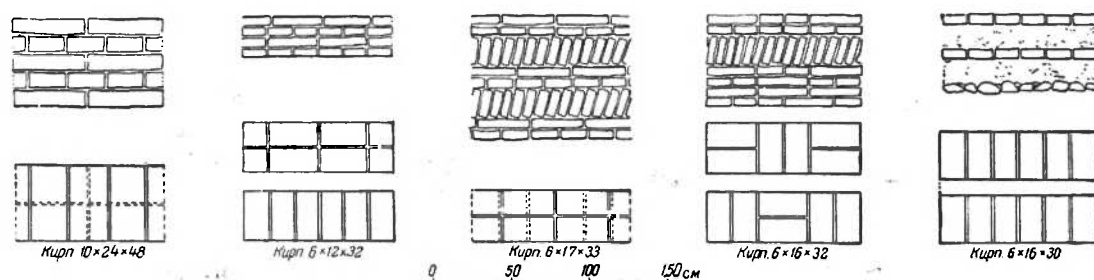


Рис. 12. Средневековые конструкции Мунчак-тепе

XIII вв. в Хорезме и Мавераннахре приводят к выводу, что датировка постройки VII—VIII вв. не оправдана. Нам кажется более обоснованной датировка Чалдывара IX—X вв., чему также больше отвечает открытый характер здания со входами на всех четырех сторонах. Заметим, кстати, что здесь и тип гофрировки фасада с парными встречными закруглениями весьма близок к деталям фасада Рабат-и-Малик (1053 г.), мечети Магаки-Аттари в Бухаре (XII в.) и отчасти мотивам убранства стен хорезмийских усадеб X—XIII вв.

Итак, три названных примера характеризуют черты средневековой строительной техники западных, центральных и восточных районов Средней Азии. Повсюду встречается одна и та же общая особенность — измельчение модуля строительных материалов.

В заключение характеристики конструкций из сырых лёссовых материалов остается сказать несколько слов о замечательном приеме гофрировки стен, свойственном античному и раннесредневековым постройкам Средней Азии. Гофрированные стены встречаются в зодчестве древнего Хорезма (рис. 1), Мерва, в Рабат-и-Малике и т. д.

Формы Чалдывара свидетельствуют о том, что этот эффектный прием обработки внешних стен был распространен вплоть до восточных границ Средней Азии.

Поскольку вопрос о гофрированных стенах уже давно обсуждается в печати, мы не будем останавливаться на нем подробно. Отметим лишь, что по вопросу о происхождении и роли гофра существует несколько гипотез.

По мнению А. И. Тереножкина прототипом гофрированных стен были стены с глухими башнями типа Аяз-калы № 1¹⁵. С. П. Толстов выводит гофрированные стены из двух прототипов: 1) стен с пилястрами и бойницами и 2) галерей-аркады культовых зданий (по оссуариям); согласно этой теории Тешик-кала является транс-

формацией типов Топрак-кала и Кизил-кала под влиянием принципа аркады¹⁶. В. И. Пилявский объясняет происхождение гофра конструктивными соображениями. С его точки зрения они придают стене пространственную жесткость, позволяют достигать требуемой прочности и устойчивости конструкции при минимальной затрате материала и снижают выветривание внешней поверхности¹⁷. Эта версия не опровергает высказанной С. П. Толстовым теории генезиса формы от ранних, более примитивных видов членения стены, однако устраняет возможность какого-либо декоративного подражания мотиву аркады; достаточно, очевидно, что перспективные арочки над полуколоннами вызваны чисто конструктивной необходимостью поддержки вышележащей части стены.

Мы со своей стороны полностью присоединяемся к мнению В. И. Пилявского.

Дополним обзор стеновых конструкций из глины и сырца несколькими замечаниями о применении их в странах зарубежного Востока.

Роль сырца в зодчестве древнего Ирана, Двуречья, Египта общеизвестна. Археологические изыскания в Иране и Месопотамии дали ряд сведений о приемах, восходящих к III—IV тысячелетиям до н. э. В частности, выявляется интереснейшая эволюция кирпича-сырца, начиная с первых шагов развития строительного искусства¹⁸.

Очевидно, широко применялась и глинобитная кладка, которую мы видим уже в самом раннем слое Сиаалка. Однако этой кладке почти не уделено места в описаниях¹⁹.

Сведений о сочетании данных двух приемов в зодчестве Древнего Востока мы в литературе не находим.

Каменная кладка. Как уже отмечено выше, данные о каменных конструкциях отрывочны, не полны и не позволяют сделать каких-либо общих выводов. Ограничимся поэтому кратким перечнем наличных сведений²⁰.

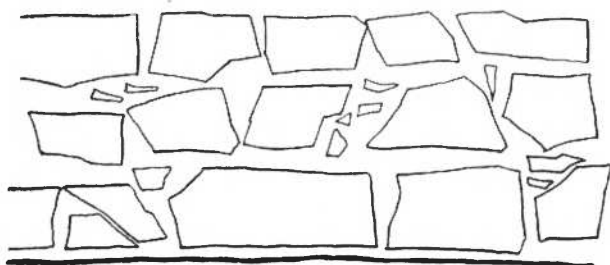


Рис. 13. Каменная кладка цоколя замка на горе Муг, VII в. Согд

В государстве Тохаров на рубеже нашей эры по правому берегу Аму-Дарьи было высоко развито каменное зодчество. Различаются три типа конструкций стен: 1) чистая каменная кладка, 2) облицовка камнем сырцовых стен, 3) устройство помещений в скальном грунте. Кобаданским отрядом Таджикско-согдийской экспедиции ЛИИМК обследованы городища античного типа с каменными стенами на территории южного Таджикистана. В районе Термеза обнаружены остатки буддийских культовых зданий; стены храмов были сырцовые и лишь облицованы камнем; известны буддийские скальные монастыри. Найдены в большом количестве каменные архитектурные фрагменты — части ордера, капители, базы колонн и др. из мягкого мергелистого известняка. Среди находок этого рода наибольшую известность получил замечательный айртамский фриз.

Цоколи и оборонительные стены построек горных областей Согда выполнялись по преимуществу также из камня, как и подпорные стенки, которые часто были необходимы в связи с рельефом местности. Иногда камень употреблялся в качестве панциря при сырцовой кладке. Однако стены жилых помещений выполнялись по возможности из сырца. Таковы руины доарабской постройки, так называемого замка Муг в бассейне Зеравшана. В этом сооружении подпорные стены, цоколь стен и выдвинутая вперед на узкий перешеек оборонительная стена выполнены из камня, тогда как стены постройки сложены из сырца. Высокогорные крепости по течению Шинка (левый приток Зеравшана) поддерживались на отвесных утесах системой каменных подпорных стен; самые постройки из сырца были совершенно размыты. Каменными подпорными стенами укреплены также строительные площадки Кала-и-Хисорак на реке Матче. Замки, стоявшие в долинах или на глинистых холмах, выполнялись целиком из сырца и пахсы.

В каменных кладках применялся грубо околтый камень на глиняном растворе и насухо, причем более или менее соблюдались горизонтальные ряды и ровная поверхность (рис. 13). Полигональная кладка имеет внушительный и красивый вид.

Поздние средневековые укрепления по среднему течению Зеравшана сложены по большей части из крупного окатанного речного камня, вследствие чего стены их по вымыванию глинистого раствора превратились в бесформенные каменные нагромождения.

Работы Памиро-Ферганской археологической экспедиции Академии наук СССР открыли ряд каменных крепостей в верховьях Пянджа. Из них наиболее интересна крепость Ямчун в Вахане (VI—VII вв.) с мощными стенами, башнями и бойницами. Каменная кладка этих стен выполнена так искусно, что образует местами орнаментальные рисунки (кладка на ребро, «в елочку» и т. д.).

Чрезвычайно интересным образцом высокого мастерства каменной кладки является грандиозное сооружение Тас-Акыр близ Джамбула, датируемое VIII—IX вв. Стены здания сложены насухо из блоков $1,5 \times 0,9 \times 0,8$ м, выдолбленных внутри в форме корыта.

С. П. Толстов приводит данные о каменных постройках средневекового Хорезма X—XIII вв. Укрепления северо-западного рубежа Хорезма (X—XI вв.) снабжены сигнальными башнями, вдоль пути в Восточную Европу стоят караван-сарай из камня. К последним принадлежит Белеули, сооружение из отлично отесанных блоков известкового туфа.

Из перечисленных примеров явствует, что техника каменной кладки в Средней Азии достигала большого совершенства, однако она еще почти не изучена. Надо надеяться, что этот пробел будет возмещен в ближайшем будущем.

3. ПЕРЕКРЫТИЯ

В древнем зодчестве безлесной Средней Азии своды играли большую роль, чем плоские деревянные перекрытия. Техника возведения сводов составляет обширный и интереснейший раздел среднеазиатского строительного искусства.

Сводь. Кладка «поперечными отрезками» является в древнем строительстве Средней Азии основным и общепринятым методом возведения сводов. Этот род строительной техники, повсеместно применяемый для покрытия комнат, лестниц и галерей в Согде, Шаше, Хорезме и других областях, несомненно был усвоен среднеазиат-

ским зодчеством с глубокой древности. Этот вид кладки — один из древнейших в мире технических приемов, известный за несколько тысяч лет до н. э. в Египте, Двуречье, а позднее широко распространенный в Иране ²¹.

Кладка ведется отдельными поперечными рядами-дугами, которые в процессе работы последовательно закрепляются на растворе. Начальный ряд кладки опирается на шипцовую стену. Отрезки обычно наклонные и образуют небольшой угол с вертикалью.

Анализ работы свода из наклонных отрезков показывает, что нагрузка свода дает составляющую в плоскости отрезков, т. е. скалывающую силу на щековые стены, а также некоторый горизонтальный распор в направлении, обратном наклону отрезков, уравниваемый соответствующей шипцовой стеной (рис. 14).

На основании материалов обмеров можно сделать ряд заключений, причем выводы могут быть комментированы и обоснованы с точки зрения строительного процесса и работы конструкции. Вот некоторые основные правила, вытекающие из технических и производственных требований.

1. В основании свода, начиная от пят, кладка ведется кирпичом плашмя, с небольшим выносом и постепенным напуском рядов. Этот прием имеет целью сократить пролет, облегчить процесс работы и сделать свод в целом более прочным. У пят свода, где кривая поднимается круто вверх, проще вести кладку плашмя. Число горизонтальных рядов свода до известной степени связано с подъемом кривой; число их различно, обычно пять-семь, но бывают значительные колебания. Так, в галерее Ак-тепе начало свода отмечено лишь одним горизонтальным рядом (см. рис. 7), в большинстве сводов Топрак-кала их нет вовсе, зато в одном из крупных помещений здания III пянджикентского городища их число достигает 15. В сводах большого пролета бывает двойной вынос пят, что характерно для Пянджикента.

Включение в основание свода кладки плашмя практиковалось при возведении сводов наклонными отрезками в Египте и Месопотамии. Этот же прием мы находим и в строительной технике древнего Рима, где он фигурирует в полуциркулярных сводах обычной клинчатой кладки ²².

2. Угол наклона отрезков к вертикали колеблется от 0 до 30°. Предельный угол наклона диктуется техническими требованиями: это, очевидно, наибольший угол, отвечающий прочности конструкции, в то же время наиболее удобный при выполнении клад-

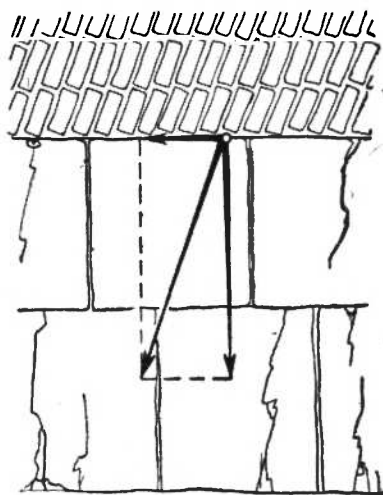


Рис. 14. Схема действия сил в своде наклонными отрезками

ки без кружал. В частном случае на поворотах допускается увеличение угла наклона до 40—45°.

3. Отрезки свода получают наклон в сторону понижения пола (которое бывает в галереях и пандусах). Таким путем облегчается выполнение, а также и работа конструкции, поскольку при неизменном наклоне отрезков к вертикали угол их со стеной увеличивается. Выше было упомянуто о характере нагрузки на стены при сводах, выложенных наклонными отрезками. Ясно поэтому, что с увеличением угла между отрезками и стеной действие косых усилий на стены смягчается. Указанная особенность особенно ярко проявляется в пандусах (рис. 15).

