

707

Б. 32

А К А Д Е М И Я Н А У К С С С Р

Н. М. БАЧИНСКИЙ

**АНТИСЕЙСМИКА
В АРХИТЕКТУРНЫХ
ПАМЯТНИКАХ
СРЕДНЕЙ АЗИИ**



ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК СССР

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

727
Б. 32

Н. М. БАЧИНСКИЙ

АНТИСЕЙСМИКА
В АРХИТЕКТУРНЫХ
ПАМЯТНИКАХ
СРЕДНЕЙ АЗИИ

1535 16102



ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК СССР
МОСКВА 1949 ЛЕНИНГРАД

Ответственный редактор
А. П. СМЕРНОВ

Большое архитектурное наследие братских республик Средней Азии заслуженно привлекает к себе внимание советских исследователей. После Великой Октябрьской социалистической революции изучение среднеазиатских памятников строительного искусства стало планомерным и исключительным по размаху. Изучение и исследование памятников приобрело разносторонний и глубокий характер и дает исчерпывающее представление о мастерстве старых архитекторов.

Публикуемая работа Н. М. Бачинского является частью одного из таких исследований и посвящена весьма актуальной проблеме — антисейсмическим мероприятиям старых среднеазиатских строителей. Их оригинальные приемы и конструкции, несомненно, заинтересуют самые широкие круги советских архитекторов и инженеров-строителей.

Работу Н. М. Бачинского отнюдь не следует рассматривать как некий «сборник рецептов». Этой задачи автор перед собой и не ставил, правильно считая, однако, что знакомство с большим умением старых зодчих, так же как и критический отбор ценного и нужного из опыта старых мастеров-строителей, может сослужить свою службу современным специалистам, работающим в сейсмических районах Советского Союза.

Академик А. В. Щусев

ОТ АВТОРА

Великолепное архитектурное и конструктивное умение старых среднеазиатских зодчих основано на великом опыте многих поколений строителей. Эмпирически найденные конструктивные и технологические решения этих мастеров просты и умны, как все, что создается народной мудростью. Постоянная угроза землетрясений, несомненно, учитывалась среднеазиатскими зодчими уже в очень отдаленные времена. Дошедшие до наших дней сооружения, как ранние — X—XII веков, так и более поздние — XIV—XVI веков, демонстрируют много остроумных, простых и в то же время эффективных мер, принимавшихся строителями при возведении монументальных сооружений.

Угроза землетрясений и в наши дни не может не волновать архитектора и инженера, проектирующего и строящего в сейсмических районах нашей родины.

Критический отбор разумного и оправдавшего себя в веках среди методов и конструкций старых среднеазиатских зодчих является насущной потребностью для каждого советского проектировщика и строителя в братских республиках Средней Азии.

Собранный нами материал ни в коей мере не претендует на исчерпывающее освещение вопроса, однако опубликование его в какой-то мере, быть может, послужит делу великой стройки, развернувшейся на территориях братских республик Средней Азии.

«Надо, не жалея сил, изучать культурное наследство. Надо знать его всерьез и глубоко. Надо использовать все, что дал капитализм и предшествующая история человечества, и из кирпичей, созданных трудом людей на протяжении многих веков, строить новое здание, — удобное для жизни народа, просторное, полное света и солнца».

В. М. Молотов

Из доклада на XVIII съезде ВКП(б)

Огромная строительная культура народов, населявших Среднюю Азию, оставила нам много документальных доказательств в виде архитектурных памятников. Исследование этих объектов, главным образом в процессе ремонтно-реставрационных работ, придавало несколько своеобразный характер изучению памятников — характер более углубленный, чем обычные обмеры и графическая фиксация. Этот же характер работ требовал ответа не на один только вопрос, что было сделано в свое время зодчим, но и на вопросы как, из чего и за чем было сделано.

Некоторые своеобразные строительные приемы среднеазиатских мастеров удалось раскрыть, как нам кажется, именно потому, что необходимо было воспроизводить конструкции, назначение и сущность которых ранее не были известны.

В числе этих приемов, в первую очередь следует отметить мероприятия старых зодчих, направленные на придание сооружению максимальной устойчивости в условиях постоянной угрозы землетрясений.

Известия о землетрясениях в Средней Азии можно проследить довольно далеко в глубь времен, хотя пись-

менные источники мало сообщают об этих событиях, рассказывая только о некоторых сейсмических катастрофах. О древнейших из разрушительных землетрясений можно судить по археологическим наблюдениям,¹ а некоторое количество сведений о землетрясениях на интересующих нас территориях разбросано по сочинениям среднеазиатских, арабских и персидских историков и географов.

Так, Абуль-Фарадж Кудам в своем сочинении «Книга о податях», написанном в 928 г. н. э., сообщает: «в ал-Сидрэ... место это прежде было голой пустыней, там была только почтовая станция и караван-сарай, но когда настал год землетрясения в Хорасане, в окрестностях Мерва и в Тохаристане, именно в 203 г. (818 г. н. э.), от землетрясения появился около дерева источник, и стал большим, и потекла вода его по равнине, или пустыне, простирающейся от Мерва и Амоля, изобилующей песком и глыбами. Около дерева образовалась деревня с большими посевами и растительностью».²

«И были в Хорасане землетрясения великие и продолжались 70 дней; и было наисильнейшее в Балхе, Джузджане, Фараябе, Талакане и Мавераннахре; и разрушились города и рассыпались здания и погибло при этом много народа», сообщает ибн-ал-Асир³ в своем историческом сочинении «Ал-Камиль фи-т-тарих» («Полный свод по истории»).

«В 224 г. (838/39 г. н. э.) в Фергане случилось сильное землетрясение и много домов разрушилось», отмечает Гардизи.⁴

Тот же автор приводит и другое известие о землетрясении, уже на территории современной Туркмении: «В месяце зи-л-хиджже 331 года (6/VIII — 4/IX 943 г. н. э.) в районе Несы произошло сильное землетрясение. Много селений было разрушено и более 5 тысяч человек погибло».⁵

Так, то простым изложением фактов,⁶ то в напыщенном стиле⁷ повествуют разные авторы о сейсмических катастрофах на территории «стран ислама». Некоторые поистине достигают поэтических высот, описывая землетрясения или их последствия,⁸ а очень часто источники упоминают о разрушении городов и о гибели людей.⁹

Трудно, конечно, установить общее число землетрясений в далеком прошлом, но во времена недавние — начало XX века — установлено,¹⁰ что количество только сильных землетрясений в Средней Азии за 3 года определяется числом 14.

Что же касается землетрясений слабых, средних и сильных, то число их вообще гораздо выше, чем обычно считается в широких кругах.¹¹

Разнообразие сейсмических толчков в смысле их действия на поверхность земной коры приводит, естественно, к различиям в восприятии этих толчков, или дрожаний, архитектурным сооружением; и даже более того: «при однотипности зданий в городе и при одинаковой компактности расположения их разрушения имеют весьма разнообразный характер»,¹² что, вероятно, было подмечено уже в отдаленные времена среднеазиатскими зодчими.

Исследования значительного числа архитектурных памятников на территории среднеазиатских республик показали, что ко времени перехода монументального зодчества в этих странах на обожженный кирпич (IX—X века н. э.) мастера-зодчие были знакомы с весьма разнообразными воздействиями землетрясений на архитектурные сооружения. Точно так же не вызывает сомнений осведомленность строителей в вопросах поведения сооружений, возведенных на плотных или рыхлых грунтах. И поэтому закономерным будет предположение, что у среднеазиатских архитекторов к этому времени существовал уже свой собственный взгляд как на принцип антисейсмических мероприятий в любом архитектурном сооружении, так и на практические меры, вытекающие из этого принципа.

Эти практические мероприятия, естественно, не родились сразу, а укоренились в результате многочисленных поисков, и эмпирически найденные удачные решения (с точки зрения своего времени) были созданы не одним поколением мастеров-строителей.

Убеждение старых зодчих Средней Азии в том, что нет в руках человека средств, которые можно было бы по силе противопоставить мощи землетрясений, привело их к точке зрения, что только эластичные строительные материалы и конструкции являются действительными антисейсмически-

ми факторами в руках архитектора. Это и вызвало применение в качестве строительного раствора только ганча и глины, породило особые конструкции фундаментов на глиняных подушках и, наконец, своеобразные камышовые пояса в цокольной части стен.

Вязущими растворами в кладках из обожженного кирпича являлись лёссовая глина и местный алебастр, известный повсеместно в Средней Азии под именем «гажа» или «ганч».

Кладка на глиняном растворе, приготовленном из выдержанного материала, не считалась у местных мастеров мало устойчивой или ненадежной; это видно хотя бы на примере так называемого мавзолея Фахр-ад-дин Рази (XI век) и мавзолея Наджм-ад-дин Кубра (XIV век) в Куня-Ургенче. В них на глине выложены фундамент и стены, а вышерасположенные части — паруса, пояс тропов и купола — на ганче. Кроме того, распространен был способ кладки стен на глиняном растворе «в пустошовку», с последующей промазкой швов ганчевым раствором. Однако число этих памятников не велико, и основным вязущим раствором почти во всех старых монументальных сооружениях Средней Азии является один из видов гипса — ганч.

Ганч, гажга, гяч — все это среднеазиатские наименования одного и того же материала, диапазон применения которого в сооружениях X—XVIII веков необычайно широк.

Сырье для ганча дает местный алебастр с природными вкраплениями в него лёсса; цвет сырого ганча светлый, зеленовато-серый или серо-желтоватый, до белого; называется он «бур» или также ганч. Этот вид ганча залегает обычно на глубине 5—10 м под землей и разрабатывается карьерами. В Средней Азии известен и другой вид местного алебастра — так называемый «арзык»; это сырье залегает всегда ближе к поверхности земли и часто выходит на поверхность. Арзык напоминает по внешнему виду греческую губку, грязно-серого цвета, очень порист и легок по весу; после обжига дает материал по качеству своему, однако, менее ценный, чем ганч.

Обжигался ганч в напольных круглых печах, называемых, так же как и печь для обжига кирпича, «хумдан».

После остывания обожженный ганч разбивался специальным инструментом — железной болванкой на длинной волосяной веревке. Размельченный таким способом ганч просеивался через специальный ручной грохот, называемый (в разных районах по-разному) «калбыр», «чор», «чит». В зависимости от назначения ганча он просеивался через более или менее мелкие отверстия, точно так же как в зависимости от назначения закопченный ганч дробился вместе с осевшей на нем сажой или же предварительно очищался веником. В первом случае он давал «тез-ганч» светлосерого тона, который применялся в растворах для кладки; очищенный от копоти белый ганч после измельчения давал «гуль-ганч», применявшийся для чистых штукатурок, литья решеток и карнизов и для штукатурок поверхностей под резной штук.

Вследствие быстрого схватывания раствор ганча на стройке готовился небольшими количествами — обычно 10—12 кг сухого материала.

В качестве раствора для кладки ганч почти никогда не применялся в чистом виде и еще в сухом виде смешивался с лёссовой землей или песком в пропорциях 1:1 до 1:3. Старые мастера предпочитали в кладке ганч крупного «размола», считая раствор из такого материала наиболее прочным. Крупнозернистый ганч схватывается несколько медленнее, чем мелкий, и здесь, вероятно, имеют место те мало еще исследованные процессы затвердевания гипсовых растворов, при которых постепенное наращивание механической прочности стимулируется продолжающимся набуханием отдельных крупных зерен раствора уже «в постели». Во всяком случае, по мнению старых местных мастеров, полное схватывание ганчевого раствора с кирпичом и наивысший предел прочности раствора наступает примерно через год!

Это необходимо отметить особо, ввиду принятых у нас норм испытания растворов на сжатие и разрыв через 7, 14 и 28 дней, после чего и выносится решение о достоинствах раствора. С точки зрения старых мастеров, идеальным размером зерна помола ганча следует считать зерно, соответствующее помолу манной крупы, для чего ганч в старое время просивали через крупное сито, а затем через очень мелкое; при втором просеива-

нии уходила ганчевая «мука», а первое не пропускало чрезмерно крупных зерен.

В качестве добавок в ганчевые растворы применялись, кроме упомянутых лёсса и чистого песка, также кирпичная мука, зола и толченый древесный уголь.

Песок и кирпичная мука считались добавками инертными, а лёсс, зола и уголь вводились со специальными назначениями. Лёссовая глина, сама являясь не плохим вяжущим, высыхая медленнее, чем ганч, способствовала полному набуханию его зерен (при крупном помоле) и замедленному их просыханию, что рассматривалось как некая гарантия получения от ганча всех его высоких вяжущих качеств.

Зола (только от сжигания травы и мелкого кустарника) являлась обязательной добавкой в раствор ганча, если он предназначался для кладки, где предполагалась повышенная влажность или даже периодические затопления. Если грунт, на котором возводилось сооружение, был засорен солями (что бывает в Средней Азии сравнительно часто), в качестве изолирующего слоя укладывалось два-три ряда кирпича на растворе ганча с толченым древесным углем и золой.

Зола добавлялась в ганч как в чистом виде (в соотношении 1 : 1 или 2 : 1), так и пополам с жирной глиной; зола и дробленный древесный уголь смешивались в сухом виде с ганчем и в том и в другом случае, а глина размешивалась предварительно с водой, и на этой смеси затворялся ганч с золой.

В одном из монументальнейших сооружений Средней Азии — в мавзолее султана Санджара (XII века) — в нижних рядах кладки стен раствором служит ганч с золой и древесным углем, выше — ганч с кирпичной мукой, а далее — ганч с песком.

Гидравлические растворы, применявшиеся старыми среднеазиатскими мастерами при возведении мостов, «сардоба» (водохранилищ) и бань, готовились особо и носили название «кыр». Этот вид растворов сложен как в приготовлении, так и в укладке на место. Кыр очень редко применялся как вяжущее в кладке, а чаще — как штукатурка, покрывавшая сплошь всю поверхность, соприкасающуюся с водой или омывавшуюся ею.

