

УДК 721.011

**ОСОБЕННОСТИ ТРАДИЦИОННОГО СТРОИТЕЛЬСТВА  
ВЕРХНЕГО ЗЕРАВШАНА****FEATURES OF TRADITIONAL CONSTRUCTION OF THE UPPER ZERAVSHAN**©**Мукимов Р. С.**

д-р архитектуры

Таджикский технический университет

им. акад. М. С. Осими

г. Душанбе, Таджикистан, [mukimovr@mail.ru](mailto:mukimovr@mail.ru)©**Mukimov R.**

Dr. habil., Osimi Tajik technical university

Dushanbe, Tajikistan, [mukimovr@mail.ru](mailto:mukimovr@mail.ru)©**Тиллоев С. С.**

д-р ист. наук

Таджикский технический университет

им. акад. М. С. Осими

г. Душанбе, Таджикистан, [tilloev58@mail.ru](mailto:tilloev58@mail.ru)©**Tilloev S.**

Dr. habil., Osimi Tajik technical university

Dushanbe, Tajikistan, [tilloev58@mail.ru](mailto:tilloev58@mail.ru)

*Аннотация.* На примере традиций строительного производства горного региона Республики Таджикистан — верховьев реки Зеравшан в докладе-статье анализируются особенности конструкций оснований зданий народного зодчества XIX — начала XX в. в. Обращается внимание и на сейсмические мероприятия, выработанные народными мастерами в течение веков для противостояния каркасных и кирпичных зданий разрушительным колебаниям почвы. С учетом конструктивных особенностей строительства исторических зданий предлагаются меры для укрепления памятников народного зодчества.

*Abstract.* On the example of traditions of structural production of the mountain region of the Republic of Tajikistan — river Zeravshan upper courses in the report article features of designs of foundations of buildings of the national architecture of XIX of the beginning of the 20th centuries is analyzed. The attention and to the seismic actions developed by national masters within centuries for the opposition of frame and brick buildings to destructive fluctuations of the soil is paid. Taking into account design features of construction of historical buildings measures for strengthening of monuments of national architecture are proposed.

*Ключевые слова:* конструкция, фундаменты, кирпичная кладка, народное зодчество, конструктивное укрепление памятников, верховья реки Зеравшан, купол, деформация.

*Keywords:* design, bases, bricklaying, the national architecture, design strengthening of monuments, overheads Zeravshan, dome, deformation.

Проследим некоторые моменты, связанные с производством строительных работ, бытовавших на территории верховьев реки Зеравшан, где до последнего времени сохранились древние методы возведения построек в условиях горного ландшафта [1]. Некоторые из них представляют особый интерес для понимания архитектуры раннесредневековой Уструшаны (средневековая историко-культурная область на территории нынешних республик Узбекистан, Кыргызстан и Таджикистан), куда территориально в средние века входил исследуемый нами горный регион.

