В.М.Фирсанов

Архитектура гражданских зданий в условиях жаркого климата

ИЗДАНИЕ ВТОРОЕ, ПЕРЕРАБОТАННОЕ И ДОПОЛНЕННОЕ

Допущено Министерством высшего и среднего специального образования в качестве учебника для студентов строительных специальностей высших учебных заведений



МОСКВА «ВЫСШАЯ ШКОЛА» 1982

ББК 85.11
Ф62
УДК 725(075.8)

Рецензент
д-р арх., лауреат Государственной премии [redacted]
и премии им. Т. Тораманяна АН Арм. [redacted],
заслуженный архитектор РСФСР О. Х. Халпахчьян

Фирсанов В. М.

Ф62 Архитектура гражданских зданий в условиях жаркого климата: Учебник для студентов архит. и строит. специальностей вузов. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Высш. школа, 1982. — 248 с.; ил.

В пер.: 1 р. 10 к.

Книга посвящена одной из ведущих проблем современного строительства — архитектуре в условиях жаркого климата. Обобщается и анализируется отечественный и зарубежный опыт проектирования и строительства в этих специфических условиях в свете требований современной архитектурно-градостроительной науки. Обосновывается дифференцированный подход к решению строительных задач для районов с жарко-сухим и жарко-влажным климатом.

Во второе издание включен не только новый материал, но и значительно обновлен старый. Иллюстративная часть пополнилась оригинальными фотографиями и чертежами.

Ф $\frac{4902000000-638}{001(01)-82}$ 119—82

ББК 85.11
72

Владимир Михайлович Фирсанов

Архитектура
гражданских зданий
в условиях
жаркого климата

Зав. редакцией Б. А. Ягупов
Редактор Т. Ф. Мельникова
Мл. редактор Г. К. Ионова
Художник Ю. Д. Федичкин
Худож. ред. С. Г. Абелин
Технический редактор А. К. Нестерова
Корректор Г. И. Кострикова

ИБ № 3612

Изд. № Стр.-398. Сдано в набор 26.05.82. Подп. в печать 03.11.82. Т—19430. Формат 70×90¹/₁₆. Бум. тип. № 1. Гарнитура журнально-рубленая. Печать высокая. Объем 18,13 усл. печ. л. Усл. кр.-отт. 18,71. Уч.-изд. л. 22,49. Тираж 10 000 экз. Зак. № 1271. Цена 1 р. 10 к.

Издательство «Высшая школа»,
Москва, К-51, Неглинная ул., д. 29/14.

Ярославский полиграфкомбинат Союзполиграфпрома при Государственном комитете [redacted] по делам издательств, полиграфии и книжной торговли. 150014, Ярославль, ул. Свободы, 97.

© Издательство «Высшая школа», 1982

Предисловие

В нашей стране наблюдается небывалый размах гражданского и промышленного строительства, развитие многочисленных старых городов и формирование новых, в том числе и в ее южных районах (на юге Казахской [redacted] в Средней Азии, Закавказье и т. д.).

Это имеет место и в ряде зарубежных стран, как индустриально развитых, так и молодых, развивающихся, расположенных на территориях с жарким климатом. Многие завоевавшие независимость государства Азии, Африки и Латинской Америки осуществляют большой объем строительных работ при интернациональной помощи [redacted] и стран социалистического содружества.

За последние два десятилетия зодчество сделало большой качественный шаг в своем развитии, особенно в [redacted] и странах социализма. Изменяется общее содержание архитектурного творчества, утверждается новое понимание архитектуры как социального явления. Решающее значение приобретает градостроительство, проблема ансамблевости, комплекс формирования жилой застройки и общественных центров, промышленных сооружений.

Активизация процессов урбанизации, приобретшей на современном этапе глобальный характер, вызвала необходимость повсеместного учета факторов экологии, рационального использования естественных ресурсов, охраны и улучшения окружающей среды, природной и искусственно создаваемой человеком.

Однако, как показывает архитектурно-строительная практика, в нашей стране и за рубежом еще далеко не всегда и не полностью учитываются специфика природно-климатических условий и национальные особенности быта населения жарких стран при проектировании и возведении различных архитектурных объектов.

В постановлениях партии и правительства [redacted] по строительству и в решениях Всесоюзных совещаний архитекторов последних лет неоднократно подчеркивались слабая научная разработка вопросов градостроительства и архитектуры, насущная необходимость повышения эстетических, идейно-художественных качеств как крупных городских образований, так и отдельных зданий и сооружений для Крайнего Юга [redacted].

Актуальность проблемы усиливается еще и тем, что в одиннадцатой и последующих пятилетках произойдет значительное увеличение объемов промышленного и гражданского строительства в республиках Средней Азии и Казахстане, перспективы развития которых связываются с запасами минерального сырья и топлива, агроклиматическими условиями, благоприятствующими ведению сельского хозяйства, наличием значительных трудовых ресурсов, быстрым ростом населения*.

Накопленный богатый опыт в сфере взаимодействия жаркого климата и архитектуры — одной из важных комплексных проблем современности — уже сейчас требует серьезного критического анализа, всестороннего и глубокого научного обобщения и систематизации, что необходимо для успешного и разумного использования его в теории и практике градостроительства и гражданского зодчества в экстремальных условиях как Советского Союза, так и за рубежом.

Настоящий труд посвящен именно этой проблеме, где автор стремится в ясной и живой форме осветить наиболее актуальные вопросы современной архитектуры и проектно-строительной практики в условиях жаркого климата. Книга состоит из трех основных разделов: в первом дается исторический обзор развития двух архитектурных концепций строительства в жарких поясах планеты; во втором рассматривается специфика природно-климатических факторов, подлежащих учету при проектировании и строительстве зданий и их комплексов; в третьем анализируются

* См.: Материалы XXVI съезда КПСС. М., Политиздат, 1981.

общее состояние и проблемы современной архитектуры и градостроительства на территориях внутритропических широт и субтропиков.

Представляя собой второе, переработанное и дополненное издание вышедшей в свет в 1971 г. книги «Архитектура гражданских зданий в условиях жаркого климата», данный учебник по содержанию и целевому назначению в основном соответствует программе курса «Архитектура в условиях жаркого климата» для строительных специальностей вузов. Вместе с тем учебник по своему характеру отличается от других работ на эту тему: изложение ведется применительно не только к отечественной студенческой аудитории, но и к особенностям подготовки национальных кадров специалистов для развивающихся стран Азии, Африки и Латинской Америки как в вузах [redacted], так и за рубежом; методика исследования выполнена на основе раздельного теоретического анализа для каждого архитектурно-композиционного и конструктивного приема, что придает рассмотрению практического опыта научную объективность и убедительность; в конце каждого раздела приводятся выводы и рекомендации.

Существенная переработка, коснувшаяся во втором издании почти всех разделов, была продиктована настоятельной потребностью не только включить новый материал, накопившийся за истекший период, но и обновить уже вошедшие в работу исследования в свете последних достижений в области архитектуры и градостроительства.

Особенно серьезным изменениям подверглись главы, посвященные истории архитектуры и проблемам планировки и застройки городов в жарких странах.

Введены новые подразделы — «Особенности урбанизации в странах «третьего мира» и «Вопросы архитектурной формы». Коренным образом переработан не только текстовой, но и иллюстративный материал, пополнившийся новыми оригинальными фотографиями и чертежами.

При работе над книгой были изучены вопросы советской и зарубежной практики проектирования и строительства гражданских сооружений, базирующейся на новейших достижениях науки и техники. Акцентировано внимание на определяющей роли социально-экономической обусловленности изменений в характере развития форм организации пространства и трактовке архитектурно-строительных элементов. Произведен анализ физических факторов, определяющих особенности естественной среды, окружающей человека в жарких районах. Выявлено закономерно растущее стремление к созданию органического сплава ценного старого и прогрессивного нового.

Это позволило с широких идейно-художественных, социальных, технических и градостроительных позиций рассмотреть современные тенденции и закономерности архитектуры в специфических условиях, определить круг требований к проектированию зданий и крупных комплексов, выявить характерные композиционные решения, формы и приемы рациональной организации эстетически и экологически благоприятной жизненной среды.

Исследование сопровождалось конкретным проектированием градостроительных объектов для Йемена (жилой поселок и порт Ходейда) в бывшем проектном институте «Союзморпроект» в 1958—1960 гг., ознакомлением с материалами проектирования гражданских зданий для развивающихся стран с жарким климатом в других отечественных проектных институтах, а также длительным пребыванием в Гвинейской Республике и Республике Заир, неоднократными поездками на юг Франции, в Среднюю Азию (Ташкент, Самарканд, Бухару, Шахрисабз, Пенджикент и их окрестности) и во влажные районы Закавказья для проведения натурных наблюдений.

Автор должен отметить то ценное, что он получил от доктора архитектуры Б. П. Михайлова в процессе работы над проблемами строительства в условиях жаркого климата.

Он выражает глубокую благодарность рецензенту д-ру арх. О. Х. Халпахчьяну и искреннюю признательность канд. арх. В. В. Иванову за полезные советы при подготовке рукописи учебника к изданию.

Автор

Введение

Архитектура, или наука и искусство создавать здания, сооружения и их комплексы (ансамбли, города и иные населенные места) в соответствии с законами удобства и красоты, играет большую роль в формировании материальной жизненной среды, в которой живет, трудится и отдыхает человек.

Среду создают как природа, так и общество. Общество культивирует природу, преобразует ее, устанавливает контроль над силами природы, использует и подчиняет ее с помощью строительстаа различных зданий, крупных сооружений и целых городов и соответствующей организации природного окружения.

К. Маркс, отмечая, что только материальным производством обеспечивается диалектически противоречивое единство, взаимодействие общества и природы, человека и среды его обитания, писал: «...Труд есть прежде всего процесс, совершающийся между человеком и природой, процесс, в котором человек своей собственной деятельностью опосредствует, регулирует и контролирует обмен веществ между собой и природой...» [1]. Именно благодаря этому обмену веществ достигается слияние естественной и создаваемой человеком искусственной среды, обусловленной особенностями культуры и социальной организации.

В свою очередь, качества среды оказывают влияние на здоровье и быт людей, их чувства и сознание и тем самым участвуют в формировании физического и морального облика общества, что приобретает особо важное значение в период строительства коммунизма.

Историческое развитие архитектуры, ее содержание и многообразие форм у различных народов вытекают из развивающихся условий материальной жизни общества. С момента зарождения архитектуры главными условиями ее развития были: 1 — способ производства материальных благ, уровень развития производительных сил, степень развития науки и строительной техники; 2 — производственные отношения, общественный строй, образ жизни людей с их идейно-политическими и эстетическими воззрениями, оказывающими влияние на форму организации пространства; 3 — географическая среда (климат и природные условия), поскольку решаются специальные проблемы в целях приспособления зданий и их комплексов к природно-климатическим условиям конкретного района строительства.

Первые два условия являются революционизирующими, они постоянно находятся в движении, изменяются постепенно или внезапно, обусловливая друг друга. Следсвательно, развитие архитектуры можно представить себе как историю развития производительных сил, орудий производства и строительной техники и вытекающих из них производственных отношений, тесно связанных и взаимообусловливающих друг друга.

Относительно постоянным и неизбежным является географическая среда (климат и природные условия). Действительно, полноценная архитектура всегда складывалась в прямой зависимости от природно-климатических условий региона, одновременно отвечая культурному уровню народа, его национально-бытовым традициям и степени технического развития страны.

Еще большее значение приобретает проблема связи природы и климата с архитектурой в наши дни, когда наиболее совершенный учет микроклиматических воздействий на человека становится одной из важных задач при проектировании и строительстве зданий, планировке и застройке городов.

В последние десятилетия отчетливо выявилась тенденция к сближению архитектуры с другими областями наук, прежде всего с климатологией, биологией, строительной техникой, физикой, химией, математикой, социологией и др. Это привело к большим преобра-

зованиям в области архитектурно-градостроительной науки и практики вообще и к рациональному использованию природно-климатических факторов в архитектуре в частности.

Так, например, климатология, предоставляя в распоряжение архитекторов точные данные о существующих климатических условиях конкретного района строительства, позволяет выявить основные климатические факторы, подлежащие обязательному учету при проектировании и строительстве зданий.

При решении архитектурных задач наиболее важное значение имеет биология, поскольку связь климата и архитектуры основана на принципе неразрывного единства человеческого организма и внешней среды. Следовательно, критерием оценки любого архитектурного произведения является человек, его физиологическое восприятие среды, создаваемой для удовлетворения его биологических потребностей. Данная наука позволяет выяснить, с какой целью и в какой мере должны быть обеспечены комфортные условия, иными словами — она дает оценку каждому конкретному климатическому фактору с точки зрения его влияния на физиологические ощущения.

Социология исследует вопросы происхождения и функционирования эстетических ценностей архитектуры, которые воплощаются в ее произведениях и связаны с преобразованием жизненной среды и организацией социальных процессов.

Результаты исследований в области этих наук, в свою очередь, способствуют определению пространства и архитектурных форм, а именно наиболее рациональных объемно-планировочных и конструктивных решений зданий и их комплексов, а также установлению надлежащего режима эксплуатации помещений в конкретной природно-климатической ситуации.

Революционные преобразования в строительной технике, технологии, механизации и автоматизации производства, физике, химии и наметившаяся тесная связь архитектуры с этими областями наук, особенно с точными, в частности с математикой, обусловили появление новых строительных материалов и ограждающих конструкций с высокими теплотехническими качествами, индустриальных методов строительства и конструктивных систем зданий, легчайших сборных крупноразмерных панелей ограждений, конструкций оболочек для перекрытий обширных помещений (безраспорные, висячие, своды-оболочки, складки, геодезические купола, пространственные системы и т. д.). Наконец, появилась возможность широкой трансформации вертикальных ограждений зданий (в случае необходимости и перекрытий), которые могут быть перемещены для видоизменения интерьера или для связи внутреннего пространства с внешней средой.

Последнее обстоятельство имеет очень большое значение для строительства зданий в жарких районах земного шара. Это открывает неограниченные возможности для эффективного регулирования микроклимата помещений и поддержания требуемого уровня теплового комфорта, чем улучшаются эксплуатационные качества зданий.

Архитектура будет тем прогрессивнее и тем полнее отвечать требованиям создания полноценной материальной жизненной среды общества, удовлетворяя его практические и идейно-эстетические запросы, чем выше уровень развития науки и строительной техники, чем полнее соответствуют производственные отношения уровню и характеру развития производительных сил, наконец, чем полнее и шире человек пользуется благами природы и активнее воздействует на окружающую его природную среду, вооружившись новейшими научными, техническими и художественными достижениями своего времени.

1

Исторический обзор (развитие архитектурных концепций строительства в жарких странах)

Уже на ранних стадиях развития человеческого общества архитектура была тесно связана с климатом и природным окружением. Человек вынужден был решать строительные проблемы, выдвигаемые как климатическими и естественно-географическими условиями района строительства, так и природными местными материалами, которые он использовал для возведения различных сооружений.

Еще в глубокой древности признавалось, что региональное приспособление — существенный принцип архитектуры. Так, Витрувий (I в. до н. э.) в своей книге «Архитектура» писал, что «здания по своему стилю очевидно, должны быть различными в Египте и Испании, в Понте* и Риме и в странах и районах, отличающихся характерными особенностями. Ибо одна часть Земли лежит прямо под путем Солнца, другая отстоит от него далеко, а третья подвергается его воздействию на умеренном расстоянии» [11]. Например, в жарких районах возникли две различные архитектурные концепции строительства, связанные с социальными, культурно-историческими особенностями общества и спецификой климата: одна — в жарко-сухих районах, другая — в жарко-влажных**.