Сложность изготовления и применения кыровых шту-

катурок компенсируется их долговечностью и абсолютной надежностью. По словам местных мастеров, кыр может служить 400—500 лет, пока не начнет разрушаться само сооружение.

Такую многовековую службу слоя кыровой штукатурки можно отметить в нескольких старых сооружениях Средней Азии, например в сардоба (водохранилище) у караван-сарая Рабат-и-Малик постройки 1078—1079 гг. н. э. или в бане Саррафан в Бухаре, построенной в XVI веке и функционирующей еще и теперь.

Однако кыровые растворы являются сугубо специальными и представляют собой все же исключение в памятниках Средней Азии.

Как сказано, основным раствором в кирпичных сооружениях интересующих нас территорий является ганч, в котором старые зодчие нашли именно тот материал, который отвечал разносторонним и своеобразным требованиям архитектора и конструктора. Основным же из этих требований была столь необходимая эластичность раствора с точки зрения его антисейсмических достоинств.

Совершенно очевидно, что один и тот же исходный материал — ганч — не мог удовлетворить требованиям всех специальных отраслей строительного и декоративного дела, и это вызывало поиски и испытания новых материалов и одновременно — попытки добиться от ганча необходимых качеств при помощи введения в растворы добавок, влияющих в нужном направлении на его основные свойства.

Вероятно, эти поиски привели в свое время к применению казеина, так как очень много легенд и преданий о той или иной среднеазиатской постройке повествует о растворах на молоке, добавлявшемся в ганч, или даже о верблюжьей сметане — «сюзме», благодаря которой якобы так прочны и устойчивы, например, среднеазиатские минареты в Джар-Кургане, Куня-Ургенче, Бухаре и других местностях. Вероятно, эти же поиски привели в конце концов к тому продукту, добавки которого в растворы позволили строителям по-новому манипулировать с ганчем. Добавкой этой явился «шереш» — серовато-желтый порошок, получаемый из высушенных и перетертых корней растения того же названия (род *Eremurus*, семейства *Liliaceae*).

В ганчевые растворы на стройках в Средней Азии шереш добавлялся в воду перед засыпкой в нее сухого ганча, причем порошок шереша не тонет, а очень быстро распространяется по всей поверхности воды. Количество шереша на обычный замес ганча в 10—12 кг — одна щепотка, т. е. столько, сколько рабочий захватывал между большим и указательным пальцами, стараясь при этом захватить не побольше, а, наоборот, поменьше. Такая добавка шереша замедляет схватывание ганчевого раствора, делает его несколько более водоупорным, не понижая, однако, его механической прочности и эластичности.

Выработанные вековым опытом приемы пользования как ганчевым раствором, так и добавками к нему сделали ганч незаменимым в условиях Средней Азии. Достоинства этого материала демонстрируются нам на большом количестве памятников в Средней Азии и были объектом строгого учета со стороны старых зодчих. Не будет преувеличением считать, что доверие, оказанное ганчевому раствору старыми зодчими, в значительной мере оправдано.

К сказанному не лишним, быть может, будет только добавить, что известь также была хорошо известна старым среднеазиатским строителям и возможностей для ее получения было никак не меньше, чем для получения ганча, а местами и больше. Но эластичность ганчевых растворов являлась тем качеством, которое делало ганч в глазах старых строителей совершенно незаменимым в условиях постоянной угрозы землетрясений.

Не следует, однако, думать, что, однажды остановившись на ганчевых растворах, среднеазиатские зодчие не искали новых, не известных ранее строительных растворов, еще более эластичных, чем ганч. Поиски новых пластичных связующих, безусловно, имели место, и нам, например, довелось встретить в мавзолее Хаджи Ахмата Ессави арку, сложенную из обожженного кирпича на неведомом смолообразном растворе желтовато-серого цвета с чрезвычайно высокими эластическими качествами. Раствор этот представлял собой смесь какой-то смолы с песком и лёссовой землей; на кирпич он наносился, вероятно, в подогретом виде и схватывался с ним необычайно прочно; такой скрепляющий раствор в

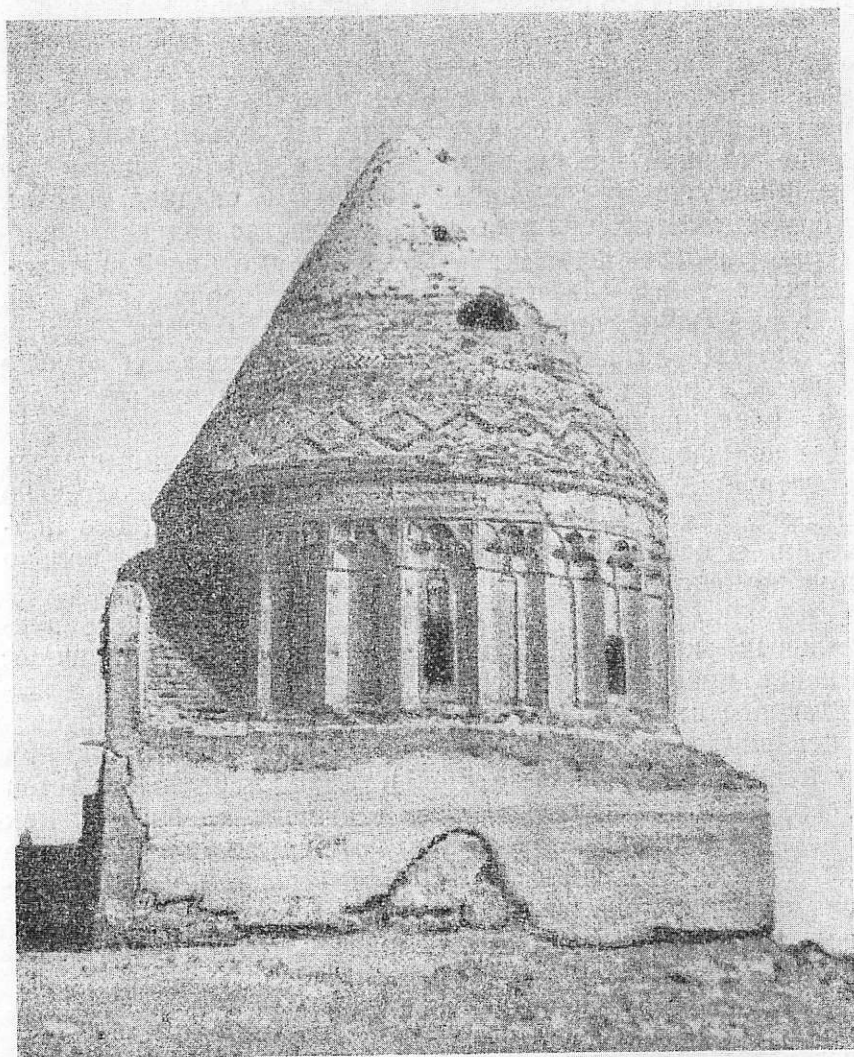


Рис. 1. Мавзолей султана Текеша. Куия-Ургенч, Туркменская ССР

кладке стен, арок, сводов, куполов и в других ответственных частях здания мог обеспечить сооружению исключительную долговечность даже в условиях частых и достаточно серьезных землетрясений.¹³

Исходя из взгляда, что применение эластичных и упругих растворов является одним из действенных методов предохранения кирпичных конструкций от сейсмических разрушений, старые зодчие в Средней Азии довели толщину постельных швов в кладке почти до толщины самого кирпича. Поэтому в среднеазиатских монументальных сооружениях количество ганчевого раствора иногда доходит до 30% объема всей кладки. Даже в таких ответственных частях сооружений, как несущие своды, арки и купола, старые мастера никогда не затесывали кирпич на клин, а пользовались только ганчевым раствором, который и принимал нужную форму расклинивающего заполнения между кирпичами обычной формы. Даже в замковых частях упомянутых конструкций затесанный кирпич — явление относительно редкое; замок строился из целого кирпича, без подтески, а необходимая клинчатость достигалась только при помощи раствора.

Однако необходимо отметить, что внесение значительных количеств ганчевого раствора в кирпичные кладки проводилось с соблюдением определенной закономерности; в кладке нижних частей здания допускались швы весьма значительной толщины (до 5 см, при толщине кирпича тоже 5 см), а по мере роста стен вверх швы становились все тоньше и тоньше, и, как правило, кладка на высоте второго этажа велась уже на постели толщиной 10—12 мм (трюпы у центральных сооружений, своды и арки второго этажа, галлерей, расположенные выше основного тела здания, купола и т. д.).

Высокие пластические свойства хорошо замешанных глиняных растворов, при условии сохранения ими соответствующей влажности, естественно, также не могли не обратить на себя внимания старых зодчих интересующих нас стран. Даже в условиях знойного лета в Средней Азии хорошо замешанная, «вызревшая», чистая глина не пересыхает, будучи прикрыта только 10 см подсыпки под вымостку в один кирпич плашмя; не пересыхает она и под 40—50 см лёссовой засыпки.

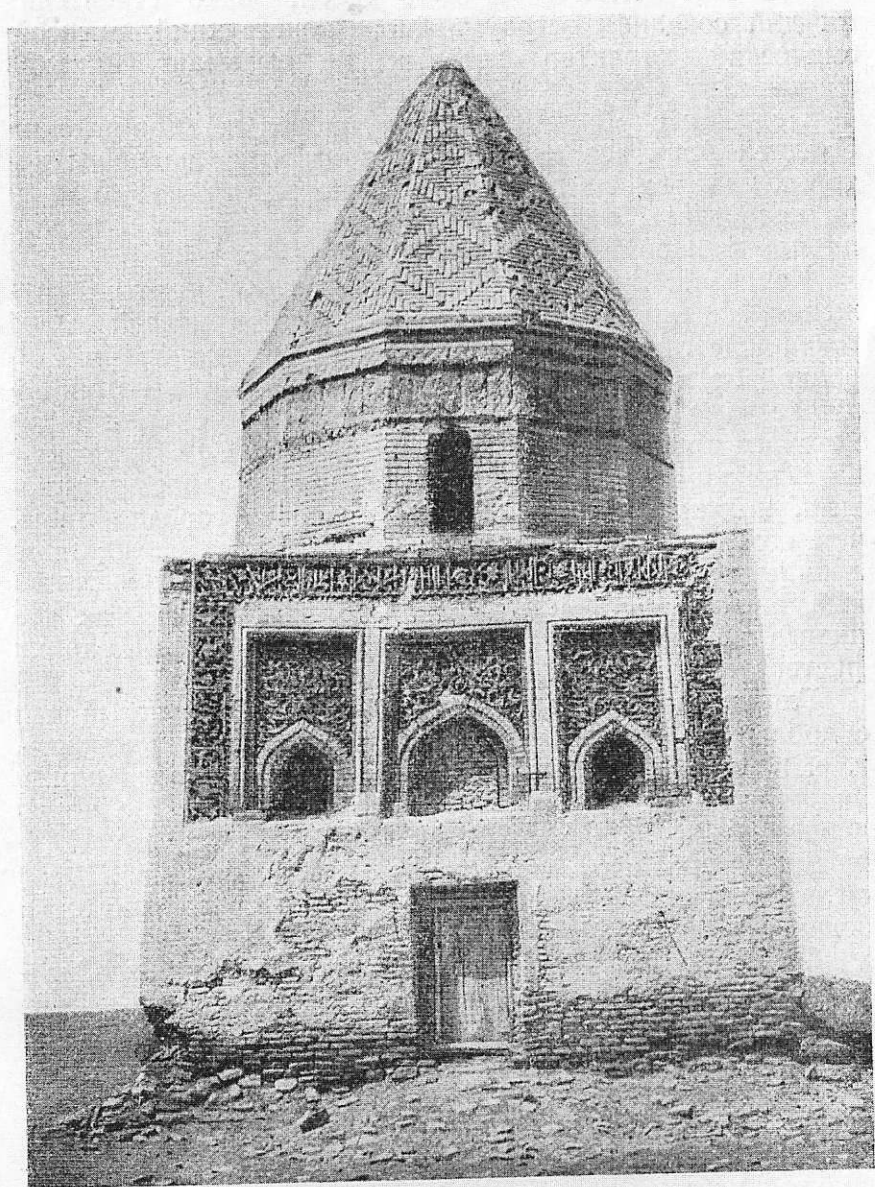


Рис. 2. Так называемый мавзолей Фахр-ад-дин Рази. Куня-Ургенч, Туркменская ССР

Это обстоятельство и было использовано строителями для создания остроумнейших конструкций, антисейсмический характер которых не вызывает никаких сомнений.

Почти все монументальные кирпичные сооружения Средней Азии возведены на фундаментах, подошвы которых покоятся на подушках из чистой глины. Это можно проследить, начиная с сооружений X века и вплоть до памятников XVII столетия.¹⁴

Котлован, вырытый под фундамент будущего сооружения, заполнялся на 60—80 см плотной массой сырой гончарной глины, по возможности выдержанной и свободной от каких бы то ни было примесей; на этой подушке и укладывалась подошва фундамента, кладка которого велась, по крайней мере в нижних рядах, также на глиняном растворе. Насколько нам удалось установить, подушка под фундамент делалась гораздо шире, чем его подошва. Если кладка фундамента осуществлялась на глине только в нижних рядах, то выше в глиняный раствор добавлялся ганч, но постепенно, так что иногда можно даже проследить, как по рядам кладки раствор становится все светлее и светлее.

Глиняный раствор в кладке фундамента, чистый или с добавками ганча, при выходе кладки на поверхность, т. е. на стыке фундамента и цоколя, прерывался одним рядом кирпича на тощем лёссовом растворе (по всему периметру здания — как у внешних стен, так и у внутренних), что также являлось одним из звеньев в цепи антисейсмических мероприятий старых среднеазиатских зодчих.