4. В случае, если галерея или помещение ограничивает внешнюю сторону здания, внутренняя пята свода лежит выше уровня внешней. Получающийся таким образом «ползучий» свод основан на принципах контрфорса и уравнивает распор внутренней массы сооружения и его сводов.

Это явление прослеживается на всем протяжении галерей Ак-тепе. Интересно, что разность уровней пят свода не сохраняет постоянной величины: она достигает максимума посередине и сводится к нулю на поворотах. Максимальная разность уровней пят составляет 20 см. Упоминутую особенность устройства следует объяснить, повидимому, тем обстоятельством, что распор внутренних частей здания достигает предельной

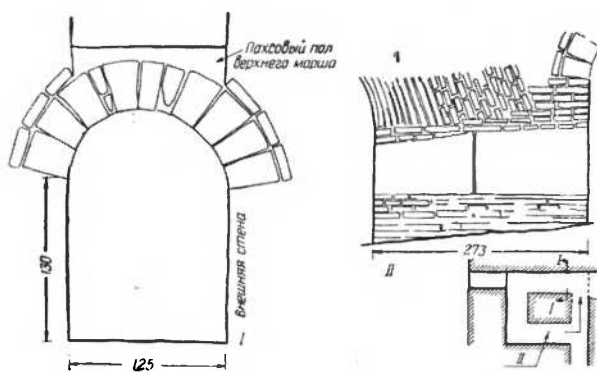


Рис. 15. Свод пандуса Чиль-Худжра, Пянджикент

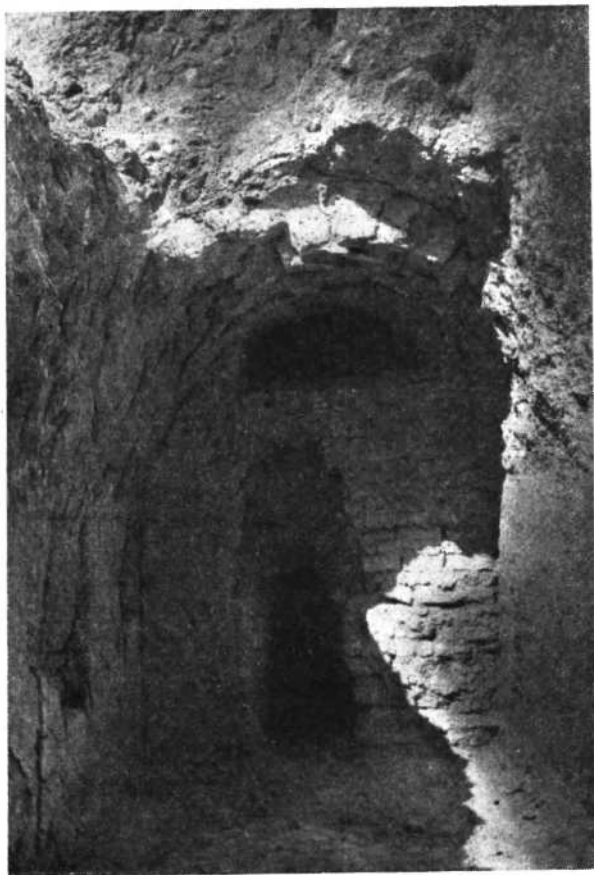


Рис. 16. Свод галереи Ак-тепе; заметна разница в уровне пят

величины посредине сторон прямоугольника, тогда как углы являются наиболее устойчивой частью постройки. К тому же поворот галереи представляет ответственное место кладки, и строители старались избежать всяких усложняющих работу моментов.

Своды с разным уровнем пят наблюдаются повсеместно в древних памятниках Средней Азии (Пянджикент, Хорезм, Ак-тепе, Мунчак-тепе) (рис. 16). Разность уровней пят согласуется с пролетом, достигая иногда 30 см и более. В пандусе Чиль-Худжра эта величина составляет 13—14 см при пролете 1,25 м (рис. 15). Резко выражена асимметрия сводов Аяз-кала № 1 (Хорезм); здесь, поскольку галерея не связана с помещениями, повышение пят перенесено на внешнюю стену крепости, которая утолщена и укреплена снаружи массивными башнями.

Прием устройства ползучего свода был, видимо, общеизвестен в строительном деле Древнего Востока. Пример такого рода может быть назван в парфянской дворцовой постройке Кухи-Ходжа (Сеистан), где он также фигурирует во внешней галерее здания. Позже мы встречаем его в омейядских постройках Сирии²³.

Остановимся на методах выполнения свода и прежде всего на строительном материале — сырце.

В Хорезме для кладки арок и сводов применялся совершенно отличный от стенового специальный кирпич более мелкого формата, в виде вытянутой трапеции, с обильной добавкой самана, который укладывался на таком же растворе.

Хорезмийцы довели искусство возведения сводов до большого совершенства; материал и техника продуманы до мельчайших деталей. При этом контур свода отличается плавностью и стройностью очертаний.

Сырец свода, зарисованный на Топрак-кала (рис. 17), имеет размеры торцов 17 и 20 см при длине в 40 см и толщине около 8 см. Одна из его постелей снабжена при формовке глубокими отпечатками пальцев, которые всегда расположены в одном порядке сверху вниз. Этот рельеф помогает закреплению кирпича на растворе, для чего соответствующая постель кладется всегда к предыдущему ряду и в сторону уклона отрезков. Кирпич отрезков может быть положен в перевязку или без нее (рис. 17, 19). Швы на периферии заполняются обломками керамики (хумов). Вследствие большого содержания самана кладка свода легко распознается при расчистке.

Встречается кладка в два переката, где внешняя оболочка выполнена клином. Образцом является свод галереи Аяз-кала № 1.

В центральных областях Средней Азии своды выкладывались в основном из того же сырца, что и стены. На Мунчак-тепе формат сырца стен и сводов также совершенно совпадает. Но в Пянджикенте у шельги попеременно с прямоугольным шел в кладку и трапециевидный кирпич (рис. 18). При малых пролетах задача решалась двумя способами: 1) употреблялся целиком трапециевидный кирпич или 2) укладывался нормальный прямоугольный кирпич, а широкие периферийные швы заполнялись специально оформленными треугольными клиньями 15 см у основания и 30 см высотой (рис. 18). Этот прием местных мастеров, насколько известно, не встречается аналогий. Оболочка свода в некоторых случаях облицована слоем сырца плашмя (рис. 15). Кирпич в отрезках кладется в перевязку, так что каждый второй ряд начинается половинкой кирпича, расколотого вдоль (для чего и служат продольные бороздки).

Сказанное характеризует общие приемы кладки на всем протяжении свода. Особыми случаями являются примыкание свода к шпильковым стенам и повороты. Любопытно наблюдать как подходили мастера к решению этих задач в том или другом случае.

У шпильковых стен различаются начальное и заключительное примыкание рядов кладки.

В Хорезме начало кладки свода осуществлялось постепенным наращиванием наклонных частей дуги (рис. 17, В). В Пянджикенте та же деталь выполнялась непосредственным примыканием полного отрезка. Поэтому первые отрезки кладутся отвесно и получают наклон постепенно. Для того чтобы избежать отвесного по-

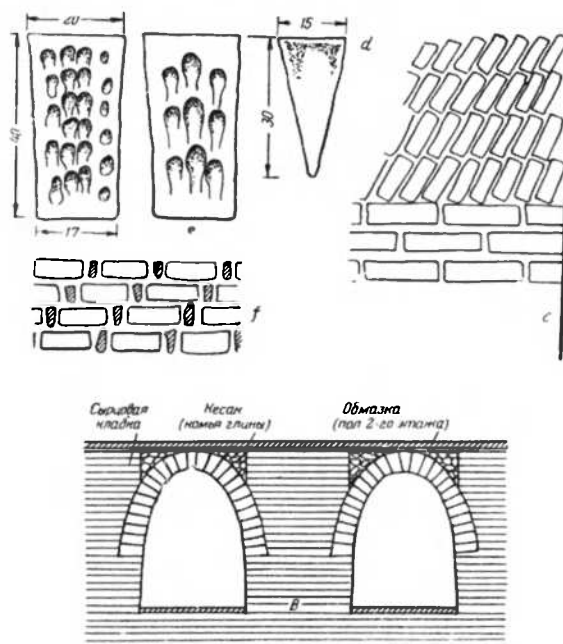


Рис. 17. Методы кладки сводов в Хорезме

А — своды Топрак-кала; Б — трапециевидный сырец сводов и наружный вид оболочки свода; В — примыкание свода к шпильковой стене (замок № 34 Беркуткалинского оазиса)

ложения первых рядов иногда делают поверхность шпильковой стены слегка наклонной и опирают на нее отрезки, причем, различаются два случая: 1) стена наклонна только от пят свода, 2) наклон идет на всю высоту (рис. 19).

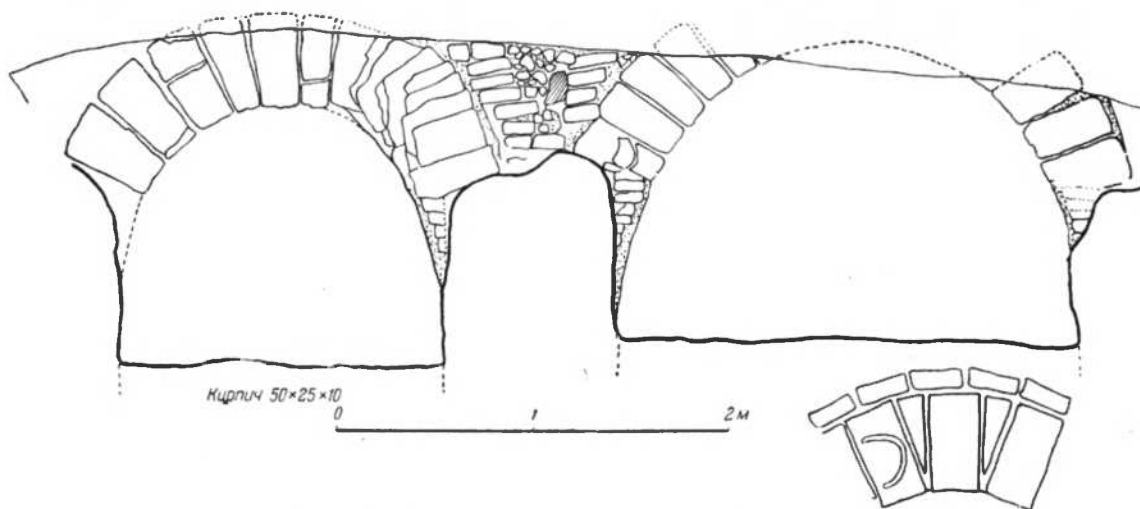


Рис. 18. Конструкция сводов древнего Пянджикента

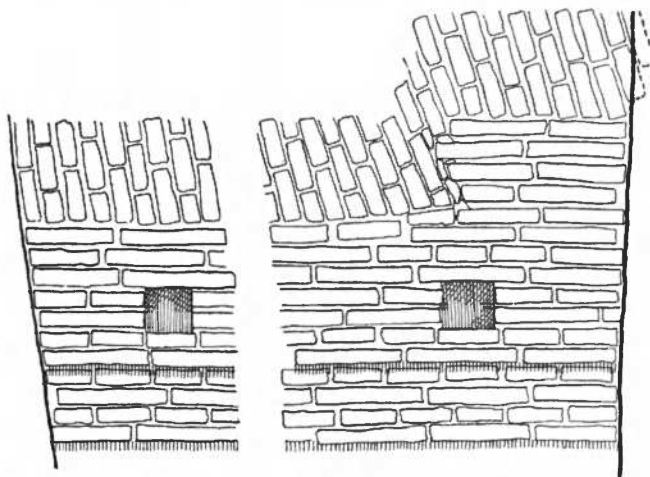


Рис. 19. Приемы кладки сводов в древнем Пянджикенте.
Примыкание к щипцовой стене

Способы укладки последних отрезков свода гораздо сложнее. Для того чтобы мастер мог подвести последние ряды свода к щипцовой стене, нужно было или оставить последнюю незавершенной и заканчивать ее по мере укладки отрезков, или вывести несколько дополнительных рядов кладки плашмя и заложить потом только

верхнюю часть рядов. В первом случае мы видим, что отрезки свода слегка углубляются в кладку стены, поэтому можно назвать этот способ «запуском». Отсюда становится понятным, почему верхняя часть щипца выполнялась из сырца, даже если кладка стены в целом была пахсовой. Но обычно оба указанных варианта сочетаются (рис. 19).