В жарко-сухих районах мы обнаруживаем обусловленные климатом своеобразные типы жилищ и их комплексов, по своему замыслу напоминающие пещероподобные убежища, архитектурную концепцию замкнутых объемно-пространственных структур. Она была вызвана необходимостью обеспечения защиты от сильной солнечной радиации и знойных, несущих с собой пыль и песок раскаленных ветров, а также стремлением к созданию хорошо затененных прохладных пространств, куда не смогли бы проникнуть ни пыль, ни яркий естественный свет. Такой способ приспособления к климату был распространен повсюду среди первобытных племен, несмотря на то что окружающие их природные условия имели и много других отличительных особенностей (см. табл. 1).

На заре своей истории только что выделившиеся из животного царства люди в поисках защиты от неблагоприятных внешних условий и хищных зверей осваивают пещеры, гроты, нависающие уступы скал и т. д. Пещеры служили жилищами, культовыми, погребальными и хозяйственными помещениями. Одними из древнейших видов пещерного жилища являются гроты на юго-западе Франции (например, Фурно-дю-Дьяболь, 30 тыс. лет до н. э.). Здесь первобытный человек благоустроил площадку перед входом в пещеру путем возведения примитивных стенок из камней — свидетельство складывающихся зачатков архитектуры.

Позднее люди стали обследовать и темные глубины пещер. Нередко можно обнаружить

* Южный берег Черного моря.
** См. гл. 2.

на расстоянии нескольких сотен метров от входа настенную живопись, связанную с первобытным культом плодородия и охотничьими обрядами.

В некоторых горных районах и селениях (азиатская часть Турции — Анатолия, о. Сицилия, окрестности города Дунь-Хуан в Китае, пещерный город Чуфут-Кале в Крыму, пещерный комплекс Вардзиа в Грузии), где имелось большое число таких естественных укрытий (обычно в песчаниках, известняках), сложились целые «агломерации» троглодитов (см. табл. 1).

В эпоху неолита и энеолита получают широкое распространение мегалитические сооружения; они обнаружены в Азии, Африке, Европе. Огромные гробницы или дольмены, составленные из нескольких вертикальных каменных блоков, перекрытых каменной плитой, обычно устанавливались на высоком месте. Дольмен имел бесформенную массивную оболочку, охватывающую внутреннее пространство, и, по существу, представлял собой искусственную пещеру.

В период первобытнообщинного строя еще отсутствовала социальная дифференциация между людьми. Объединение их происходило на основе человеческой природной определенности, обусловленной неразвитостью производительных сил. Крайне ограниченный уровень производства являлся основной причиной ведущей роли природной определенности в возникновении и развитии жилища. Первое человеческое жилище, в частности пещеру, К. Маркс прямо называл элементом природы*. Общей чертой поселения в эту эпоху была крайне слабая выраженность элементов искусственно созданной человеком среды своего обитания, среды жизни.

Племена, селившиеся на скальных массивах, однако еще не знакомые с искусством каменной кладки, высекали для себя убежища в склонах гор.

В местностях, где отсутствовал прочный и долговечный строительный материал, жилища создавались в мягкой аллювиальной почве (Матмата, Южный Тунис). Подземные помещения размещались вокруг двориков-колодцев глубиной до 8 м (рис. 1, а, б; табл. 1).

Расположенная ниже дневной поверхности толща грунта сохраняет температуру, приближающуюся к среднегодовой температуре наружного воздуха, обеспечивая тем самым относительно теплые условия в зимнее время и прохладу летом.

В Армении можно также встретить древнейший литосферный тип народного жилища — согомакаш или азарашенк, прототип которого описан еще Ксенофонтом (IV в. до н. э.). Его обычно возводили на косогоре, заглубляя в землю. Будучи прямоугольным или квадратным в плане, жилище имело куполовидное покрытие из деревянных балок со свето-дымовым отверстием, которое люди в «зимнее» время иногда использовали, применяя приставную лестницу, в качестве входа в помещение. Подобный же тип жилища в Грузии получил название «дарбази», а в Азербайджане — «карадам».

При выборе для жилья естественных и устройстве искусственных пещер предпочтение отдавалось горным склонам, ориентированным на южную половину горизонта и обращенным в подветренную сторону. При этих условиях быстрее удалялись атмосферные осадки и лучше прогревался скальный массив, что способствовало сухости помещений и долгому сохранению тепла зимой [57].

Кочевые скотоводческие племена, населявшие знойные пустынные райсны, в поисках новых пастбищ, постоянно сменяя свои места стоянок, строили временные навесы (палатки) из кожи животных. По краям навесов укладывалась земля. В таких постройках они находили защиту от солнечной радиации и ветров пустынь в течение дня, а ночью отправлялись на поиски новых пастбищ.

В пустынях, полупустынях и степных зонах Африки и Азии применяли довольно разнообразные виды сборно-разборных и легко перевозимых укрытий, которые можно свести к двум основным типам: шатру на стойках с натянутыми на них шкурами животных и полотнищами из шерстяной ткани (у кочевых групп арабов, иранцев, тибетцев и др.) и юр-

* См.: Маркс К., Энгельс Ф. Соч., 2-е изд., т. 42, с. 137.

Влияние жарко-сухого климата и социально-экономических условий на концепции строительства



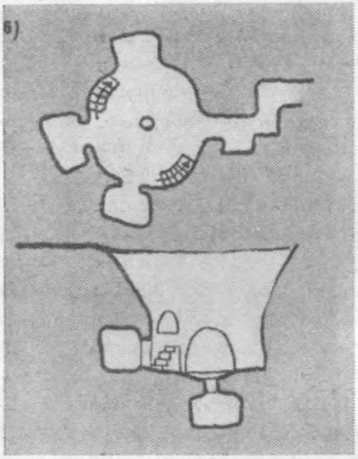


1

Подземные жилища Матмата. Тунис:
а — общий вид;
б — план и разрез

2

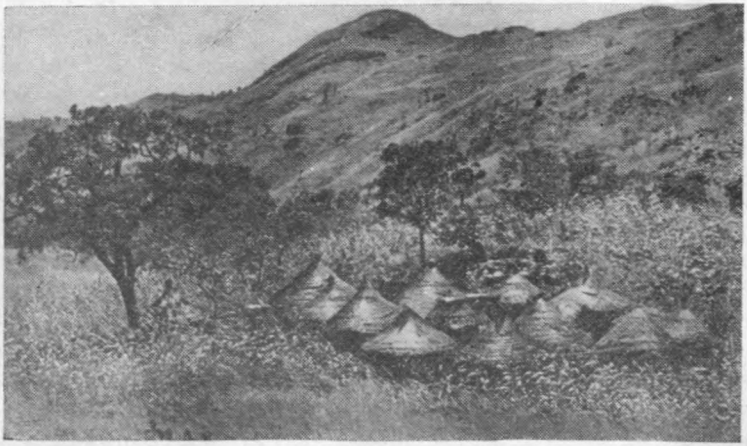
Палатки кочевников в пустыне. Тунис





3

Коллективное зернохранилище «горфа» в Меденине. Тунис



4

Хижины на склоне холма в саваннах Африки



те (у монгольских народов, казахов, киргизов, туркмен и т. д.) (рис. 2).

Сейчас кочевники используют двойные надувные палатки. Воздух, циркулирующий между ее двумя оболочками, препятствует чрезмерному перегреву внутреннего пространства палатки солнцем [3].

Таким образом, уже издревле зарождается и получает развитие принцип трансформации жилища, обусловленный образом жизни и характером производственной деятельности (см. табл. 1).

В период распада родового строя и возникновения классового общества (7—4 тыс. лет до н. э.) формируются сравнительно крупные поселения оседлых земледельцев с компактно расположенными жилищами из глины, сырцового кирпича, самана (Чатал-Хююк в Малой Азии, Намазга-Тепе в Средней Азии, Иерихон в Палестине и др.). В этот период дома вождей и родовой аристократии стали выделяться большими размерами, лучшим качеством строительных материалов, пышным убранством. В общинах, где предметы питания считались скорее даром божьим, чем продуктом общественного производства, даже зернохранилища приобретали величественный облик. Несмотря на свои незначительные размеры, амбары и кладовые, иногда служившие кратковременным жилищем их владельцев, производят впечатление монументальных зданий (рис. 3). Такие постройки, сохранившиеся в Тунисе, Судане, Японии, на Пиренейском полуострове и т. д., за их «стилистическую» чистоту и характерные формы называют иногда полукультовыми сооружениями.

Круглые, овальные или прямоугольные хижины строили с достаточно прочными и теплостойкими толстыми стенами.

Отсутствие проемов, за исключением небольшой двери, значительно ограничивало влияние солнечной радиации и способствовало сохранению прохлады в помещениях. Кроме того, дополнительное затенение наружных стен и прилегающих к жилищу участков земли осуществлялось применением больших свесов крыш (конусных, купольных или сводчатых, а иногда и плоских), покрытых сверху в целях обеспечения теплостойкости слоем глины и листьями. С той же целью во многих постройках поверх плоских крыш укладывался высушенный тростник или солома.

Иногда круглые хижины группировались вместе и связывались друг с другом крытыми и подземными переходами. Они имели снаружи только один общий вход. Такие жилища заселялись большими по составу семьями. Для создания более надежной защиты от внешних воздействий вся эта группа строений была обнесена стеной.

Интересно отметить, что там, где это было возможно, нубийские жители деревень располагали свои хижины на склонах скалистых гор или холмов с частичным заглублением их в землю, обеспечивая тем самым прохладу в помещениях (рис. 4).

Индейские пуэбло в Южной Америке имели ступенчатую структуру. Каждая жилая ячейка этого сложного многоярусного комплекса, включавшего и литосферные помещения, была снабжена лишь одним (в целях защиты) входным проемом (см. табл. 1).

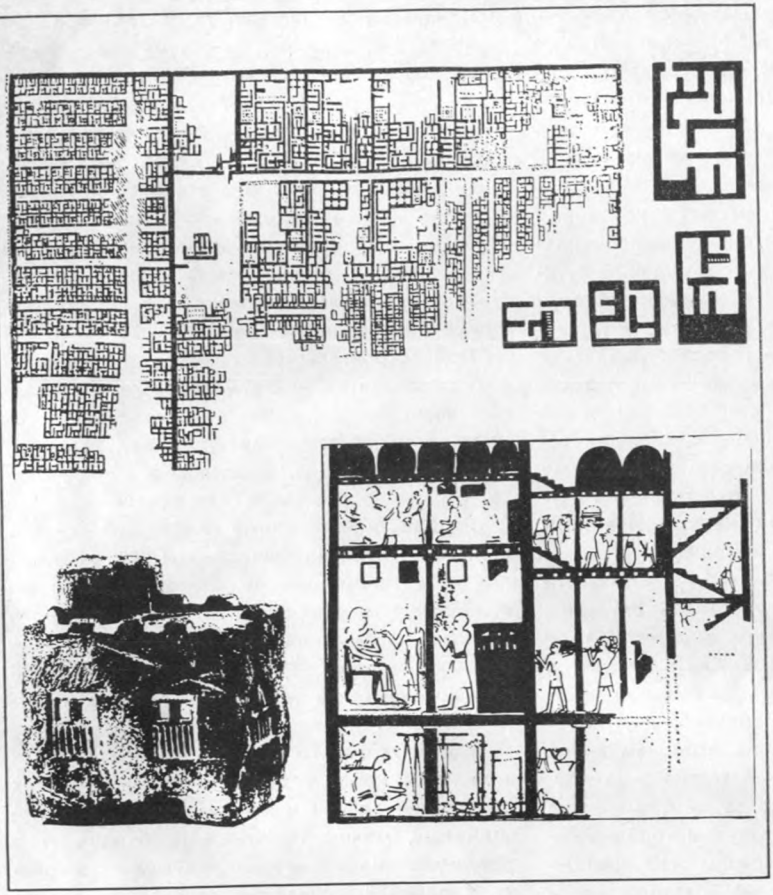
В жарких засушливых районах сложился характерный тип жилого образования, например иранская деревня в оазисе Верамин. Выполненная в формах традиционного зодчества, она получила такое объемно-планировочное решение, которое позволяло сократить до минимума площадь наружных поверхностей, подверженных воздействию палящих лучей солнца и знойного ветра, несущего пыль и песок. В планировке деревни мы обнаруживаем очень незначительное число отдельно стоящих строений, высокую плотность застройки, которые вместе с массивными ограждающими конструкциями (стены и крыши) оказывают стабилизирующий эффект на микроклимат внутри зданий. В каждом жилище имеется свой тенистый озелененный внутренний дворик с прохладным водоемом, хорошо защищенный от неблагоприятных факторов внешней среды; в этот дворик раскрыты все основные помещения (см. табл. 1).

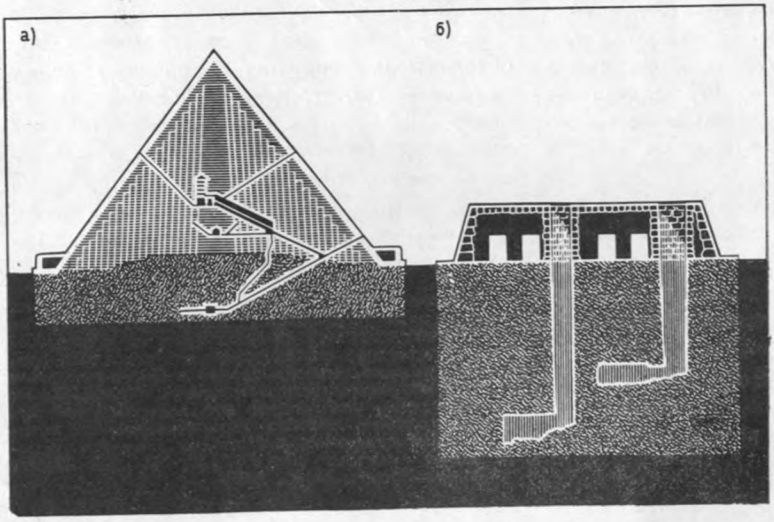
Архитектурная концепция замкнутых объемно-пространственных структур продолжает развиваться и в период первых цивилизаций на территориях жарко-сухих районов (в рабовладельческих государствах Древнего Египта,

Замкнутая объемно-пространственная структура сооружений наиболее полно отвечает условиям засушливых районов

5

Планы северо-западной части г. Кахун и пяти основных типов домов. Египет, 2100 г. до н. э.





6

Разрезы пирамиды Хеопса (а) и мастабы (б). Древнее царство. Египет



Двуречья и других стран Передней Азии, античного мира, а также в арабских странах средневекового периода), своеобразно отражая изменения в общественных отношениях людей, их идеологии и художественных вкусах, достигнутом уровне материальной культуры и строительной технике.

Отмеченные многими смелыми новациями в формировании архитектурно-художественных особенностей гражданских сооружений достижения строителей этого обширного исторического периода свидетельствуют, что не только дома, но и целые города строились с учетом конкретных природно-климатических условий. В то же время они оставили ясный отпечаток характерных для досоциалистических формаций имущественного неравенства населения, поляризации бедности и богатства, частной собственности на средства производства (в особенности на землю).

В этой связи будет уместным привести высказывания упомянутого выше Витрувия, который еще в I в. до н. э. выдвинул свои идеи о планировке городов. Он, в частности, указывал на необходимость правильной разбивки площадей, улиц и переулков внутри города и расположения их по сторонам света. Витрувий отмечал, что их расположение будет правильным тогда, когда они тщательно защищены от ветров, «ибо ветры холодные — неприятны, знойные — заразны, влажные — вредны». И еще: «Если районы города спроектированы таким образом, что могут полностью продуваться, то всякие порывы ветра, ограниченные в пределах улиц, будут дуть в них с возросшей силой. Поэтому направление улиц должно быть таким, чтобы ветер разбивался об углы зданий, отбрасывался назад и рассеивался» [11].

Первые города возникли в 4—3-м тысячелетии до н. э., а местом образования крупнейших из них были древневосточные деспотии междуречья Тигра и Евфрата и долины Нила, а несколько позже также и долины Инда, где благодаря специфическим особенностям экономики, основанной на ирригационном земледелии, сложились благоприятные условия для раннего развития классового общества и городов.