Форма фундаментов почти во всех памятниках Средней Азии весьма проста и может быть разделена на два вида:

- а) основания, уходящие в грунт отвесно, и
- б) фундаменты, кладка которых несколько расширяется к подошве.

Первые выкладывались обычно «за подлицо» с цокольной частью, и подошва их бывает чаще слегка выпуклой, реже — плоской. Второй вид оснований, расширяясь (незначительно) книзу, опирается на грунт также несколько округленной подошвой.¹⁵ Эта выпуклость подошвы, по существу незначительная, позволяла фундаменту легче войти в приготовленную для него «по-

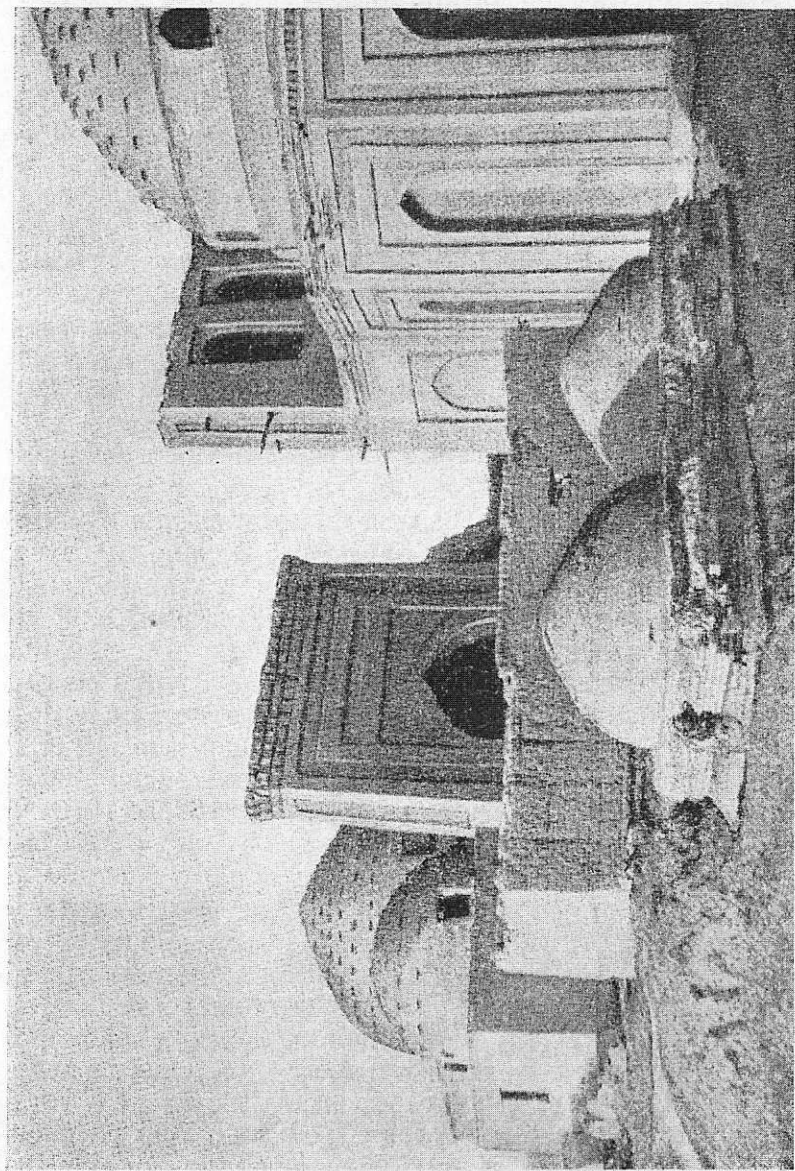


Рис. 3. Мавзолей Наджм-ад-дин Кубра. Куня-Ургенч, Туркменская ССР

стель» из глины, а равным образом способствовала ускорению процесса осадки сооружения.

Глубина заложения фундаментов под монументальными сооружениями зависела, надо думать, главным образом от почвенных условий. На территориях к востоку от Аму-Дарьи глубина заложения фундаментов под стенами колеблется от 0.75 до 1.20 м; основания под порталами залегают глубже — от 2.5 до 4.5 м.¹⁶ В Северной Туркмении (Хорезме) наблюдается ряд своеобразных исключений. Из них следует, например, отметить в Куны-Ургенче мавзолей султана Текеша («Шейх Шериф») XII века н. э., где фундамент совершенно отсутствует (рис. 1). У так называемого мавзолея Фахр-ад-дин Рази можно принять за фундамент 5—6 рядов кладки кирпича, т. е. 30—35 см (рис. 2); определить это точнее невозможно из-за лёссовых и песчаных наносов и отсутствия признаков, указывающих на былой уровень городской площади. Так же не глубоко уходит фундамент мавзолея Наджм-ад-дин Кубра (XIV век) (рис. 3). Впрочем, здесь, безусловно, следует учесть сведения арабского автора Якута ал-Хамави. Рассказывая о Хорезме и о столице его Джурджании, он пишет: «Хорезм — не имя города, но области в целом. Что касается главной ее столицы, то теперь (она называется) Джурджанией... Население называет ее Гургандж... Они построили в этой местности дома и замки... построили деревни и города... и стала прекрасная возделанная область. Я проезжал по ней в 616 г. (1219 г. н. э.)... Несмотря на то, что почва ее дурная и расположена на болотах с множеством мест, где просачивается вода, в ней непрерывная возделанная полоса с селениями, расположенными близко друг к другу». Далее Якут ал-Хамави рассказывает о грязи в городе и нечистоплотности жителей: «...отбросы их на поверхности земли. И это потому, что когда они копают землю (даже) на один локоть, (уже) выступает вода... Дома их не имеют фундамента... они делают их из легкого дерева, потом укрепляют их кирпичом, высушенным на солнце. Таково большинство их домов».¹⁷

Поэтому глиняное заполнение фундаментов в Хорезме приобретает еще одно значение — некоего слоя, изолирующего кладку фундамента от подпочвенных вод,

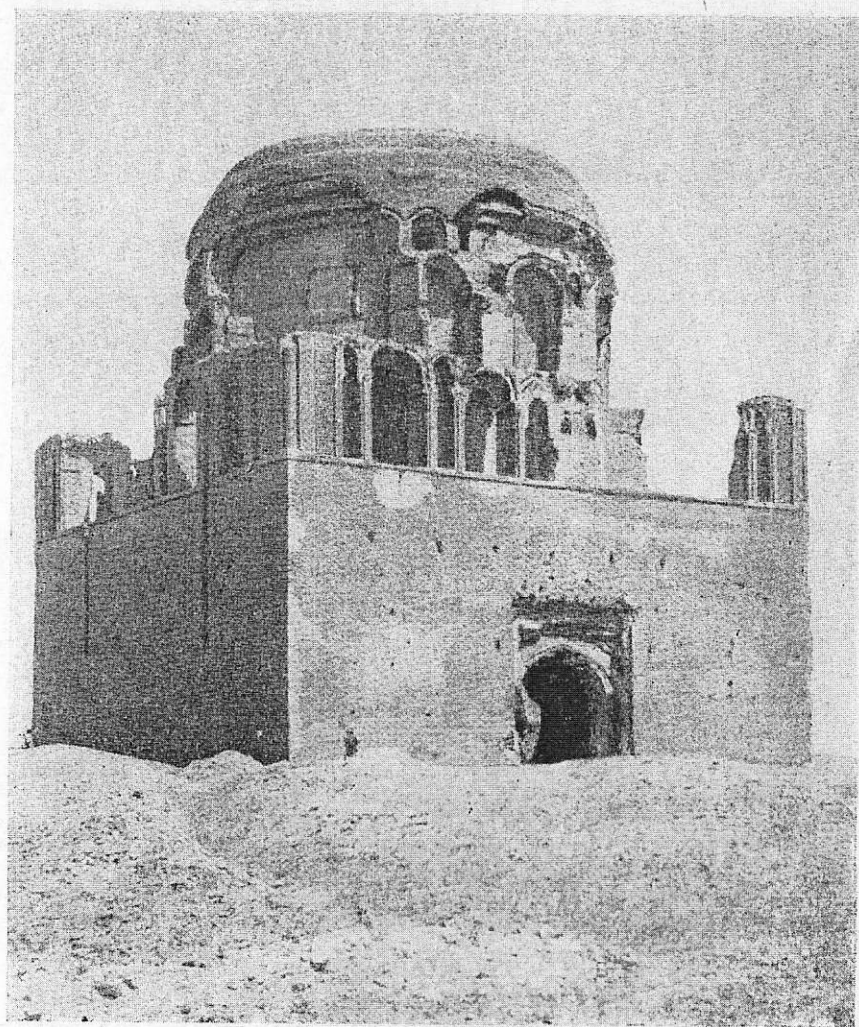


Рис. 4. Мавзолей султана Саиджара в Старом Мерве.
Байрам-Алийский район, Туркменская ССР

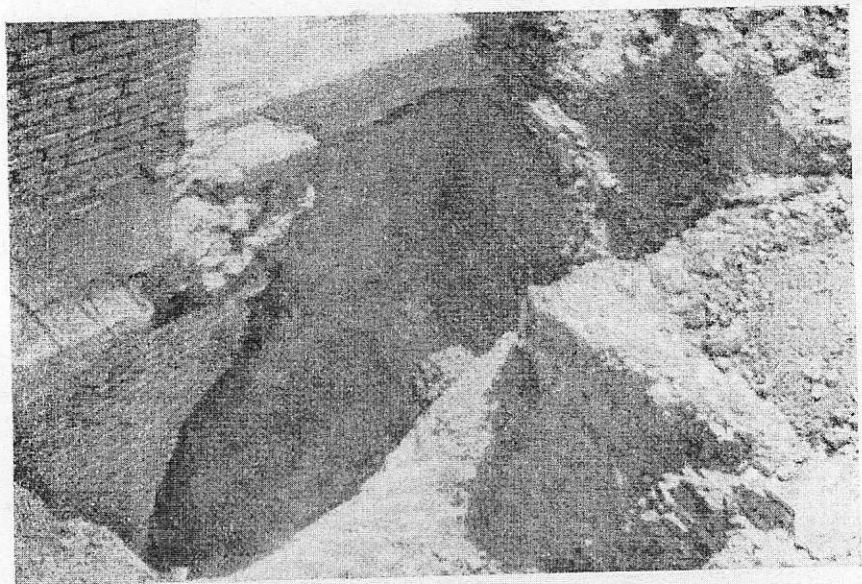


Рис. 5. Раскоп фундамента мавзолея султана Санджара с внешней стороны (у северо-западного угла)

хотя бы на первое время после возведения сооружения. Так был, вероятно, уложен фундамент мавзолея Тюря бек Ханым, где исключительной плотности глиняная подушка обволакивает его кладку слоем до 1 м (это можно было проследить только с внешней стороны и со стороны подошвы).

Теперь Куня-Ургенч — бывшая Джурджания — стоит на сухих грунтах, с очень глубоким залеганием подпочвенных вод, что в первую очередь следует объяснить, вероятно, уходом Аму-Дарьи далеко на восток.

Говоря о своеобразных методах устройства антисейсмических фундаментов на пластичных подушках, с использованием высокопластичной глины в качестве раствора, нельзя не упомянуть особо об исключительно своеобразном и совершенно необычном фундаменте мавзолея султана Санджара в Старом Мерве (рис. 4). Здесь квадратный в плане фундамент выполнен в виде нижней половины усеченной пирамиды, опрокинутой основанием вверх, и, таким образом, углубляясь в котлован, он не расширяется, как это обычно в нашем представлении, а постепенно уменьшается по периметру.

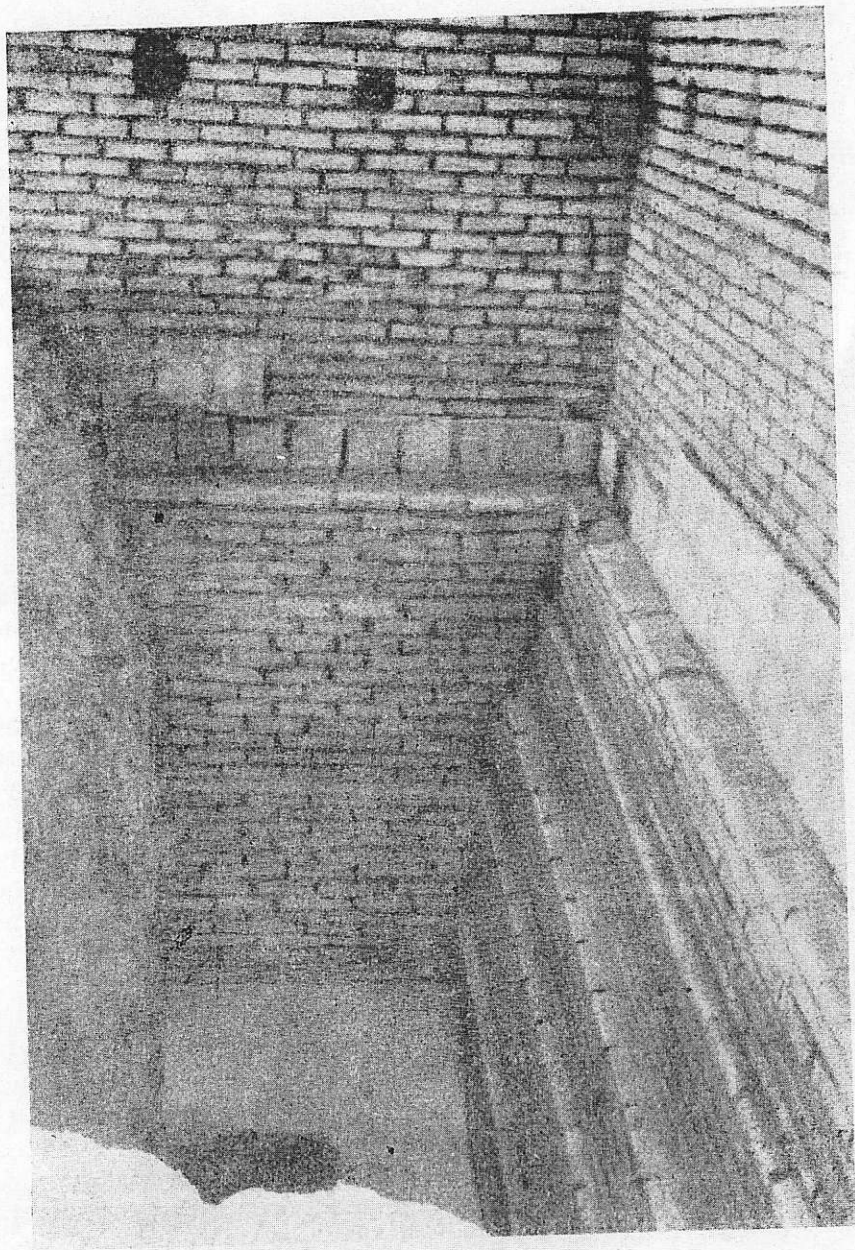


Рис. 6. Раскоп фундамента мавзолея султана Саиджара
с внутренней стороны (у северо-восточного угла)

Фундамент выведен гладкой кладкой с внешней стороны и ступеньками с внутренней (рис. 5 и 6).

