

ЕСТЕСТВЕННЫЕ СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ КОМФОРТА ЖИЛИЩА В КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ ИРАНА

З.С. Эйса

Московский архитектурный институт (Государственная академия), Москва, Россия

Аннотация

Предлагаемая статья посвящается рассмотрению естественных способов улучшения комфорта жилища в климатических условиях Ирана на примере опыта традиционной жилой архитектуры Ирана и стран со схожим климатом.

На взгляд автора это весьма актуально, так как сегодня в Иране идет активное строительство жилья и ввиду особенностей климата и экономического состояния необходимо фокусироваться на естественных способах охлаждения и вентиляции жилых помещений. Таким образом, сегодня необходимо аккумулировать знания и опыт подобных методов, чтобы использовать их положительные стороны.

В основу положены исследования и практические примеры городов Ирана и стран со схожим климатом. В списке литературы приводятся некоторые статьи иранских авторов, подтверждающие значимость экономических методов охлаждения и вентиляции в развитии жилища в Иране.

Ключевые слова: охлаждение, испарение, проветривание, естественные способы, жаркий климат, ловец ветра, внутренний двор

NATIVE METHODS TO IMPROVE HOUSING COMFORT IN IRAN CLIMATE

Z.S. Eisa

Moscow Institute of Architecture (State academy), Moscow, Russia

Abstract

The offered paper is dedicated to consideration of the features and specific methods of cooling and ventilation in the climate of Iran, based on traditional experience of Iran and other countries of similar climate.

From author point of view it is rather actual, as currently there is a significant focus on extensive growth of housing in Iran, while climate and economical situation brings focus to native methods of cooling and ventilation with no extra energy requirement for support. So today it is quite important to accumulate the information on the experience in the way that will afford to acknowledge positive outcomes in the future.

Researches and practical examples of the New Towns in Iran are put in a basis. There are some articles of Iranian authors in the list of literature that confirms the significant role of New Towns concept in housing development in Iran.

Keywords: cooling, evaporation, ventilation, native methods, hot climate, wind-catcher, courtyard

Естественные способы повышения комфорта жилища в климатических условиях Ирана

Ввиду климатических особенностей Ирана для улучшения комфорта жилища необходимо добиваться эффекта охлаждения. С точки зрения экономичности лучше всего подходят естественные способы, не требующие дополнительных затрат электроэнергии. Большой опыт использования различных способов повышения комфортности жилища накоплен в истории жилищного строительства Ирана и стран со схожими климатическими особенностями.

Охлаждающий эффект движения воздуха работает в двух направлениях. Первое – это способствование охлаждению посредством испарения. Второе – замещение теплого воздуха прохладным воздухом, таким образом, снижая окружающую температуру.

Обеспечение движения воздуха имеет большое значение для охлаждения тела. При нормальных условиях комфорта потеря тепла тела идет за счет движения воздуха (30%), излучения (45%) и испарения (25%). Конвекция и испарение усиливаются за счет движения воздуха. Когда тело разгорячено, следом за испарением жидкости с поверхности кожи идет потение, что приводит к процессу обмена теплом, который охлаждает тело. В условиях низкой относительной влажности, типичной для сухого жаркого климата, сухой горячий воздух легко впитывает влагу, и испарение идет с большой скоростью. В жарких влажных условиях, где воздух уже влажный, испарения тяжелее впитываются в воздух и скорость охлаждения снижается или, если воздух насыщен, могут полностью прекратиться - увеличивается дискомфорт.

Таким образом, в жарких влажных условиях движение воздуха жизненно важно, чтобы заменить насыщенный влагой воздух около поверхности тела воздухом, который имеет более низкую степень влажности и обеспечивает большую степень охлаждения за счет испарения. По мере увеличения скорости движения воздуха увеличивается объем испарения и охлаждения. Значительное охлаждение возникает на скорости движения воздуха между 0.2 м/с и 2 м/с, но слишком большая скорость движения воздуха может быть раздражающей. В очень холодном климате испарение называют коэффициентом резкости погоды. Оно приводит к тому, что тот же уровень температуры воспринимается человеком, как более низкий, чем в сухом климате.

Таким образом, подставить тело ветру является одним из способов охлаждения, и многие дома в жарком климате спроектированы таким образом, чтобы во время жаркого сезона получать пользу от господствующих ветров. Это видно как на примере террасы для сна на уровне мезонина (талар), имеющейся в провинциальных домах Гилана на севере Ирана, так и на крытых площадках для приема пищи и сна, которые являются элементами практически всех домов Лаоса на равнине Вьентьян.