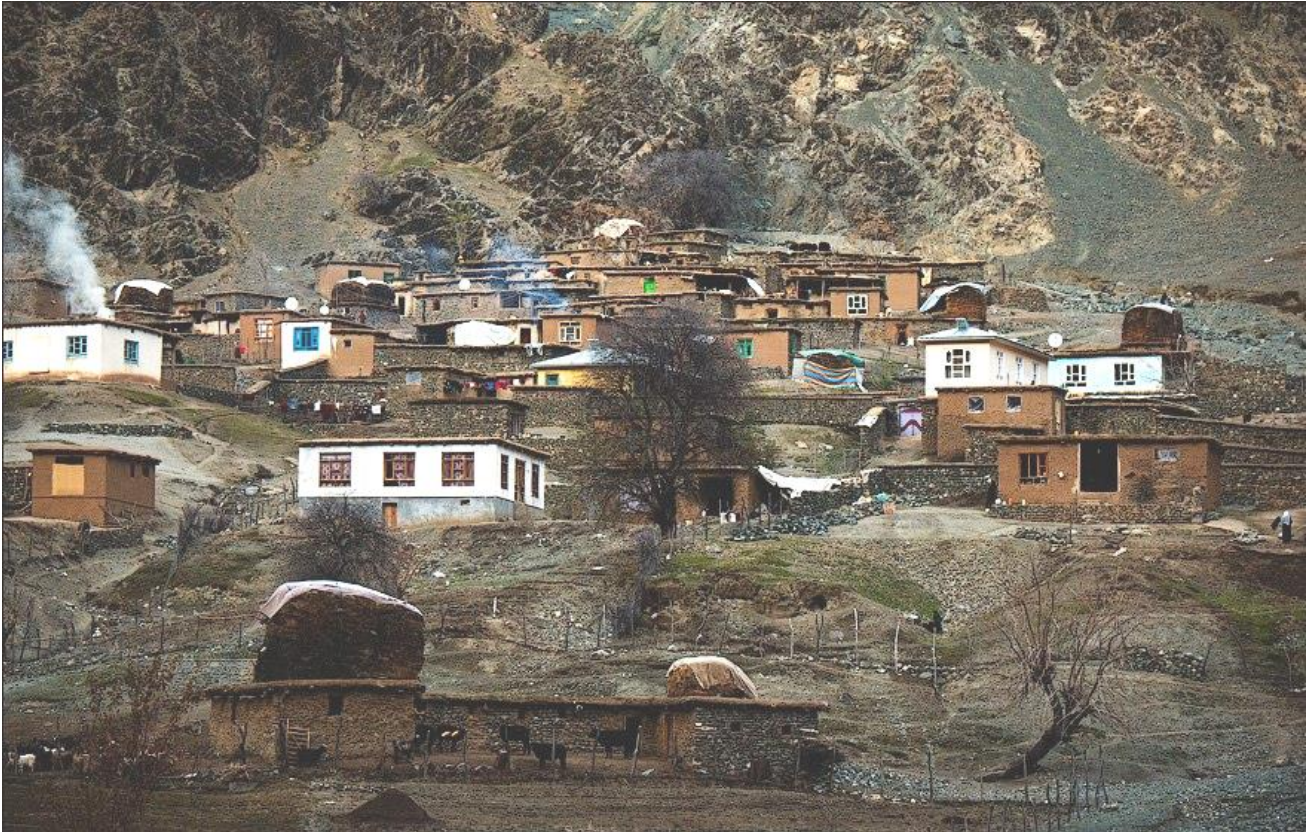


Рисунок. Горное селение верховьев Зеравшана.

В Старой Матче при постройке домов на крутых склонах по внешней границе будущего цоколя вбивались в землю столбы на расстоянии 30–40 см один от другого. Затем выкладывался цоколь таким образом, чтобы столбы шли вровень с наружной его поверхностью и оставались на виду. Затем цоколь заливался глиной, а когда она высыхала, все пространство внутри до уровня будущего пола дома заполнялось камнем с глиной.

Описанный способ возведения цоколя как нельзя точно напоминает устройство основания замка Чильхуджра в Шахристанском районе Согдийской области Таджикистана, но в более упрощенном виде. Исследование археологами субструкции замка показало, что на естественном холме сначала был выложен кожух стилобата, состоящий из рядов пахсовых блоков. Затем внутреннее пространство кожуха было заполнено слоями гравия, лесса и песка.

Горизонтальность поверхности фундамента проверяют с помощью специальных приспособлений, наподобие ватерпаса — «об-тарози». Правильность конфигурации стен проверяется на месте путем сопоставления измерений диагоналей. При разбивке плана здания, да и в последующих этапах строительства, в руках зодчего незаменимым инструментом является бечевка, а также деревянная планка. С помощью одной бечевки, как считает М. С. Булатов, можно производить сложные построения по разбивке и пропорционированию здания [2].

В Старой Матче заслуживает внимания и способ возведения стен. Так, здесь камни укладывались в два ряда по внешним границам стены так, что между ними оставалось пространство в 15–20 см. Выложив стену на высоту 50–60 см, внутреннее пространство между рядами камней заполняли мелкими камнями, и заливали жидкой глиной. Дав глине подсохнуть, продолжали также выкладывать стену дальше. Прием заливки каменной кладки сверху жидким глиняным раствором является весьма древним. Он обнаружен в строительной технике Пенджикента VII–VIII в.в. [3]. Этот способ кладки стен был самым распространенным в Старой Матче [4].