Грунт, в который помещен фундамент,— глина, загрузавшаяся в котлован, надо думать, постепенно, по мере того как кладка выводилась вверх. Теперь этот грунт представляет собой слежавшуюся плотную массу, не потерявшую в то же время всех пластических достоинств хорошей сырой гончарной глины.¹⁸

Симметричность мавзолея гарантировала равномерность осадки этого мощного сооружения как в процессе его возведения, так и впоследствии.

Нельзя не восхищаться всем своеобразием и оригинальностью замысла гениального туркменского зодчего Мухаммада ибн-Атсыза, поместившего фундамент монументального сооружения¹⁹ в огромный котлован, наполненный пластичной, но достаточно плотной и вязкой средой; собственный вес сооружения определил необходимую осадку и глубину заложения подземной части мавзолея, а своеобразная форма фундамента обеспечила ему свободу колебаний, неизбежных при сейсмических явлениях.

Не мало ранних монументальных сооружений, разбросанных по степным и полупустынным ныне районам Хорезма, построено в III—VII веках на песчаных подушках без всякого заглубления фундамента в грунт. Здесь плотные, иногда скалистые неоднородные грунты вызвали появление котлованов, засыпанных песком; эти котлованы часто использовались строителями как основания под сооружения. До наших дней эти песчаные подушки дошли в полной сохранности, не развеяны ветрами и не размыты водами дождей.²⁰

Мавзолей на горе Тахт-и-Сулейман построен на крутой скале, где сооружение поставлено в выбитый в камне котлован, заполненный рыхлой землей и песком (рис. 7).

Такое же конструктивное решение известно и по мавзолею Чупан-Ата, где под постройку в скалистом грунте выбит котлован соответствующего размера, заполненный местным лёссовым суглинком (рис. 8). Фундамент возводился уже на глине, уложенной на лёссовую землю засыпки.²¹

Цокольная часть монументальных сооружений Средней Азии была не в меньшей мере, чем фундаменты,

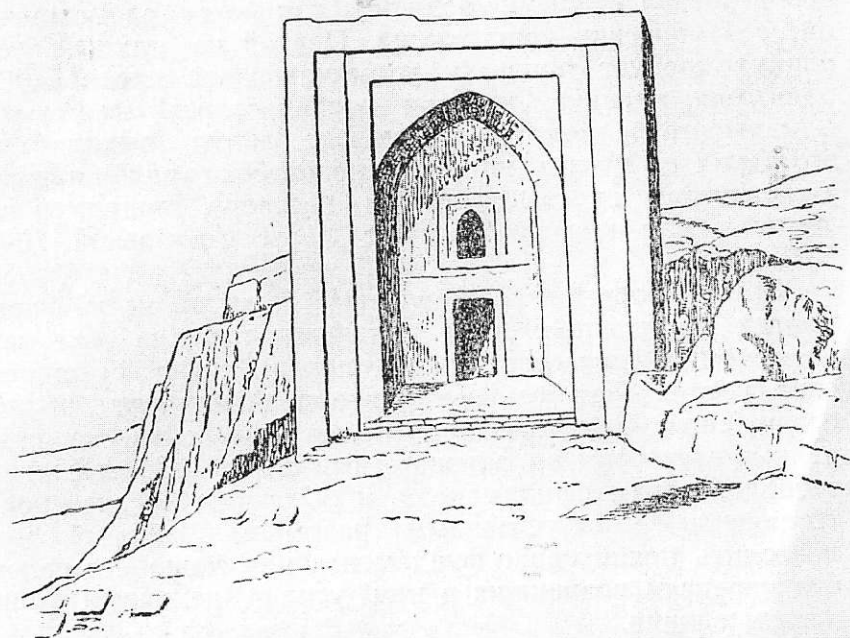


Рис. 7. Мавзолей на горе Тахт-и-Сулейман, около г. Ош.
Киргизская ССР

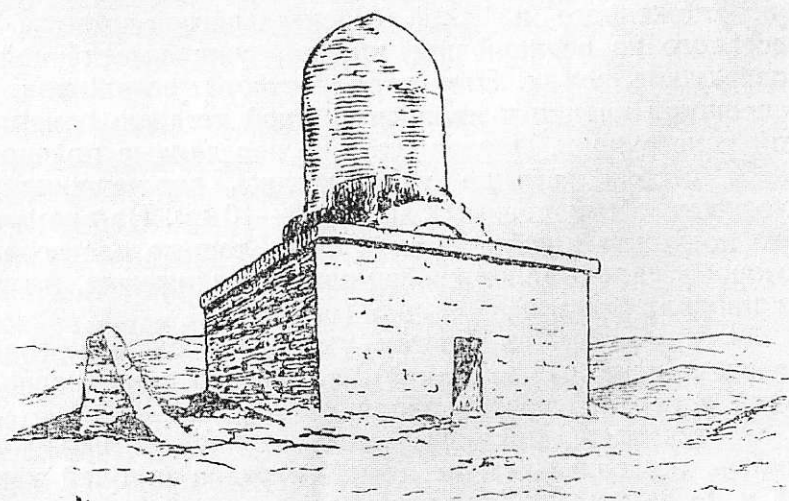


Рис. 8. Мавзолей Чупан-Ата, вблизи Самарканда

использована старыми зодчими как зона размещения антисейсмических конструкций. Первой из них (по порядку) следует признать упоминавшуюся прослойку в один ряд кирпича, которая располагалась на стыке фундамента и цоколя, на уровне линии выхода сооружения из грунта на поверхность. Этот ряд кирпича укладывался на самом тощем растворе, например на чистой земле или на растворе лёсса с добавкой 70—80% песка.

Такие прослойки обнаружены были нами у очень многих памятников, и их роль немаловажна при так называемых горизонтальных толчках, когда сейсмические усилия как бы выталкивают фундамент из-под сооружения. Принципиально такая прослойка, не связанная раствором ни с лежащей выше стеной, ни с ниже расположенным фундаментом, и была тем заранее подготовленным искусственным разрывом, который мог позволить некий сдвиг фундамента или даже его излом без передачи возникших в нем усилий лежащим выше частям здания.

Эта идея, развиваясь логически далее, и заложена в названных нами условно «камышовых подушках» или «камышовых поясах», осуществленных на некоторых архитектурных памятниках Средней Азии.²²

Каждый такой пояс представляет собой слой камыша, уложенного на слой строительного раствора, нанесенного на верхний ряд кладки, уже выведенной на поверхность земли. Этот слой раствора сглаживал все неровности кладки и являлся важной деталью описываемой конструкции. Предварительно нарезанные по ширине стены стебли камыша укладывались перпендикулярно плоскости стены ровным слоем в 8—10 см. На «камышовую подушку» наносился слой очень тощего раствора, по которому укладывался снова первый ряд кирпича, и кладка продолжалась как обычно (рис. 9).

Если камышовых поясов укладывалось два (как в мечети-ханако в Чор-Бахре), то второй пояс располагался в верхней части цоколя.

С течением времени «подушка», естественно, садилась, но, сжимаясь, не деформировала стеблей камыша и не ломала их, как это установлено на обследованных объектах.²³

Находясь выше уровня земли, камыш постоянно

«проветривался» и не загнивал. На объектах же, где камышовые прокладки оказались со временем занесенными землей, камыш погиб, превратившись в труху, и это, конечно, не могло не сказаться на прочности стен и опирающихся на них конструкций (мавзолей Текеша в Куня-Ургенче, медресе Диван-Беги в Бухаре).

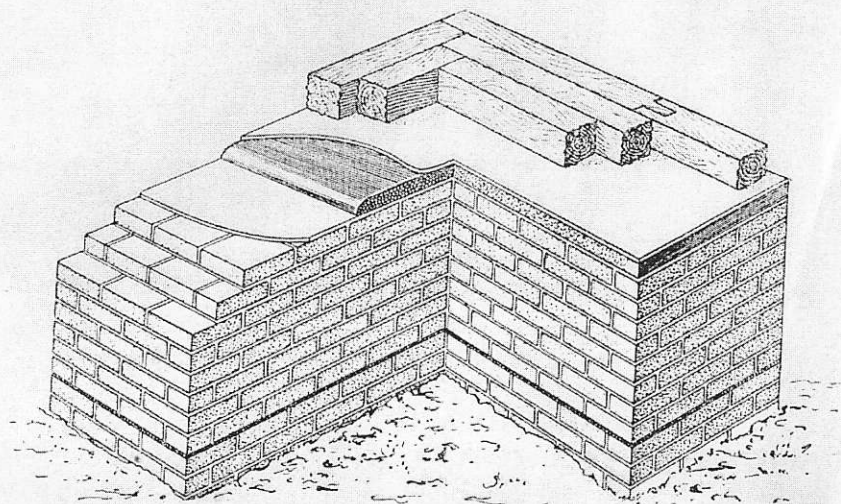


Рис. 9. Схема устройства земляной прослойки и камышовых прокладок в цокольной части сооружения

Необходимо указать, что описанное устройство «камышовых поясов» не является постоянной канонической схемой, неизменной во всех объектах, где нам довелось встретить эту конструкцию. Есть несколько вариантов размещения этих антисейсмических подушек, но принцип применения этих эластических конструкций, как основная идея антисейсмических мероприятий, остается ненарушимым.

Так, например, в весьма монументальном здании мечети-ханак в Чор-Бахре фундамент, выведенный на поверхность, прерывается первой камышовой прокладкой, на которую уложен один ряд крупных каменных блоков ($35 \times 105 \times 110$ см и др.); эти блоки, в свою очередь, можно рассматривать как кладку цоколя (рис. 10 и 11). На этом ряду камня расположен второй камышовый

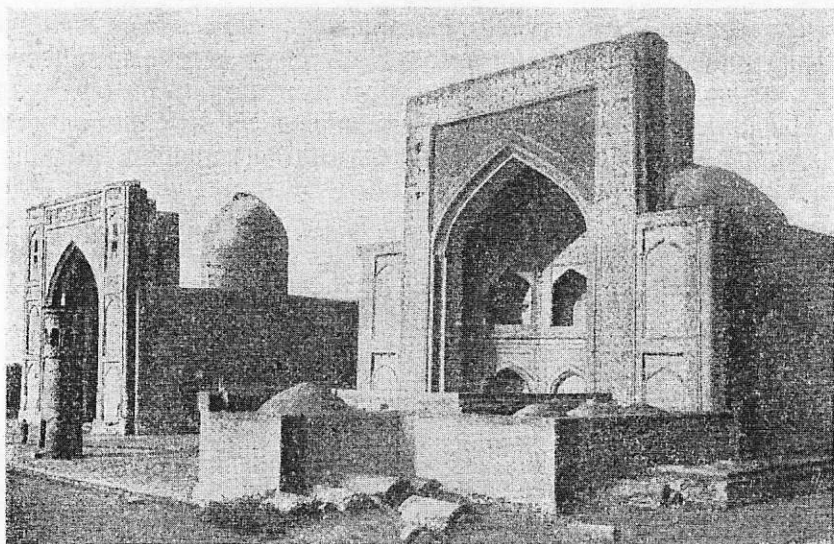


Рис. 10. Мечеть-ханако в Чор-Бахре. Бухарский район,
Узбекская ССР

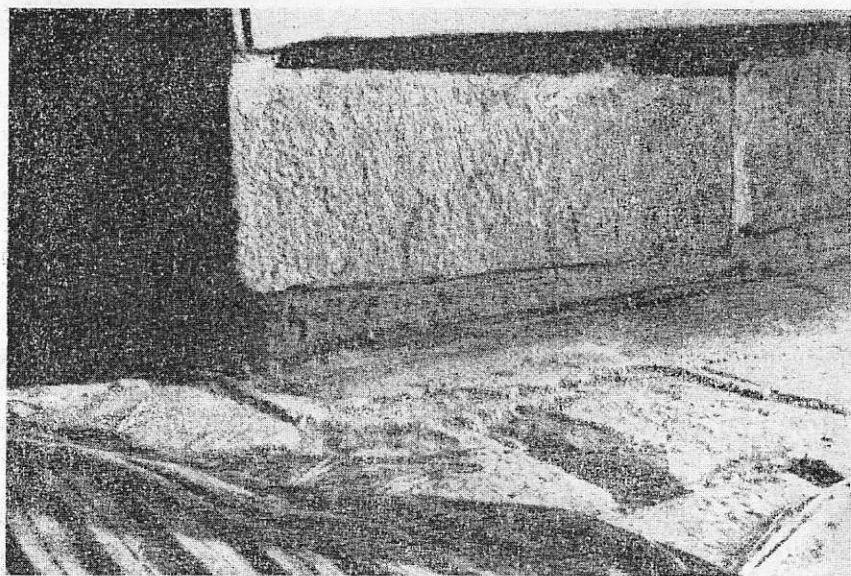


Рис. 11. Цокольная часть в мечети-ханако в Чор-Бахре.
Два слоя камыша в каменной кладке