В умеренных условиях охлаждение достигается путем простого открывания дверей и окон, при условии, что наружная температура ниже. В условиях повышенной влажности помогает любая вентиляция, а для ее осуществления целые стены часто строятся в виде тонких экранов, сквозь которые может проходить воздух. Например, стены, представляющие собой ширмы из листьев финиковой пальмы в Аль Батинах, прибрежных домах Омана, обеспечивают сквозную вентиляцию, где в полной мере ощущается польза морского бриза. В то же время они создают зрительную приватность и контроль доступа солнечного света. Замысловатый деревянный «машрабия» (mashrabiyya) в Египте выполняет схожую функцию. Окна с экранами до сих пор производятся в Тимбукту (Мали) и Марракеше (Марокко). Во влажных регионах отверстия часто находятся на низком уровне так, что ветер проходит по телу жителей и увеличивает охлаждение за счет испарения. В жарких странах для того, чтобы обеспечить движение воздуха в комнатах, также используются потолочные вентиляторы.

Охлаждение может также быть вызвано тем, что горячий воздух поднимается вверх, а холодный опускается вниз. Во многих старых домах Среднего Востока глубокий

центральный двор, окруженный комнатами, и не проводящий тепло массив толстых стен работают как шахта, в которую оседает холодный ночной воздух и затем охлаждает комнаты, окружающие двор. В свою очередь, в ночной период теплый воздух, образовавшийся в течение дня во внутреннем дворе, поднимается из него, когда температура окружающего воздуха снижается. Тот же самый эффект разницы давления холодного и теплого воздуха используется в домах с двойным внутренним двором, примеры чего существуют в Каире: в солнечном центральном дворе горячий воздух поднимается вверх, чтобы быть замещенным охлажденным воздухом, подтянутым из прилегающего затененного маленького двора. В свою очередь, прохладный воздух из верхней части здания подтягивается в малый внутренний двор. Крытая зона для сидения или айван между двумя внутренними дворами выигрывают за счет этого движения воздуха. Схожее стимулированное охлаждение появляется и на улицах Старого Каира, где пересекаются узкие затененные аллеи, проходящие с востока на запад, и широкие основные солнечные улицы, проходящие с севера на юг. В египетских домах располагаются специальные пористые емкости с водой, *maziaga*, чтобы использовать это движение воздуха для испарения. Вода испаряется с поверхности емкости и охлаждает и воздух, и воду.

В Индии охлаждение традиционно достигается за счет мокрых циновок. Во многих странах вода в бассейнах и фонтанах используется как элемент охлаждения в комбинации со сквозной вентиляцией, достигнутой за счет специальных отверстий.

Вентиляция – это обмен воздухом между внутренностью дома и окружающей территорией. Для естественной вентиляции движение воздуха обусловлено давлением ветра или эффектом температурных различий внутри и снаружи. Движение воздуха идет через отверстия в оболочке здания, варьирующиеся от маленьких трещин до крупных намеренно сделанных.

Цель вентиляции – поддержать качество воздуха для жителей, замещая использованный кислород, убирая выдыхаемый углекислый газ, испарения воды, запахи и загрязнения. Вентиляцию часто измеряют в смене воздуха в час, объем замененного воздуха каждый час - в единицах объема всего здания. Типичное значение для этого параметра будет между 0,5 и 5 и обусловлено тепловым эффектом и/или давлением ветра.

В холодном климате вентиляция создает нежелательную потерю тепла, которая логически могла бы быть минимизирована за счет уменьшения вентиляции. Однако, как только уменьшается вентиляция, возрастает концентрация загрязнений в воздухе, так что необходимо искать компромисс. Если уровень загрязнения очень высок, как в случае открытого огня, уровень вентиляции должен быть очень высоким. Это приводит к высокой потере тепла, и внутренняя температура помещения становится только незначительно выше температуры за окном. Примером является средневековый фермерский дом на юге Англии, где дым вытягивается большими незастекленными окнами (ветряными окнами). Полевые исследования показывают, что типичная температура была всего на один или два градуса выше окружающей среды и комфорт достигался в большей степени за счет излучения тепла от горящего огня.

Интересно отметить, что использование высокого уровня вентиляции нивелирует плюсы тепловой изоляции помещения, поскольку температурная разница внутри и снаружи обычно маленькая.

В очень холодном климате высокий уровень вентиляции может быть неприятным. В жарком климате получение тепла за счет вентиляции может привести к нежелательному нагреву. Выходом может служить ограничение вентиляции, а именно во время и сразу после полудня, когда температура окружающей среды, скорее всего, значительно выше зоны комфорта.

Физические основы вентиляции

Движение воздуха сквозь структуру в ответ на разницу давления обусловлено либо эффектом плавучести, либо ветром. Эффект плавучести создается воздухом, который теплее, чем воздух окружающей среды, поскольку теплый воздух имеет более низкую плотность, чем прохладный воздух. Создаваемое давление зависит от средней температурной разницы внутри и снаружи и высоты колонны теплого воздуха. Если есть отверстия наверху и внизу трубы, более холодный и тяжелый воздух войдет в более низкое отверстие и заменит более теплый и легкий воздух наверху.