Жилища и общественные постройки в этих районах обладали рядом общих черт, сохранившихся отчасти до настоящего времени. Они имели, как правило, 1—2 этажа. Комнаты и хозяйственные помещения группировались обычно вокруг открытого двора, куда выходили окна и двери; извне стены были глухие. Плоские крыши использовались как террасы. Основными строительными материалами были глина, камень, кирпич-сырец, реже дерево. Иногда применялся обожженный кирпич (например, в Мохенджо-Даро).

При строительстве городов практиковалась разбивка их на геометрически правильные кварталы. Застройка зонировалась по социально-имущественному признаку, выделялась главная улица, создавались простейшие системы водопровода и канализации.

Города и населенные места обносились стенами не только для защиты от неблагоприятных климатических факторов, но и по соображениям обороны*. Обычно контроль за воздействием климата ограничивался защитными мерами против сильной солнечной радиации, высоких температур воздуха и ветров пустынь.

Зодчие древнего Египта, Месопотамии и античности хорошо разбирались в вопросах ориентации зданий и их комплексов. Это, по-видимому, можно объяснить необходимостью регулирования солнечной радиации, поскольку, с одной стороны, она способствовала повышению санитарно-гигиенических условий, а с другой — вынуждала предусматривать необходимые мероприятия по предотвращению перегрева. Так, г. Кахун (Древний Египет, около 2100 лет до н. э.), построенный для строителей Иллахунской пирамиды в Файюмском оазисе, имел правильно очерченный прямоугольный контур со сторонами, ориентированными строго по сторонам света. Го-

* Многие ученые полагают, что стремление обносить города стенами и земляными валами диктовалось не только вышеуказанными соображениями, но и потребностью приостановить его пролиферацию. Строителей прошлого, возможно, гораздо больше побуждало к этому желание обозначить границы поселения общины. По их представлениям, чтобы город стал подлинным произведением искусства, подобно картине, книге или музыкальному произведению, его следует ограничить определенными рамками (Rudofsky B. Architecture without architects. N. Y., 1965).

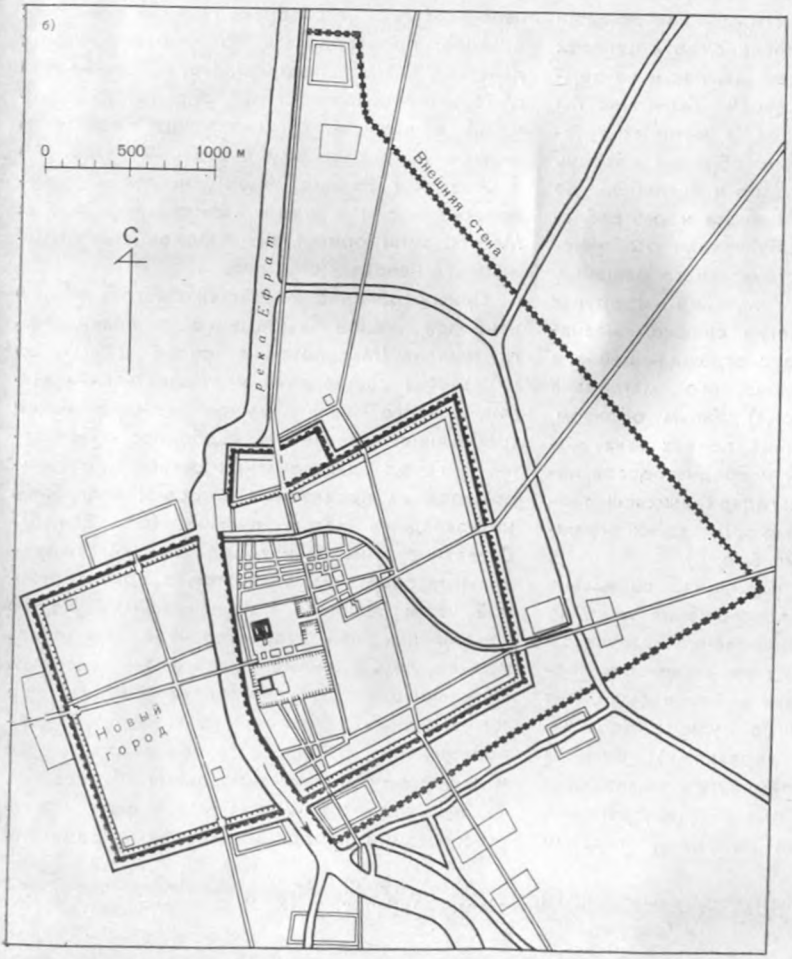
Не только дома, но целые города строились с учетом конкретной природно-климатической ситуации, причем каждый градостроительный элемент формировался на основе ячейки с внутренним двором





7

Базар Кайзорийя в Исфахане. Иран



8

Вавилон, 2000 г. до н. э.: а — общий вид; б — план города



род был обнесен стенами для защиты от ветров пустынь, а также от наводнений (рис. 5).

Судя по направлению прямолинейной главной улицы города, вдоль которой были выстроены большие дома высших должностных лиц, и по расположению многочисленных улочек квартала рабов, окаймленных длинными рядами сблокированных глинобитных хижин, дома ориентированы с востока на запад. Северные и южные фасады жилищ оставались открытыми солнцу, в то время как западные и восточные стороны каждой отдельной хижины надежно предохранялись от сильной солнечной радиации.

Греческий историк начала христианской эры Диодор Сицилийский отмечает, что древние египтяне рассматривали свои дома как временные жилища, а могилы — как жилища вечные. Считалось, что после смерти человек продолжает жить почти так же, как и на земле, а потому гробницы царей были как бы моделями царских дворцов, в которых стремились самым тщательным образом уберечь не только тело покойного, но и погребальную утварь от воздействия климата и разграбления. Эти требования и обусловили особенности их архитектурно-конструктивного решения. Внутреннее пространство пирамид и других форм гробниц было всегда слишком незначительным по сравнению с ограждающей его огромной массой тяжеловесного материала (камня или кирпича-сырца). Таким образом, температура во внутренних покоях этих могил была всегда близкой к среднегодовой наружной температуре благодаря высокой теплоустойчивости и теплоемкости таких ограждающих конструкций (рис. 6, *а*, *б*).

Сильная солнечная радиация сказывала влияние не только на расположение улиц, но и на решение всей планировочной структуры города в целом. Поэтому характерными чертами городов жарко-сухих районов были, как правило, узкие затененные улицы (обычно обсаженные по краям деревьями), высокая плотность застройки и замкнутые композиции жилых и общественных зданий с внутренними двориками, выходящими на улицы глухими оградами.

В Древнем Египте крытые торговые улицы и рыночные площади устраивались как за высокой городской стеной, так и внутри города — у ворот [70] (рис. 7). Они составляли искусно сплетенное в определенном порядке компактное целое — единство объемов зданий, улиц и открытых пространств.

Узкие и извилистые торговые улицы-базары с разнообразными типами покрытий обеспечивали защиту от сильной солнечной радиации, горячего и сухого воздуха и песчаных бурь. Посредством плотного смыкания отдельных домов и ограждающих стен формировался микроклимат пространственной среды небольшой торговой площади с водоемами и участками зелени.

Однако в целях использования благоприятных прохладных ветров для проветривания кварталов города разбивка главных улиц, как правило, производилась по направлению их действия. Это подтверждает планировка г. Тель-эль-Амарна (Египет, около 1375 г. до н. э.), в котором главная улица проложена навстречу прохладному северному ветру.

Археолог Экхард Унгер*, исследуя вавилонские планы и карты, доказывает, что в Месопотамии ориентация городов согласовывалась с направлением ветров.

Приспособление к действию ветров нашло наиболее яркое выражение в планировке г. Вавилона (Месопотамия, около 2000 г. до н. э.). При составлении и осуществлении его генерального плана важное значение имели требования: обеспечить свободное вхождение в город благоприятных северных и северо-западных прохладных ветров и задержать юго-западные ветры пустынь (рис. 8, *а*, *б*). В связи с этим план города получил неправильные очертания. При этом в правобережной части Вавилона (так называемый Новый город), имевшей второстепенное значение, размещались жилые кварталы, которые обеспечивали дополнительную защиту от юго-западных неблагоприятных ветров левобережного района с городским центром и жилищами привилегированных классов.

Заслуживает внимания и тот факт, что в Месопотамии города и дворцовые комплек-

* Unger E. Ancient Babylonian maps and plans. — Antiquity, v. IX, N 35, 1935, p. 311—322.

сы строились на высоких искусственных платформах, достигавших 15 м высоты, что диктовалось требованиями защиты от низовых пыльных бурь и наводнений.

В Древнем Египте (г. Кахун) при строительстве жилых домов главное внимание обращалось на ориентацию их внутренних двориков относительно сторон горизонта, а не на подчинение последних улице (см. рис. 5). Согласно такому композиционному приему жилые помещения располагали с южной стороны двора, ориентируя и раскрывая их на северную сторону, благодаря чему достигались одновременно и защита от прямой солнечной радиации, и возможность улавливания прохладных северных ветров. Аналогичный подход имел место и на протяжении всего периода средневековой архитектуры арабских стран, где ориентированные на север айваны придавали городу своеобразный внешний вид.

Специфическая функция светопроема в условиях жарко-сухого климата — пропускать свет, задерживая при этом проникновение прямых солнечных лучей, горячих и пыльных воздушных потоков.

В храмах Древнего Египта (а возможно, и в жилых домах) применялись алебастровые светопрозрачные плиты, обеспечивавшие необходимый уровень естественной освещенности внутреннего пространства и одновременно создававшие преграду радиационным теплопоступлениям и ветрам пустынь. В то же время мы обнаруживаем и перфорированные каменные плиты или решетки, устраиваемые в оконных проемах, которые улучшали условия проветривания и выступали в качестве надежного солнцезащитного средства.

В середине 1-го тысячелетия до н. э. складываются античные города. Древние греки и римляне занимали территорию в условиях жаркого, хотя и смягченного близостью моря климата, который имел значительное влияние на их градостроительство и архитектуру.

Греки для строительства своих городов-государств (полисов) всегда выбирали наиболее благоприятную местность и красивые участки ландшафта.

Еще Аристотель указывал, что в санитарно-гигиеническом отношении «первое место занимают города, обращенные к востоку и к ветрам, дующим с восхода солнца. Второе место принадлежит городам, расположенным к югу, потому что зима в них сноснее»*.

Гиппократ, античный медик, считал, что лучше всего город обращать на восток, открывая его лучам утреннего солнца и восточным ветрам. Теплота и холод здесь умереннее, затем воды, обращенные к восходу солнца, прозрачны, не имеют плохого запаха, мягки и приятны на вкус, ибо солнце, восходя и освещая их, очищает их, рассеивая своими лучами туман, который обычно охватывает атмосферу утром. «Город расположенный таким образом по умеренности тепла и холода, похож на весну; даже и болезней в нем возникает меньше, и они слабее» **.

Архитектура у греков была тесно связана с природой, являясь как бы второй природой, действующей в интересах гражданского благоустройства ***.

Не нарушая своеобразия и красоты естественных ландшафтов, греческие города всегда органично сливались с ними и хорошо увязывались с их эстетическими качествами. Их архитектурные формы и планировочная структура, отвечая особенностям климата, как бы дополняли то, что уже сделала природа: скульптурность рельефа и зеленых насаждений, организованное ими пространство.

Об этом свидетельствуют города Ассос (VII—V вв. до н. э.), Приена и Книд (IV в. до н. э.), надежно защищенные от северных ветров горами и поднятые над заболоченной территорией. Под их постройку было выбрано относительно ровное место, при этом отдавалось предпочтение каменистым участкам с пологими склонами, обеспе-

* Аристотель. Политика: Пер. Скворцова. Изд. Моск. Университета (МГУ, кн. IV, гл. 10). М., 1865.

** Гиппократ. О водах, воздухах и местностях: Пер. Руднева. М., 1936.

*** См.: Энгельс Ф. Ландшафты. — Маркс К., Энгельс Ф. Соч. 1-е изд., т. 2, с. 55—61.

чивающими естественный сток ливневых вод с территории города. Каждый из городов получил ярко выраженную южную ориентацию и раскрывался в сторону моря, используя благоприятное влияние морских бризов.

На юг обращались агоры своими длинными сторонами, театры и основные помещения жилых домов с двориками (рис. 9, *а, б, в*).

Целесообразная ориентировка имела не только утилитарное, но и художественное значение.

Замыкая стороны, обращенные к холодным ветрам, и открывая другие навстречу теплу и свету, древний архитектор достигал гармонии своего произведения с природой. Здание, открытое навстречу солнцу и благотворным ветрам, выглядело солнечным, радостным, приветливым. Защищенность же его от разрушительного воздействия неблагоприятных факторов климата создавала чувство уверенности, устойчивости бытия. Сообразуясь с этим, архитектурные сооружения либо открывали навстречу природе, либо замыкали.

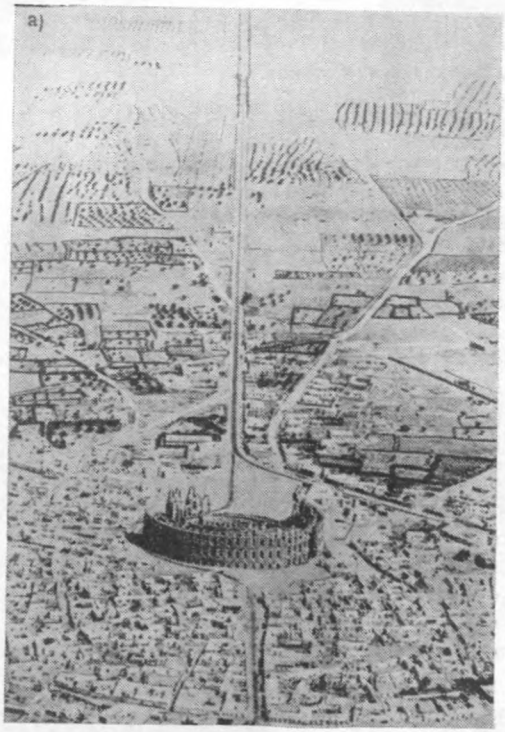
Крыши, стены, двери, карнизы, цоколи — все это элементы здания, предохраняющие его от зноя, ветров и воды. Используя эти чисто функциональные элементы, архитектор устанавливал ту или иную форму связи или контраста внутреннего пространства с внешним. В результате здание получало определенный характер.

Из многочисленных возможных вариантов объемно-пространственного решения античный зодчий выбирал то, что в наибольшей степени отвечало элементам красоты и гармонии, находимых им в самой архитектурной теме. Архитектурный образ при этом органически вырастал из условий места и времени.

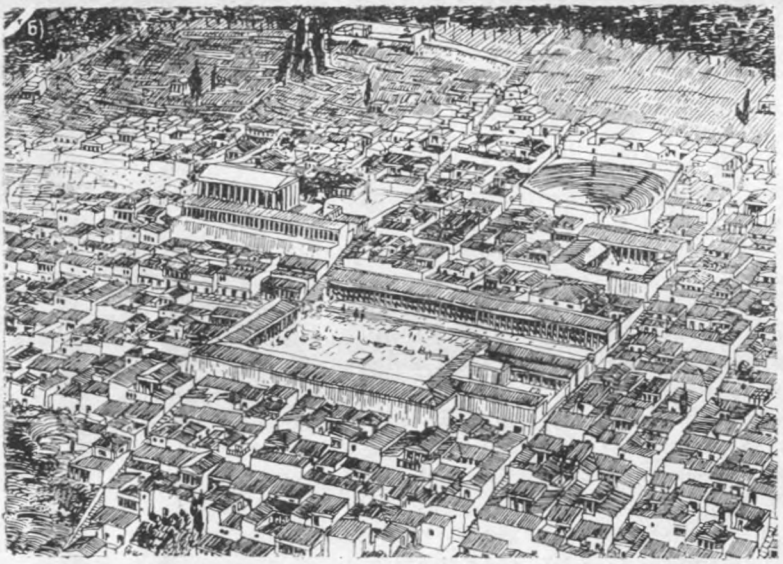
Художественное достоинство произведения обусловливалось, таким образом, и его гармонией с окружающим, с его средой [35].