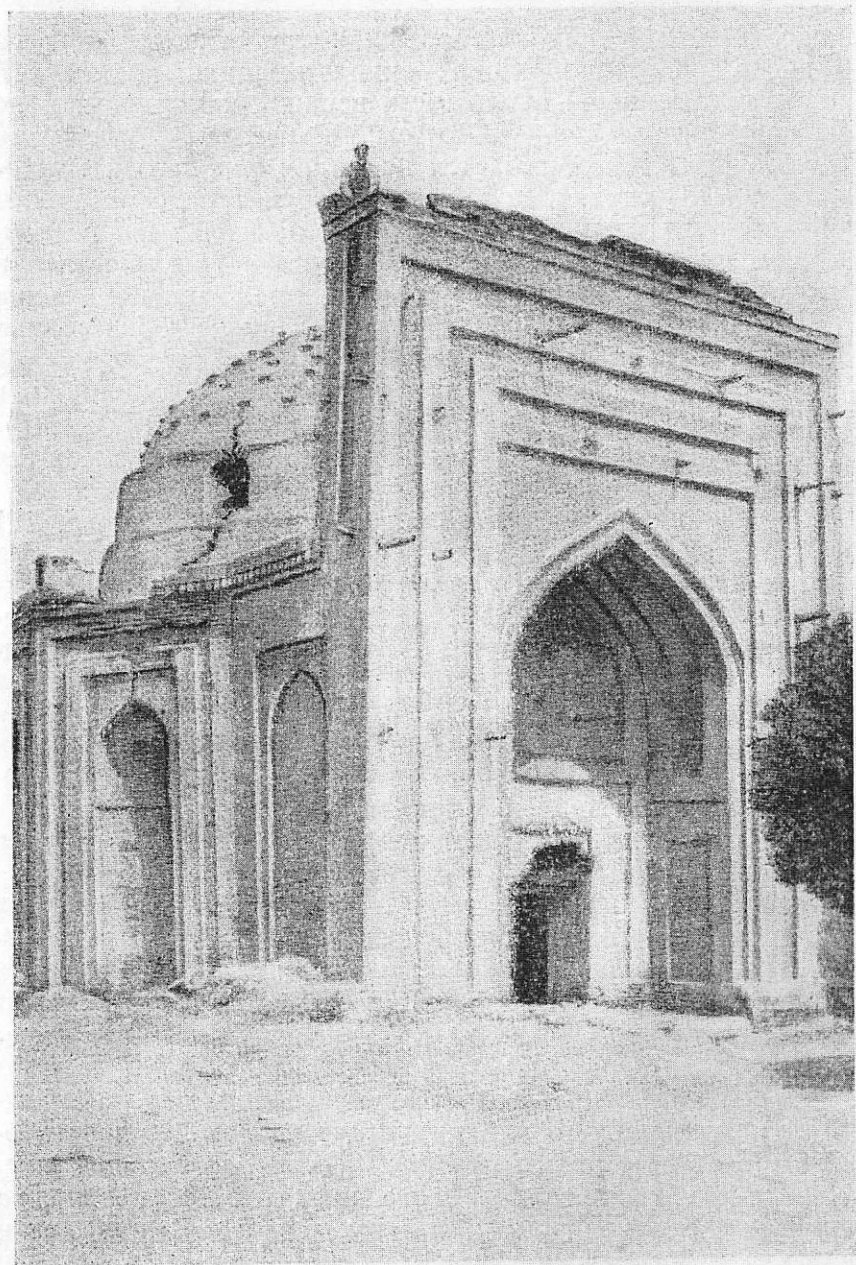


Рис. 12. Мавзолей Али-султана. Куня-Ургенч, Туркменская ССР

пояс, выше которого идет обычная кладка из кирпича на ганчевом растворе. Современная толщина камышовой прокладки внизу — около 9 см, верхний камышовый пояс несколько тоньше — 7—8 см. Ганчевая штукатурка внутренних стен обрывается на линии верхнего камышового пояса, кладка цоколя не оштукатурена, и, таким образом, подушки находятся под постоянным воздействием воздуха. Камыш полностью сохранился и выглядит, как аккуратно подрезанная щетка; самое тщательное рассматривание через лупу не обнаружило ни одного раздавленного стебля камыша (стены здания отлично сохранились, и нигде нельзя было обнаружить для обследования открытого участка камышовых поясов). Фундамент выложен на глиняном растворе и покоится на глиняной же подушке.

В мавзолее Али-султана в Куня-Ургенче (рис. 12) камышовая подушка была уложена в один слой на пятом ряду кирпичной кладки по выходе ее на поверхность. В этом памятнике фундамент, как и все сооружение, выложен из кирпича. Глубина заложения фундамента около 1.5 м; определить точнее невозможно из-за завалов земли и мусора, с одной стороны, и осадки грунта у стен мавзолея вследствие провалов могильных ям — с другой. Под фундаментом была уложена глиняная подушка, и кладка кирпича велась от подошвы на глине, с постепенным увеличением количества ганча в растворе.

Здесь камышовая подушка сохранилась, невзирая на исключительно неблагоприятные условия: из-под подушки, как и из кладки выше нее, вытащили кирпич (почти на половину толщины стены), и стебли камыша свисают вниз, открытые действию всех видов атмосферных явлений (рис. 13).

Как на пример высоко расположенной антисейсмической камышовой прокладки можно указать на камышовый пояс безымянного мавзолея в Чор-Бахре, находящегося напротив портала правого крыла мечети-ханака, по другую сторону площади. В этом мавзолее фундамент и цоколь выведены из крупноблочного тесаного камня; кладка эта поднимается выше уровня земли на 0.8 м. Выше цоколя начинается кладка из кирпича, на втором ряду которой покоится камышовый пояс; современная толщина слоя камыша 5 см (рис. 14). Здесь камыш

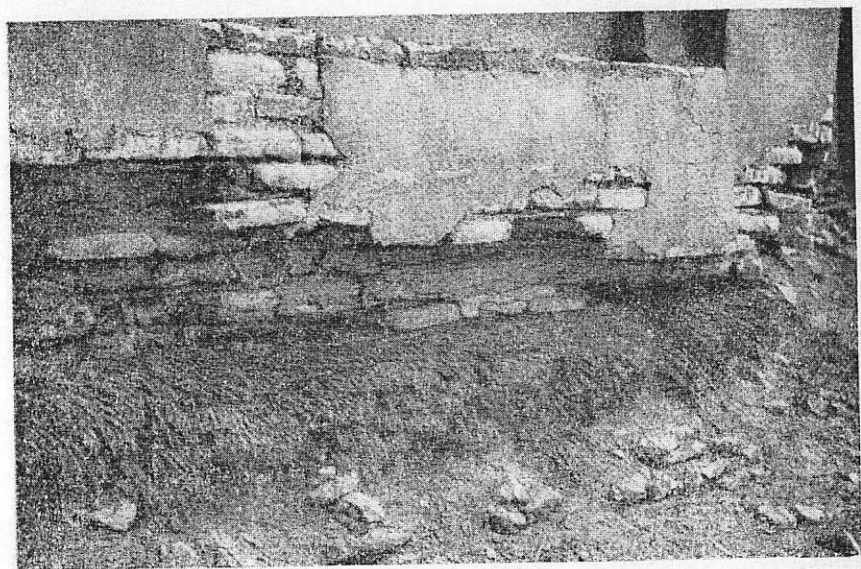


Рис. 13. Камышовая подушка в цокольной части мавзолея Али-султана

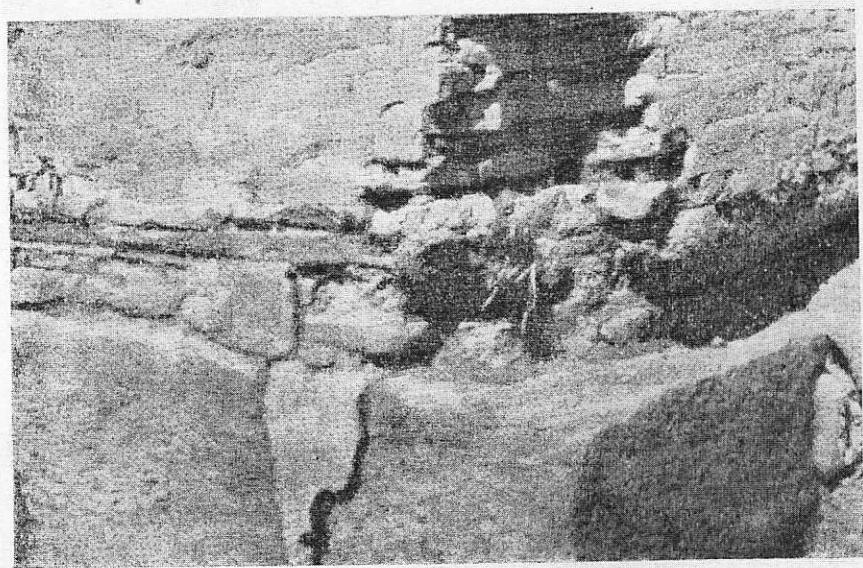


Рис. 14. Камышовая прокладка в цокольной части безымянного мавзолея в Чор-Бахре

также сохранил все свои достоинства (эластичность и прочность), невзирая на общее неблагоприятное состояние всего памятника, из которого жители соседнего селения начали выбирать кирпич для хозяйственных нужд.

Камышовые пояса применялись также и при возведении жилых домов, где камыш укладывался между последними рядами кирпичной кладки цоколя. На объектах, где нам довелось это наблюдать, цоколь поднимался над уровнем улицы всего на несколько кирпичей, но так как нарастание культурного слоя в городских условиях Средней Азии происходило весьма интенсивно, трудно сказать, как высоко поднимался цоколь над уровнем улицы первоначально, поскольку и самый дом перестраивался не один раз. Здесь по цоколю уложена обычная обвязка из брусьев, на которую и опирается общепринятый местный каркас из жердей с заполнением из сырцового кирпича (рис. 15 и 16).

Число объектов, где старые зодчие Средней Азии применили камышовые антисейсмические подушки, не исчерпывается, конечно, только приведенными примерами, но и их достаточно для утверждения, что эта конструкция заслуживает внимания не только с точки зрения истории архитектуры или истории техники.

* * *

Толчки, испытываемые архитектурным сооружением во время землетрясений, схематически могут быть представлены в двух разновидностях. Первая — когда поверхность земли «испытывает конвульсивное движение, происходящее как бы от прямого или отвесного удара снизу, причем предметы, находящиеся на поверхности земли, подсакаивают, как мячики». ²⁴ Второй разновидностью являются сейсмические волны, распространяющиеся горизонтально, «как волны по воде от брошенного камня»; эти толчки как бы стремятся выбить фундамент из-под сооружения.

Рассмотрим, какова роль всех приведенных нами антисейсмических конструкций среднеазиатских зодчих во время землетрясений.

Представим себе объект, фундамент которого покоится на эластичной глиняной подушке, где самый фундамент выложен на растворе из такой же эластичной глины и

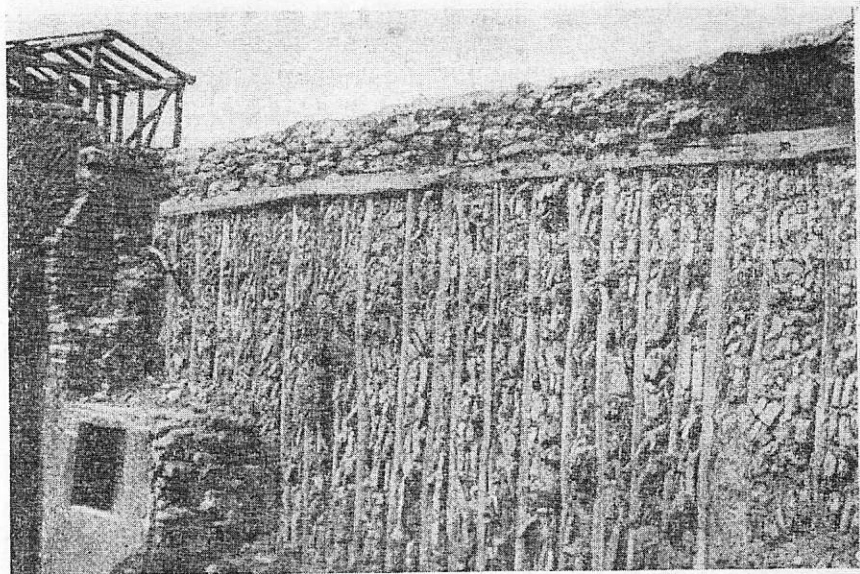


Рис. 15. Среднеазиатский каркас из жердей в стене жилого дома

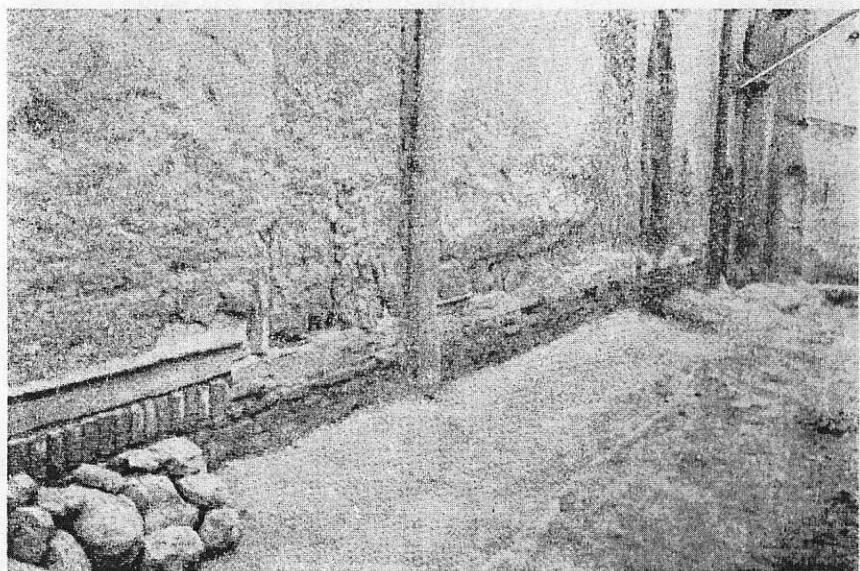


Рис. 16. Внешняя стена среднеазиатского каркасного жилого дома: небольшой цоколь, камышовая прокладка и нижняя обвязка каркаса

усилиям, однако без опасности для сооружения, так как в пластичном ганче не произойдет разрывов там, где они неминуемо произошли бы в цементном, известковом или сложном растворе.