Это известно как вентиляция вытесняющим потоком, и если имеется источник тепла, который продолжает нагревать воздух внутри помещения, поток будет продолжаться. Важно отметить, что в этих условиях температура нижнего слоя воздуха будет близка к температуре за пределами здания, а верхнего слоя будет выше. Это часто увеличивает комфорт населенного региона, где вентиляция служит задачам охлаждения. Это можно обнаружить и в зданиях, где содержатся животные, и где высокая плотность животных требует высокого уровня вентиляции.

В случае, когда отверстия делаются только наверху, теплый воздух будет выходить под давлением, приводя к падению давления в здании. Это приводит к тому, что прохладный воздух приходит внутрь через те же отверстия для компенсации потерь теплого воздуха. Двухстороннее движение воздуха через то же отверстие создает перемешивание и предотвращает скачки температур. Этот вид называют вентиляцией перемешивания, и он подходит для вентиляции в холодных условиях. В этом случае коэффициент резкости холодного воздуха смягчен смешиванием с более теплым воздухом.

Давление создается на поверхности, когда бы движущийся воздух не встречал препятствие и не менял направление. Распределение давления зависит от направления движения ветра и геометрии поверхности. Давление в основном будет положительным с наветренной стороны покатой крыши и отрицательным на подветренной стороне плоских крыш и крыш с малым наклоном (Рис. 1).

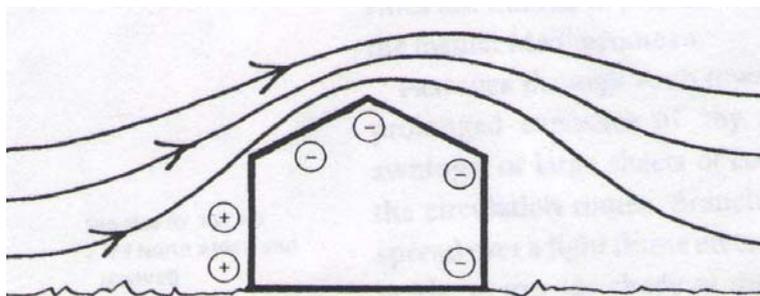


Рис. 1. Распределение давления при ветре

Распределение бокового давления является источником сквозной вентиляции. Поток воздуха в этом случае идет сквозь здание по направлению от наветренной к подветренной стороне здания. Для этого необходимо, чтобы внутренние помещения здания не были перегорожены поперечными стенами, или, в случае закрытых комнат, были бы сделаны отверстия на высоте. Для очень открытых структур поток воздуха может ощущаться как продолжение внешнего ветра, уменьшенного фактором трения из-за конструкции и препятствий, созданных зданием (Рис. 2). Здания в теплых влажных тропиках часто хорошо адаптированы к тому, чтобы максимизировать вентиляцию за счет ветра.

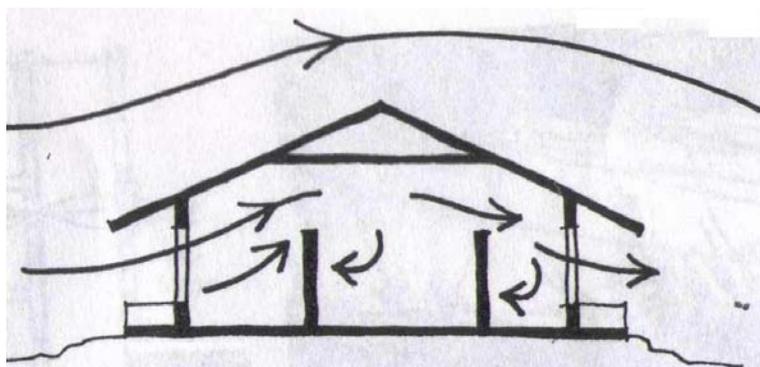


Рис. 2. Для сквозного проветривания необходимы отверстия на высоте

Отрицательное давление создается на крышах, а именно на коньке крыши, предоставляя возможности вентиляции за счет выпуска воздуха через трубы, дымоходы или вентиляторы, расположенные на крыше или коньке крыши. Преимущества этой конфигурации в том, что поток воздуха, усиленный давлением ветра дополняет эффект естественной тяги. Это очевидно важно там, где труба используется для оттока дыма, но также может быть преимуществом, когда труба используется для вентиляции и охлаждения. Положительное давление может также быть создано притяжением потока воздуха с помощью ловцов ветра (бадгиров и maqlafs), что можно увидеть в традиционной архитектуре Среднего Востока.