Римляне, как и греки, обращали большое внимание на планировку и застройку городов, тщательно учитывая климатическое влияние. Об этом, например, свидетельствует раскопанный древний римский каструм



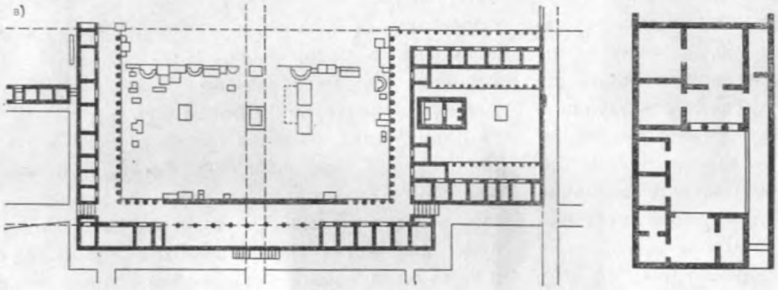


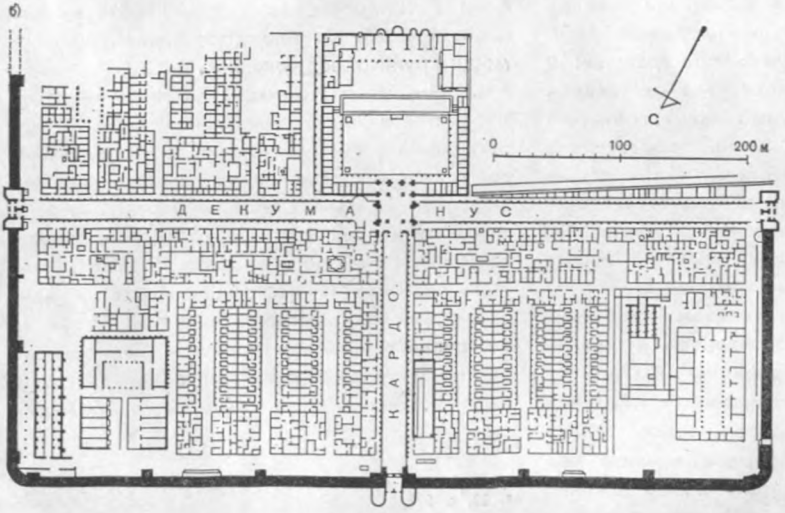
Зодчие античности хорошо разбирались в вопросах ориентации зданий и их комплексов по отношению к солнцу



9

Города Древней Греции: а — план Ассоса; б — общий вид Приены; в — планы агоры и жилого дома Приены





10

Города Древнего Рима: а — общий вид Эль-Джема. Тунис; б — план Ламбезиса. Северная Африка



(военный город-лагерь), сохранившийся в Северной Африке (рис. 10, а, б). План лагеря почти всегда представлял собой квадрат или прямоугольник, имел прямоугольную сетку улиц и кварталов (жилища, казармы, магазины, склады). По осям этого прямоугольника проходили две главные улицы — идущая с севера на юг «кардо» и с востока на запад «декуманус», которые либо пересекали весь лагерь, либо упирались одна в другую подобно букве Т.

В центре, в месте пересечения этих дорог, размещался форум — площадка для сборов солдат и собраний граждан.

Нас особенно интересует то весьма существенное обстоятельство, что нормами и правилами расположения и ориентации римских городов-лагерей предписывалось, чтобы угол, составляемый осью «кардо» и меридианом, никогда не превышал 30°. Этот факт, а также и тот характерный прием обстройки «кардо» и «декуманус» непрерывно идущими колоннадами, начиная от самых въездных городских ворот вплоть до центрального форума, свидетельствующий о существовавших в то время крытых пешеходных путях (тротуарах), говорят о том, что римляне придавали очень большое значение мерам по защите южных городов от сильной солнечной радиации и палящего зноя (города Ламбезис и Тимгад) [56] (рис. 10, а, б).

Строители античности возводили жилые здания, отличавшиеся большим разнообразием в решении внутреннего пространства: у древних греков и римлян мы встречаем жилища с внутренними двориками, обнесенными стенами. Жилые дома, образующие сплошную застройку квартала, имели общие (разделяющие один дом от другого) стены, и их световые дворы окружались портиками.

Эллинистические перистильные жилые дома греков и римские атриумные типы жилищ служат ярким примером продуманной планировки, приспособленной к климату и быту, и создания рациональных композиций интерьеров, отличавшихся высокой художественной выразительностью. Они впоследствии оказали большое влияние на формирование европейских жилых зданий.

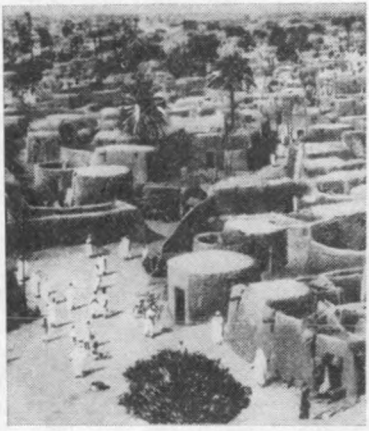
В рабовладельческую эпоху древневосточные деспотии устройством и поддержанием системы искусственного орошения земель боролись с неблагоприятными природно-климатическими условиями жарких засушливых районов. В период царствования фараона Аменемхета построили первую в мире плотину, которая образовала озеро на левом берегу Нила близ нового г. Крокодилополиса. Сооружение имело важное градостроительное и сельскохозяйственное значение. Шесть месяцев в году вода отводилась в озеро, а в течение последующих шести месяцев она распределялась из озера в оросительные каналы. Из письменных документов известно, что в городах Древнего Египта было много садов и зелени.

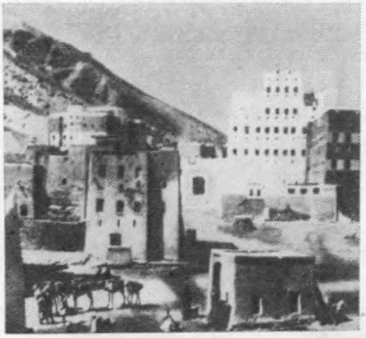
В 1740 г. до н. э. в Вавилонии был разработан, по-видимому, первый в истории человечества генеральный план; были созданы системы регулирования течения р. Евфрат и оросительных каналов, а также построен водопровод с распределительной сетью. Близ Вавилона было сооружено водохранилище для орошения садов и полей [20].

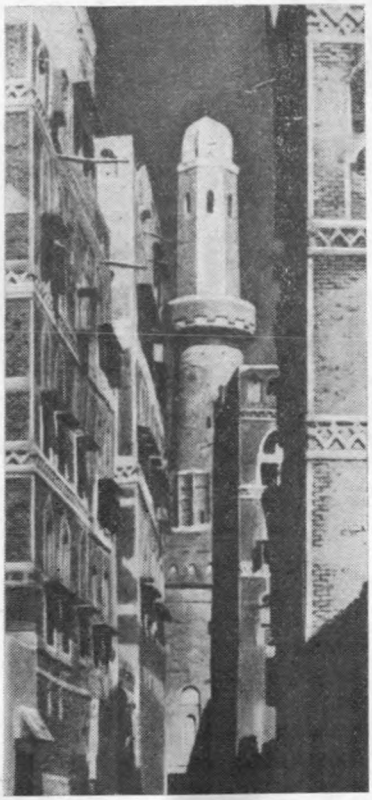
Карл Маркс, отмечая важность задачи рационального использования богатств и сил природы в интересах народа и хозяйства, писал, что решающее значение в истории промышленности имеет необходимость общественного контроля любой природной силы в интересах хозяйства, необходимость использования ее или подчинения при помощи крупных сооружений*.

Знойный, засушливый климат Аравии продиктовал необходимость устройства ирригационных систем, открытого и подземного водопровода, колодцев и водохранилищ. Наиболее важным в истории Южной Аравии является второй период сабейского царства (650—115 гг. до н. э.). Мариб (Саба), столица сабейцев (в настоящее время йеменская деревня, расположенная в 60 милях восточнее г. Сана), в прошлом был обнесен стеной и украшен храмами с четырехугольными колоннами с золотыми и серебряными

* См.: Маркс К., Энгельс Ф. Соч. 2-е изд., т. 23, с. 522.







Высокая плотность застройки, узкие улицы, небольшие площади и дворы — характерные черты градостроительства прошлых эпох в жарко-сухих районах

11

Город Кано. Нигерия.

12

Тесно стоящие дома-башни в г. Шибаме. Хадрамаут

13

Узкая улица в старом квартале г. Сана



14

План города Хивы



жапителями. Но особенно знаменит был город плотиной Саад Мариб. Ее строительство (начатое, вероятно, в конце VIII в. до н. э.) свидетельствует как о большом техническом искусстве ее создателей, так и о высоком мастерстве в планировании и организации. Это была огромная плотина, которая, задерживая многие столетия воды горных потоков, позволяла орошать засушливую местность.

Большой вклад в культуру человечества был сделан арабами и говорящими по-арабски народами. Являясь наследниками древних цивилизаций, расцветавших на берегах Тигра, Евфрата, Нила и на побережье Средиземного моря, арабы впитали и усвоили основные черты греко-римской культуры, а впоследствии стали посредниками в передаче ценных достижений античности средневековой Европе. В период своего расцвета в VII в. великая феодальная империя арабов — халифат простиралась от берегов Атлантического океана до границ Китая; она располагалась почти целиком в жарко-сухом районе и, унаследовав приемы и методы строительства прошлых цивилизаций (греко-римской и византийской культуры), выработала новые архитектурные и конструктивные решения, обусловленные специфическими природно-климатическими факторами.

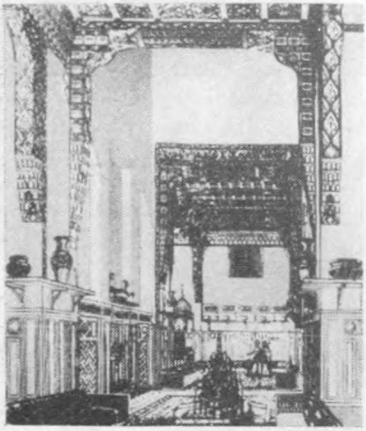
Город Фес в Марокко — типичный пример городского строительства в арабских странах средневекового периода. Он свидетельствует о дальнейшем развитии архитектурной концепции замкнутых объемно-пространственных структур. Дома расположены близко, затеняя друг друга от палящих лучей солнца, и имеют озелененные внутренние дворики, хорошо приспособленные к жарким засушливым условиям. Все это способствует обеспечению прохлады и снижению чрезмерной тепловой нагрузки, воспринимаемой городом в целом. Узкие дороги и тротуары между домами создают благоприятные условия для пешеходов и движения гужевого транспорта. В планировке этого города отражены как национальные особенности быта арабов, так и характер климата, в котором они живут.

Основные черты городской застройки этого периода хорошо выявлены в планировочной структуре г. Кано в Северной Нигерии (жарко-сухой климат). Отсутствие камня заставило строителей возводить здания исключительно из кирпича-сырца, что придало городу своеобразный внешний вид (рис. 11).

Большого внимания заслуживает гражданская архитектура Аравии. Под влиянием жаркого засушливого климата и бесконечных войн здесь сложился башенный тип дома с массивными стенами, с уступами и террасами плоских крыш и большим числом этажей (до 11), причем каждый из них занимает одна семья. Например, в г. Шибам в Йемене имеются самые высокие дома-башни, поставленные так плотно, что площади почти отсутствуют, а улицы стали похожими на ущелья (рис. 12). Такие дома строятся из кирпича-сырца на каменной платформе. К этому следует еще добавить своеобразные крытые улицы-базары и дворы «Больших мечетей», знаменующие дальнейшее развитие унаследованных от прошлых эпох архитектурных форм и приемов, в основе которых заложена идея замкнутых объемно-пространственных структур. Они существуют и по сей день (см. рис. 7, 13).

Таким образом, мысленно представляя себе основные этапы развития градостроительства в эпоху ранних цивилизаций на территориях жарких засушливых районов, мы обнаруживаем, что каждый градостроительный элемент формировался на основе ячейки с внутренним двором. Так строились целые города и дворцы, общественные здания и жилые дома (см. табл. 1).

В средневековых городах Средней Азии (Хиве, Шахрисабзе, Бухаре и др.) территория, окруженная поясом укреплений и испещренная сетью кривых и узких улиц, четко разделялась на две части: внутреннюю — шахристан, занятую постройками правителей, духовенства и купцов, и внешнюю — рабад, окаймлявшую это центральное ядро города и отделенную от него кольцом крепостных стен; здесь селились беднейшие слои населения (рис. 14).

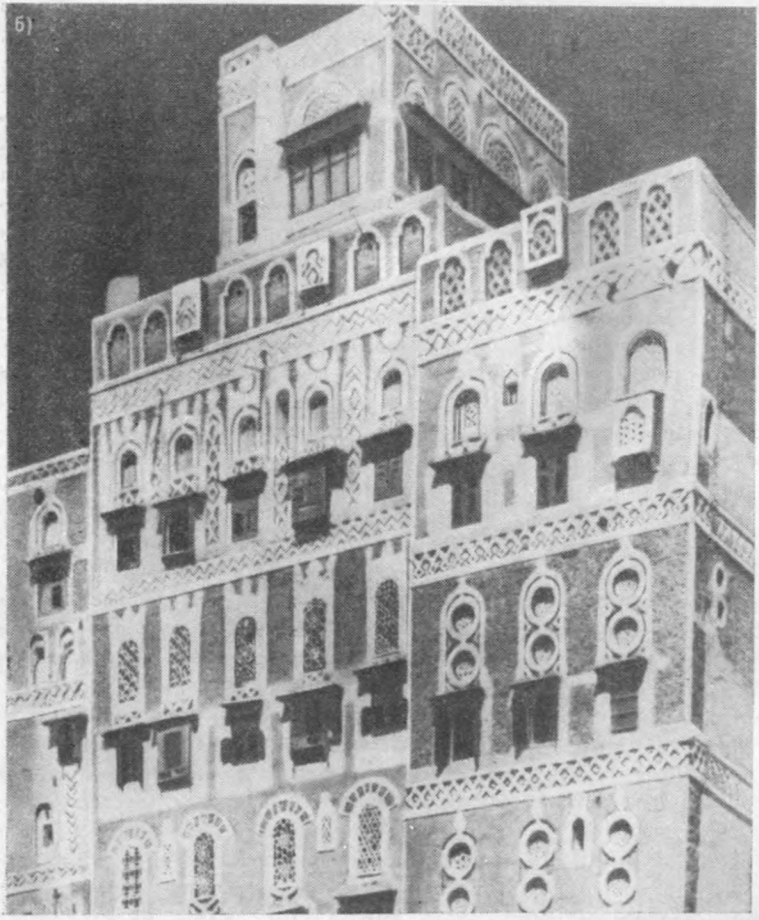




Различные устройства для защиты от солнечных лучей и знойных ветров, улавливания и охлаждения благоприятных потоков воздуха повышают уровень комфорта

15

Ка'а жилого дома в Каире. Египет



16

Многоэтажный дом в г. Сана:
а — интерьер;
б — общий вид



Архитектурное единство ансамбля шахристана, где располагались основные сооружения, достигалось за счет характерного приема построения плана, основанного на двух взаимно пересекающихся осях, делящих центр на части. Планировочная структура рабада была подчинена этим двум магистралям. Кривые улочки «внешнего» города собирались в узлы у входных ворот шахристана.