Помимо таких специальных устройств, как камышовые пояса или глиняные подушки, старые зодчие применяли и другие конструкции, которым всегда оказывалось предпочтение в ряду им подобных именно из-за

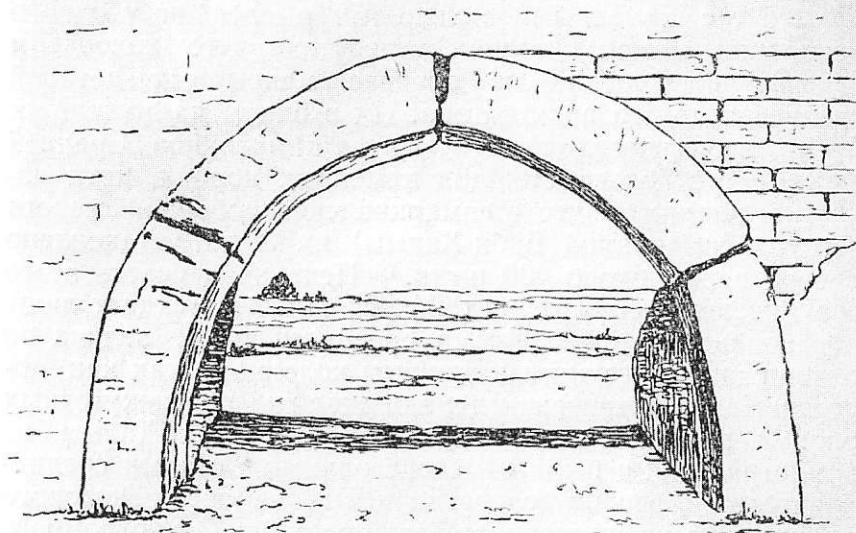


Рис. 17. Рисунок арки в одной из старых сырцовых построек в Старом Мерве; трещины в определенных местах кладки арки

надежности в условиях постоянной угрозы землетрясений. Здесь в первую очередь следует отметить стрельчатые формы арок и сводов; при этих очертаниях замковая часть никогда не вываливается при землетрясениях, как у полуциркульных форм, а арка, претерпевая даже поломки,— у пят, по середине кривой и в замковой части,— начинает работать как некая шарнирная система (рис. 17). Что же касается купольных перекрытий, то они вообще могут считаться сейсмостойкими, и не только по глубокому убеждению старых среднеазиатских мастеров-строителей, но и по мнению современной науки.²⁵ Влияние землетрясений значительной силы сказывается на куполах только в появлении трещин, а

где на линии стыка фундамента и цоколя находится прослойка из песка с незначительной добавкой глины, т. е. ряд кладки на совершенно тощем растворе. Выше расположен «камышовый пояс», а еще выше идет кирпичная кладка на эластичном ганчевом растворе (рис. 9).

Во время землетрясения при толчках вертикальных, снизу вверх, сейсмические усилия, передаваясь в толще земной коры вверх, достигнут прежде всего пластичной глиняной подушки под подошвой фундамента. Отсюда смягченный толчок передается кладке фундамента, где пластичный раствор погашает еще часть усилий, и толчок передается далее вверх, по направлению к земляной прослойке и камышовому поясу. Этот последний в данном случае работает как некий амортизатор, так как эластичный слой камыша и не в состоянии передать полученный толчок с той интенсивностью, с какой он был бы передан обычной кладкой. Далее вверх усилия, возникшие под глиняной подушкой фундамента, передаются настолько ослабленными, что постепенно все более и более затухают в слоях эластичного ганчевого раствора кирпичной кладки стены.

При так называемых горизонтальных толчках главные предохранительные функции будут нести именно камышовый пояс и та прослойка из земли или очень тощего раствора, которая находится на стыке фундамента и цоколя. Вследствие уменьшенного трения прослойка из земли окажет очень незначительное сопротивление возникшим в фундаменте усилиям, которые будут стремиться вытолкнуть фундамент из-под сооружения. Переданная выше часть усилий, дойдя до камышовой прокладки, снова встретится с конструкцией, допускающей даже некоторый сдвиг ниже расположенной части сооружения по отношению к лежащей выше. Камышовый пояс, не связывая в монолит цоколь со стеной, как сказано, допускает даже некоторое смещение фундамента и цоколя относительно их первоначального положения, без каких бы то ни было отрицательных последствий для лежащей выше стены. Если имеется вторая прокладка из камыша, в ней затухнет еще какая-то часть скалывающих и изгибающих напряжений. Ганчевый раствор в кладке стен, благодаря своим эластическим свойствам, погасит остатки возникших напряжений, даже, быть может, несколько поддавшись изгибающим

последние, по словам восточных зодчих, «подобны тем болезням у человека, с которыми он, кряхтя, живет дольше, чем его совершенно здоровые соседи».

Говоря об антисейсмических мероприятиях старых среднеазиатских зодчих, нельзя не отметить отсутствие в монументальной архитектуре Средней Азии отдельно стоящей каменной колонны. Именно постоянная угроза землетрясений и была, вероятно, причиной отрицательного отношения строителей к этой детали. Надо полагать, что опыт с каменными колоннами имелся не у одного поколения местных зодчих, вследствие чего колонна и исчезла совершенно из оборота привычных деталей среднеазиатского архитектора. Ни в одном из дошедших до нашего времени архитектурных памятников Средней Азии нет отдельно стоящих каменных колонн, хотя известно, например, что в самаркандской соборной мечети Тимура (именуемой Биби-Ханым) их было установлено в свое время около 400 штук.²⁶ Печальная участь этого грандиозного сооружения (83 × 62 м) подтверждает лишь обоснованность скептицизма среднеазиатских зодчих по отношению к несущим каменным колоннам, так как постоянные землетрясения делали этот вид промежуточных опор неприемлемым. Гибель мечети Биби-Ханым от землетрясений и была отмечена одним из старых среднеазиатских авторов словами: «Бык, на рогах которого покоится мир, чувствовал от постройки ее огромного кирпичного тела нарушение равновесия и для восстановления его упорно тряс головой».²⁷

Кирпичный столб как вид промежуточной опоры применялся местными зодчими чаще, так как здесь можно было употребить те пластические материалы, которые имели такое влияние на «жизнеспособность» любой сейсмостойкой конструкции. Такие столбы являются непременной частью всех галлерей в многочисленных медресе, как в первых, так и во вторых этажах. Здесь мы видим обычно значительную толщину столбов — не менее трех кирпичей по стороне, т. е. около 80 см, а также толстые слои скрепляющего ганчевого раствора. Отдельно стоящие столбы как несущие конструкции известны только по сравнительно ранним объектам (XI век) — Мечеть-и-Магок в Бухаре, мечеть в Хазара; и можно предположить, что позже зодчие просто отказались от кирпичного столба.

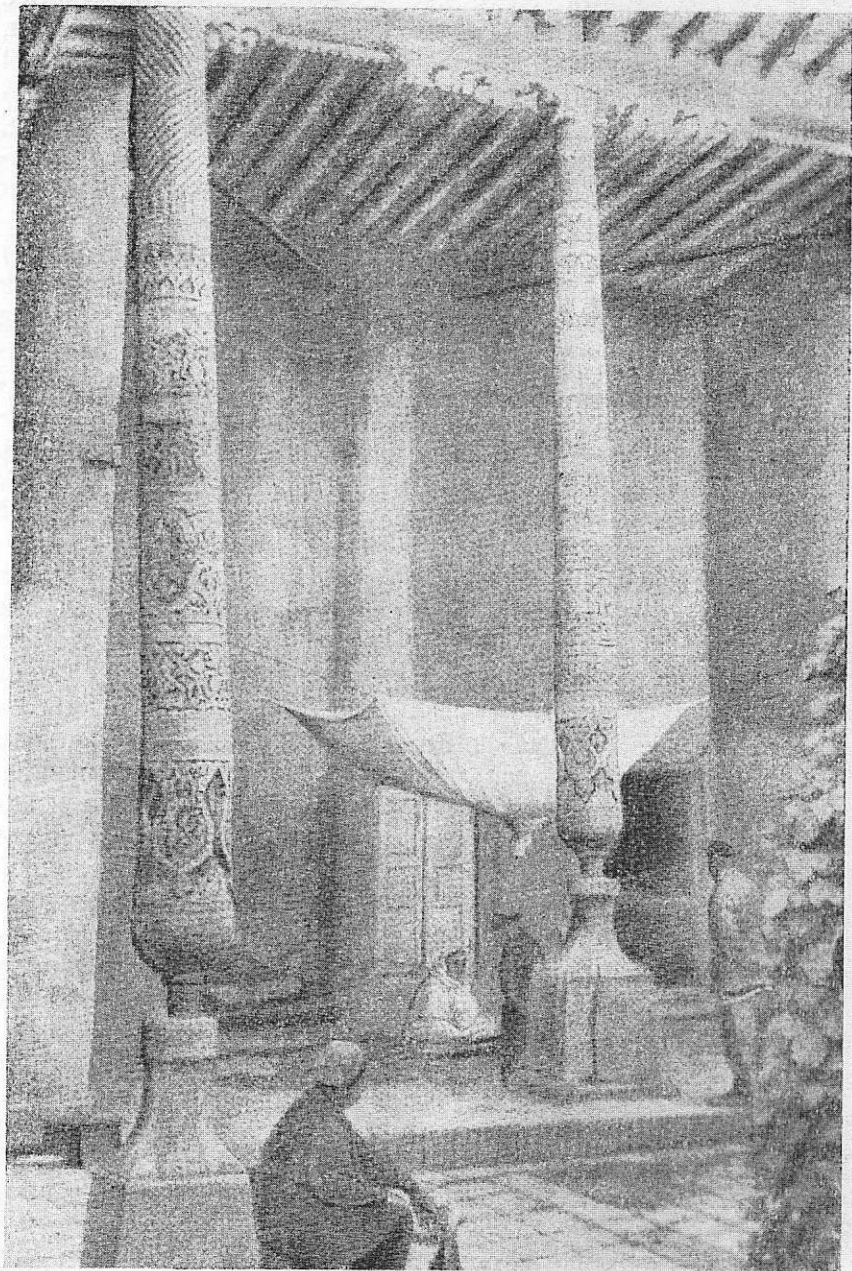


Рис. 18. Среднеазиатские деревянные колонны в жилом доме на отдельно стоящих базах и с фигурными подбалками

В то же время деревянная колонна, в противовес каменной, развиваясь со времен глубокой древности, нашла свое определенное место в архитектуре Средней Азии. Эта колонна дошла до нас в великолепных образцах как в монументальном, так и в жилом зодчестве, неся в себе в высокой степени оригинальные конструктивные особенности, антисейсмическая направленность которых также не вызывает сомнений.

Среднеазиатская деревянная колонна представляет собой суживающийся кверху столб, покоящийся на каменной или деревянной базе; верх колонны несет на себе обычно подбалку, реже — капитель (рис. 18). И верхний и нижний концы колонны завершены шипами с закругленными торцами, покоящимися в специальных гнездах базы и верхней несомой подбалки; как самые шипы, так и гнезда для них устроены таким образом, что при землетрясениях могут свободно допустить небольшие отклонения установленной колонны в стороны (рис. 19).

Каркасные конструкции обычного жилого дома в городах Средней Азии не являются жесткими; то же следует сказать и об айванах (террасах) жилых домов, где свободно стоящие деревянные колонны несут на себе подбалки и балки перекрытия. Если балка перекрытия заделывается одним концом в стену сооружения, то другой ее конец всегда покоится свободно на несущей конструкции. К тому же следует подчеркнуть, что и заделанный конец балки не закрепляется жестко, наглухо; он, по существу, так же свободно лежит на верхней обвязке каркасной стены, как и противоположный конец. Заделанный в стену конец балки всегда пропускается сквозь всю толщину стены и выходит за поле стены минимально на 10 см. Это можно видеть на всех жилых домах города и села в Средней Азии.

Так как смещения конструкций при землетрясениях (кроме катастрофических, конечно) выражаются в абсолютном измерении в очень незначительных сдвигах: редко — в сантиметрах, чаще — в миллиметрах, а еще чаще — в микронах, — такой простой расчет целиком себя оправдывает.