«Воздушный поток»

«Воздушный поток» - эффект сквозной вентиляции, потока воздуха, идущего через несколько отверстий от входной двери, через внутренний двор и наружу через отверстия в задней части дома. Это называется вамсамоолам (vamsamoolam) - "Линия жизни" дома. Входная группа (rezhi) действует как аэродинамическая труба, направляющая случайный ветер во двор, который лежит на пути этого «воздушного потока» и, в свою очередь, вентилирует жилые помещения, группирующиеся вокруг него (Рис. 3).

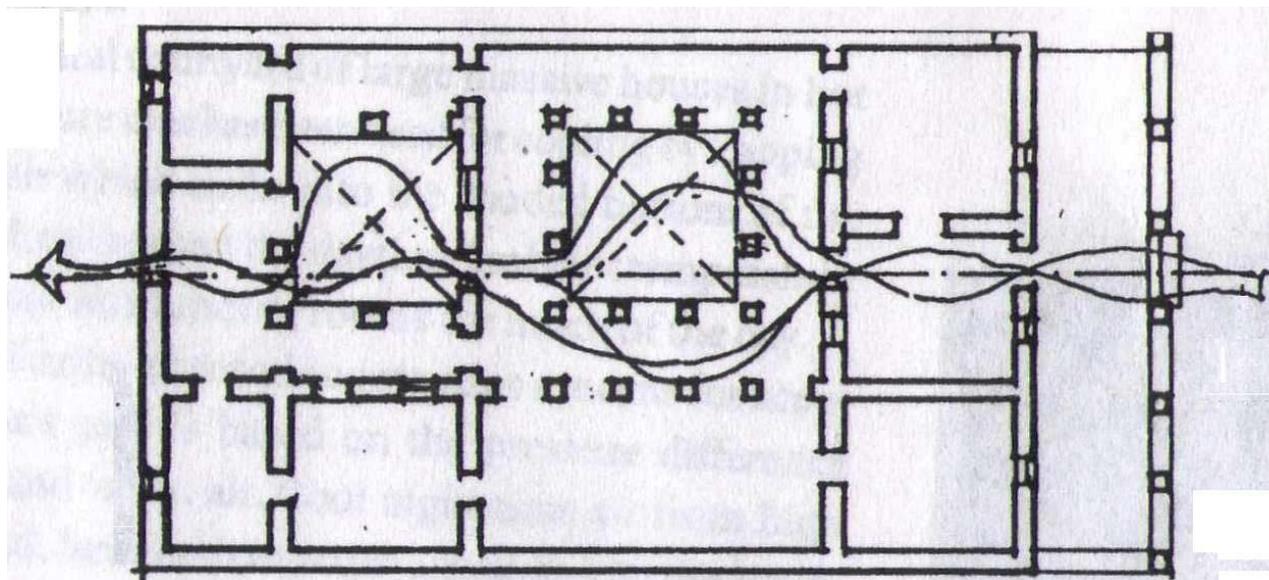


Рис. 3. Движение воздуха в здании

Узкие улочки с домами по обе стороны уменьшают прямое освещение стен, так как отбрасывают тени друг на друга (Рис. 4).

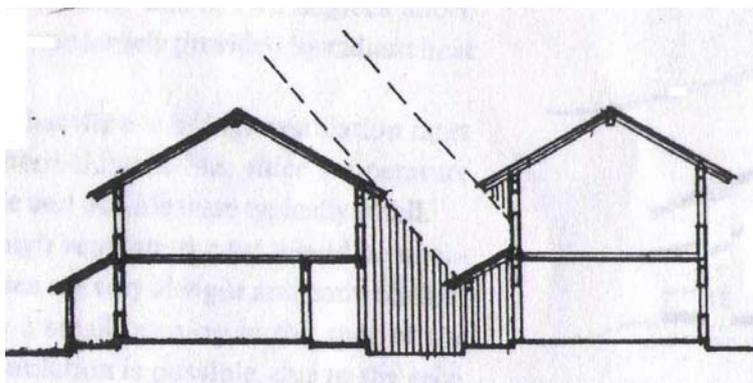


Рис. 4. Эффект тени за счет узких улиц

В то время как глубокие свесы перекрывают большую часть прямого солнечного света на стенах, входная веранда защищает внутренние помещения. Обычно стены делаются толстыми, чтобы уменьшить теплопроводность. Центральный двор (anganam или muttram) типичного традиционного дома является пассивным солнечным устройством, используемым как в горячих влажных, так и в сухих жарких регионах. Используемый как истинные легкие жилого дома, он является частью воздушного потока и основным источником воздухообмена внутреннего пространства строения и окружающего открытого пространства. В более сухих регионах во дворе для охлаждения и увлажнения приточного воздуха находятся водные объекты. Основная функция веранды (alindram) - предотвращение прямого нагревания и попадания яркого солнечного света в дом. Внешние веранды имеют сделанные из камня места для сидения с подголовниками (tinnais), которые являются прохладным и удобным местом для проведения неофициальных собраний. Аналогичным образом, внутренние проходы, прилегающие ко двору, сдерживают попадание тепла снаружи и обеспечивают движение воздуха в интерьерах внутренних пространств.