Архитектурная композиция ансамблей центра среднеазиатских городов строилась на следующих основных принципах: одна из главных магистралей закреплялась монументальными сооружениями, растягивая ансамбль по прямой линии с нарастанием композиционной силы от периферии к центру; объемно-пространственная структура отдельных зданий повторяла приемы застройки с четырех сторон замкнутых дзоров, одна из которых примыкала к площади (медресе, мечети, караван-сараи, дворцы); наличие больших парадных дворов, соединенных с площадью, создавало глубинный характер застройки, значительно расширяющий пространство площади.

Особую выразительность центру сообщали также своеобразный пропорциональный строй монументальных сооружений, цветовое решение фасадов, сплошь украшенных орнаментами, выполненными в глазурованном кирпиче, майоликовой мозаике и терракоте.

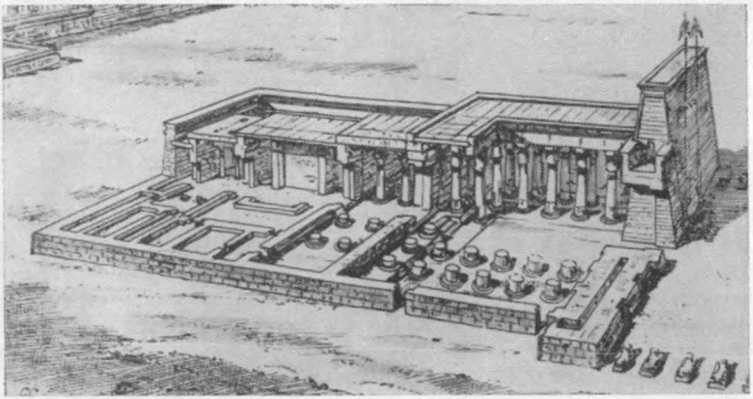
В городах Средней Азии (г. Хива) в жилых комплексах практиковались большие дворики с двумя айванами, оси которых строго ориентировались с юга на север. Окнами на север располагали главную, летнюю комнату, окнами на юг — зимнюю. Айван перед летней комнатой занимал высоту в два этажа, все остальные части — в один. Этот большой айван (онг-айван) в знойное летнее время улавливал прохладные потоки воздуха и направлял их вниз. Против него устраивали низкий айван (терс-айван), в результате чего часть дворика была перекрыта крышами айванов. В этом дворике протекала жизнь хивинцев бóльшую часть года. В XVIII—XIX вв. составной частью жилищ Египта стал парадный центр ка'а с тремя айванами (рис. 15).

Зной, духота, сухость воздуха и ветры с песком оказали сильное влияние на объемно-планировочную композицию зданий йеменцев: под жилые помещения отводились лишь верхние этажи, нижние — под склады, конюшни и др. В нижнем этаже было очень мало проемов, притом небольших размеров. Верхние этажи имели достаточное количество окон. Составляя главное украшение домов, их делали по мере этажности тем шире, чем выше расположены. И это понятно: чем выше, тем воздух чище, прохладнее, а скорость воздушных потоков возрастает. Все окна были оборудованы ставнями и решетками, выполненными из ганча. Помещения внутри здания — высокие, не менее 4 м. Дома имели плоскую крышу, на которой обычно устраивали навесы, крытые галереи. Здесь же располагалась почетная комната (или зал для празднеств в послеобеденное время), называемая верхним муфредком (в отличие от садового муфредка). Окна почетной комнаты выходили на три стороны крыши-террасы, обнесенной высоким парапетом (рис. 16, *а*, *б*). В прибрежных городах Йемена — Ходейда и Джидда — строили жилища с внутренними двориками, которые включали бассейн с фонтаном, сад и садовый муфредк — гостиную. Часть двора обычно устилалась циновками или коврами. Узкие и длинные комнаты жилищ йеменцев между собой не соединялись и выходили во внутренний двор.

Кроме того, жилища были тесно прижаты друг к другу, сокращая тем самым площадь наружных поверхностей стен, подверженных солнечному облучению. Стены, выходившие на улицу, возводились очень массивными и без окон. В большинстве случаев естественный свет проникал через дверные проемы; темные помещения предназначались для сна.

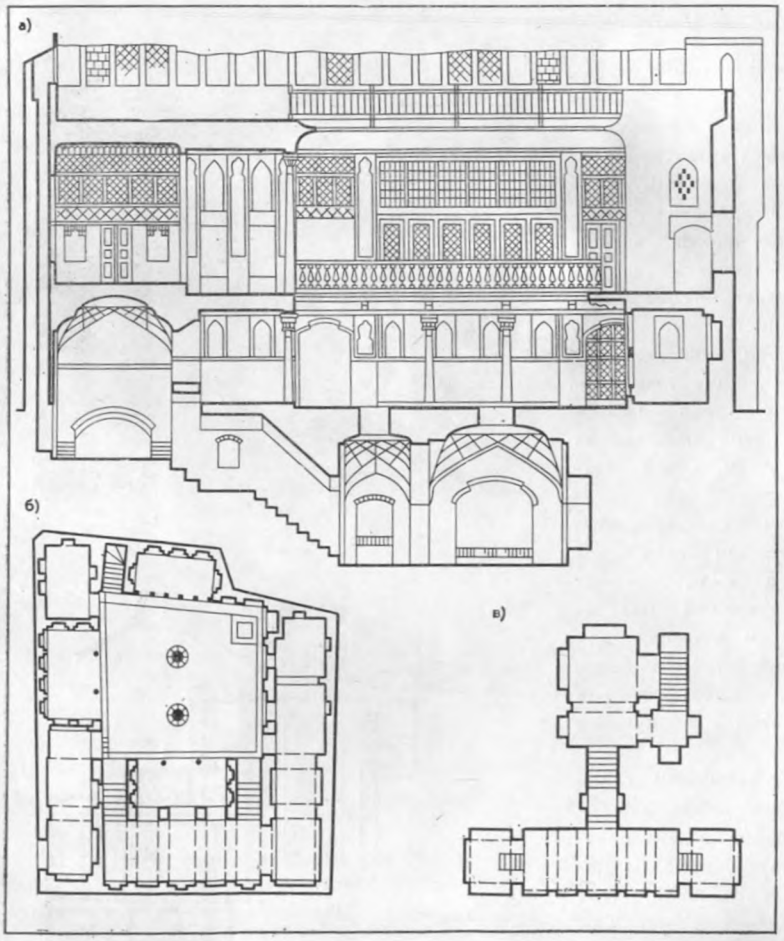
На основе рассмотренных выше приемов получили дальнейшее развитие две архитектурные композиции внутреннего пространства: 1 — ряд больших внутренних помещений, последовательно соединенных друг с другом входными проемами (напри-

Два характерных композиционных приема организации внутреннего пространства в засушливых районах



17

Храм. Древний Египет: на рисунке четко прослеживается анфиладная схема планировки



18

Багдадский дом с сердабом. Ирак: а — разрез; б — план первого этажа; в — план сердаба (заглубленного в землю помещения)



мер, в египетских дворцовых постройках Тель-эль-Амарны и храмах в Карнаке и Эдфу, рис. 17); 2— частично или целиком заглубленные в землю помещения (сердабы), характерные для арабских жилых домов с их вентиляционными шахтами (рис. 18, *а, б, в*).

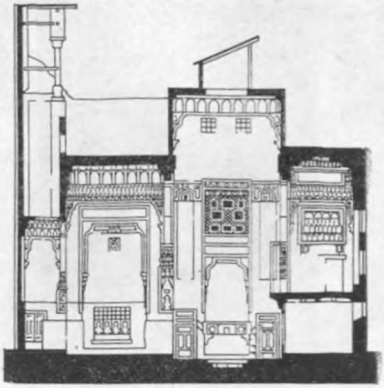
Обе эти архитектурные композиции способствовали повышению прохлады, надежно предохраняя помещения от яркого света и сильно нагретых потоков воздуха.

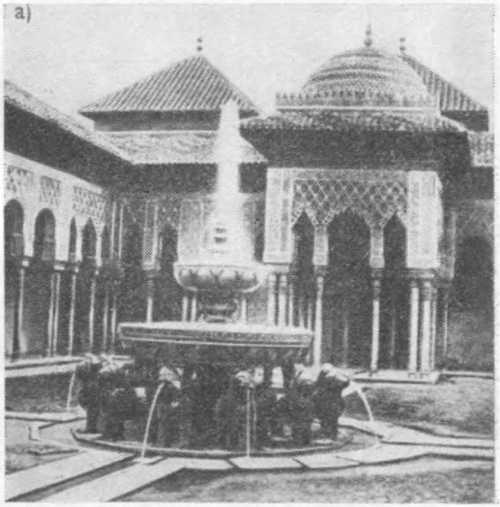
Когда возникала необходимость в окнах, то их обычно устраивали небольшими и располагали почти под самым потолком, ограничивая воздействие солнечной радиации, как прямой, так и отраженной от земли и соседних зданий (рис. 19).

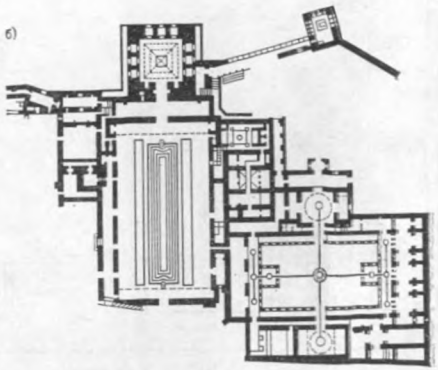
В средневековой архитектуре арабских стран оконные проемы загораживались объемными элементами с решетчатыми ограждениями — машрабиями (рис. 20), выполнявшими функции охлаждения и солнезащиты. Само название машрабия происходит от арабского слова «машраба» (кувшин). Машрабия служит местом для хранения питьевой воды в кувшинах, выполненных из пористой глины. Вода, просачиваясь сквозь стенки этих сосудов, образует на них большую смоченную поверхность испарения, благодаря чему содержимое кувшинов остается прохладным, а омывающие такие поверхности воздушные потоки охлаждаются. Такой способ испарительного охлаждения применялся еще 2500 лет до н. э. в египетских дворцах.

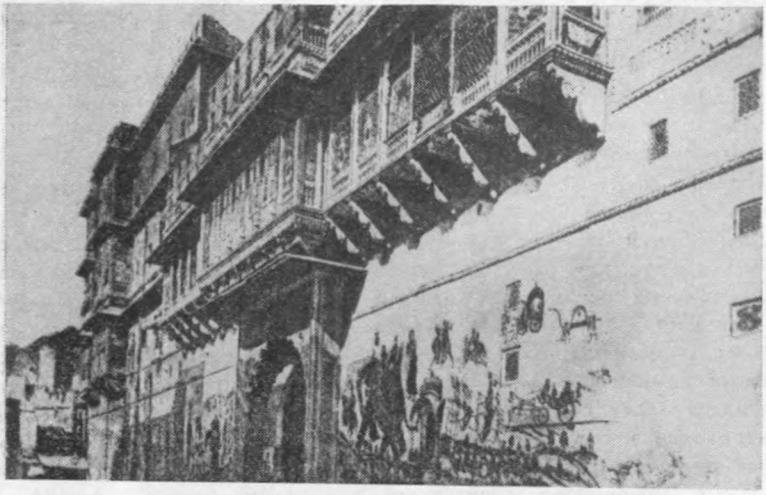
В своем первоначальном виде машрабии представляли каменные коробки типа эркеров, устраиваемые перед окнами жилых домов; они выступали из стеновой поверхности наружу от 20 до 70 см и имели три вертикальные стенки с множеством небольших сквозных отверстий, через которые внутрь машрабии поступали воздушные потоки (см. рис. 16, б).

Впоследствии наряду с каменными стали применять и деревянные машрабии, ограждения которых состояли либо из многочисленных открывающихся створок, либо из целых решетчатых деревянных панелей. При этом размеры машрабии заметно увеличи-









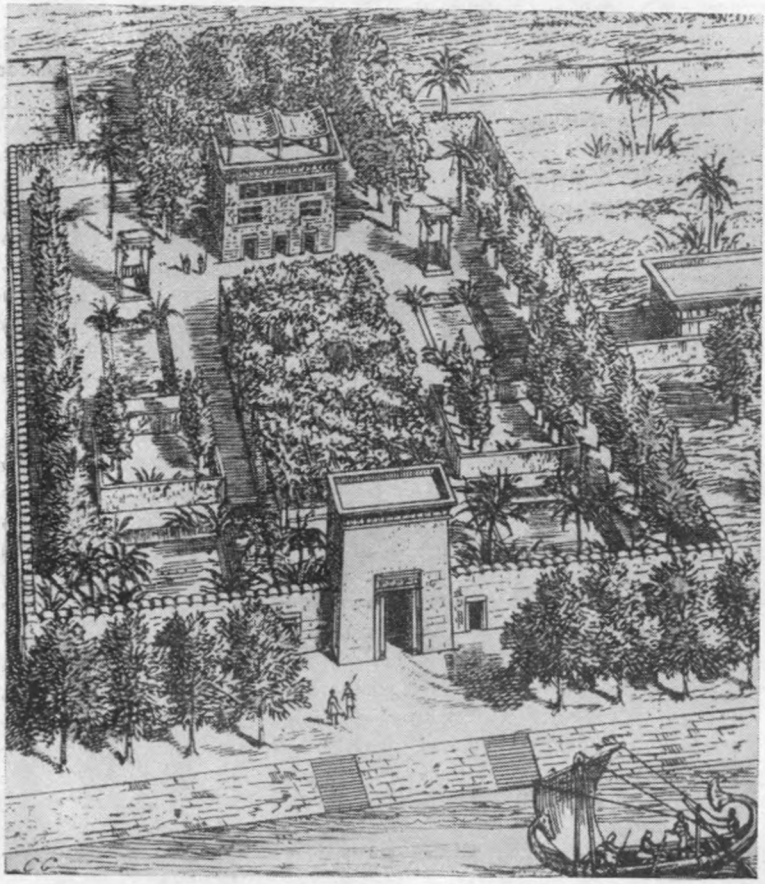
Крыши-сады, озелененные дворы с бассейнами и фонтанами способствуют созданию благоприятной среды

19

Фонарь верхнего света над залом жилого дома в Каире

20

Дом с машрабиями. Каир



21

Львиный двор Альгамбры. Испания:
а — общий вид;
б — план

22

Типичный египетский дом-усадьба



лись, предоставляя приятные прохладные помещения для проживающих в знойных засушливых странах. Машрабии способствуют созданию комфортной среды и в комнатах, с которыми они сообщаются с помощью дверных проемов, доставляя прохладу и защищая их от прямых солнечных лучей.

В Пакистане применяемые на крыше зданий вентиляционные шахты оборудуются в верхней части распылителями воды для охлаждения поступающих воздушных потоков. Последние, насыщаясь влагой, становятся тяжелее и опускаются вниз, вытесняя более нагретый внутренний воздух помещений и занимая его место; благодаря этому создается прохлада в интерьере здания.

В жарко-сухих районах распространен и другой традиционный прием испарительного охлаждения — оборудование оконных проемов влажными щитами-матами, сплетенными из соломы или льна, через которые пропускаются воздушные потоки. Такие сетчатые экраны должны постоянно смачиваться водой и быть по возможности настолько тонкими, чтобы обеспечить беспрепятственное прохождение сквозь них воздушных потоков.

Известен и еще один вид охлаждения, основанный на принципе регулирования микроклимата в помещениях с помощью подачи прохладных потоков воздуха, источником которых служат влажные стенки подземных тоннелей. Установлено, что тоннель с площадью поверхностей 100 м^2 обеспечивает достаточное количество холода для кондиционирования воздуха в жилом доме площадью около 130 м^2. Его прокладка обычно производится на глубине 3,5—4,5 м от земной поверхности, куда не распространяются значительные суточные и среднесезонные колебания температуры, характерные для условий жарко-сухого климата. «Такие тоннели были выполнены в Индии для охлаждения сухого пыльного воздуха с 40 до 26,7°С и обеспечения приемлемого уровня влажности с одновременным удалением основного количества пыли»*.