Принципиальный взгляд старых зодчих Средней Азии на сейсмостойкое строительство, как сказано, основывался на точке зрения, что только пластические конструкции могут помочь постройке противостоять сейсми-

ческим толчкам. Взгляд этот проводился ими в жизнь последовательно и в высокой степени логично. Не являясь сложными или дорого стоящими, конструкции эти осуществлялись из тех же материалов, которые обычно

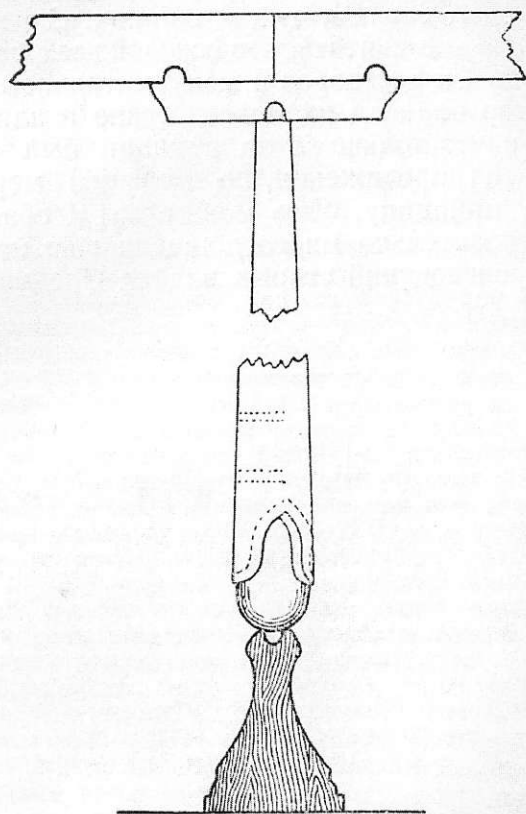


Рис. 19. Схема расположения шипов в среднеазиатской деревянной колонне и в подбалке

или на стройку, по существу были чрезвычайно простыми, но, несомненно, эффективными, так как можно считать, что дошедшие до нашего времени архитектурные памятники Средней Азии прошли «через века бурь и потрясений» в буквальном смысле слова.

Совершенно очевидно, что средневековые зодчие Средней Азии не располагали общими схемами или какими-нибудь оформленными и уточненными нормами примене-

ния тех или иных антисейсмических конструкций. Каждый зодчий по своему разумению применял глиняные подушки под фундаментом, пластичные растворы, земляные прослойки и камышовые пояса, комбинируя известное ему и переданное от дедов с тем, что он узнавал сам, опираясь на опыт своих и чужих ошибок. С несомненностью можно только считать, что основой всех сейсмостойких конструкций и растворов в монументальном сооружении архитектор полагал их пластические и эластические достоинства и что только этот принцип был единым и неизменным на протяжении, по меньшей мере, десяти веков. Этому принципу, быть может, мы и обязаны тем, что видим относительно много дошедших до наших дней блестящих произведений старых зодчих Средней Азии.

ПРИМЕЧАНИЯ

¹ О катастрофических землетрясениях в древнейшие времена можно судить по некоторым выводам, неизбежно напрашивающимся при суммировании результатов наблюдений за археологическими раскопками. Так, например, раскопки холма Ак-Тепе (в 5 км от Ашхабада) устанавливают, что холм этот «накопился» в результате длительного наслоения культурных слоев и что он был центром крупного селения конца III тысячелетия до н. э. Раскопками на вершине холма вскрыты остатки рухнувшего, а затем сгоревшего здания; постройка из кирпича-сырца представляет систему небольших мегаронообразных комнат, перекрытых легкой плоской крышей. Характер повреждений заставляет думать о землетрясении. Люди покинули помещение быстро и неожиданно: близ входа в одну из комнат найдены остатки нетронутой трапезы — нога кулана на алебастровом блюде и раздавленный глиняный сосуд; в другой комнате обнаружено несколько свалившихся наборов (в одну сторону, на запад, по оси долины р. Ашхабадки) крупных глиняных сосудов для хранения воды; неподалеку, у выхода одной из комнат, был найден костяк человека, придавленного рухнувшим зданием. Внутренность всех комнат заполнена домашней утварью; каких-либо следов грабежа нет. Крыша, рухнувшая на находившиеся внутри (некоторых) комнат очаги, загорелась и прикрыла развалины слоем пожарища.

Яркие следы другого мощного землетрясения обнаружены при археологических раскопках Старой Несы. Комплекс конструктивно связанных между собой монументальных архитектурных памятников — дворца, храма и двух мавзолеев, расположенный внутри крепости, был разрушен могучим подземным толчком. Наиболее ярко сейсмический характер разрушений представлен в развалинах мавзолея (№ 1), являвшегося ядром и старейшей частью всего комплекса. Мавзолей представлял двухэтажное (?), квадратное в плане, сооружение, построенное из крупных сырцовых плит (40 × 40 × 12 см) на глиняном растворе; здание возвышалось на платформе из такого же крупного сырцового кирпича. Внутренность мавзолея представляла квадратный же в плане зал с четырьмя массивными четырехлопастными колоннами в центре; колонны эти были сложены из обожженного кирпича на алебастровом растворе. Вдоль стен зала был расположен ряд полуколонн; по верху шла круговая галерея. Стены были весьма массивными — до 6 м толщиной. Южная и северная стены были глухими,

в западной же стене находилось три входных проема, фланкируемых пирамидально-ступенчатыми пилонами. В толще восточной стены, по бокам прохода, были окна и две небольшие погребальные камеры. Мощный подземный толчок разрушил здание. Верхние части пилонов оторвались от тела стены и рухнули. Из трех раскопанных колонн, поддерживавших перекрытие зала, две рухнули целиком; у третьей обвалилась верхняя часть, а уцелевшая часть ствола колонны сдвинулась в сторону. Внутренняя часть восточной стены со стоящими вдоль нее полуколоннами наклонилась к середине зала. Внутренность зала заполнили балки бывшего перекрытия и рухнувшие части верхней полойны мавзолея. Судя по положению упавших и сдвинувшихся стволов колонн, по наклону пилонов и внутренней части восточной стены, основное направление подземного толчка было широтное — с востока на запад.

Дошедшие до нас известия античных авторов ничего не сообщают о землетрясении, разрушившем Несу. Можно ли, тем не менее, установить время, когда разразилась сейсмическая катастрофа, разрушившая описанный памятник в Старой Несе? Мавзолей был построен в середине III века до н. э., отделанный цветной штукатуркой коридор, связывавший мавзолей с рядом стоявшим дворцом, — в середине I века до н. э. Землетрясение разрушило весь архитектурный комплекс — значит, оно случилось после младшей из приведенных дат. Но когда? Крепость Старой Несы, по свидетельству античных авторов, являлась местом погребения «старших» арсакидов — династии, бывшей у власти от середины III до конца I века н. э. С 10 г. н. э. пришли к власти «младшие» арсакиды. Разрушенный землетрясением вышеописанный мавзолей основателей династии «старших» арсакидов был частично расширен, но, как и весь архитектурный комплекс, не восстановлен. Это позволяет уточнить дату землетрясения. Оно произошло, вероятно, тогда, когда последние из «старших» арсакидов, гибнувшие в борьбе с землевладельческой знатью, были смещены первыми представителями «младшей» ветви арсакидов. — а это были последние 3 года I века до н. э. и первые 8 лет I века н. э.

А. А. Марущенко. (Из: Г. П. Горшков. «Землетрясения Туркмении». Каталог землетрясений. РФ ТФАН СССР, Ашхабад, 1943).

² Цит. по «Материалам по археологии России», издаваемым ИАК, № 16. В. А. Жуковский. Древности Закаспийского края. СПб., 1894, стр. 16.

Хорасан X века — территория между пустыней Дешт-и-Кевир и Аму-Дарьей; Тохаристан — область по берегам Аму-Дарьи к востоку от Балха; Амоль (Амуль) — Старый Чарджуй, ныне Кагановичск.

³ Изз-ад-дин Абу-л-Хасан Али ибн-Мухаммед ибн-Мухаммед ибн-ал-Асир, род. в 555 г. х. (1160 г. н. э.), ум. в 630 г. х. (1234 г. н. э.). Цит. по «Материалам по истории туркмен и Туркмении», т. I (VII—XV вв.).

Дзузджан, Фараяб, Талакан — области, лежащие на запад от Балха до р. Мургаба; Талакан — в горах Карабия в пределах современной Туркмении; Мавераннахр (арабск.) — дословно «то, что за рекой»; имелось в виду то, что лежит за Аму-Дарьей на восток, — территория между Аму-Дарьей и Сыр-Дарьей в пределах современных Узбекистана и Таджикистана.

⁴ Абу-Са'ид (или Са'д) Абд-ал-хай ибн-аз-Заххак ибн-Махмуд Гардизи (или Гардези) упоминает об этом в «Книге украшений известий».

⁵ Перевод проф. А. А. Семенова. Рукописный Фонд Туркменского Филиала Академии Наук СССР, № 1089.

⁶ «В 571 году (1175—1176 гг. н. э.) землетрясение в Иране и в Мавераннахре, сообщает «Насирова приведенная в порядке история», составленная по годам Сани уд-Доулэ и посвященная шаху Насируддину; вышла в Тегеране в 1298—1300 гг. хиджры (1880—1883 гг. н. э.). Перевод проф. А. А. Семенова. РФ ТФАН СССР, № 1089.

⁷ «В 242 году (856—857 гг. н. э.), в правление аббасидского халифа Мутевакклия, в некоторых городах Ирана и в Бадахшане ..возникли весьма сильные землетрясения... ..население разбежалось в разные стороны из своих насиженных мест, так что в тех местах и районах (где было землетрясение) никого не осталось. Ввиду длительного времени, в течение которого продолжалось это землетрясение, и вызванных им больших потрясений, люди... ..растерянные, в панике бежали во все стороны; их возлюбленные дети, спотыкаясь, падали на землю и в колючки, оглашая воздух плачем и воплями, а их любезные матери бежали через них, оставляя своих детей (на произвол судьбы)».

Из географическо-космографического труда, составленного в XVI веке н. э. Султан-Мухаммед бен-Дервиш Мухаммедом ал-Муфти ал-Балхи. Перевод проф. А. А. Семенова. Цит. по приведенной выше рукописи РФ ТФАН СССР.

⁸ Усама ибн-Муршид-ибн-Али-ибн-Мукалляд-ибн-Наср-ибн-Мункыз (1095—1188 г., н. э.) в сочинении «Книга стоянок и жилищ» рассказывает о землетрясении 1152 года: «Вызвало меня собрать эту книгу разрушение, которое постигло мою страну и родину. Ведь время протянуло над ней свой подол и устремилось стереть ее всей своей мощью и силой... Изгладились все поселки и погибли обитатели; жилье стало следом, а радости превратились в печали и горести. Я остановился там после сокрушивших ее землетрясений... и не узнал я ни своего дома, ни дома моего родителя и братьев, ни домов моих дядей, ни сыновей дяди, ни моего рода. В смятении стал я звать к Аллаху о великом его испытании, о том, что он отнял милости, которые раньше даровал. Потом я удалился... дрожа на ходу и качаясь, как склоненный под тяжестью. Так велика была утрата, что иссякли торопливо текущие слезы, а вздохи следовали один за другим и выпрямляли кривизну ребер. И не остановились превратности времени на разрушении домов и гибели жителей, но гибель их всех случилась во мгновение ока и еще быстрее, а затем пошли бедствия одни за другим с этого времени и дальше. И стал я искать успокоения, составляя эту книгу, и сделал ее оплакиванием жилья и любимых. Это не принесет пользы и не поможет, но это верх моих усилий. И Аллаху — славному и великому — жалуясь я на то, что встретил от своего времени, на свое одиночество, без семьи и братьев, на свое скитание по чужбине, без своей страны и родины».

И. Ю. Крачковский. Над арабскими рукописями. М.—Л., 1946, стр. 73.

⁹ «Мы имеем известие о землетрясении, которым в 605 году (1208—1209 г. н. э.) был застигнут Хорезм. Размеры бедствия были несколько уменьшены тем, что оно произошло днем и жители могли бежать из города, оставив свое имущество; все-таки в столице погибло около 2000 человек. Число погибших в деревнях было гораздо значительнее; две деревни провалились со всеми жителями». (Столица Хорезма того времени — Гургандж (Ургенч), ныне — Куя-Ургенч.)

Цитата взята из «Тарих-и-джехангуша» — «Истории мирозавоевателя», составленной Ала-ад-дином Ата-мелик Джувеини (1226—1283 г. н. э.); приводится у В. В. Бартольда в книге «Туркестан в эпоху...», II, стр. 388.

«В 1030 году (1621 г. н. э.) случилось весьма сильное землетрясение в округе Ахсы (ныне Ахсикет). Оно было таково, что воды Сыр-Дарьи вышли из берегов и затопили прилегающую к реке равнинную местность; вынесенные водой на сушу рыбы бились, трепетали и погибали во множестве; огромные деревья с корнями выворачивались из земли и падали. Дома разрушались до основания, и много народа насмерть погибло под их развалинами, а других извлекали оттуда с переломанными руками и ногами. Скот, пораженный ужасом, устремился в степь и бежал, не зная куда. Весь народ, без различия звания и положения, думал, что настал конец мира, и потому все молились и каялись в своих грехах. Так продолжалось шесть месяцев, причем число самых разрушительных ударов доходило до семидесяти».

«Самое удивительное,— по словам автора, лично пережившего это бедствие,— было то, что наиболее страшное землетрясение было в самой крепости Ахсы; в близлежащих селениях оно чувствовалось меньше, а в расстоянии одного фарсанга (около 8 км) от города не было его ни малейших признаков».

Из сочинения Мухаммед-Тахир'а бен-абу-л-Касим'а (XVII век н. э.). Перевод проф. А. А. Семенова (по цитированной рукописи РФ ТФАН СССР).

¹⁰ В. К. Агафонов. Землетрясения. Пг., 1915, стр. 30,— карта распределения очагов землетрясений по Мильну.

¹¹ Ср. Н. М. Бачинский. К вопросу об антисейсмических мероприятиях среднеазиатских земчих XV—XVII веков. ПИДО, Л., 1934, № 5, стр. 104.