Для перевозки камней, глины и кирпича в горных районах Верхнего Зеравшана служили парные плетеные корзины, грузившиеся на ослов, а для ручной переноски — плетенные из веток носилки. Для обработки камня употреблялся молот.

#### *Антисейсмические мероприятия*

Дошедшие до нас архитектурные памятники Средней Азии, находящиеся в сейсмических районах, свидетельствуют о мастерстве древних зодчих, правильно оценивавших напряженное состояние сложных в конструктивном отношении сооружений при значительных статических и динамических нагрузках.

Землетрясения являются своеобразным фильтром, через который проходят только те сооружения, которые обладают достаточной сейсмостойкостью. Мы не знаем, сколько древних памятников было разрушено. Как следствие естественного отбора, до нас дошли немногие, но лучшие. Но и те, что выдержали сейсмическую проверку, заплатили различную по тяжести дань времени. Одни почти не повреждены, от других остались только отдельные каменные массивы, напоминающие о былом величии.

Среднеазиатские памятники имеют достаточно стабильную конструктивную схему, сформированную из небольшого числа элементов. Это, в первую очередь, арочные своды одинарной кривизны, которые служат основной несущей конструкцией, перекрывающей пролеты и воспринимающей вертикальную нагрузку от выше расположенных частей сооружений. Арочные своды используются в четвериках, входных порталах. Опорой для них служат обычно массивные пилоны, размеры и собственный вес которых достаточны для восприятия возникающего распора свода. Пилоны могут быть отдельно стоящими (как в порталах) либо объединяться в четверики.

Распространенным элементом среднеазиатских памятников является цилиндрическая оболочка — барабан, которая служит опорой для оболочек двоякой кривизны — внутреннего и наружного куполов. Причем наружный купол при больших пролетах является ложным, так как конструктивно опирается на вертикальные ребра, передающие нагрузку от него на внутренний купол.

Таким образом, конструктивная схема мечети состоит из массивного четверика, к которому примыкает портал, опирающегося на четверик через арочные паруса восьмерика, барабана и двух куполов — наружного и внутреннего. Часто эти сооружения фланкируются круглыми или гранеными минаретами значительной высоты.

В эпоху Тимура наблюдалось резкое увеличение размеров памятников при сохранении неизменной конструктивной схемы. Росла высота мечетей и минаретов, возводили гигантские пештаки, купола перекрывали все большие пролеты. Наиболее характерными представителями этой гигантомании явились мечеть Биби-Ханым в Самарканде и Ак-Сарай в Шахрисабзе.

Рост размеров сооружения не проходит безнаказанно. Например, увеличение в 2 раза пролета арочного свода приводит к росту в 4 раза изгибающих моментов. Резко возрастают абсолютные величины сейсмических нагрузок и вызываемые ими внутренние усилия в сооружениях. Если касательные напряжения растут примерно пропорционально увеличению размеров сооружения, то напряжения от изгибающих моментов с ростом

высоты сооружения возрастают в квадрате. Основной материал среднеазиатских памятников — кирпичная кладка, плохо работающая на сдвиг и растяжение, в ряде случаев не может воспринимать таких усилий. Отсюда многочисленные обрушения, зияющие трещины, оплывшие кирпичные массивы.

Можно выделить несколько основных приемов, которые использовали древние строители для увеличения сейсмостойкости своих сооружений. Так, почти все монументальные сооружения Средней Азии возведены на фундаментах, основанием которых служит подушка из чистой гончарной глины толщиной 60–80 см. С современной точки зрения положительное влияние такой подушки может быть оценено двояко. Во-первых, она снимала концентрацию напряжений, которая могла возникнуть в фундаментах из рваного камня при их непосредственном опирании на грунт. Во-вторых, вследствие относительно высокой пластичности и малой акустической жесткости глиняная подушка должна была частично гасить наиболее опасные для жестких сооружений высокочастотные колебания грунта при землетрясениях.