В поясе горизонтальной кладки иногда оставляются гнезда шириной в полкирпича, высотой в два кирпича и глубиной в один кирпич, т. е. около 0,5 м. Эти гнезда с интервалами от 0,5 до 1,5 м, повидимому, служили для деревянных пальцев, на которые в процессе работы опирались подмости (расположение гнезд противоположных стен, сколько замечено, не согласуется). В дальнейшем эти гнезда не заделывались, причем отнюдь не портили, а даже украшали собою помещение. Подобные отверстия в стенах обнаружены главным образом в Пянджикенте, а также на Мунчак-тепе и в крепости Хисорак.

В пандусах горизонтального пояса нет, пята иногда опускаются ступенями, а отрезки получают более значительный наклон (см. рис. 15).

Пазухи сводов заполнялись сырцом или комьями сухой глины на глиняном растворе (рис. 17, 18). Сырцовые стены меж сводов выводились напуском рядов с целью уменьшения пазух. При пахсовой кладке пазухи плотно забивались глиной (Ак-тепе). В сводах малого пролета пазухи могли быть заполнены рыхлой землей. По сводам укладывался настил пола верхнего этажа или плоская кровля.

Своды отличаются плавностью контура и обычно очень красивы по форме. Однако поскольку кладка выполнялась без кружал, редко можно наблюдать правильное построение кривых. Последние круто поднимаются у пят и завершаются округло или довольно остро, напоминающая эллипс или параболу. В своде замка № 36 Беркут-калинского оазиса в Хорезме и одном из сводов пянджикентского городища установлено построение профиля при помощи так называемого «египетского треугольника», т. е. треугольника с соотношением сторон 3 : 4 : 5. Ниже мы остановимся подробнее на способах построения кривой арок и сводов.

Повороты представляли трудно выполнимый участок кладки. Самое примитивное решение наблюдается в Ак-тепе, где в целях упрощения задачи поворот галерей срезан, ширина ее значительно уменьшена и углы закруглены (рис. 20). На Мунчак-тепе лишь входящий угол несколько закруглен при помощи трюма, но пролет остался значительным. В реконструкции можно пред-

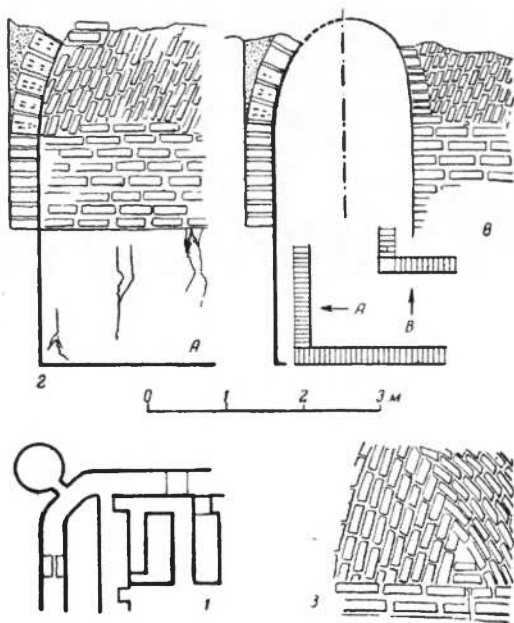


Рис. 20. Кладка сводов на повороте

1 — поворот галереи Ак-тепе; 2 — северо-восточный угол коридора оборонительной стены Топрак-кала; 3 — кладка свода на повороте галереи Аяз-кала № 1

ставить себе, что кладка расходилась веером от выступающего угла, причем некоторые отрезки оказывались заклиненными и опирались только на закругленную сторону (фиг. 21). Наклон отрезков на закруглении уменьшается до 45° . На повороте хода Чиль-Худжра входящий угол заполнен постепенно закругляющимися рядами постельной кладки, навстречу которой от выступающего угла поднимаются отрезки (рис. 22). В северо-восточном коридоре Топрак-кала угол поворота не смягчен, и оболочки свода пересекаются, причем ребро выступающего угла укреплено постельной кладкой (рис. 20). В северо-западном углу галереи Аяз-кала № 1 виден фрагмент кладки входящего угла, который отмечен лишь парой кирпичей плашмя; в остальном отрезки смыкаются «в елочку» (рис. 20).

В целом, при кладке наклонными отрезками пересечение оболочек свода на повороте считалось, повидимому, нежелательным. Но пересечение оболочек свода или купола арками проемов отнюдь не избегалось и распалубок при этом не делали (см. рис. 34).

Любопытный момент представляет сочетание на поворотах свода и тромпов. В памятниках средневекового зодчества мы привыкли видеть эту деталь как принадлежность купольной конструкции. Но в данный период, принимая во внимание особенности планировки зданий и сводчатой техники, тромпы применялись более широко. В плане фигурировали галереи с поворотами, где свод часто закруглялся у входящего угла. В качестве опоры для этого свеса употребляли тромп, что было красиво и удобно (рис. 21). В средние века исчезают длинные галереи с поворотами, появляются новые технические приемы, и необходимость в тромпах, связанных с этой конструкцией, отпадает.

Купола. В архитектуре Средней Азии рассматриваемого периода известно пока относительно немного купольных покрытий. На Ак-тепе раскрыты две купольные конструкции: в юго-восточной башне и во втором ярусе построек. Первый купол, покрывающий круглое помещение (3,65 м в поперечнике), очень прост по формам. Второй, лежащий на квадратном основании, представляет значительный интерес.

Купольное помещение второго яруса — небольшая квадратная комната 2,70 м в поперечнике, имеет вход с восточной стороны (мы приводим ее в реконструкции, рис. 23). Здесь имеется вполне развитый пояс тромпов, но конструкция в целом несет в себе черты архаизма, выраженные рядом особенностей. Прежде всего, диаметр купола превышает поперечник основания. Этот

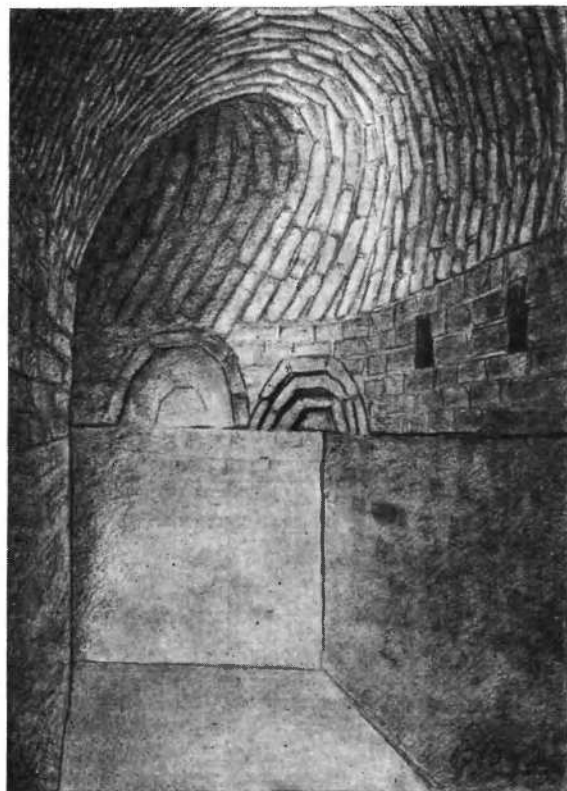


Рис. 21. Поворот галереи замка Мунчак-тепе

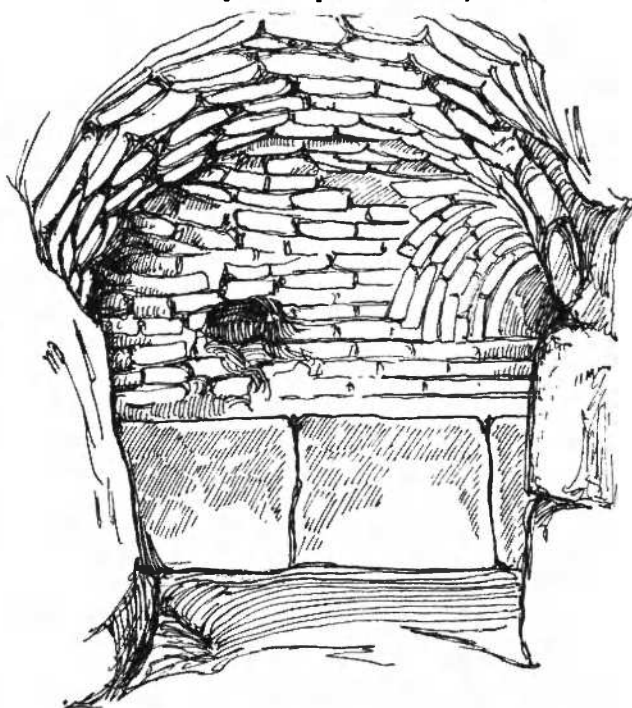


Рис. 22. Поворот пандуса Чиль-худжра

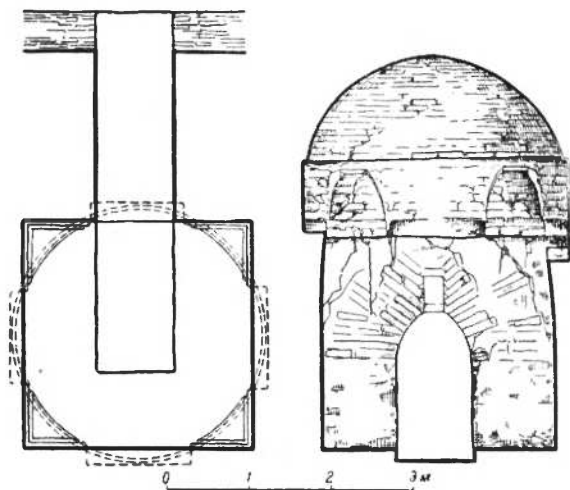


Рис. 23. Купольная комната Ак-тепе. Реконструкция

прием имеет целью уменьшить свес купола в углах постройки и характеризует начальный этап в области конструирования круглого купола над квадратным основанием. Подобного рода конструкция раскрыта и на Афрасиабе²⁴, с тем, однако, отличием, что подкупольный пояс тромпов там отсутствует, т. е. тромпы вкомпонованы непосредственно в основание купола.

Несмотря на то, что афрасиабский купол относится к более позднему времени, он по формам примитивнее ак-тепинского и выглядит архаичнее. Однако в то же время в целом он сконструирован логичнее, нежели последний.

Действительно, примененный в Ак-тепе пояс тромпов, который сам по себе составляет прогрессивное явление по сравнению с афрасиабским типом, делает ненужным увеличение диаметра купола, а между тем ак-тепинская конструкция сочетает в себе оба эти взаимоисключающие приема. Тромпы в том виде, как они представлены здесь, могли бы поддерживать купол, равный в поперечнике стороне основания. Ненужная усложненность конструкции бросается в глаза.

Формы пояса тромпов в целом явились здесь следствием курьезного сочетания архаического и прогрессивного начал. Тромпы слишком усложнены и лишены ясности, строятся не на четких геометрических членениях, а на плавных затухающих переходах от кривых поверхностей к плоскостям. И все же эта конструкция, несмотря на свои недостатки, не лишена своеобразной выразительности.

Тромпы ак-тепинского купола имеют форму широко раскрытого конуса со срезанным верхом (единственный известный в Средней Азии пример тромпа в полном смысле этого слова подобного сасанидским). Они выполнены горизонтальными рядами напуском кирпича (тоже архаический прием). Прием кладки не соответствует форме. Тромпы афрасиабского купола конические, но сложены поперечными отрезками.

В Хорезме выкладывались купола с тромпами, утопленными в оболочку, имеющими вид перспективных арочек (рис. 24)²⁵. В крепостных башнях Беркут-кала — кольцевые купола на круглом основании.

Арки. Понятия арки и свода в строительном деле, как и в истории зодчества, кажутся разграниченными вполне определенно. Однако специфика среднеазиатской архаической архитектуры такова, что в некоторых случаях довольно трудно избрать один из этих двух терминов: проемы иногда так узки и прорезаны в таких толстых стенах, что превращаются в коридоры, причем перекрытие получает одновременно черты арки и свода. Таковы арки-своды Ак-тепе, где протяжение по оси намного превышает пролет и отношение того и другого составляет от 2:3 до 1:5; еще более напоминают коридоры некоторые проемы Топрак-кала. Ввиду двойственного характера сводчатых перекрытий необходимо прежде всего принять определенное условие классификации: рассматривать под рубрикой арок перекрытие проема, а также ниши, где по меньшей мере один из торцов свода остается открытым и видимым с фасада в отличие от свода, покрывающего помещение и замкнутого с обоих торцов.