Устройства для отбрасывания тени

В жарком климате устройства для защиты от солнечного излучения часто самодельные или сделаны на случайной основе. Использование деревьев, дающих тень, наиболее простой метод с точки зрения человеческих усилий, но сознательно избранный с целью охлаждения. Могут быть выбраны любые виды деревьев, имеющие широкий размах плотных ветвей и листья, чтобы обеспечить прикрытие. Они также очищают и фильтруют воздух. Многие поселения африканских саванн построены рядом с такими деревьями, которые используются как места сбора, а иногда используются старейшинами для обучения детей. Там, где тени деревьев не могут быть использованы, могут быть построены солнечные решетки, по которым тянутся виноградные лозы, оставляя пятнистые тени, как это принято в островной части Средиземноморья.

Проходы через арабские города часто изгибаются, снижая длительное воздействие солнца на любую свою часть. Кроме того, через дороги могут быть натянуты навесы или большие листы грубой ткани. Чтобы обеспечить необходимую тень, могут также использоваться ветки и солома, распределенные по рамке, которую возводят между домами. Несколько слоев подобных навесов, широко отделенные друг от друга для прохода воздуха, могут быть использованы на входе в крытый базар.

Внутренний двор

Центральный двор в большом массиве домов в жарком сухом климате - это особенность, которая была использована для охлаждения путем захвата прохладного ночного воздуха из затененной нижней части двора (Рис. 5(a,b)).