Другой прием древних строителей — один ряд кирпича, который располагался на стыке фундамента и цоколя и укладывался на тощем растворе, например, лессовом, с добавкой 70–80% песка. Этот слой имел значительно более низкую прочность, чем обычная кладка на ганчевом растворе и его назначение — предусмотреть возможность развития сдвиговых деформаций в основании стен с целью снижения усилий в остальной кладке. Этот прием аналогичен используемому в настоящее время методу выключающихся связей.

И, наконец, еще один распространенный прием — камышовые прокладки в основании стен. Камыш укладывали на слой строительного раствора перпендикулярно плоскости стены. Поверх камыша клали еще один слой очень тощего раствора и дальше продолжалась обычная кладка. Открытые торцы стеблей камыша давали возможность проветривания и предохраняли его от гниения. В ряде сооружений эти камышовые пояса сохранились до наших дней. Они играли роль применяемых в настоящее время кинематических опор для сейсмостойких сооружений. При горизонтальной нагрузке верхняя часть сооружения как бы перекачивается по стеблям камыша относительно нижней и тем самым снижаются сейсмические нагрузки.

Однако все эти приемы не могли полностью защитить сооружения от сейсмических воздействий и были совсем бессильны против не менее, а может даже более грозной опасности — неравномерных осадок сооружений. Если еще учесть сравнительно низкую прочность кирпичной кладки и климатические воздействия, это все и привело к наблюдаемым многочисленным повреждениям памятников.

Стабильностью конструктивной схемы продиктован и достаточно стабильный характер повреждений архитектурных памятников Средней Азии. Так, минареты, которые можно рассматривать как линейные консольные элементы, наиболее чувствительны к горизонтальным нагрузкам, вызывающим при землетрясении значительные изгибающие моменты. Жесткость минаретов высока и поэтому спектр собственных частот колебаний достаточно плотный. Это приводит к значительному влиянию высших форм колебаний, за счет которых максимум внутренних усилий от сейсмической нагрузки перемещается в верхнюю часть минарета. Поэтому часто наблюдается утрата именно верхних частей. Однако такое явление вовсе не означает, что минареты не разрушаются до основания. Во-первых, этот процесс может быть постепенным, а во-вторых, он зависит от таких случайных факторов, как изменение прочности кладки по высоте частотного состава землетрясений и спектра частот собственных колебаний минарета. Например, минареты Большой мечети Биби-Ханым разрушены примерно до одной отметки, южный минарет входного портала обрушился до отметки +32,0, а северный минарет этого же портала разрушен до основания.

Из четырех угловых минаретов комплекса сохранилась только часть северо–западного минарета.

Своды и арки среднеазиатских мечетей испытывают большие сдвигающие усилия. Характерным видом повреждений этих конструкций являются трещины в  $1/4$ – $1/3$  пролета, вызванные смещением опорных пят вследствие действия значительных распоров, а также из-за неравномерной осадки пилонов четверика.

Во входных порталах, примыкающих к четверику, часто наблюдаются наклон и отрыв от четверика, что вызвано большими нагрузками на основание портала из-за его значительной высоты. Отрыву также способствуют сейсмические нагрузки, увеличивающие неравномерность распределения напряжений в основании портала.

Купола, как всякая оболочка двоякой кривизны, весьма чувствительны к неравномерным деформациям опорного контура, из-за которых в них возникают значительные растягивающие и сдвигающие усилия. Эта неравномерность деформаций опорного контура вызывается горизонтальными и вертикальными смещениями пилонов вследствие действия распоров сводов и осадок основания. Дополнительные нагрузки от сейсмического воздействия, суммируясь со статическими усилиями, могут привести к исчерпанию несущей способности отдельных сечений, тем более, что в замке купола велико неблагоприятное влияние атмосферных воздействий, из-за которых кладка увлажняется и теряет прочность.