Техника кладки арок в древнем зодчестве Средней Азии исключительно многообразна и располагает целым арсеналом хитроумных приемов, варьируя как методы кладки кирпича, так и очертания кривых. Представление о неистощимой изобретательности строителей можно составить даже на единичном примере Ак-тепе, где при небольшом сравнительно объеме раскрытых и обследованных частей насчитывается 13 различных вариантов арок и сводов. В отношении приемов кладки арок техника жженого кирпича несравненно однообразнее древней сырцово-й: в первом случае варьируются по преимуществу кривые арок, но не кладка, которая остается в основном клинчатой, во втором случае возникает большое количество различных комбинаций, вплоть до треугольных арочек, где пара кирпичей положена наподобие двускатной кровли.

В понятие арки или свода входят два неотъемлемых элемента — форма и структура, иначе говоря, — кривая и метод кладки. То и другое играет в конструкции существенную роль.

Начнем с описания материальной части, т. е. приемов кладки сырца. В технике кладки арок известны следующие приемы:

- 1) клинчатая кладка (основной прием);
- 2) поперечные отрезки;
- 3) кладка горизонтальными рядами с небольшим выносом, которая употребляется довольно широко, но всегда в сочетании с другими приемами (тип ложного свода, внутренняя поверхность округляется путем обтески);
- 4) кладка плашмя — кирпич облегает кривую арки не ребром, а постелью.

Неоштукатуренная кладка арок по фасаду является конструкцией и одновременно выступает в качестве элемента архитектуры здания.

Для арок и сводов зодчества Средней Азии до VII в. весьма обычно сочетание в каждом отдельном случае двух различных приемов кладки. В таких «комбинированных» арках нижние части дуги выполняются одним приемом, а замковые части иначе. Таким образом, в кладке различаются «плечи» и «венчание» (мы вынуждены ввести эти новые термины, представляющиеся нам наиболее подходящими).

Арка зала во втором этаже кешка Ак-тепе выложена в плечах клинчатой кладкой на длину кирпича (рис. 25). В средней части кладка выведена также клином, но в половину кирпича, а выше положены три ряда кирпича плашмя. Архивольты заглублены на 5 см в поверхность стены и выделены полукозырьком кирпича, лежащего плашмя заподлицо со стеной. Щеки проема слегка скошены. Конструкция эффектно вырисовывается на глади пахсовой стены. Довольно красива также арка купольного помещения, где

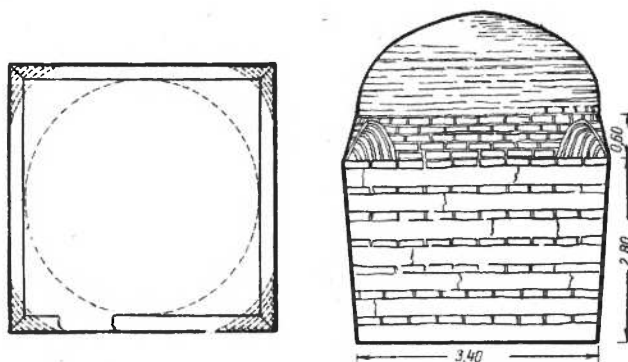


Рис. 24. Купольная комната замка № 36 Беркут-калинского оазиса в Хорезме, VIII в., Реконструкция

кладка выведена отдельными участками параллельно уложенного кирпича, трижды меняющего наклон (рис. 26). На вершине кладка закинена замковым камнем, поверх которого кирпич лежит плашмя и вся кладка арки, как и в предыдущем случае, обрамлена полукозырьком.

На Мунчак-тепе арки сложены клинчатой кладкой, увенчанной трапециoidalным замковым камнем. Ряд замковых кирпичей уложен поперечно оси проема на всю толщину кладки. Замковые кирпичи формовались особо и снизу слегка подтесывались по кривой после укладки на место. Над замком несколько кирпичей положены тычком и веерообразно. Этот прием очень красив. Особенно эффектна арка, где темносерый цвет кирпича сочетается с яркожелтым раствором (рис. 27, слева). Форма проемов с аркой описанного типа и скошенными стенками может считаться локальным признаком, характерным, очевидно, для Осрушаны в целом. Одна из арок выполнена целиком клинчатой кладкой.

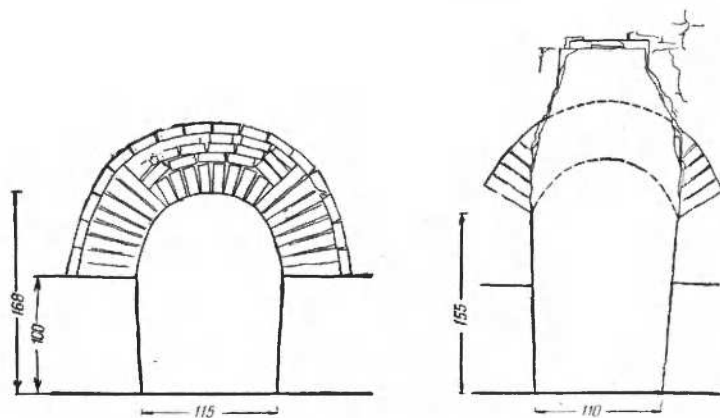


Рис. 25. Арка во втором ярусе построек Ак-тепе

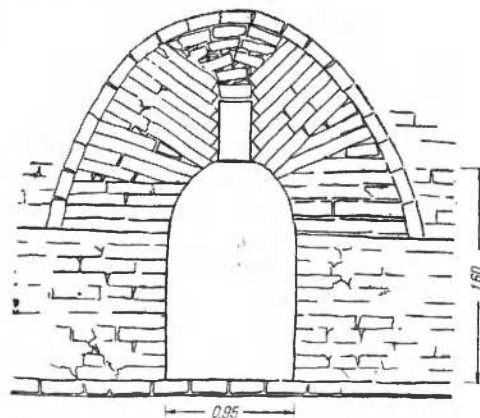


Рис. 26. Арка купольной комнаты Ак-тепе

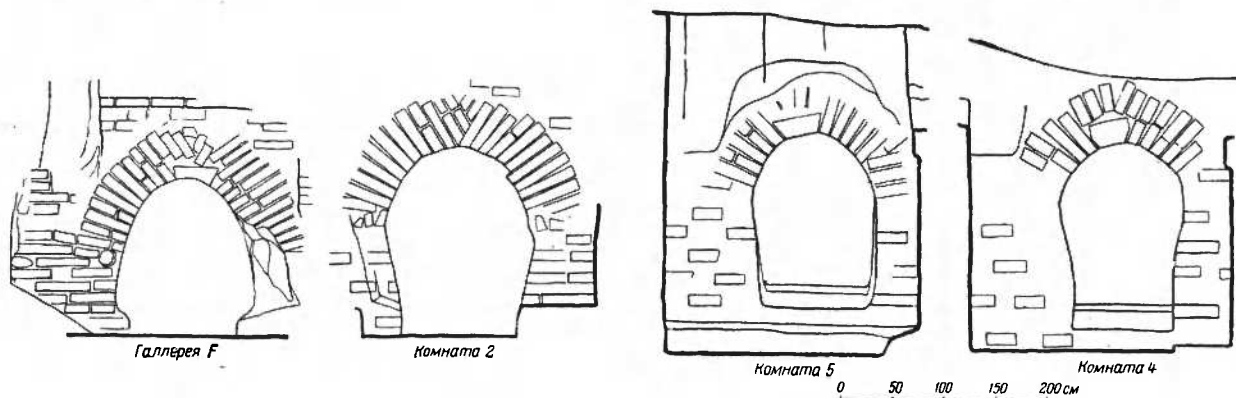


Рис. 27. Арки Мунчак-тепе

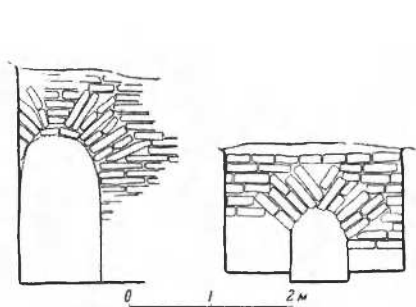


Рис. 28. Арки в постройках древнего Пянджикента

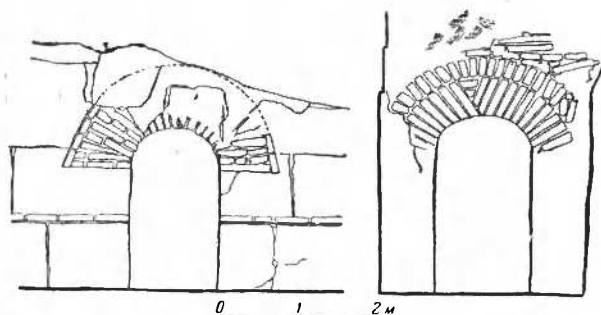
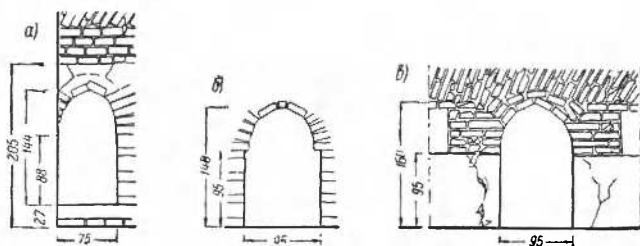
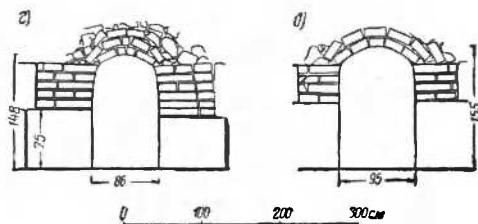
Рис. 29. Арки древнего Пянджикента
1 — в донжоне; 2 — в здании III

Рис. 30. Комбинированные арки Ак-тепе



Узкие арочки на пянджикентском городище выложены по типу клинчатой кладки с заполнением замковой части кирпичом, плашмя или весьма небрежно наискось. Более широкие парадные арки (пролетом 1,20—1,30 м) отличаются регулярной кладкой (рис. 28, 29). Арка донжона представляла, видимо, полное подобие одной из ак-тепинских (см. рис. 25). Красивы плавно очерченные арки здания III пянджикентского шахристана, одну из которых удалось зарисовать; кладка ее выведена в два ряда — первый пережат шириной в один кирпич, второй (неполный) в полкирпича, пяты наклонные (рис. 29).

С предельной резкостью проведено разделение метода в комбинированных сводах Ак-тепе, где изменение техники кладки соответствует перемене кривизны контура (рис. 30). В двух из этих сводиков плечо выполнено клинчатой кладкой, у третьего кладка плеча имеет только едва заметный наклон, у двух остальных плечи выполнены горизонтальной кладкой напуском, которая затем была скруглена обтеской. Завершение составляют от двух до пяти кирпичей, положенных плашмя. В вершине кое-где вставлены маленькие клинышки. Два из этих сводиков имеют лучковый верх. Аналогичный тип лучковой арки об-

наружен при раскопках на Афрасиабе²⁶. Сводик хода юго-западной башни обращает на себя внимание плавностью контура (рис. 31), который вызывает предположение, что в данном случае кирпич укладывался на кружала в сыром виде и таким образом получал нужную форму.

Чем вызвано комбинирование разных типов кладки в арках и сводах?

Ответ подсказывается самим форматом сырца. В центральных областях Средней Азии для арок употреблялся обычный стеновой кирпич. При значительной длине последнего швы на периферии кладки расширяются настолько, что превосходят его толщину. Во избежание этого направление постельных швов клинчатой кладки получает наклон меньший, чем угол радиуса кривизны в данной точке. Действительно, нетрудно заметить, что швы редко бывают строго радиальными. Та же причина вызывает комбинирование, заполнение замковой части другим приемом и включение замкового камня. Отсюда — некрасивый беспорядочный вид клинчатой кладки в арках небольших проемов, где верхние кирпичи кладутся плоско и вразбивку (см. рис. 28).

В Хорезме, где для арок и сводов применялся трапециoidalный сырец, кладка их, как правило, однородна. Здесь широким распространением пользовался метод кладки поперечных отрезков, что облегчалось специальной формой сырца; в IV—VII вв. была обычной клинчатая кладка из нормального квадратного сырца (рис. 32, 33). Встречается двуслойная комбинация поперечных отрезков и клинчатой кладки так же, как это наблюдается в сводах (рис. 33).