В зданиях Ирака естественная вентиляция в помещениях обеспечивалась благодаря устройству терракотовых трубочек, вмонтированных в стену под самым потолком.

В жилых домах г. Тель-эль-Амарны комнаты проветривались через фонарь верхнего света. Так, во времена правления династии мамлюков в Египте такой фонарь, носивший название «малькаф» (см. рис. 19), размещался в центре крыши дома над центральным залом (каха) и ориентировался на север. В этом случае охлаждающий эффект усиливался за счет устройства зала высотой в два этажа (характерная особенность высоких залов дворцов Месопотамии), мраморных полов, прохладных поверхностей облицовки, а также струй фонтанов * (рис. 21, а, б).

Заслуживает внимания устройство на крыше этих домов высоких стенок-парапетов типа айвана, ориентированных на север, которые улавливают воздушные потоки и направляют их вниз, чем активизируется проветривание помещения.

Поскольку в жарко-сухих районах дожди выпадают очень редко, то, как уже отмечалось выше, плоские крыши (рис. 22) используются для отдыха и выполнения домашней работы после захода солнца, а в период жарких ночей — для сна. Обычно над крышами сооружают легкие съемные, похожие на тенты навесы из парусины для того, чтобы затенить бóльшую площадь и поддержать прохладу для отдыхающих на крыше (Древний Египет и Месопотамия). Иногда такие навесы заменяют высокими парапетами.

Крыши-сады и озелененные дворы с бассейнами и фонтанами, способствующие созданию благоприятного микроклимата, являлись характерной особенностью и существенным элементом архитектуры стран с жарко-сухим климатом.

В Древнем Египте использование природных и архитектурных средств для улучшения окружающей человека среды достиг-

* Саини Б. Строительство и окружающая среда: Пер. с англ. М. П. Таут. М., 1980, с. 79.

* См.: Riad Michael Mofeed. Building in hot zones. Dielsdorf, 1963, p. 21.

ло своего совершенства во дворцах Тель-эль-Амарны. Но лучше всего традиционные для Ближнего Востока приемы и принципы группировки помещений вокруг открытого двора, сада и бассейна были использованы зодчими в строительстве знаменитого дворца Альгамбра в Гранаде, столице Гранадского эмирата (Испания, XIII—XIV вв.). Идущая с гор древними подземными мавританскими водопроводами холодная и чистая вода снабжает весь дворец; дворы и сады ограждены высокими стенами, вода из бассейнов и фонтанов пробегает светлыми ручейками в специальных желобках, устроенных в мраморных плитах пола, во все наиболее значительные помещения. Здесь всегда прохладно и все надежно защищено от палящих лучей солнца и знойных ветров пустынь (см. рис. 21, а, б) [10].

Появление гладкооштукатуренных стеновых поверхностей светлой окраски, хорошо отражающих солнечные лучи, можно объяснить требованиями, предъявляемыми к повышению прохлады. Такие стены впоследствии оформлялись цветными врезанными и частично рельефными изображениями и надписями. В Древнем Египте надписи и рельефы высекались таким образом, чтобы защитить их от сильного воздействия насыщенных песком ветров пустынь. Одновременно учитывалась и глубина высекаемых линий, от которой зависели эффект игры света и тени и пластическая выразительность обрабатываемых поверхностей.

Следует обратить внимание еще на один существенный элемент архитектурной композиции гражданских зданий прошлых эпох, связанный со специфическими условиями жарко-сухих районов. Это организация внутреннего пространства зданий, форма и габариты внутренних помещений. Как правило, во всех домах предусматривались единые помещения, занимающие всю ширину корпуса. Достаточно, например, указать на устройство комнат в жилищах пуэбло (юго-запад США), во дворцах Тель-эль-Амарны, в среднеазиатских постройках Хивы и Бухары. Такие помещения по преимуществу были прямоугольными в плане и располагались продольными осями перпендикулярно главным фасадам — северному и южному.

В жилищах йеменцев глубина комнат, как правило, намного превышала их ширину. Это позволяло значительно уменьшить площадь поверхностей наружных стен и соответственно приток через них тепла в здания. Отмечают обычно слишком большую высоту помещений во многих сооружениях жарко-сухих районов, достигающую 4 м и более. Однако следует сказать, что высота комнат в индейских пуэбло Таос в Новой Мексике не превышала 2,3 м.

Здесь играет роль, конечно, объем воздуха помещения, приходящийся на одного человека. Впрочем, этот вопрос будет освещен более подробно в гл. 3.

В противоположность вышеизложенной архитектурной концепции замкнутых объемно-пространственных структур, присущей жарко-сухим районам, в условиях жарко-влажного климата получила развитие архитектурная концепция раскрытых объемно-пространственных структур. Она обеспечивает широкую и тесную связь зданий и их комплексов с окружающей природной средой, что позволяет, используя движение потоков воздуха, создавать оптимальные условия вентиляции; при этом должна быть исключена возможность проникновения избыточной солнечной радиации и дождя. Данную архитектурную концепцию можно обнаружить уже во всех ранних постройках и сооружениях первобытных племен жарко-влажных районов (см. табл. 1).

В неолитическую эпоху одной из разновидностей жилья были свайные постройки — это отдельные жилища и поселки, сооруженные на сваях на берегах озер, в поймах рек, у морских заливов. Они имеются и в наше время у многих народов Африки, Азии, Океании, Австралии и Латинской Америки (рис. 23, а, б; 24).

Например, у народов Юго-Восточной Азии (Индокитай, Малайзия, Индонезия, Филиппины) и Восточной Азии (восток Китая с Маньчжурией, Корея, Япония) сложились своеобразные формы традиционных жилищ и хозяйственных построек, тесно связанных как с

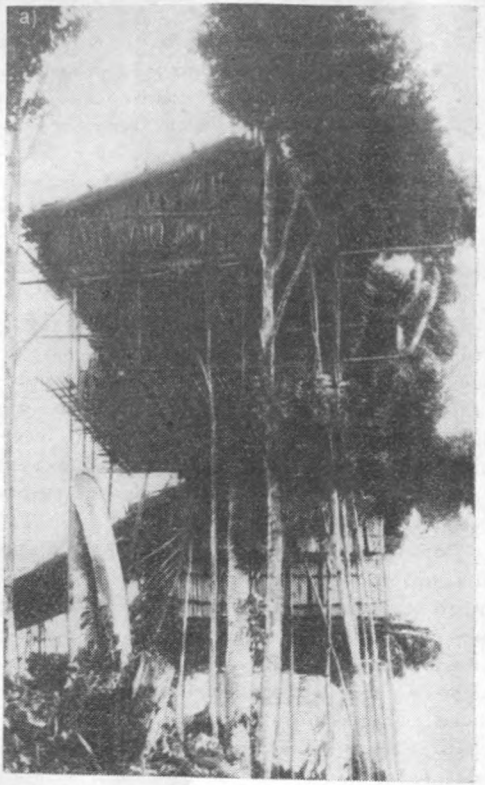
уровнем социально-экономического развития, так и с экологическими условиями, в первую очередь с тропическим и субтропическим влажным климатом. Здесь наибольшее распространение получили прямоугольные в плане сооружения, хотя в Индонезии и на Филиппинах можно встретить и круглые или овальные их разновидности.

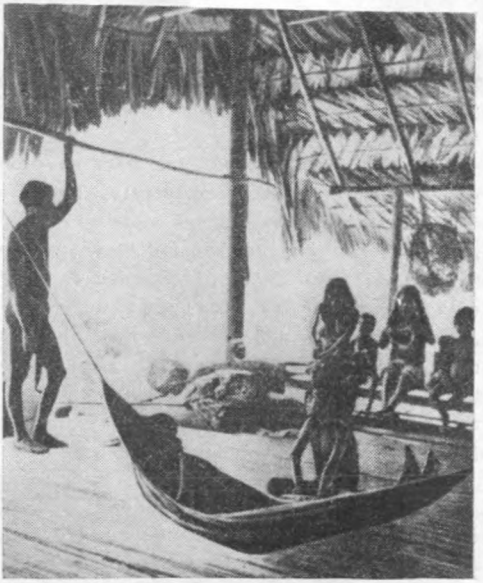
В большинстве стран этих двух крупнейших регионов для возведения домов применяли каркасно-столбовую конструкцию, главным образом свайного типа, в Индокитае, Малайзии, Индонезии и на Филиппинах и преимущественно наземного типа на отдельных территориях Юго-Восточной Азии (Вьетнам, Ява, Бали и др.), а также в прилегающих зонах Северного и Центрального Китая, Кореи и Японии.

Свайные каркасно-столбовые жилища подразделялись на два основных вида: длинный дом с его четко выраженным рядом массивных и высоких центральных столбов, служащих для восприятия главной нагрузки от крыши, и платформенный дом, в котором на конструктивном основании в виде платформы, поднятой над поверхностью земли вертикальными столбами или невысоким срубом, возводился каркас сооружения*.

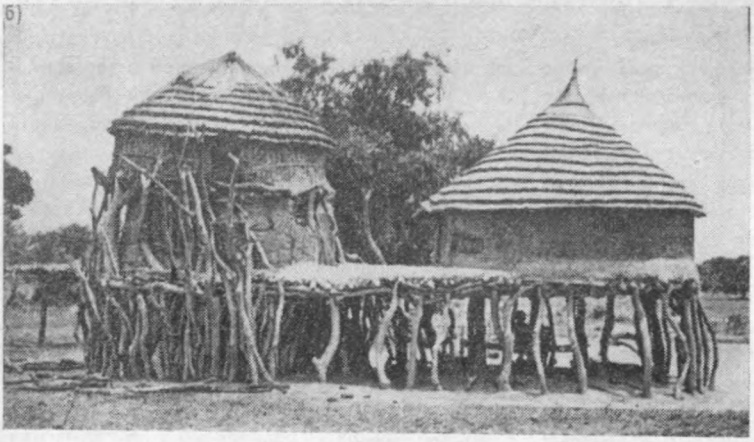
Длинный дом в его классическом виде представлял собой жилище большой неразделенной семьи и даже матронимии или патронимии. Его внутреннее пространство было подразделено на отдельные семейные секции. Главный вход устраивался обычно в торце здания и предварялся открытой, приподнятой на опорах площадкой. Вдоль протяженных фасадов, одного или обоих, располагались крытые галереи. Стены, как правило, были очень низкие, крыша зачастую двускатная с тяжелыми и низкоспукающимися свесами. Наиболее развитый вариант такого жилища представлен традиционными длинными домами народов Калимантана в Индонезии, домами джараев и эдэ во Вьетнаме, некоторых народов Кампучии (см. табл. 1).

Особенности конструкции платформенного





* См.: Типы традиционного сельского жилища народов Юго-Восточной, Восточной и Центральной Азии. М., 1979, с. 283.

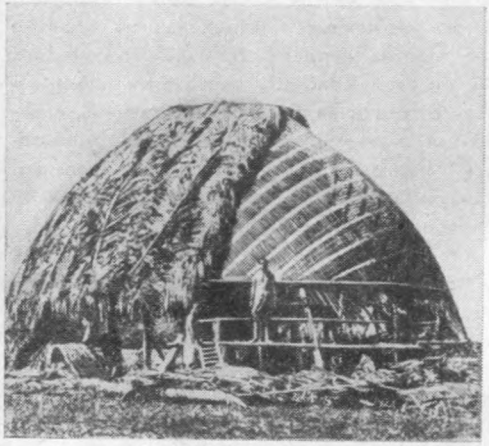


Открытая объемно-пространственная структура построек в жарко-влажных районах

23

Высоко поднятая хижина (а) и строение на сваях племен Динка в верховьях Нила (б)

24

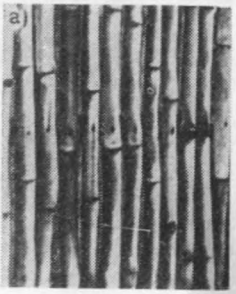


Интерьер хижины

25

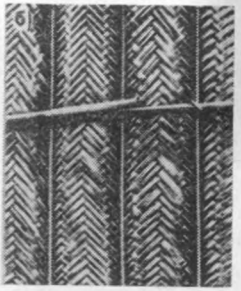
Круглая хижина жителей острова Самоа

26



Жилище пигмеев

27







Материалы, используемые для устройства декоративных стен:
а — бамбук;
б — пальмовые листья;
в — кирпич-сырец



дома обусловливали его преимущественное развитие в ширину путем различных пристроек. Как правило, это было однокамерное жилище, однако встречались и многокамерные (на Таиланде и в Малайзии). Наличие платформы позволяло широко варьировать формы крыши и стен. Помимо двускатной и четырехскатной имелись и седловидные крыши с прогибом в середине и с устремленными вверх или вперед концами конька. Интересные по композиции наклонные стены можно встретить в жилищах этого вида в Лаосе, во Вьетнаме, Кампучии и Индонезии (см. табл. 1).

Свайные решения хорошо известны также в Японии, в меньшей степени — в Корее, где они сохраняются главным образом в хозяйственных постройках, в особенности при сооружении зернохранилищ.

Азиатско-океанийский каркасно-столбовой свайный дом строился, как правило, из дерева и бамбука.

В пределах Юго-Восточной Азии особое место занимают наземные каркасно-столбовые постройки вьето-яванского и балийского типов, ведя свое начало от свайных жилищ.

Наземные каркасные жилые дома, постепенно вытеснив свайные, нашли широкое применение, как более приспособленные к условиям развитого пашенного плужного земледелия. Для них характерно то, что пол таких жилищ только незначительно приподнят над уровнем земли или даже совпадает с ним. Так, у вьетов Северного Вьетнама жилище, ориентированное, как правило, на юг, являло собой наземную каркасно-столбовую конструкцию, воздвигнутую на цоколе, высотой 20 см с двускатной или четырехскатной крышей без потолка, однокамерное строение с галереей-верандой со входом на широкой стороне с очагом, расположенным вне дома.

Примечательны также полифункциональное использование жилого пространства, наличие обширного зала-приемной и алтаря, находящегося на противоположной от входа стене, отсутствие перегородок между комнатами.

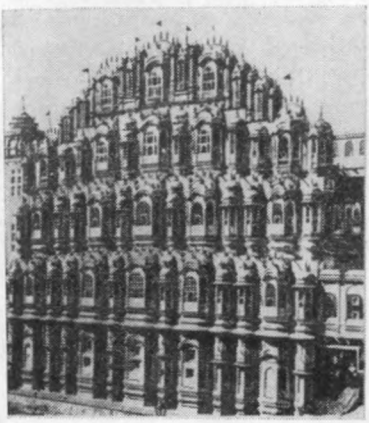
Помимо отмеченных выше форм жилища и тесно связанных с ним хозяйственных и бытовых построек в условиях жарко-влажного климата получили развитие и много других разнообразных типов строений. Они создавались людьми в процессе коллективного труда, преобразования окружающей естественно-географической среды и активной адаптации к ней. Их общую характерную особенность составляла, как правило, крыша, имевшая не только утилитарное, но и большое декоративно-художественное значение. Служа завершением всего дома двускатное, четырехскатное либо зонтичного типа покрытие с сильно выступающим свесом превышало часто половину высоты самого строения. Оно поражало своей легкостью и изяществом, а приподнятые иногда по углам концы кровли еще более усиливали это впечатление.

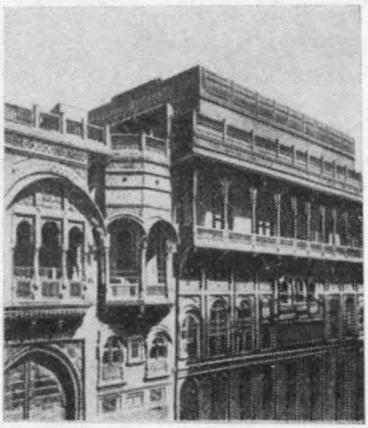
Такие крыши выполнялись из плетеных или скрепленных между собой ветвей (прутьев) или из уложенных в определенном порядке слег, толстых жердей и брусьев. Покрывались они рисовой соломой, травой, листьями сахарного тростника, бамбуковой дранкой, пальмовыми листьями. Все это затем обмазывалось смесью из глины и крови животных. В результате крыша становилась теплостойкой и водонепроницаемой (рис. 25).