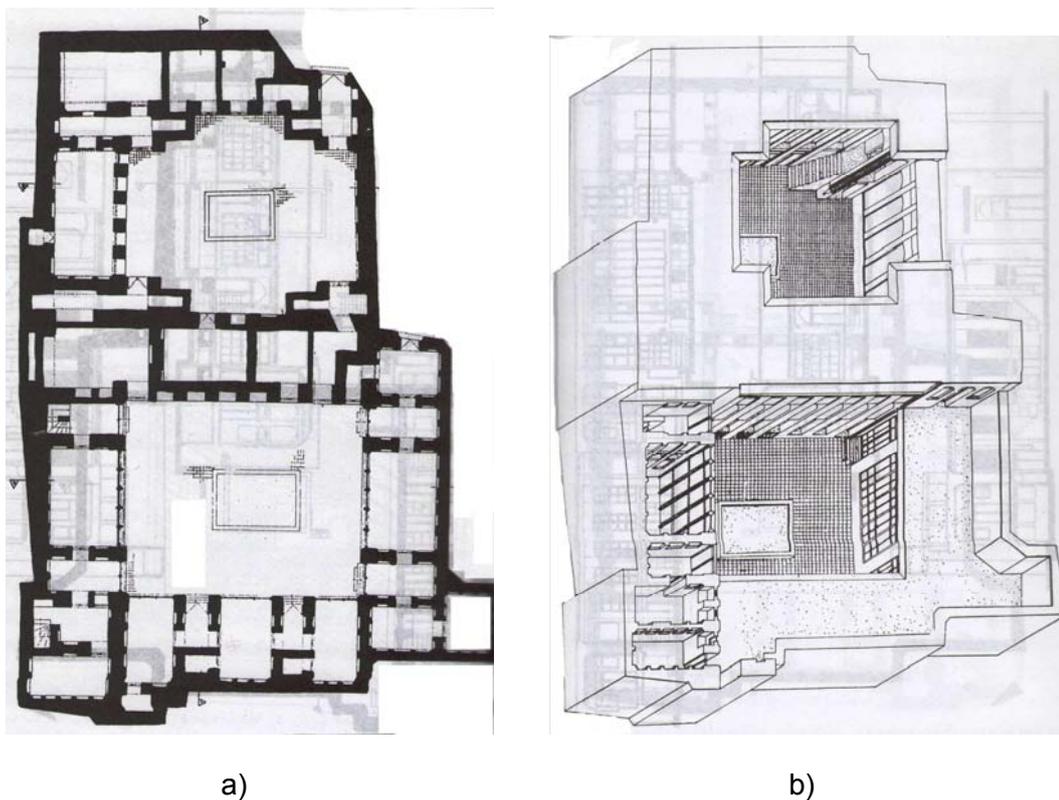


Рис. 5(a,b). Дом с внутренним двором, Иран: а) план; б) общий вид

Будучи тяжелее воздуха дневной температуры окружающей среды, он охлаждает окружающие комнаты на протяжении большей части дня. Принцип использования центрального двора в качестве средства для охлаждения прилегающих комнат основан на перепаде давления между прохладным и теплым воздухом. Прохладный ночной воздух с уровня гораздо выше двора, будучи тяжелее, чем теплый воздух, погружается во двор и замещает немного более теплый воздух, который накопился там в течение дня и которые не в состоянии покинуть помещения потому, что дневная температура воздуха над двором выше. Этот эффект работает в климате, где есть существенная разница между высокой дневной температурой и холодными ночами. Но для того, чтобы холодный воздух потом остался в основании двора, наружные стены окружающих помещений должны быть построены из материалов, которые обеспечивают изоляцию от внешнего тепла из-за своей теплоемкости и не должны иметь почти никаких внешних отверстий. Ветер, проходящий через комнаты во двор, заменит прохладный воздух. Такая же теплоемкость стен, выходящих во двор, будет также сохранять прохладу двора и прилегающих комнат, но именно объем воздуха во дворе и комнатах действует как основной запас охлаждения.

Для достижения эффекта охлаждения важно также, чтобы двор был достаточно глубоким по сравнению с высотой окружающих стен для того, чтобы основание двора оставалось в тени большую часть дня, если не весь день. Если двор слишком большой, или стены слишком низкие, эффект попадания холодного воздуха не будет достигнут. Успех принципа охлаждения двора таким способом зависит от сочетания климата, формы здания и материалов стен. Из-за того, что эта комбинация не всегда достигается, некоторые исследователи поставили под сомнение эффективность принципа охлаждения двора. Но прохладные глубокие дворы, которые находятся в Салала, на южном побережье Омана, и те, что еще можно встретить в старых домах города Каир, свидетельствуют об эффективности двора с охлаждающим эффектом. Некоторые из самых экстремальных примеров существуют в плотно построенных жилищах в поселениях Ksar долины Драа в Марокко, где глубокие узкие дворы шахтой проникают в глубины зданий.

Внутренний двор: охлаждение движением воздуха

В жарком климате солнце является основным источником тепла. Дворы могут уменьшить получение тепла от солнца за счет скопления зданий и через затенение. Из-за того, что здания с центральным двором располагаются вокруг центрального уличного пространства, они могут быть объединены по внешнему периметру, уменьшая общую площадь здания, открытую солнцу. Эту агрегацию можно увидеть во многих городских районах от Марракеша до Сучжоу. Пространство двора может быть затенено с помощью перекинутых навесов, таких как решетки и увитые зеленью укрепления, или за счет проектирования пропорции двора. Дворы, высота которых больше, чем их ширина, обычно исключают попадание солнечного света на землю на протяжении большей части дня. При уменьшении солнечного света внутренний двор становится удобным и приятным для обитания на протяжении дня и ночи.

Горячий, сухой климат характеризуется большой разницей температур между днем и ночью. Массивные строительные материалы, такие как саман, глина или камень, имеют большую теплоемкость. При их использовании для создания стен и крыши пространства, окружающего двор, они обеспечивают тепловую инерцию: материалы поглощают тепло днем и излучают тепло более холодному пространству ночи, уменьшая суточные температурные перепады и давая охлаждение в течение дня.

Во дворах, где присутствуют существенные области без затенения, могут быть использованы способы движения воздуха с помощью конвекции. Когда солнце попадает на пол двора, земля становится источником тепла, который согревает нижний слой воздуха. Поднимающийся нагретый воздух должен быть заменен на более прохладный воздух из окружающего пространства. Эта постоянная замена нагретого воздуха создает ветер, который влияет на уровень комфорта человека путем испарения пота. При усилении тепловой конвекции за счет массивных материалов, устанавливается больший контраст температур между теплым и холодным воздухом, порождая более сильный ветер. Вечером теплый воздух поднимается из двора и заменяется охлажденным ночным воздухом, который охлаждает окружающие комнаты. Двор служит местом обмена для поднимающегося горячего воздуха и опускающегося холодного воздуха. При использовании конвекционного охлаждения, двор обычно необитаем в дневное время. Между двором и окружающими комнатами должно быть добавлено крыльцо или затененное промежуточное пространство, чтобы в полной мере воспользоваться движением воздуха, либо должно существовать несколько дворов, чередующих затенение и солнце (Фатхи).

Бадгиры (ловцы ветра)

Ловец ветра (ветряная башня) – это другая система охлаждения, использующаяся в Каире, в старых кварталах городов стран Персидского залива, на северном побережье Аль Батинах в Омане, в городах пустынь Ирана и Ирака, в регионе Синдх в Пакистане. Башню строят выше уровня крыш для того, чтобы поймать более прохладный и обычно менее пыльный воздух, который находится выше над землей, и затем опускается в комнаты (Рис. 6(a-d)).