Аналогично ползучим сводам существуют ползучие арки с разным уровнем пят. Они устраивались у торцевой стены, там, где проем прорезает оболочку свода, чтобы отрезки последнего составили меньший угол с нормалью кривой арки (рис. 34).

Арки небольшого пролета и простых очертаний, несомненно, выкладывались без кружал. Но в ряде случаев, особенно при небольшой стреле подъема, кружала явно были необходимы.

Перейдем к анализу кривых, представляющему очень интересные результаты. Руководствуясь материалом раскопок, можно предложить ниже изложенную теорию построения кривых.

Прежде всего необходимо наметить общую классификацию арок и сводов, исходя из контуров их кривых. На основе имеющихся материалов эта классификация рисуется нам в следующем виде:

1) арки многоцентровые: а) трехцентровые (высокие и низкие), б) пятицентровые;



Рис. 31. Ход в юго-западную башню Ак-тепе

- 2) лучковые;
- 3) треугольные;
- 4) комбинированные.

Под многоцентровыми подразумеваются все плавные кривые сложных очертаний, которые строятся на глаз или подчинены известным геометрическим правилам построения. В последнем случае различаются трех- и пятицентровые кривые.

В Хорезме распространены кривые эллиптического или параболического вида, которые не следуют определенному математическому принципу, но близки по характеру трех- и пятицентровым. Трехцентровые кривые обоих типов нашли применение повсеместно. Пятицентровые арки, отличающиеся характерной приплюснутой верхней частью, как точный геометрический тип, единичны. Зато модификации этого типа, не претендующие на правильное построение, довольно многочисленны. Лучковые арки, в которых очерчен небольшой фрагмент кривой, отличаются тем, что

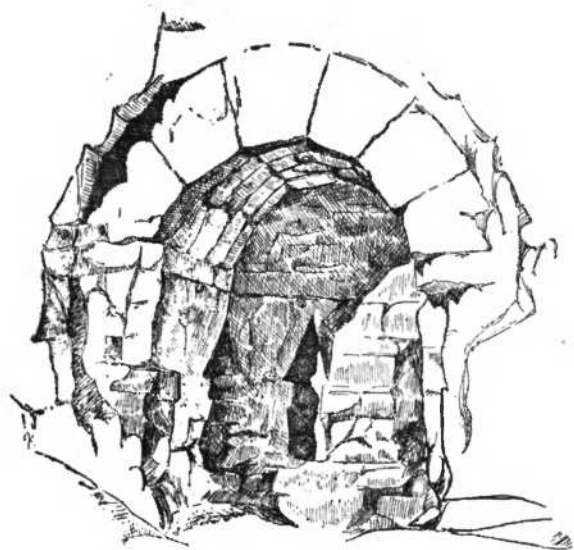


Рис. 32. Ниша с бойницами Джанбас-кала, Хорезм

представляют не сегмент круга, а часть параболы с широко расходящимися дугами. Они были также широко распространены.

Треугольные арки, самые простые по структуре, образуются двумя сомкнутыми под углом прямыми и употребляются в узких отверстиях и бойницах. Таковы арочки поперечных стен на Ак-тепе, составленные из пары кирпичей, уложенных плашмя, углом вверх. Треугольные арочки Кыр-кыз близ Термеза, напротив, образованы кирпичом на ребро.

Под комбинированными арками в соответствии с классификацией приемов кладки подразумеваются такие, где кривые различного радиуса сопряжены не плавно, а под углом или сочетаются

с отрезками прямой. Целая серия такого рода сводиков представлена в Ак-тепе. У каждого из них различается более или менее четко выраженное деление на несущие части и венчающую. Линия плеч свода варьируется от слабо выраженной, почти отвесной кривой до циркульной; верхняя часть очерчена ломаной линией, которая в зависимости от числа отрезков, составляет ряд разновидностей от треугольного до лучкового. Постройки древнего Пянджикента дают новый, весьма любопытный вариант с плоским верхом и циркульными плечами.

Каждая категория кривых образует в пределах общего правила ряд вариаций.

Применялись ли в среднеазиатском строительстве рассматриваемого периода стрельчатые и полуциркульные арки?

По форме близка к стрельчатой арка юго-восточной башни Ак-тепе (см. рис. 30, справа вверху), но, как будет видно из дальнейшего, по замыслу она принадлежит к разряду комбинированных и вписана в трехцентровую кривую. Таким образом, стрельчатость является здесь случайной, как один из вариантов комбинированного типа. То же можно сказать и о «стрельчатом» своде Шаш-тепе, приводимом Г. В. Григорьевым, где, повидимому, были закругленные плечи и треугольный верх²⁷. Подлинные стрельчатые арки мы находим лишь в средневековых памятниках, начиная с VIII в. (Кыр-кыз близ Термеза, раннесредневековые сооружения Мерва). Что касается полуциркульных арок, они встречаются весьма редко и лишь в небольших проемах. Из всего сказанного следует вывод, что стрельчатые и полуциркульные арки в принципе должны рассматриваться лишь как частный случай эллиптического или комбинированного свода (см. рис. 30, 32).

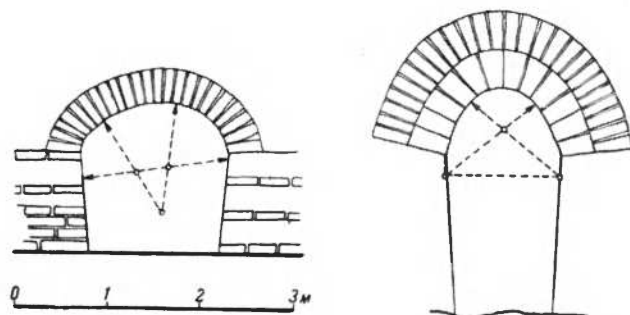


Рис. 33. Входы замка № 36 Беркуткалинского оазиса (слева) и северо-западной башни Топрак-кала (справа), Хорезм

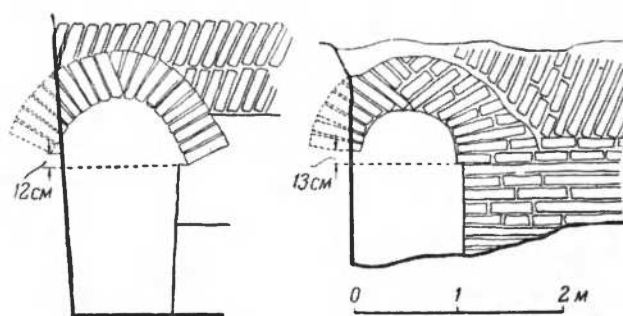


Рис. 34. Полуциркульные арки замка № 34 Беркуткалинского оазиса (слева) и замка на горе Муг (справа)

Во всяком случае бесспорно, что основными и наиболее типичными для древнего зодчества Средней Азии являются кривые эллиптических и параболических очертаний.

Анализ очертаний арок и сводов позволяет установить, что построение их кривых подчинялось определенным геометрическим и математическим правилам. Внешний контур кладки арки или свода также нередко очерчен геометрической кривой, что придает конструкции весьма выразительный архитектурно законченный вид. Определение принципа построения кривой в натуре иногда осложняется деформацией или дефектами выполнения, при этом приходится делать поправку на отклонение от правила; но в большинстве случаев геометрическое построение совпадает с очертаниями проема с точностью до сантиметра (в масштабе натуры). При этом обычно в основу построения положен модуль, равный длине кирпича, т. е. «локтю» или двум четвертям²⁸.

Принцип начертания профиля арки купольного помещения Ак-тепе в результате анализа представляется в следующем виде (рис. 35). Трехцентровая кривая описывает периферию кладки, тогда как очертания узкого проема более просты и с нею не согласованы. Высота от порога до верхней части кривой равняется пяти локтям, и все основные точки построения распределены на уровнях, выраженных целым числом локтей: пять находятся на высоте двух локтей, нижние центры кривой (СС) оказываются ниже пят на высоте одного локтя; замковый камень приходится на локоть выше пят, и, наконец, вершина кривой отстоит от замка на два локтя. Кладка стены имеет уклон к северу, что отразилось на правильности построения арки. Для того чтобы выделить принцип кривой, нами введены небольшие коррективы, и построение дано для горизонтальных пят; высоты по оси при этом взяты точно с натуры. Верхний центр помещается в замке арки. В целом кривая оказывается вписанной в прямоугольник, причем верхний центр лежит на пересечении диагоналей, на которых выше лежат и точки сопряжения кривых.

Соотношение сторон прямоугольника не случайно и равняется 3 : 4, иными словами, в основе построения лежит египетский треугольник. Расстояние СС разделено на три части, из которых среднюю занимает проем.

Определяя построение кривой арок и сводов, не следует упускать из вида способ выполнения их в натуре. В данном случае выполнение арки было несложно и не требовало кружал. Вороба закреплялась в точках СС, момент укладки замкового камня определялся промером. Когда

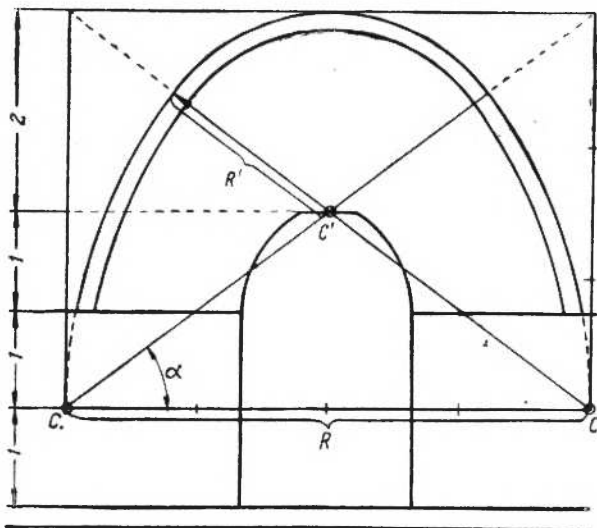


Рис. 35. Построение трехцентральной арки Ак-тепе

замковый камень был положен на место, вороба переносилась в верхний центр. Последний при бескружалной кладке должен был лежать не в пространстве, а на материальной части арки; действительно, он совмещен с ребром замкового кирпича.

Трехцентровая арка Мунчак-тепе строится иначе (рис. 36). Здесь модуль равен двум четвертям. Пролет арки составляет три модуля. Нижние центры СС вынесены на периферию архивольта в уровне пят. Таким образом, большой радиус равен четырем модулям. Верхний центр С' образуется засечкой из нижних центров радиусами, равными трем модулям, следовательно, малый радиус равен единице. Кривая, как и в предыдущем случае, оказывается вписанной в прямоугольник, и верхний центр лежит на пересечении прямых, соединяющих нижние центры с его вершинами. Существенное отличие заключается в том, что нижние центры лежат вне контура кривой. Их положение вне прямоугольника и совмещение с уровнем пят делает арку болеестройной.

У трехцентральной низкой арки третий центр лежит ниже двух крайних (см. рис. 33).

Построение пятицентральных кривых сложнее. Начнем с арки Мунчак-тепе (рис. 37, слева).

Кривая вписана в прямоугольник, имеющий на этот раз иррациональные соотношения сторон. Все размеры основных частей построения являются функцией ширины проема в нижней его части, и, поскольку последняя выражена в локтях, вся система строится на этой единице длины.