Как правило, жилища строились без стен, но если их устраивали, то они представляли собой решетчатую конструкцию, сплетенную из прутьев, пропускающую воздушные потоки (рис. 27). Так, например, на полуострове Флорида (юг США) индейские племена имели хижины без стен, но с огромными двускатными крышами, покрытыми травой, что предохраняло от воздействия солнечной радиации и затеняло бóльшую часть предназначенной для жилья площади. Крыша с крутыми скатами и сильно выступающими свесами хорошо защищала от тропических ливней. Полы хижин обычно были приподняты над землей, поэтому сохранялись всегда сухими и обеспечивали циркуляцию воздуха в образованном под ними пространстве.

В жарко-влажных районах преобладают слабые ветры, что также вынуждало поднимать жилище над землей, с тем чтобы уловить небольшие потоки воздуха. Это делалось также и для защиты от наводнений, почвенной влажности, змей и др. Между жилыми строениями обычно увеличивали расстояния,

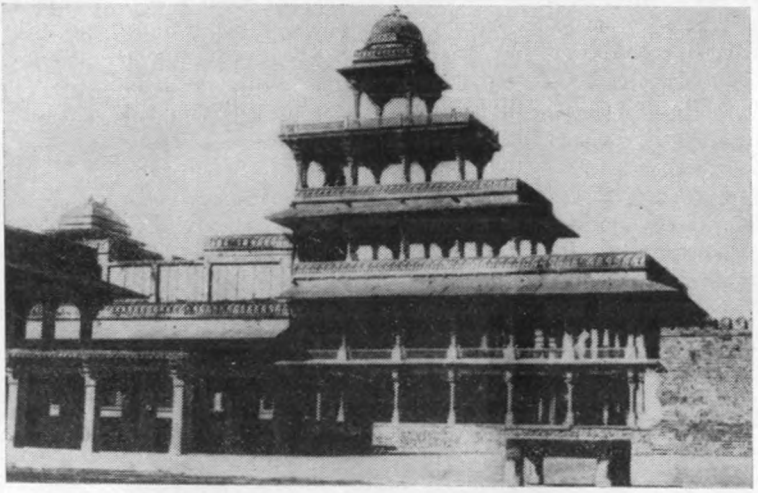
Роль пластической трактовки фасадов и объемно-пространственной композиции зданий в повышении эффекта аэрации помещений





28

«Гофрированный» фасад дворца Махараджа в г. Джайпуре. Индия



29

Балконы и лоджии индийских домов

30

Террасный дом Пандж-Махал. Индия



31

Устройства для улавливания воздушных потоков. Пакистан



чтобы избежать опасности взаимного нагревания отраженным теплом и обеспечить более свободный доступ к ним свежего воздуха (см. табл. 1).

На островах Самоа близ Австралии хижины без стен на ночь завешивались по всему периметру матами для того, чтобы закрыть внутреннее жилое пространство от посторонних глаз и не дать проникнуть в него насекомым и пресмыкающимся (рис. 25).

Внутри хижин влажных районов, кроме подвесных коек, не было ни внутренних перегородок, ни мебели. Все подчинялось единому требованию — обеспечить беспрепятственное движение воздуха в интерьере (см. рис. 24).

В районах с частыми ураганами, например в Новой Гвинее, хижина состояла из закрытого убежища, установленного на столбах таким образом, что под ним оставалось свободное пространство. Здесь же, в Новой Гвинее, можно встретить и другое интересное решение, сложившееся, вероятно, под влиянием таких постоянно действующих факторов, как ураганы, ветры, и требований защиты. Первый фактор вызвал появление закрытого убежища, второй — открытого пространства под ним, а третий застазил поднять все жилище над землей и расположить его среди крон деревьев, чья листва, колыхаясь под воздействием ветра подобно вентилятору, усиливала эффект охлаждения (см. рис. 23, а). Это решение, использующее вентиляционные качества колышущейся листвы, характерно больше для хижин сводчатой формы, которые строили кочевые племена пигмеев (рис. 26). Наилучший результат достигался благодаря ориентации на восток сводообразного каркаса хижины, покрытого листьями навстречу ветру.

В характере застройки деревни Бари тропического Судана отражена архитектурная концепция раскрытых объемно-пространственных структур. В этом жарко-влажном районе, лежащем поблизости от экватора, солнце почти всегда находится в зените, суточные и годовые амплитуды колебания температуры небольшие, а в атмосфере постоянно стоит легкий туман, поскольку воздух насыщен влагой. Он-то и является причиной как большой солнечной радиации, так и сильных ливней. Поэтому в этих условиях крыша становится наиболее существенным элементом жилища, о чем свидетельствуют конусные круглые крыши зонтичного типа, покрытые соломой или тростником (см. табл. 1). Стены теряют свое обычное назначение, и границы хижин легко определяются тенью, отбрасываемой крышей. Деревня отличается свободной системой застройки с открытой расстановкой хижин, что способствует свободному омыванию их воздушными течениями. Кроме того, при таком расположении хижин достигалась органическая связь внутренних пространств жилого комплекса как между собой, так и с окружающей природой.

В Индии исходя из требований создания благоприятной среды в городах устраивались широкие улицы-сады с водоемами и фонтанами, хорошо затененные кронами деревьев и напоенные прохладой благодаря водным зеркалам и брызгам, повышающим физический комфорт за счет процесса испарения. Наличие таких улиц исключало необходимость в строительстве площадей и открытых пространств.

Жаркий влажный климат Индии имеет ярко выраженный сухой сезон, который объясняет нам причины применения архитектурных и конструктивных элементов, свойственных районам с жарко-сухими климатическими условиями, таких, как балконы, террасы и плоские крыши.

Из-за двойственного характера климата возник и другой архитектурно-планировочный прием — устройство в домах углубленных в землю жилых помещений, предназначенных для использования в засушливый период года. Так, например, традиционные дома Северной Индии часто имели подвальное помещение, умеренно освещаемое через отверстия, расположенные чуть выше уровня земли и устраиваемые для того, чтобы обеспечить минимум вентиляции, не повышая температуры.

В традиционных домах Западной экваториальной Африки и Западной Индии часто можно встретить веранды и крытые галереи, а в двухэтажных домах — выступы (козырьки) и эркеры на фасадах, выразительных яркими контрастами света и тени. Такая трактовка

внешней оболочки здания исключала попадание прямых солнечных лучей в интерьеры залов и комнат (рис. 28, 29).

Однако влияние климата на архитектуру Индии проявилось главным образом в создании характерных объемно-планировочных композиций и в своеобразии конструктивных решений зданий, которые отвечали требованиям эффективного сквозного проветривания.

Представляет интерес горизонтальное членение наружных объемов зданий на ярусы, которые напоминают ступенчатые пирамиды, имеющие раскрытые во внешнюю среду помещения. Это привело в дальнейшем к появлению разнообразных форм многоэтажных сооружений (рис. 30). При такой композиции достигалась более активная аэрация внутреннего пространства со всех сторон здания.

Заслуживает внимания и другой прием, заключающийся в устройстве так называемых «вертикальных» рядов фигурных складок и окон, напоминающих эркеры, выступы которых, помимо того что создавали дополнительное затенение и придавали фасаду форму гофрированной стены, способствовали значительному увеличению скорости движения воздушных потоков благодаря образованию завихрений около выступающих углов (см. рис. 28).

Жизнь в домах в условиях жарко-влажных районов, где отсутствуют бризы, неприятна. Именно такая ситуация сложилась в некоторых городах Северной Индии, а также Пакистана, народы которых выработали ряд традиционных приемов, направленных на повышение условий естественной вентиляции помещений домов.

Известно, что здания, расположенные на близком расстоянии друг от друга, имеют тенденцию направлять бриз вверх и далее над собой. Используя указанное явление, крыши зданий в этих городах часто оборудуют многочисленными устремленными ввысь вентиляционными шахтами и большими «ветровыми ковшами», обращенными своими отверстиями навстречу приближающемуся бризу для улавливания и всасывания воздушных потоков внутрь здания (рис. 31). Большое распространение получил также способ размещения оконных проемов противоположных наружных стен комнаты точно друг против друга для активизации сквозного проветривания (иногда по крайней мере один из этих проемов выходил во внутренний дворик). Даже сам характер оконных проемов был продиктован этим требованием, в связи с чем они, как правило, заполнялись особыми решетчатыми конструкциями, пропускавшими воздушные потоки, но одновременно создававшими препятствие проникновению внутрь зданий солнечных лучей и дождя.

В это же время начали применять большой вентилятор, называемый «пунках» — громадный, подвешенный к потолку экран-вентилятор из материи, приводимый в колебательное движение либо ручным способом, либо механизмом.

Следует также остановиться на особенностях национальных типов жилищ Древнего Китая и Японии (в общем сходных по характеру). Эти страны в основном находятся в поясах с мягким и теплым климатом. Япония и Юго-Восточный Китай по своему климату приближаются к субтропическим странам, а острова Луи-Куи и Формоза совсем не знают зимы, и их можно отнести к тропикам.

Однако как бы ни велика была общность культур Японии и Китая, они все же в корне различны. Ибо пафос китайского искусства утверждает всемогущество человеческих рук, в то время как «главная характерная черта японской культуры состоит в том, что эта культура природоподражательная, то есть построенная по образцу природы...»* Стремление к гармонии с природой — главная черта японского искусства. Японские архитекторы возводят постройки так, чтобы они сливались с окружающей средой, были открыты ей. Они не диктуют свою волю материалу, а лишь выявляют заложенную в нем природную красоту.

Главным климатическим врагом японцев являются дожди, обилие влаги и в то же время большая летняя жара. Эти особенности климата наложили свой отпечаток на япон-

* Сюнкити Акимото. Изучая японский образ жизни. — В кн.: Овчинников В. Ветка сакуры. М., 1971, с. 28.

ский быт и строительство жилищ, как правило, хорошо приспособленных к специфическим условиям окружающей естественно-географической среды.

В этой стране, так же как и в Китае, основным строительным материалом служат дерево, бамбук, тростник и специальная бумага. При возведении традиционного жилого дома Японии самое большое внимание обращают на устройство крыши. Ее делают обычно массивной и крутой, с тем чтобы обеспечить наилучшим образом сток дождевых вод. В городах для кровли применяют чаще всего черепицу, в деревнях — толстый слой рисовой соломы. Наиболее характерную черту архитектуры жилищ и других построек японцев составляет слияние их внутреннего пространства с наружным, поскольку принадлежностью большинства японских домов является и прилегающий, часто очень незначительный по своим размерам, сад с искусственным природным ландшафтом — карликовыми деревьями специальных пород, холмиками, ручейками, разбросанными валунами, т. е. всем тем, что можно встретить в природе, но в миниатюре.

Этому способствует также и трансформация наружных стен зданий. Две стены японского дома обыкновенно выполнялись сплошными из бамбука, обмазанного глиной, а две раздвижные — из деревянных рам с натянутой на них бумагой — «седзи». Это устройство позволяет обитателям дома в течение дня раскрывать помещения в сторону сада, превращая часть дома в террасу. Лишь на ночь или во время дождя впереди бумажных рам выдвигались сплошные дощатые щиты, предохраняющие седзи от промокания. Кроме того, наличие сейсмики и обилие влаги определили и конструкцию японского жилого дома, который выполняется обычно из легких материалов и имеет каркасную систему, приподнятый примерно на 0,5 м над землей пол с короткими сваями-столбиками под ним, обеспечивающими опирание его на землю в минимальном количестве точек (рис. 32, 33).

В японском доме столы и стулья заменяли плетеные маты из соломы светло-лимонного цвета. Вместо кроватей использовали тюфяки, которые на ночь стелили на пол, а днем свертывали и прятали в раздвижные стенные шкафы. Единственным украшением интерьера были картина и ваза с 2—3 цветками или ветками, которые помещались в специальной нише комнаты, предназначенной для приема гостей.

Основу цветового решения японского дома составляли темное дерево столбов, золотистые доски полированного пола и фактура плетеной соломы циновок. Японцы применяли и раздвижные внутренние перегородки. В городах отдельные элементы стен домов могут трансформироваться, образуя козырьки наподобие продолжения крыши. В целях предохранения от сырости полы нижних этажей приподнимались над землей (рис. 33).

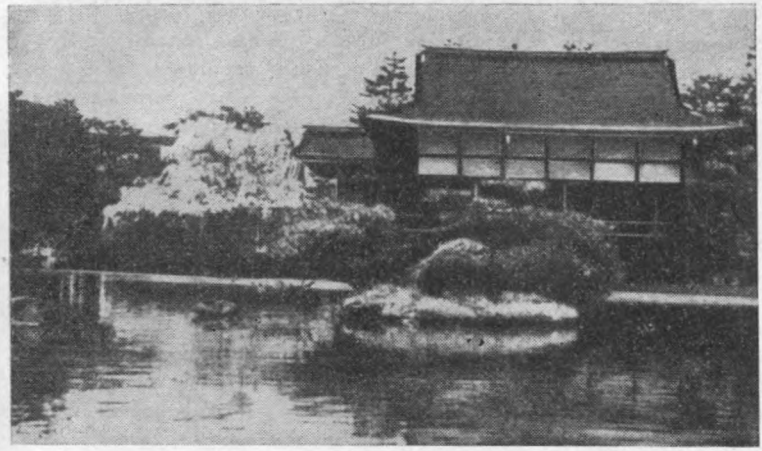
Применение трансформируемых элементов и конструкций получило также широкое распространение в народном зодчестве южных республик СССР. В Ферганской долине Узбекской ССР строятся дома типа «кашгарча» с трансформируемыми стеновыми ограждениями. В центре жилища располагается комната, называемая «дален», наружное ограждение которой состоит из стоек и поднимающихся решетчатых ставен — «ровон». Когда ставни подняты, дален превращается в полузакрытое помещение, способствуя тем самым регулированию микроклимата. В двухэтажных домах ставни-ровон устраивают на втором этаже.

В Намангане и Андижане (Киргизская ССР) встречаются дома, имеющие айван со ставнями — «ровонлик айван», которые позволяют превращать открытый айван в закрытую жилую комнату. Это также создает удобства при пользовании помещениями.

В западной части Грузинской ССР (Мингрелии) сложился тип жилища, включающего две комнаты, разделенные дощатой перегородкой, легко убираемой в случае необходимости создать одно большое помещение.

В Казахской ССР юрта представляет собой сборно-разборную конструкцию, состоящую из остова — «кереге», покрытого тремя кошмами — «туырлык».

Сезонную трансформацию осуществляют за счет превращения на лето стенового огра-



Органическая связь традиционной японской архитектуры с окружающей средой. Широкое применение трансформируемых устройств — раздвижных ширм-экранов, поднимающихся элементов стен, съемных матов и т. д.

32

Жилище японцев



33

Трехэтажное строение каркасного типа. Япония



дения в навес. Приподнимая эти кошмы и укладывая их на колья, оставляют кереге открытым, что улучшает условия естественного проветривания увеличенного затененного пространства юрты.

Таким образом, уже на ранних стадиях развития архитектуры мы обнаруживаем приемы трансформации ограждающих конструкций зданий, вызванные особыми природно-климатическими условиями.

В заключение будет уместным привести интересные результаты исследования, полученные Ж. Дольфусом [68], который классифицировал основные типы жилищ ранних эпох, расположенных во всех климатических поясах Земли. Эта работа подтверждает тот важный факт, что в течение многих тысячелетий основной целью строителей было создание условий теплоустойчивости. Дольфус также пришел к выводу, что типы зданий в гораздо большей степени определяются климатическими зонами, чем национальными границами различных государств.