Качественное укрепление памятника невозможно без выявления конкретных причин наблюдаемых повреждений, с тем чтобы предусматриваемые конструктивные мероприятия были направлены на восприятие и локализацию неблагоприятных внешних воздействий — будь то силовые или климатические.

Сейчас существуют два принципиально различных пути конструктивного укрепления памятников. Первый предусматривает восстановление первоначальной конструктивной схемы сооружения и ранее существовавшего напряженного состояния. Он сводится к перекладке поврежденных участков, подводке новой кладки, заделке существующих трещин путем инъектирования и т. д. Такой путь соответствует исторической правде, так как воссоздается не только внешний облик сооружения, но и его скрытая конструктивная сущность. С другой стороны, этот метод в ряде случаев требует затрат значительных средств, разборки и перекладки элементов уникальных, как в конструктивном отношении, так и с точки зрения отделки облицовки и т. п. Для памятников Средней Азии требуются большие объемы кирпичной кладки материала, который вряд ли можно признать оптимальным для сейсмических условий.

Второй путь укрепления памятников предусматривает изменение их конструктивной схемы путем введения современных материалов (в частности, эффективно работающих на растяжение, сдвиг) с целью восприятия неблагоприятных силовых воздействий, послуживших причинами наблюдаемых повреждений. В этом случае часто удается избежать больших объемов разборки и перекладки отдельных элементов, повреждения облицовки, сократить сроки восстановления и повысить его надежность.

Трудно сказать, какой путь лучше. Универсального решения не существует и каждый конкретный случай должен анализироваться отдельно. Нередко бывает, что решение включает оба подхода, сочетание которых позволяет добиться наибольшего эффекта.

В то же время можно попытаться в самом общем виде определить рациональные области применения каждого из методов восстановления памятников. Очевидно, первый способ применим для сравнительно небольших объектов, где объемы восстановительных работ сравнительно невелики, а внутренние усилия в сооружении малы (мавзолей Саманидов в Бухаре, мавзолей Биби–Ханым в Самарканде и другие).

Второй метод, по-видимому, целесообразен для восстановления крупных сооружений, где простая перекладка равносильна новому строительству и не имеет смысла ни

с исторической, ни с технической точек зрения. Изменение конструктивной схемы крупного сооружения дает в ряде случаев возможность с минимальными затратами обеспечить требуемую несущую способность.

*Список литературы:*

1. Мукимов Р. С. Искусство зодчих Верхнего Зеравшана (народная архитектура в верховьях реки Зеравшан в XIX — начале XX в. в. Душанбе: Дониш, 2010. 318 с.
2. Булатов М. С. О некоторых приемах пропорционирования в архитектуре Средней Азии // Изв. АН Тадж. ССР. Отд. Обществ. Наук. Вып. 3. 1953.
3. Воронина В. Л. Архитектурные памятники древнего Пенджикента // МИА СССР. №37 (Тр. ТАЭ, т. II). М.–Л.: АН СССР, 1953. С. 116.
4. Хамиджанова М. А. Материальная культура матчинцев до и после переселения на вновь орошенные земли. Душанбе: Дониш, 1974. С. 35.

*References:*

1. Mukimov R. S. Iskustvo zodchikh Verkhnego Zeravshana (narodnaya arkhitektura v verkhovyakh reki Zeravshan v XIX — nachale XX v. v. Dushanbe Donish, 2010, 318 p.
2. Bulatov M. S. O nekotorykh priemakh proporsionirovaniya v arkhitekture Srednei Azii. Izv. AN Tadz. SSR. Otd. Obshchestv. Nauk. no. 3. 1953.
3. Voronina V. L. Arkhitekturnye pamyatniki drevnego Pendzhikenta. MIA SSSR. no. 37 (Tr. TAE, t. II). Moscow–Leningrad, AN SSSR, 1953, p. 116.
4. Khamidzhanova M. A. Materialnaya kultura matchintsev do i posle pereseleniya na vnov oroshennye zemli. Dushanbe, Donish, 1974, p. 35.

*Работа поступила  
в редакцию 02.12.2016 г.*

*Принята к публикации  
05.12.2016 г.*