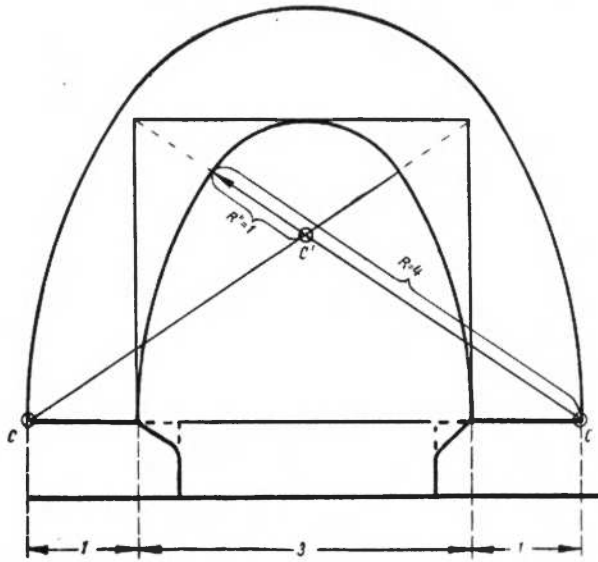
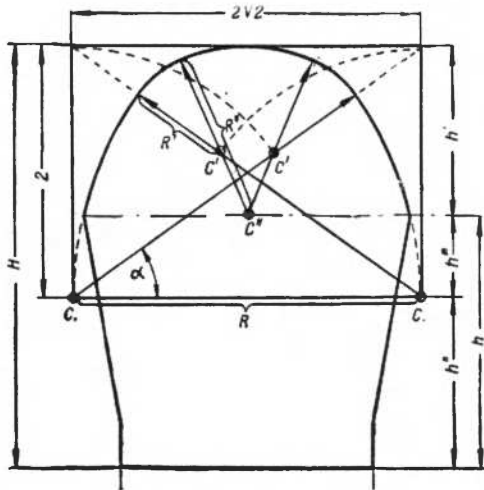


Рис. 36. Построение трехцентральной арки Мунчак-тепе

Рамкой геометрического построения служит прямоугольник, где высота равна ширине проема 2, а основание — диагонали квадрата, построенного на меньшей стороне, т. е. $2\sqrt{2}$. Большой радиус равен длинной стороне прямоугольника $R = 2\sqrt{2}$. Зоны действия радиуса R ограничены диагоналями прямоугольника, на которых лежит вторая пара центров $C'C'$, определяемых засечкой из центров CC радиусами, равными 2; отсюда следует, что размер малых радиусов R' равен разности большого радиуса R и высоты прямоугольника, т. е. $R' = R - 2 = 2\sqrt{2} - 2 = 2(\sqrt{2} - 1)$.



—1). Пятый центр C'' лежит на оси арки и отстоит от верхней стороны прямоугольника на половину основания последнего, т. е. радиус R' равен половине большого радиуса — $\sqrt{2}$. Для очертания арки в натуре кривая берется не полностью, таким образом, что средний центр C'' приходится на уровне пят. Пяты же лежат на два локтя выше пола проема. Опоры арки оказываются при этом скошенными.

Если обозначим высоту прямоугольника через A , его основание — B , общую высоту проема — H , высоту до пят — h , высоту арки — h' , высоту нижней пары центров — h'' , разность уровней пят и нижних центров CC — h''' , то, выражая все размеры в локтях, получим:

$$\begin{aligned} A &= 2; \\ B &= 2\sqrt{2}; \\ R &= B/2 = \sqrt{2}; \\ R' &= R - A = 2\sqrt{2} - 2 = 2(\sqrt{2} - 1); \\ R'' &= B/2 = R/2 = \sqrt{2}/2 = \sqrt{2}; \\ h &= A = 2; \\ h' &= B/2 = R'' = \sqrt{2}; \\ H &= h + h' = 2 + \sqrt{2}; \\ h'' &= H - A = 2 + \sqrt{2} - 2 = \sqrt{2} = h'; \\ h''' &= h - h'' = A - h' = 2 - \sqrt{2}; \\ \alpha &= 36^\circ. \end{aligned}$$

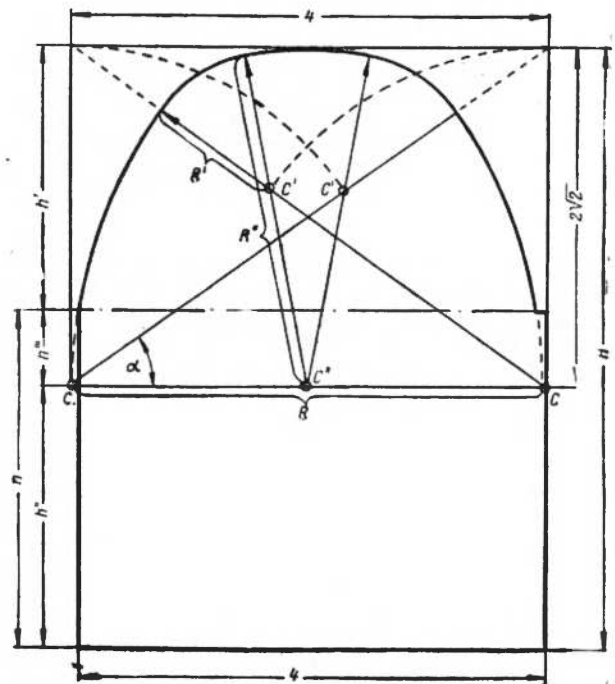


Рис. 37. Построение пятицентральных арок Мунчак-тепе (слева) и Ак-тепе (справа)

Как сложность построения, так и характер кривой свидетельствуют о том, что арки такого типа возводились при помощи кружал. Ход работы представляется в следующем виде: на выровненной площадке расчерчивалась кривая арки, по которой затем изготовлялись кружала. Кладка опор согласовывалась с габаритом последних. Кружала устанавливались в проеме, после чего выкладывалась сама арка.

Аналогичным способом очерчен пятицентровый свод Ак-тепе (рис. 37, справа), но здесь имеются некоторые различия в деталях. Прежде всего пролет свода вдвое больше, чем в предыдущем случае и, хотя он, как и там, является исходным моментом системы, участвует в ней несколько иначе: составляет не высоту, а основание прямоугольника. Высота же последнего определяется как диагональ квадрата, построенного на половине основания — $2\sqrt{2}$. Пропорции прямоугольника те же, что на Мунчак-тепе — $B = A\sqrt{2} = 2\sqrt{2}$. $\sqrt{2} = 4$. Что касается формы всего проема в целом, само собой разумеется, что, поскольку большой радиус оказывается равным ширине проема, стенки последнего отвесны. В остальном система повторяется. Особенно следует отметить, что как и в предыдущем случае: 1) высота до пят равна высоте прямоугольника; 2) высота арки, равная половине ширины прямоугольника, равна высоте до нижней пары центров CC . Примечательно еще и то, что абсолютная величина h''' совпадает.

Соотношение различных величин системы предстает в таком виде:

$$A = 2\sqrt{2};$$

$$B = 4;$$

$$R = B = 4;$$

$$R' = R - A = 4 - 2\sqrt{2} = 2(2 - \sqrt{2});$$

$$R'' = A = 2\sqrt{2};$$

$$h = A = 2\sqrt{2};$$

$$h' = B/2 = 4/2 = 2;$$

$$H = h + h' = 2\sqrt{2} + 2 = 2(\sqrt{2} + 1);$$

$$h'' = H - A = 2\sqrt{2} + 2 - 2\sqrt{2} = 2 = h';$$

$$h''' = h - h'' = A - h' = 2\sqrt{2} - 2 = 2(\sqrt{2} - 1);$$

$$\alpha = 36^\circ.$$

Таким образом, найден чрезвычайно интересный прием начертания кривой. Последняя вписана в прямоугольник с пропорциями, основанными на диагонали квадрата меньшей стороны, и все элементы кривой исходят из соразмерностей этого прямоугольника. Пропорции прямоугольника, в свою очередь, согласуются с шириной проема. Высота проема вытекает из

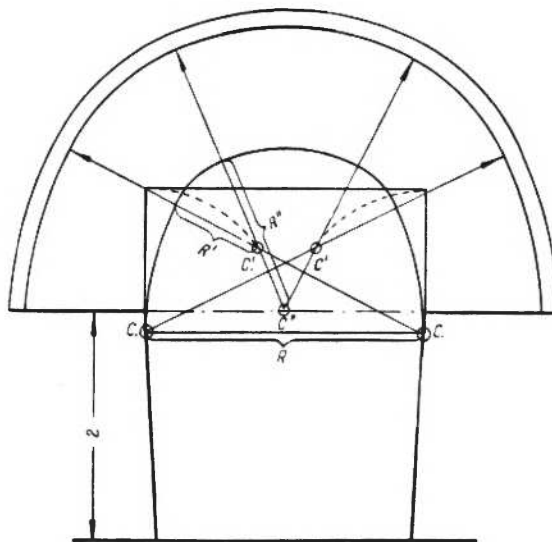


Рис. 38. Построение пятицентровой арки вала второго яруса Ак-тепе

построения. При этом контур самой арки или свода составляет неполную часть кривой, уложенную в прямоугольник с соотношением 1:2, большая сторона которого равна большей стороне основного прямоугольника.

Разумеется, описанный метод построения пятицентровой кривой не был единственным. Арка второго этажа Ак-тепе строится на двух квадратах, т. е. на прямоугольнике 1:2 (рис. 38). Вторая пара центров определяется засечкой на диагоналях радиусом, равным высоте прямоугольника. Пятый центр лежит на уровне пят, т. е. на высоте двух локтей (то же, что и в первых двух случаях), нижние центры CC слегка опущены против уровня пят.

Анализ показывает, что комбинированные арки строились также по определенному принципу. Любопытно, что арки-своды Ак-тепе, несмотря на свои изломанные контуры, тяготеют к методам начертания трех- и пятицентровых кривых. Контур некоторых из них при расшифровке оказываются вписанными в трехцентровую кривую. Следовательно, по идее они трехцентровые, но для упрощения работы верхняя часть их выложена из кирпича плашмя, почему получила вид ломаной линии, состоящей из отдельных участков прямой. Эти арки имеют более или менее плавные очертания. Способ их построения следующий (рис. 39).

Вариант «а». В основе построения лежит египетский треугольник. Контур арки вписан в прямоугольник с отношением сторон 3:4. Нижние

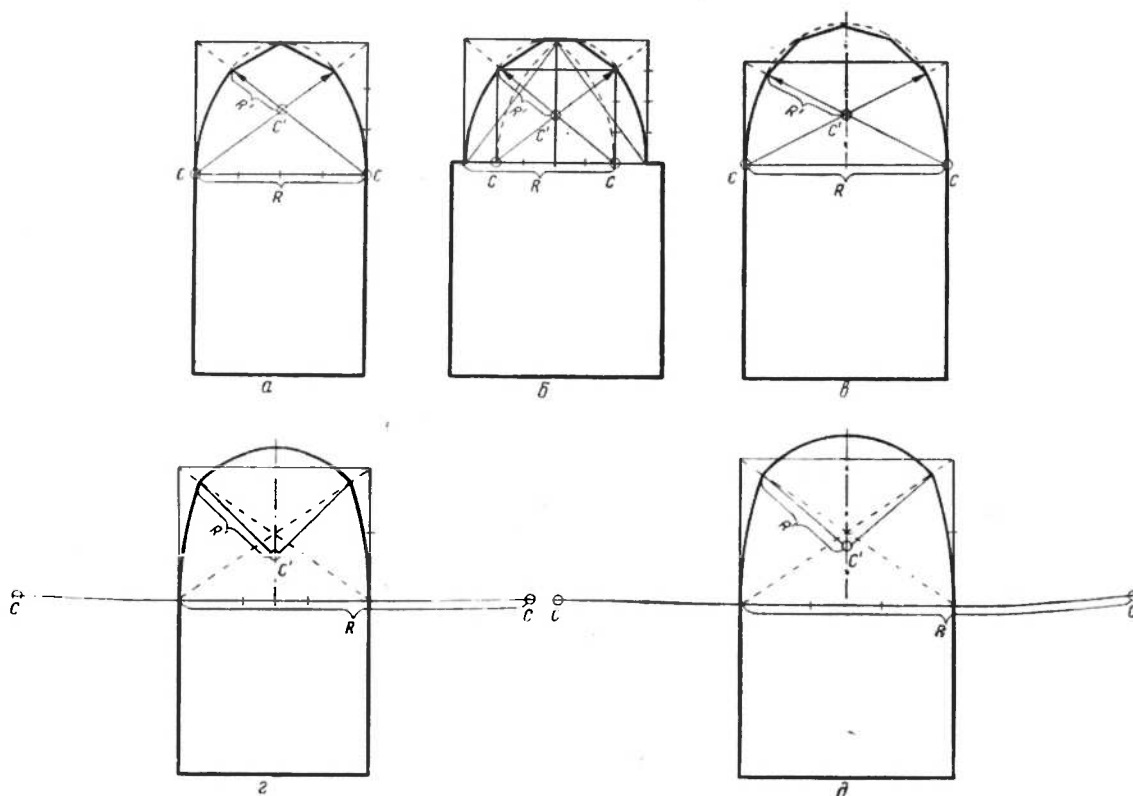


Рис. 39. Построение комбинированных арок Ак-тепе. В основе прямоугольники: а, б — «3 : 4», в — «1 : 2», г, д — «2 : 3»

центры CC соответствуют пятам арки. Верхняя часть кривой описана из центра C' , лежащего на пересечении диагоналей.