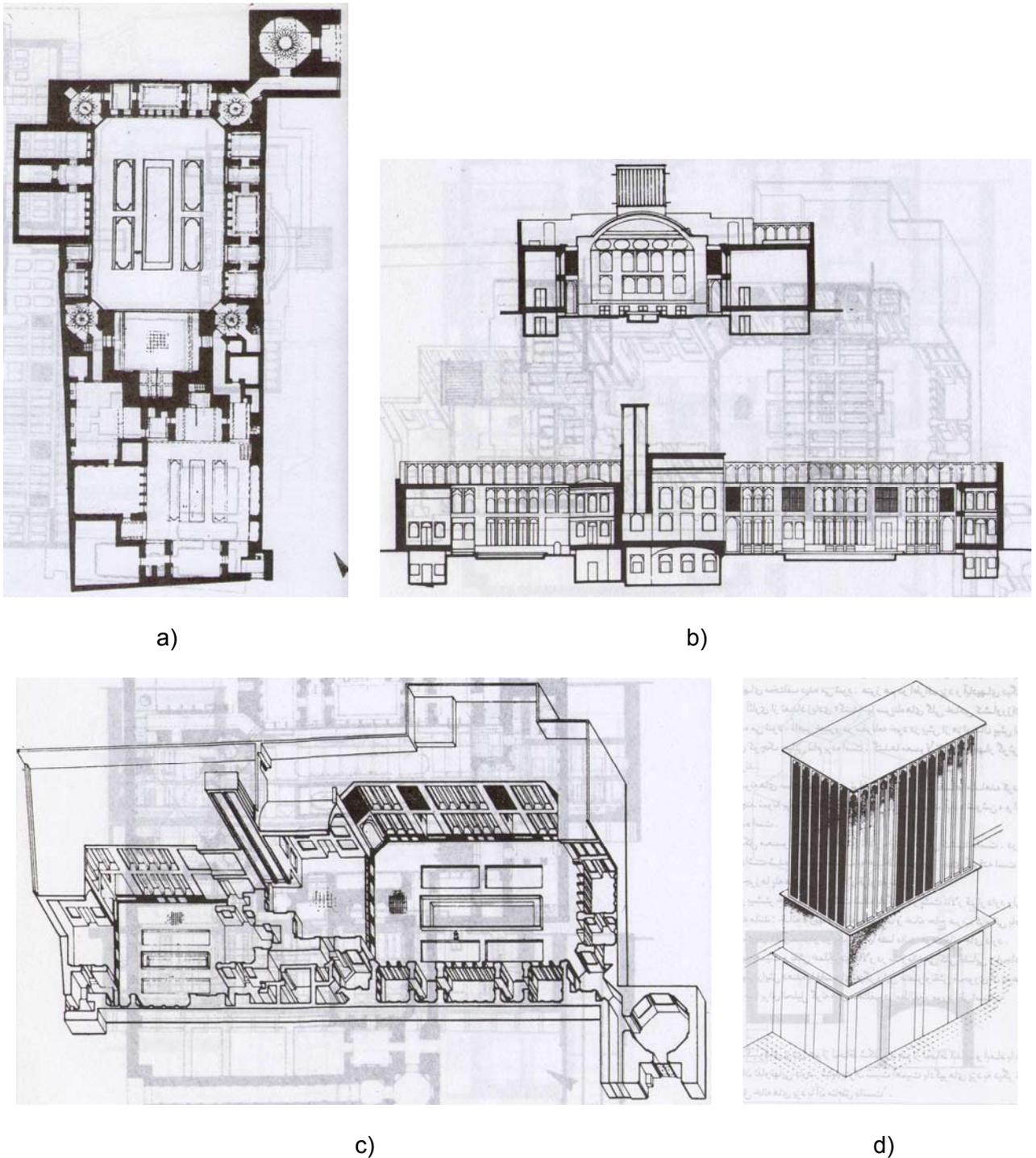


Рис. 6(a-d). Бадгир, Иран: а) план; б) фасад, разрез; в) общий вид; д) элементы бадгира

Формы бадгиров могут значительно различаться. Самые простые состоят из вентиляционной шахты, которая направлена в сторону господствующего ветра и соединяется с отверстием в потолке комнаты, которую охлаждает. Наиболее продуманная, найденная в Бах-е-Доулатабат в Йезде, является восьмигранной кирпичной башней высотой в 32 м. Она имеет наверху вентиляционные отверстия высотой в 1,2 м, через которые воздух попадает с любого направления в сад-павильон у основания.

Тип ловца ветра, использующегося в разных регионах Среднего Востока, зависит напрямую от особенностей климата и местных физиологических потребностей к охлаждению жильцов здания. В очень жарком сухом климате, таком как в Багдаде в Ираке (с температурой воздуха до 50 градусов), ловцы ветра используются только для того, чтобы избавиться от

высокой влажности и запаха в подвале, где может проживать до 20 членов большой семьи. В жарком сухом климате, где температура обычно не превышает 40 градусов, большие ловцы ветра обслуживают подвал и первый этаж летних помещений. Они важны ночью для охлаждения всей структуры комнат, и днем для охлаждения жилых помещений путем конвекции, а при особо высоких температурах – за счет испарения, двигая воздух по поверхности кожи жильцов. В экстремально жарком влажном климате Персидского залива, где единственной эффективной стратегией для физиологического охлаждения при температуре воздуха, превышающей температуру кожи (35,5 градусов), является охлаждение за счет испарения. Жизненно важно, чтобы воздух постоянно находился в движении вокруг тела и поэтому построены бадгиры огромного размера, чтобы обеспечить максимальное движение воздуха.