¹² «Сейсмостойкость сооружений». Труды Закавказск. ин-та сооружений, вып. III, стр. XII, 1931.

¹³ Сооружение, где применен был этот раствор, возведено, по приказанию Тимура, над могилой известного в свое время среднеазиатского деятеля XII века — Хаджи Ахмата Ессави, автора ранее чрезвычайно распространенного на мусульманском Востоке сборника суфийских стихотворений «Хикмет» («Премудрость»). Мавзольей представляет собой величественное сооружение с большим залом-ханако, мечетью и рядом других помещений; постройка начата в конце XIV века и не закончена из-за смерти Тимура.

Не известный ранее науке раствор был обнаружен нами в кладке большой арки на восточной стороне помещения, называемого «Ак-Сарай». Раствор этот крепко сидел на кирпиче и с большим трудом позволял отделить один ряд кладки от другого. Запах массы приятный, напоминал запах свежей вошны; в воде масса не набухала и не растворялась. Первичный анализ этого раствора,

проведенный в лаборатории Института исторической технологии Академии истории материальной культуры в Ленинграде, дал такие результаты. При обработке спиртом исследованный материал распадался, давая мелкозернистый пескообразный осадок; после отделения осадка и фильтрации жидкой части, когда спирт испарился, в остатке была получена смолистая прозрачная масса светло-желтого цвета (как позже стало известно, сохраняющая липкость в течение многих лет!). Эту светложелтую массу можно считать смолой очевидно растительного происхождения.

Пескообразный осадок, упомянутый выше, при наблюдении в микроскоп позволил установить мелкие, почти одинакового размера, зерна двух родов. Большая часть зерен совершенно бесцветна и прозрачна, по всей видимости — это кварц; меньшая же часть зерен желтовато-бурого цвета и является, очевидно, окисью железа. Для проверки этого последнего предположения весь осадок был подвергнут обработке соляной кислотой. Предположение подтвердилось: окись железа растворилась в соляной кислоте, и в осадке остались только бесцветные зерна кварца. При действии на осадок соляной кислотой с шипением выделялся газ (углекислота), а жидкость окрасилась в слабый желтоватый цвет и дала реакции на соединения железа и кальция. Последнее обстоятельство позволяет думать, что в исследованном материале, кроме песчинок кварца, имеются также частицы известняка, что подтверждает первоначальное предположение о наличии лёсса в составе раствора.

Попутно не безинтересно отметить, что наличие органической смоляной кислоты (обычно входящей в состав растительных смол) даст дополнительный эластичный материал в виде кальциевого смоляного мыла, а последнее, как известно, имеет исключительное консервирующее значение в скрепляющих растворах и штукатурках.

¹⁴ Мавзолей Саманидов в Бухаре, возведенный для погребения саманида Насра бен-Ахмада его сыном Исмаилом (Наср бен-Ахмад умер в 892 г. н. э., его сын Исмаил — в 907 г. н. э.). Фундамент мавзолея покоится на глиняной подушке; кладка фундамента осуществлена (в нижней своей части) на глиняном растворе.

Фундамент так называемого «среднего» мавзолея в Узгене, датируемого началом XI века (1012—1013 гг. н. э.), уложен на глиняной подушке; самый фундамент, состоящий из пяти рядов каменных плит, также уложен на жирной глине. Между фундаментом и цокольной частью мавзолея, тоже состоящей из каменных плит, уложен один ряд кирпича на тощем лёссовом растворе. Этот ряд кирпича (находившийся в свое время на уровне городской площади) между каменными плитами фундамента и цоколя следует отметить как одно из звеньев в цепи антисейсмических мероприятий старых зодчих.

Ср. Н. М. Бачинский. Средний мавзолей в Узгене. Результаты обследования 1945 г. Сообщения Ин-та истории искусств АН СССР, М., 1949.

В XII веке н. э. построен мавзолей султана Санджара в Старом Мерве; в середине XII века построен так называемый «северный» мавзолей в Узгене; к концу того же века относится сооружение «южного» мавзолея там же; все они стоят на глиняных «подушках».

К XIV веку н. э. относится мавзолей Буян-Кули хана (умер в 1359 г. н. э.), фундамент которого покоится на глиняной подушке; на глиняном же растворе выполнена кладка фундамента.

На глиняной подушке и глиняном растворе выложены также фундаменты мавзолеев Фахр-ад-дин Рази и Наджм-ад-дин Кубра в Куния-Ургенче. Из крупного камня на глиняном растворе выложены фундаменты минаретов, фланкирующих фасад мавзолей Хаджи Ахмата Ессави (конец XIV века н. э.); фундаменты находятся в котлованах, заполненных глиной. Фундаменты под стенами выложены также на глине. То же и у портала и стен медресе Улуг-Бек в Бухаре (XV век н. э.). К XVI веку относится постройка медресе Кукельдаш (986 г. х. = 1578—1579 гг. н. э.) и медресе Абдулла Хан (998 г. х. = 1589—1590 гг. н. э.) в Бухаре; и в том и в другом случае фундаменты выложены на глине (в первом случае — в нижней своей части) и под подошвами лежит глина. В медресе Абдул-Азиз Хан (1062 г. х. = 1651—1652 гг. н. э.) в Бухаре фундаменты выложены на глине и с глиняной же подушкой под подошвой фундамента.

Приведенные примеры далеко не исчерпывают всех сооружений, при возведении которых применены глиняные подушки под подошвой фундамента, а кладка самих фундаментов осуществлена на глиняном растворе, — мы отметили только по одному, два сооружения в каждом столетии, начиная с X века н. э.

¹⁵ Эта округленная выпуклость подошвы фундамента обычно достигалась забуткой особых углублений на дне котлована, подготовленного под основания.

¹⁶ Не перечисляя размеров многочисленных вскрытых нами фундаментов среднеазиатских памятников (в процессе обследований, связанных с ремонтно-реставрационными работами), приведем данные о фундаменте известной «мечети» в Анау — постройке, где зодчему предстояло решить задачу расположения монументального сооружения на склоне насыпного холма. Для определения состояния фундамента портала этой «мечети» у левого устоя его «была заложена траншея размером 2,25 м по фасаду и 1,50 м по боковой стенке, шириной 2 м... На 0,25 м ниже вымостки пола шла еще чистая кладка из кирпича... ниже кирпичной кладки началась кладка из рваного камня и булыжника на ганчевом растворе с золой... в первых же рядах этой кладки обнаружены были гнезда от деревянных бревен диаметром 8—9 см, лежащих на расстоянии 15—17 см одно от другого; бревна эти уложены были торцами к фасадной стороне портала, осуществляя, вероятно, в свое время дополнительную поперечную связь. Ниже этого ряда бревен шла снова кладка из рваного камня и булыжника на растворе ганча с глиной на глубину 1,80 м, где уложен был второй ряд деревянных прокладок... Ниже второго ряда деревянных связей, на глубину 2,50 м, продолжается кладка из крупного булыжника на растворе из жирной глины; подошва фундамента покоится на постели из чистой глины слоем в 0,6 м. Таким образом, общая глубина заложения кладки фундамента порталного устоя равна 4,55 м».

«Важно отметить, что фундамент не только не выступает вперед поля стены... но идет отвесно на глубину 1,80 м и далее (после второй прокладки из дерева) уходит вниз, отступая в глубь стены на 0,35 м, суживаясь, таким образом, книзу».

Н. М. Бачинский. Мечеть в Анау. Отчет о ремонтно-консервационных работах Туркменского ин-та истории в 1936 г. РФГАН СССР, Ашхабад, 1938.

¹⁷ «Муджам ал Булдан» — «Словарь стран» — сочинение Якута ибн-Абдаллаха ар-Руми ал-Хамави (1178—1229 гг. н. э.). «Материалы по истории туркмен и Туркмении», т. I, М.—Л., 1939, стр. 419—420.

В другом переводе этот же автор именуется Шихаб-ал-дин Абу-Абдаллах Якут ал-Хамави, а книга его — «Алфавитный реестр стран». Ср. В. А. Жуковский. Цит. соч., стр. 33.

¹⁸ Ср. Н. М. Бачинский. Памятники сельджукского времени в Туркмении. Ежегодник Ин-та истории искусств АН СССР, М., 1949 (находится в печати).

¹⁹ Высота мавзолея султана Санджара по внутреннему обмеру равна 36 м, толщина стен в цокольной части — 5 м, при размере внешней стороны квадрата плана более 27 м. Следует учесть, что в свое время мавзолей завершался еще наружным куполом-рубашкой с изразцовой облицовкой. О голубом куполе, «видном за сутки пути», упоминает цитированный выше Якут, оставивший описание Мерва незадолго до разгрома города монголами (в 1221 г. н. э.). Ср. В. А. Жуковский. Цит. соч., стр. 34.

²⁰ Когда настоящая работа находилась уже в типографии, вышел в свет весьма ценный труд С. П. Толстова «По следам древне-хорезмийской цивилизации», в этой книге приводятся данные о песчаных подушках и других конструкциях, принципиальная сущность которых полностью совпадает с высказанными нами соображениями.

²¹ Ср. Б. Н. Засылкин. Памятники архитектуры и их реставрация. Сб. I, М., 1926, стр. 140.

²² Ср. Н. М. Бачинский. К вопросу об антисейсмических мероприятиях среднеазиатских зодчих. ПИДО, № 5, Л., 1934, стр. 104 и сл.; Н. М. Бачинский. Исследование и освоение материалов и методов старых среднеазиатских зодчих. ДАН СССР, 1941, т. XXX, № 3, стр. 278 и сл.

²³ Надо думать, что такая камышовая подушка в состоянии выдержать весьма высокие нагрузки на сжатие без деформации отдельных стеблей. Ни в одном из обследованных нами объектов с сохранившимися «камышовыми поясами» не удалось обнаружить раздавленные стебли камыша. После многовекового нахождения в кладке стен камыш только потемнел, но совершенно не производит впечатления ветхого или дряблого материала.

²⁴ И. Мушкетов. Землетрясения, их характер и способы наблюдения. Прилож. к ИРГО, т. XXVI, СПб., 1890, стр. 2.

²⁵ С. Бриллинг. Сейсмостойкие конструкции, ТЭ, т. 20, М., 1933, стр. 460.

²⁶ Придворный историк Тимура Шереф-ад-дин ал-Язди в своей книге «Зафар наме» («Книга побед»), описывая новую соборную мечеть, говорит о 480 столбах из тесаного камня, высотой по 7 гязов.

Другой современник постройки — Хафаз-и-Абру — говорит о 400 цельных мраморных колоннах.

В наши дни исчерпывающая теоретическая реставрация мечети Биби-Ханым сделана архитектором Ш. Ратия, который и установил число колонн в этой мечети в момент ее постройки.

²⁷ Цит. по М. Е. Массон. Соборная мечеть Тимура, известная под именем мечети Биби-Ханым. Ташкент, 1926, стр. 8.

СПИСОК ИЛЛЮСТРАЦИЙ

Рис. 1. Мавзолей султана Текеша. Куния-Ургенч. Туркменская ССР. Стр. 13.

Рис. 2. Так называемый мавзолей Фахр-ад-дин Рази. Куния-Ургенч, Туркменская ССР. Стр. 15.

Рис. 3. Мавзолей Наджм-ад-дин Кубра. Куния-Ургенч, Туркменская ССР. Стр. 17.

Рис. 4. Мавзолей султана Санджара в Старом Мерве. Байрам-Алийский район, Туркменская ССР. Стр. 19.

Рис. 5. Раскоп фундамента мавзолея султана Санджара с внешней стороны (у северо-западного угла). Стр. 20.

Рис. 6. Раскоп фундамента мавзолея султана Санджара с внутренней стороны (у северо-восточного угла). Стр. 21.

Рис. 7. Мавзолей на горе Тахт-и-Сулейман, около г. Ош. Киргизская ССР. Стр. 23.

Рис. 8. Мавзолей Чупан-Ата, вблизи Самарканда. Стр. 23.

Рис. 9. Схема устройства земляной прослойки и камышовых прокладок в цокольной части сооружения. Стр. 25.

Рис. 10. Мечеть-ханак в Чор-Бахре. Бухарский район, Узбекская ССР. Стр. 26.

Рис. 11. Цокольная часть в мечети-ханак в Чор-Бахре. Два слоя камыша в каменной кладке. Стр. 26.

Рис. 12. Мавзолей Али-султана. Куния-Ургенч, Туркменская ССР. Стр. 27.

Рис. 13. Камышовая подушка в цокольной части мавзолея Али-султана. Стр. 29.

Рис. 14. Камышовая прокладка в цокольной части безымянного мавзолея в Чор-Бахре. Стр. 29.

Рис. 15. Среднеазиатский каркас из жердей в стене жилого дома. Стр. 31.

Рис. 16. Внешняя стена среднеазиатского каркасного жилого дома: небольшой цоколь, камышовая прокладка и нижняя обвязка каркаса. Стр. 31.

Рис. 17. Рисунок арки в одной из старых сырцовых построек в Старом Мерве; трещины в определенных местах кладки арки. Стр. 33.

Рис. 18. Среднеазиатские деревянные колонны в жилом доме на отдельно стоящих базах и с фигурными подбалками. Стр. 35.

Рис. 19. Схема расположения шипов в среднеазиатской деревянной колонне и в подбалке. Стр. 37.

*Печатается по постановлению
Редакционно-издательского совета
Академии Наук СССР*

*

Редактор *Е. М. Фойберг*
Технический редактор *Л. И. Шашкова*
Корректор *В. Б. Калецкая*

*

РИСО АН СССР № 3472. А — 01439 Издат. № 1933
Тип. заказ № 2058. Подп. к печ. 31/1 1949 г. Формат
бум. 84×108¹/₃₂. Печ. л. 3. Уч.-издат. 2¹/₂. Тираж 5000.

2-я тип. Издательства Академии Наук СССР.
Москва, Шубинский пер., д. 10