Схема пропорций обычна:

$$A:B=3:4;$$

$$R=B=4.$$

Вариант «б». Построение также связано с египетским треугольником. Однако прямоугольник, заключающий контур арки, имеет пропорции уже не 3 : 4, а 2 : 3. Центры лежат на уровне пят. Описывающий прямоугольник разделен на два новых с отношением сторон 3 : 4, диагонали этих прямоугольников являются большими радиусами $R=5$; ими на основании засечены центры CC . $CC=4$; центры соединяются прямыми с вершинами основного прямоугольника, и радиусом R проводятся нижние участки кривой. При этом получается производный прямоугольник с отношением сторон 3 : 4, пересечение диагоналей которого дает верхний центр C' . Поскольку диагональ равна радиусу R , меньший радиус $R'=R/2$.

Схема построения:

$$A:B=3:4;$$

$$B/2:A=2:3;$$

$$R=\sqrt{3^2+4^2}=5;$$

$$R'=R/2=5/2.$$

Очертания проема от пола до пят составляют квадрат.

Вариант «в». Построение базируется на прямоугольнике 1 : 2, где длинная сторона равна проему. Центры CC — на пятах. Нижние участки кривой проведены радиусом $R=2$ до пересечения с диагоналями прямоугольника. Пересечение диагоналей определяет центр C' .

Схема соотношений:

$$A:B=1:2;$$

$$R=B=2;$$

$$R'=R-\frac{\sqrt{1^2+2^2}}{2}=2-\frac{\sqrt{5}}{2}.$$

Арки юго-западной башни и входа в комнату II носят иной характер (варианты «г» и «д»). Нижние центры CC лежат на уровне пят, но

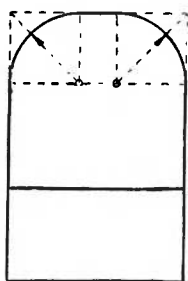


Рис. 40. Построение контура ниши здания I древнего Пянджикента

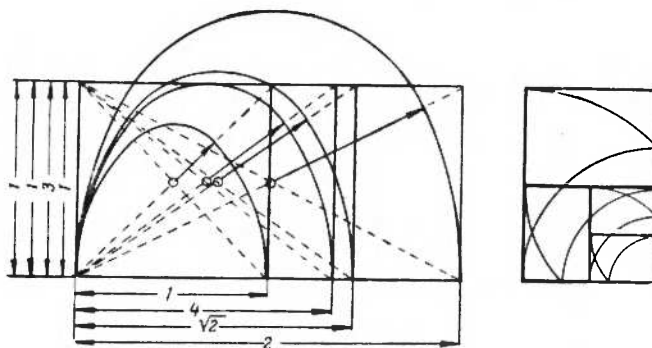


Рис. 41. Свойства прямоугольников 3:4 и $1/\sqrt{2}$

сильно отодвинуты от проема — в первом случае находятся на периферии кирпичной кладки арки, во втором — удалены на ширину проема. Нижняя часть кривой обеих арок вписана в прямоугольник 2:3 и ограничена диагоналями, но центр C' лежит ниже пересечения последних. Верхняя часть кривой имеет вид лучковой арки. В целом очертания арок приближаются по характеру к пятицентровым с той разницей, что вторая пара центров опущена, почему и образуется излом в точке сопряжения кривых.

Построение пянджикентских комбинированных арок ясно из чертежа: плечи составляют $1/4$ окружности, прямолинейная венчающая часть достигает 25 см (рис. 40).

Суммируя результаты исследования кривых, можно установить, что при всем своем многообразии кривые арок и сводов обладают рядом общих свойств.

1. Было принято вписывать кривую в прямоугольник так, что ее основание и вершина были касательными к сторонам последнего. Можно указать ряд прямоугольников, употреблявшихся для этой цели: 1) прямоугольник с отношением сторон 3:4 — его можно назвать «египетским», так как его диагонали равны 5; 2) прямоугольник со стороной $\sqrt{2}$; 3) прямоугольник со сторонами, относящимися, как 2:3 и 4) прямоугольник с отношением 1:2. Из арок, для которых здесь установлен подобный тип кривой, каждому виду соответствуют два варианта; помимо этого, в двух случаях верх арки выходит за пределы прямоугольника с отношением 2:3 и кривая изломана.

Каждый из названных прямоугольников обладает определенными свойствами.

1. Прямоугольник, стороны которого составляют три и четыре единицы, имеет, как известно, диагональ, равную пяти единицам. Таким обра-

зом, все три измерения могут быть выражены целым числом. Такой прямоугольник легко построить графически. Однако в целых числах принятых мер длины выражали только высоту, т. е. короткую сторону прямоугольника, и длинная сторона оказывалась при этом ее функцией. Например, в разобранных случаях высота арки равна двум и одному локтю, откуда пролет равен $2/3 \times 4 = 8/3 = 2\frac{2}{3}$ локтя и $1/3 \times 4 = 1\frac{1}{3}$ локтя.

Но особенно важным почиталось, повидимому, другое свойство прямоугольника 3:4, именно — он позволяет вписать плавную трехцентровую кривую таким образом, что нижние центры лежат на самой кривой в вершинах прямоугольника, а верхний центр — на пересечении диагоналей. Всякое другое отношение эту возможность исключает. При соотношении сторон, большем чем 3:4, трехцентровая кривая может быть вписана лишь с условием вынесения нижних центров за ее пределы (рис. 36), при соотношении меньшем, чем 3:4, требуется перенесение нижних центров внутрь кривой (см. рис. 39, б); верхний центр в первом случае помещается выше пересечения диагоналей, во втором — ниже. Свойство прямоугольника 3:4 иллюстрируется чертежом (рис. 41, слева).

2. Прямоугольник $\sqrt{2}$ обладает той особенностью, что делимый последовательно пополам образует ряд подобных ему прямоугольников (рис. 41, справа). В такой прямоугольник нельзя вписать трехцентровую кривую, но можно вписать пятицентровую — способом, указанным выше. Так возникает пятицентровая кривая.

3. Прямоугольник 2:3, разделенный пополам, образует два прямоугольника 3:4; позволяет вписать трехцентровую кривую тогда, когда нижние центры лежат внутри кривой. Следовательно, метод построения, как и в прямоугольнике 3:4,

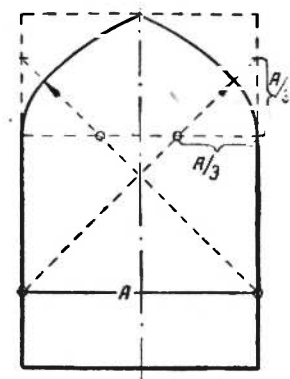


Рис. 42. Современный способ построения арки

основан опять-таки на египетском треугольнике. Однако в этом случае нижние центры лежат внутри кривой, и арка получается более низкой, чем в прямоугольнике 3 : 4.

4. Прямоугольник 1 : 2 состоит из двух квадратов. Он применялся как для трехцентровых, так и для пятицентровых кривых. Кривая в обоих случаях выходит за пределы прямоугольника.

II. Для арки (или свода) брали часто неполную кривую, причем нижние центры опускались ниже пят арки, что объясняется, может быть, желанием снизить высоту последней.

III. Нижние центры могут лежать на самой кривой (что чаще всего встречается), вынесены за ее пределы, отчего кривая получает больший подъем, или перенесены внутрь кривой — подъем последней снижается.

IV. В профилях арок и сводов, как и в кладке, различаются плечи и венчание, что четко отражается в построении кривой, которая меняет радиус. Таким образом, материальное и геометрическое выражение этих понятий совпадает. Плечи определяются зоной действия больших радиусов. Замечено при этом, что плечи или сектор действия большого радиуса определяются преимущественно углом около 36° , т. е. $1/10$ окружности. Более наглядно угол действия, большого радиуса может быть представлен, как $1/5$ полуокружности, или $2/5 d$; таким образом, на верхний участок кривой остается $2d - \frac{2d}{5} = \frac{6d}{5}$.

Плечи и венчание ясно выделяются в построении пятицентровых арок и еще более резко в комбинированных.

V. Нижняя часть проема не участвует в построении непосредственно, но нередко находится в определенных отношениях с прямоугольником, почему весь проем в целом связан системой пропорций, в основу которых кладется модуль, идущий от ширины проема и выраженный в целых единицах длины.

Все это приводит к заключению, что строители в то время были уже достаточно знакомы с геометрией.

Построение арок при помощи прямоугольника практиковалось на всех этапах среднеазиатского

зодчества, применяется и по сей день. Распространенный в настоящее время способ вычерчивания стрельчатой арки заключается в том, что на уровне пят арки строятся два квадрата, нижняя и внешняя сторона которых делятся на 3 или 4 части, и через равно удаленные от угла точки проводится прямая. Верхняя пара центров лежит в точках деления, нижняя пара центров (и большой радиус) определяются пересечением прямой и противоположной стороны проема (рис. 42).

Напомним, что большие арки мечети в Хазара также построены в прямоугольнике на его диагоналях, что указывает на преемственность традиций.

В методах построения кривых имеется много общего с зодчеством Древнего Востока, где пользовалась широкой известностью система египетского треугольника. Этим способом строились прежде всего трехцентровые египетские своды, тем же методом очерчены арки и своды сасанидских дворцов²⁹. В сасанидском зодчестве употреблялись также низкие трехцентровые арки³⁰. Однако, что касается пятицентровых сводов, нет никаких указаний, что они были известны в зодчестве Ирана или Египта.

В итоге изучения арочных конструкций выявляется ряд характерных локальных признаков.

Хорезмийские арки эллиптической формы редко подчинены правилам геометрии. Также характерны и своеобразны эллиптические кривые низкого подъема. Комбинированные виды здесь встречаются лишь как исключение (так, арка замка № 4 Беркуткалинского оазиса точно совпадает по типу очертания и кладки с одной из ак-тепинских)³¹. Выполнялись арки одной клинчатой кладкой или поперечными отрезками. Сочетание двух этих приемов встречается только при кладке в два переката.

В Осушане и Шаше были распространены арки с четким геометрическим принципом построения, трех- и пятицентровые различных вариантов. В Согдиане и Шаше широко представлены типы комбинированных арок. Постельная облегающая кладка ак-тепинских арок находила аналогию в Кала-и-Хисорак, а красивые своды второго этажа Ак-тепе — в арках панджикентской цитадели (см. рис. 25 и 29). Широко распространены, в противоположность Хорезму, комбинированные методы, сочетающие приемы клинчатой и постельной кладки.

Из всего изложенного можно заключить, что тип пятицентровых арок составляет принадлежность именно среднеазиатской строительной техники и, более того, в основном распространен в областях верховьев Яксарта (Сыр-Дарья).

Деревянные перекрытия. Ввиду того что дерево не могло сохраняться столетиями, сведения о балочных перекрытиях весьма скудны. Обычно о них можно судить лишь по гнездам от балок. Тем не менее наш очерк был бы не полон, если бы не заключал хотя бы некоторых данных об этом типе конструкций.

Повидимому, наиболее достоверный материал о балочных перекрытиях дают раскопки городища VII—VIII вв. в Пянджикенте, где ряд построек погиб в огне пожара, и обугленные остатки дерева позволяют сделать некоторые заключения.

Так, в храмах древнего Пянджикента перекрытие главного зала опиралось на четыре деревянные колонны. Промеры утля в зале южного храма устанавливают наличие прогонов 32×32 см, балок 15×18 см, досок, хвороста и камыша. Восстанавливается картина, очень близкая современным народным строительным приемам: прогоны делили потолок на 9 квадратов или 3 продольных нефа, на прогонах лежали балки, а по ним — настил из чисто оструганных досок. Такие потолки и теперь можно видеть в мечетях по течению Зеравшана. Кровля представляла собой хворостяной или камышовый настил с земляной засыпкой и глиняной смазкой.

В другой постройке на городище потолок также поддерживали 4 колонны; здесь установлено существование прогонов 20×20 см, круглых (повидимому, неотесанных) балок 11 см в поперечнике, мауерлатов, коротких дощечек сечением $6 \times 1,5$ см. Центральная часть потолка между колоннами была открытая.

Не исключено существование в некоторых случаях над квадратными залами жилого комплекса бревенчатого купола того типа, который составляет принадлежность домов Памира и Припамирья.