В городах пустынь в Иране многие башни поднимаются высоко над уровнем крыш. Некоторые ловцы ветра ориентированы таким образом, чтобы ловить воздух только определенного направления, как, например, *malqaf* в Каире, у которого отверстие имеется только с одной стороны, и ловцы ветра в Синдхе, которые ориентированы в направлении моря. Ловцы ветра в Иране, Омане и Дубаи направлены в несколько сторон, с отверстиями на двух или четырех сторонах, и с несколькими вертикальными шахтами. Ловцы ветра на побережье Аль Батинах часто просто сделаны из жердей и мешковины, и они могут быть убраны на зиму, когда нет необходимости в охлаждении. Ловцы ветра в квартале Бастакиа в Дубаи, и в таких иранских городах, как Йезд, часто искусно украшены. Во всех случаях существует внешний воздуховод, например, слуховое окно. Воздух опускается по одной шахте и поднимается по другой. Этот эффект достигается за счет подкачки воздуха, возникающей из-за воздуха, притягиваемого слуховым окном. Внешним воздуховодом может служить купол с отверстием или деревянная решетка. Движения воздуха могут достигаться за счет выхода воздуха через вытяжную вентиляцию, создавая разрежение в нижних комнатах, которое, в свою очередь, притягивает прохладный воздух вниз из башни – но если воздух снаружи теплее, чем воздух внутри, движения воздуха не происходит, и таким образом более холодный воздух остается в комнатах. Недавняя научная оценка этой часто используемой очень устойчивой традиции охлаждения привела к возобновлению интереса к ее использованию для охлаждения новых зданий.

Охлаждение водой

Вода используется в жарком и засушливом климате для снижения местной температуры путем охлаждения испарением и увлажнения атмосферы - процессы, которые происходят, когда вода испаряется. Такое преобразование требует энергии, которая поглощается от непосредственного окружения, такого как ближайшие стены. Подсчитано, что температура на 1 кубический метр воздуха будет снижена на 1 градус Цельсия от испарения 0,05 г воды (Эванс). Или, как интерпретирует Басам Бехш, 0,05 литра воды будет охлаждать комнату размером 5x5x4 м, содержащую сухой воздух, на 1 градус Цельсия. Таким образом, размещение водоема во дворах домов и в домах на пути потока воздуха позволит снизить температуру окружающей среды.

Литература (References)

1. Paul, Oliver. *Encyclopedia of Vernacular Architecture of the World*, volume 1, Cambridge; New York; Melbourne: Cambridge University Press, 1998
2. Paul, Oliver. *Encyclopedia of Vernacular Architecture of the World*, volume 2, Cambridge; New York; Melbourne: Cambridge University Press, 1998
3. Paul, Oliver. *Encyclopedia of Vernacular Architecture of the World*, volume 3, Cambridge; New York; Melbourne: Cambridge University Press, 1998

4. A'zami. Badgir in traditional Iranian architecture, Islamic Azad University of Tabriz, Department of Architecture, Member of ISES, ASES, IRSES
http://www.inive.org/members_area/medias/pdf/inive%5Cpalenc%5C2005%5CAzami2.pdf
5. Roaf S. Badgir (Iran's Ancient Air Conditioning System), Encyclopedia Iranica
<http://www.kavehfarrokh.com/iranica/learning-knowledge-medicine/professor-s-roaf-badgir-irans-ancient-air-conditioning-system/>
6. Reza. Abouei1, Conservation of Badgirs and Qanats in Yazd, Central Iran, School of Architecture, University of Sheffield, Sheffield, UK
http://www.unige.ch/cuepe/html/plea2006/Vol2/PLEA2006_PAPER628.pdf
7. Badawy A. "Architectural Provision against Heat in the Orient," *JNES* 17, 1958
8. Bahadori M.N. "Passive Cooling Systems in Iranian Architecture," *Scientific American* 239, 2, February, 1978

ДАнные ОБ АВТОРЕ

З.С. Эйса

Аспирант, кафедра Архитектуры жилых зданий, Московский архитектурный институт (Государственная академия), Москва, Россия
e-mail: arch_project@mail.ru

DATA ABOUT THE AUTHOR

Z.S. Eisa

The post-graduate student, chair Architectural Planning of Dwelling Houses, Moscow Institute of Architecture (State academy), Moscow, Russia
e-mail: arch_project@mail.ru