Для междуэтажных перекрытий в узких комнатах того же комплекса употреблялись брусья, кругляк и доски; пол 2-го этажа представлял глиняную обмазку слоем до 10 см по настилу из досок или жердей на брусках, положенных по балкам через 40—50 см.

* * *

Знакомясь со строительной техникой Средней Азии рассматриваемого периода, мы видим, что она вовсе не была чрезмерно примитивной (как может показаться при поверхностном знакомстве), но обнаруживает, напротив, большую зрелость и прекрасную приспособленность к местным условиям. Строители проявляют знание свойств материала, тонкий учет особенностей кон-

струкции и несомненное знакомство с началами геометрии, а также чувство формы и пропорции. Мы имеем возможность убедиться как рациональны конструктивные приемы, выработанные в кладке стен из пахсы и сырца, в кривой арок и сводов, какие остроумные варианты сложились в системе кладки арок, насколько конструктивно оправдан и вместе с тем красив их рисунок и, наконец, как органично в них соединение техники и архитектурных форм.

Развиваясь и совершенствуясь, строительная техника в то же время отличалась прочной устойчивостью, причем ряд приемов дожил почти без изменений до наших дней. Так, пахсовая кладка употребляется в народном строительстве поныне (сельские усадьбы Хорезма, самаркандские «кургоны», садовые ограды-дувалы и т. д.); однако, поскольку разрезка на блоки имеет смысл только при известной толщине стен, она наблюдается лишь в таких сооружениях, как бекские усадьбы близ Хивы, руины которых в изобилии окружают город. Крупный прямоугольный сырец до сих пор идет на постройку жилья в горном Таджикистане.

Несравненно больше, чем методы кладки стен, прогрессировали сводчатые конструкции Средней Азии. Тем не менее в них ясна и бесспорна прямая связь с приемами глубокой древности. Как техника, так и формы сводов и арок среднеазиатского зодчества хранят в себе элементы традиции многих тысячелетий.

Арки и своды кладутся из постелистого квадратного жженого кирпича на алебастровом растворе, профиль свода меняется на стрельчатый. Трудно указать точно момент, когда совершился перелом кривой свода. Однако несомненно, что он не возник внезапно и был подготовлен всем ходом развития строительной техники. Из описания видно, что среднеазиатские мастера всегда стремились сделать профиль свода более стройным и плавным по двум причинам: 1) чтобы уменьшить распор и 2) облегчить выполнение свода без кружал. В стрельчатом своде тенденция эта получает свое логическое завершение. Таким образом, достаточно лишь небольшого толчка для того, чтобы творческая мысль нашла новый путь осуществления сводчатых конструкций. И быть может этим толчком послужило появление жженого кирпича — более мелкого и удобного строительного модуля. А отсюда и универсальность стрельчатого профиля, который мог быть легко выполнен мелким кирпичом при любом пролете. Стрельчатое очертание имеет еще то преимущество, что замок арки является своего рода шарниром, придающим конструкции

эластичность и предохраняющим ее от разрушения при сейсмических толчках³². Таким образом, стрельчатую арку можно назвать принадлежностью безлесных и опасных в сейсмическом отношении стран. Географическое распространение стрельчатой арки не противоречит этому выводу.

Профиль арок памятников VIII—X вв. еще очень близок по начертанию к старым приемам, стрела свода выражена слабо; это как будто прежняя эллиптическая кривая, где вырезан замковый участок и дуги сдвинуты.

Так или иначе, техника поперечных отрезков сохраняется вплоть до наших дней. На протяжении ряда столетий этим способом выполнялись своды торговых зданий, помещений караван-сарая и медресе и т. д. Чтобы оценить роль этого метода в зодчестве Средней Азии, следует отметить, что он не ограничен сферой сводчатых перекрытий, но фигурирует и в конструкциях арок, где составляет целиком массив кладки, или разнообразно сочетается с клинчатой кладкой. Примеры подобного рода можно привести в неограниченном количестве из числа памятников любого периода. Наконец, кладка поперечными отрезками составляет основу конструкции куполов типа так называемых «балхи», где отрезки кладутся наклонно, начиная от углов к зениту, и, сомкнутые посередине каждой стороны, образуют зубчатые швы.

Самым ранним памятником, где известен стрельчатый свод поперечными отрезками из

жженого кирпича, является караван-сарай Дая-Хатын с огибающей двор сводчатой галереей. Чрезвычайно интересно наблюдать способ приемыкания последних рядов кладки к торцевой стене: зазор между ней и вершиной последнего наклонного отрезка заполнен сводчатым лотком³³.

Попрежнему широко практикуется и кладка из сырца. Сырцовые арки и своды долго сохраняют свое многообразие. В этом смысле интересна арка Кырк-Кыз в Термезе (VIII в.), замечательные приемы перекрытия коридоров построек Древнего Мерва³⁴, проемы башен Улу-Гульдурсун и т. д.

Эволюция купола на квадратном основании в Средней Азии проходит три основные фазы: 1) диаметр купола превышает пролет, 2) тот и другой совпадают и 3) конструкция пересекающихся арок позволяет перекрывать куполом небольшого диаметра намного превышающий его пролет.

История строительного дела является одним из доказательств самобытности и неразрывности развития культуры народов Средней Азии.

Сложившиеся веками, проверенные тысячелетней практикой, строительные приемы концентрируют огромный строительный опыт народа. В настоящее время эти приемы не утратили значения для сельского строительства и даже отчасти для городского. Внимательный анализ древних строительных приемов откроет пути использования их в советской практике.

ПРИМЕЧАНИЯ

¹ Работы на Ак-тепе близ Ташкента; территория Шаша (Институт истории и археологии УзФАН и УзНИИ (1940—1941 гг.). Фархадская археологическая экспедиция ЛИИМК АН СССР и государственного Эрмитажа, раскопки Мунчак-тепе близ Беговата, УзССР, территория Осушаны (1944 г.). Хорезмская археологическая экспедиция АН СССР (1945—1946 гг.). Таджикско-Согдийская археологическая экспедиция ЛИИМК АН СССР и АН ТаджССР, раскопки городища Пянджикента на Зеравшане, территория Согда (1946 и последующие годы). Обмеры и зарисовки выполнены автором (за исключением рис. 18).

² См. статьи автора «Архитектура замка Ак-тепе близ Ташкента по данным работ 1940 г.». Труды АН УзССР, Ташкент, 1948; «Приемы строительной техники доарабского периода в Средней Азии», КСИИМК, XXVIII; «Изучение архитектуры древнего Пянджикента», Материалы по истории и археологии СССР № 15, Л. 1951, «Строительная техника древнего Хорезма», Труды Хорезмской археолого-этнографической экспедиции, I, М. 1952.

³ С. П. Толстов, Древний Хорезм, М. 1948, стр. 105—107.

⁴ Там же, стр. 128.

⁵ Там же, гл. III.

⁶ В литературе упоминается случай кладки кирпича в сыром виде (аналогично приемам Месопотамии), отмеченный С. П. Толстовым на восточно-аральском городище Джеты-Асар № 1 второй половины первого тысячелетия до н. э. См. «По следам древне-хорезмийской цивилизации», М.—Л. 1948, стр. 130.

⁷ А. Ю. Якубовский, Зеравшанская экспедиция 1934 г., ТОВЭ, II, стр. 143.

⁸ А. Н. Бернштам, Строительные приемы древних зодчих, Труды КирФАН, т. I, ч. 1, 1943, стр. 139.

⁹ Записано у ташкентского мастера-строителя Маджидова.

¹⁰ В. Д. Жуков, Кирпич из развалин старого Термеза, Труды УзФАН, сер. 1, вып. 2, стр. 2. Таблицы, составленные В. Д. Жуковым по материалам Термезской археологической комплексной экспедиции, содержат размеры исключительно квадратного кирпича.

В. Пилявский, Сырцовые сооружения древнего Мерва, Новые исследования по истории архитектуры народов СССР, М. 1947.

¹¹ Вниз по Сыр-Дарье, вплоть до района Джеты-Асар. В низовьях же (городище Джанкент) кирпич квадратный. С. П. Толстов, По следам древнехорезмийской цивилизации, М. 1948, стр. 126, 130, 211.

Отметим любопытную аналогию. Морган приводит данные о мексиканских пуэбло, причем оказывается, что сырцовый кирпич имеет размеры $4 \times 10 \times 20$ дюймов (или $10 \times 25 \times 50$ см), т. е. отвечает распространенному стандарту древнего строительства Средней Азии. Это свидетельствует, во-первых, о том, что практика строительного дела выдвинула там и здесь одинаковые стандарты независимо от различия места и времени; во-вторых, об единстве системы измерения, основанной на антропологическом принципе. Л. Г. Морган, Дома и домашняя жизнь американских туземцев, Л. 1934, стр. 102.

¹² Современный общесоюзный стандарт кирпича (ОСТ) $6 \times 12 \times 25$ см отвечает одновременно обоим методам разрезки швов, так как половина короткой стороны соответствует толщине кирпича или длина равна удвоенной ширине с поправкой на шов.

¹³ С. П. Толстов, По следам древнехорезмийской цивилизации, М.—Л. 1948, стр. 192.

Г. В. Григорьев, Городище Тали-Барзу, ТОВЭ, II, рис. 1.

¹⁴ А. Н. Бернштам, Чалдывар на реке Манакельды в центральном Тянь-Шане, Сборник «Архитектура республик Средней Азии», М. 1951.

¹⁵ А. И. Тереножкин, Археологические разведки в Хорезме, «Советская археология», VI, 1937, стр. 184.

¹⁶ С. П. Толстов, Древний Хорезм, стр. 139.

¹⁷ В. Пилявский, Гофрированные постройки Средней Азии, «Архитектура СССР» № 5, 1941.

¹⁸ R. Girschman, Fouilles de Sialk près de Kashan 1933, 1934, 1937, Paris, 1938. v. I, стр. 26; P. Delougaz, Plano-convex bricks and the methods of their employment, Chicago, 1933, стр. 37 и др.

¹⁹ Erich Schmidt, Excavations at Tepe Hissar. Damghan. Philadelphia, 1937, стр. 26.

²⁰ Т. К. Басенов, О сооружении Тас-Акыр, «Известия АН Каз. ССР», № 80, Алма-Ата, 1950; Г. А. Пугаченкова, Архитектура среднеазиатской античности «Вестник древней истории» № 4, 1951;

стр. 194, 195; С. П. Толстов, «По следам древнехорезмийской цивилизации», М.—Л. 1948, гл. X.

²¹ V. Place V., Niveve et l'Assirie, т. II., Paris, 1867, стр. 38, 39.

²² О. Шуази, Строительная техника древних римлян, М. 1938, стр. 23.

²³ E. Herzfeld, Iran in the ancient East, London—New-York, 1941, ff. XCVIII; Creswell, Early muslim architecture, Oxford, 1940.

²⁴ В. А. Шишкин, Из археологических работ на Афраснабе, «Известия УзФАН» № 12, Ташкент, 1940, рис. 2.

²⁵ С. П. Толстов, Древний Хорезм, М. 1948, т. 49.

²⁶ В. А. Шишкин, Из археологических работ на Афраснабе, «Известия УзФАН», № 12, Ташкент, 1940, рис. 4.

²⁷ Г. В. Григорьев, Отчет о разведке в Янгильском районе, Ташкент, 1935, стр. 22; Городище Тали-Барзу, ТОВЭ II, стр. 92, 95, рис. 1.

²⁸ См. статью автора «Из области древней метрологии Средней Азии», КСИИМК, вып. XXXIX.

²⁹ M. Dieulafoy, L'art antique de la Perse, 4 p., Paris 1855, стр. 8.

³⁰ E. Herzfeld, Archaeological history of Iran, London 1935, f. 12.

³¹ См. статью автора в «Трудах Хорезмской экспедиции».

³² Н. М. Бачинский, Антисейсмика в архитектурных памятниках Средней Азии, М.—Л. 1949, стр. 33.

³³ А. М. Прибыткова, Каравансарай Дая-Хатын, настоящий сборник.

³⁴ В. И. Пилявский, Сырцовые сооружения древнего Мерва, Новые исследования по истории архитектуры народов СССР, М. 1947, рис. 13, 14.

Перечень принятых сокращений:

ЛИИМК АН СССР — Ленинградское отделение Института истории материальной культуры Академии наук СССР.

УзФАН — Узбекстанский филиал Академии наук.
УзНИИИ — Узбекстанский научно-исследовательский институт искусствознания.

КСИИМК — Краткие сообщения Института истории материальной культуры Академии наук СССР.

ТОВЭ — Труды отдела Востока Эрмитажа.