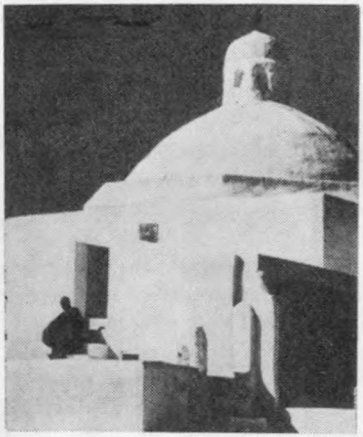
Претерпевая некоторые отклонения, вызванные местными традициями национального зодчества и социальными обычаями, основные формы жилищ наших предков складывались под влиянием условий внешней природно-климатической среды. Относя к первой категории жилища, расположенные в зоне экваториальных джунглей и тропических саванн (Африка, мусонная Азия — преобладает дождливый сезон, Австралия, Полинезия, Амазонка), Дольфус подчеркивает, что в этом районе крыша имеет более важное значение, чем стены, которыми вообще можно пренебречь. Здесь повсюду мы обнаруживаем каркасы из дерева, деревянные постройки, конструкции из плетеных ветвей, прутьев, соломы, тростника и дранки, а также использование зеленой листвы [68].

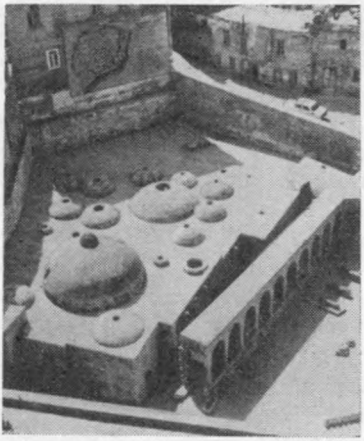
В другой промежуточной зоне (если следовать его классификации) стены возводятся уже из кирпича-сырца (а также из глинобитных или землебитных конструкций), а крыши — из соломы или тростника (Западная Африка, Анды). Здесь же располагаются районы, где обитают кочевые народы с их переносными палатками и шатрами, остов которых, составленный из жердей, покрывался войлоком или кожей. Совсем рядом с ними другая группа жилищ (Мавритания, Гоби, Мексика), в которых стена как ограждающая конструкция приобретает более важное значение, чем крыша, — это засушливые районы пустынь и степей. Здесь стены возводятся из камня, кирпича-сырца или состоят из деревянного каркаса, обмазанного с двух сторон глиной, а крыши, выполненные, как правило, из грунта, делают по преимуществу плоскими.

Дольфус отмечает также и другой существенный фактор, обусловливающий типологическое различие зданий, — это соотношение сплошной массы стен и суммарной площади, занимаемой светопроемами в наружных ограждениях зданий. Оно находится в зависимости как от психологических особенностей населения, так и климатических условий и применяемых строительных материалов.

В зонах, отличающихся чрезмерно высокими или низкими температурами, проемы в стенах занимают незначительную площадь по отношению ко всей стеновой поверхности, что продиктовано требованием защиты от сильной солнечной радиации или холода. Однако крыша является важнейшим элементом архитектурной композиции и определяет внешний облик жилых и иного назначения зданий регионального типа. В этом можно убедиться, если посмотреть на карту (см. форзац), где в соответствующих климатических зонах расположены дома с характерными формами крыш. Плоскую крышу мы встречаем в жарких районах, сводчатую и купольную — в засушливых, а скатную — в районах с умеренным климатом и постоянно сухим летним сезоном года. Типы жилых домов с более высокими крышами можно обнаружить на территории с влажно-умеренным и более холодным климатом.

Особый случай представляют купол и сводчатые крыши — едва ли не самые распространенные формы покрытий в архитектуре прошлого жарких стран (рис. 34, 35, 36). Полагают, что эти формы нашли широкое применение благодаря подкупающей простоте выполнения купольных покрытий, каркас которых составляли ветви деревьев, и отсутст-





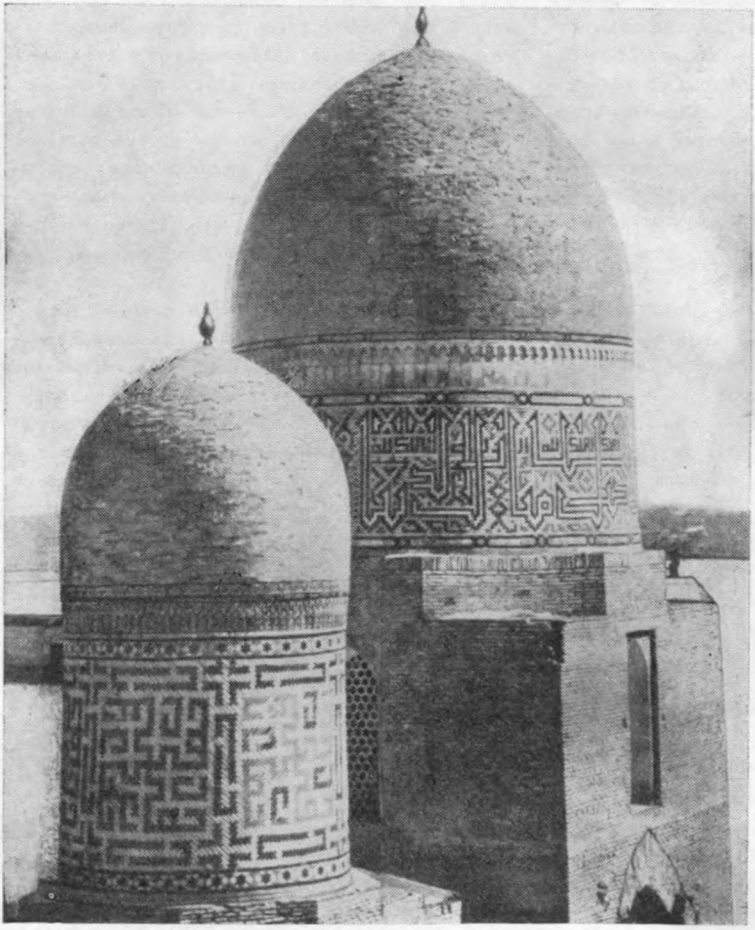
Купола и сводчатые крыши — самые распространенные формы покрытий в архитектуре прошлого жарких стран

34

Белая мечеть
в Кайруане. Тунис,
670 г. н. э.

35

Старый город
в современном Баку



36

Нижняя группа
мавзолеев.
Шах- и-Зинда.
Самарканд



вию достаточного количества строевого леса.

Однако наибольшее распространение купола и своды получили в жарко-сухих районах, в условиях, характеризующихся постоянно безоблачным небом, низкой относительной влажностью воздуха, сильной солнечной радиацией и большой суточной амплитудой колебания температуры воздуха. В этой связи напрашивается достаточно логичный довод, объясняющий, быть может, причину широкого использования купольных конструкций в зодчестве прошлого. Оболочка полусферического свода имеет поверхность, примерно в три раза превосходящую площадь его основания, и, следовательно, при высоком стоянии солнца облучение полусферической поверхности будет намного слабее. Это обусловливает более низкую температуру нагрева поверхности такого покрытия и создает благоприятные условия для дальнейшего ее понижения под воздействием ветра. Сводчатая форма также благоприятна и в отношении создания условий эффективного ночного теплового излучения поверхности покрытия в пространство, что содействует быстрому его охлаждению.

Купол обладает также и очень высокими художественно-образными и композиционными качествами. Выражая идею предельного покоя и равновесия, эта форма прочно утвердилась в монументальной культовой и гражданской архитектуре Средней Азии, Ближнего и Переднего Востока.

Известно, что в древних городах куполами перекрывались и торговые улицы либо целиком, образуя волнообразное покрытие, либо только в местах пересечений и переломов улиц, либо исключительно в торцах переходов как завершение композиции.

Придавая городу своеобразный внешний облик, купольные формы покрытий имели, таким образом, художественное и функциональное назначение.

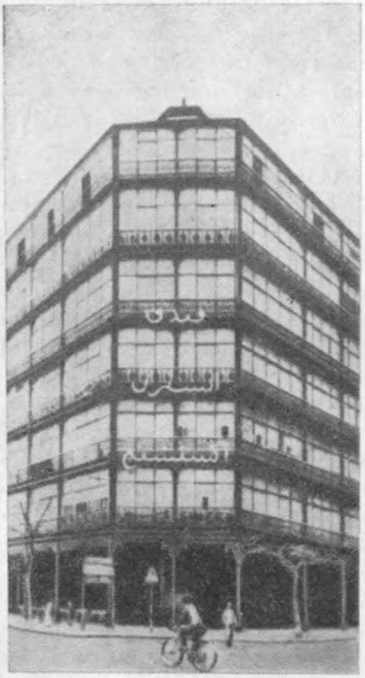
Как видно из приведенного краткого исторического обзора, на ранних стадиях развития человеческого общества в жарких районах и странах, порой разделенных огромными расстояниями и не имевших между собой никаких связей (что исключает факт заимствования), наблюдается одновременное появление одинаковых типов сооружений и конструктивных приемов.

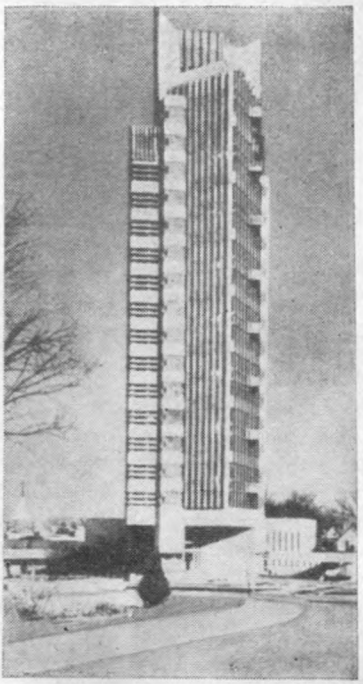
Народы разных континентов в процессе длительной борьбы со сходными неблагоприятными природно-климатическими факторами постепенно выработали, а затем продолжали неуклонно совершенствовать общие принципы региональной трактовки форм архитектуры и улучшения окружающей среды, отразивших главные этапы развития рассмотренных двух основных концепций строительства на территориях внутритропических широт.

В то же время наряду с сильным влиянием климата на архитектуру и градостроительство их зарождение, формирование и процесс роста определялись «одинаковыми общественными потребностями при одинаковом уровне развития производительных сил и сходными жизненными условиями» [15].

Но позже, вследствие все более и более усиливавшихся связей между государствами, сближения уровней их технического совершенствования, колонизации европейцами обширных территорий отсталых стран внутритропических широт и ряда иных причин, климатом, как правило, стали мало-помалу пренебрегать, а вскоре и совсем о нем забыли. Происходило лишь явное заимствование архитектурных форм и композиционных приемов из других районов (главным образом европейских), в результате чего в архитектурно-планировочных решениях зданий жарких зон нашли отражение все последние достижения Европы в области строительства. Однако процесс развития архитектуры в жарких странах в этот период и в дальнейшем протекал не только исключительно под знаком внешних влияний, как это стремятся представить буржуазные теоретики, а был тесно связан с творчеством народа каждой отдельной страны, принимавшего извне только то, что отвечало его материальным и духовным потребностям [15].

На рубеже XIX—XX вв., в период эклектизма в архитектуре, в строительной практике жарких районов обнаруживается тенденция к произвольной комбинации художественных форм всевозможных стилей, заимствованных





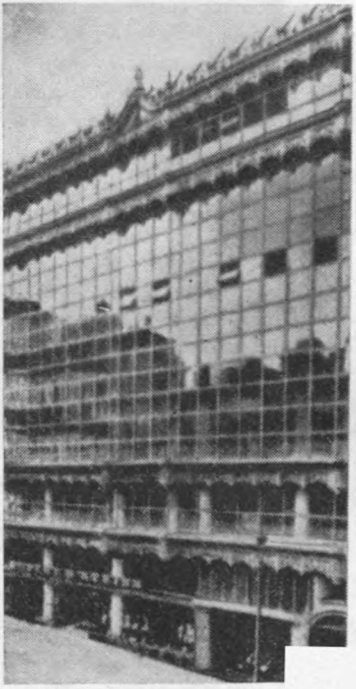
Пренебрежение климатом на рубеже XIX—XX вв. и примеры творческих поисков новых солнцезащитных средств, повышающих эстетическую выразительность и функционально-технические качества сооружений

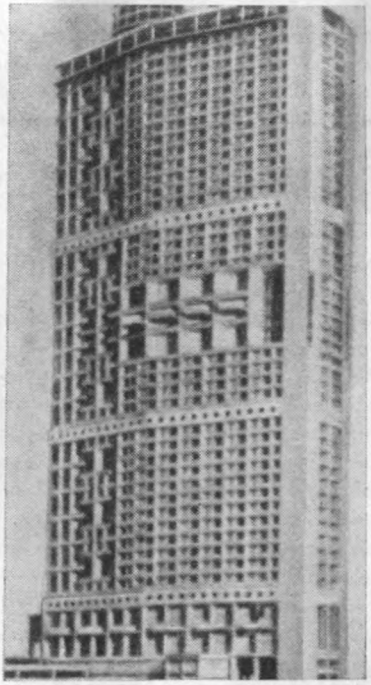
37

Металлический каркас и стекло. Порт-Саид. АРЕ

38

Хэлиди Билдинг в Сан-Франциско. США, 1918. Арх. Уилме Джеферсон Полк





39

Прайс-тауэр в Бартлесвилле. Оклахома, США, 1956. Арх. Ф. Л. Райт

40

Проект делового центра в Алжире. 1938. Арх. Ле Корбюзье

как из архитектуры далекого прошлого различных стран, так и из местного зодчества. Это создавало хаос в архитектуре и приводило к окончательному игнорированию контроля над воздействием климата, пренебрежению местными условиями и традициями. Об этом свидетельствуют, например, перестройка столицы Индии — Дели, которая велась в манере архитектора Рена, возведение зданий в духе второй империи и во вкусе третьей республики на северном побережье Африки, формы георгианской и викторианской архитектуры на территориях английских колоний.

Даже появившиеся в 20-е годы как протест против эклектики и стилизаторства творческие направления — функционализм и конструктивизм, сыгравшие известную роль в становлении новой архитектуры, отличались узостью рационалистического подхода к зодчеству и во многих случаях безразличным отношением к специфике местных условий.

Позднее этот чисто утилитарный функционализм, постепенно теряя черты творческого метода и возводя в догму некоторые из своих приемов, преобразовался в некий «международный стиль», оперировавший лишь внешними атрибутами целесообразной формы. Он насаждался в слаборазвитых и зависимых странах как символ политического и культурного господства Запада и не учитывал ни условий среды, ни климата, ни традиций зодчества каждой отдельной страны (рис. 37, 38). Это вело к противоречиям с самим принципом рационального подхода к архитектуре.

В полемике с конформистскими и техницистскими крайностями функционализма в середине 30-х годов одним из распространенных направлений становится органическая архитектура. Лидер этого течения архитектор Ф. Л. Райт настаивал на более тесной связи архитектурных форм с природой, на растворении городской застройки в ландшафте, на использовании качеств, присущих материалам, на стремлении к учету индивидуальных потребностей и психологии людей (рис. 39, 40).

Под воздействием идей органической архитектуры сложились региональные архитектурные школы в Финляндии и Швеции. В США ее принципы использовала так называемая калифорнийская школа архитекторов во главе с Р. Нейтрой. В Японии, Бразилии, Венесуэле, Греции и ряде стран Северной Африки возродился интерес к местным традициям и национальной архитектуре.

Среди значительного и все более возрастающего разнообразия новых течений в современной зарубежной архитектуре XX в. особого внимания заслуживает «регионализм», поскольку он признает целесообразным учитывать локальные климатические условия, правда, в рамках не одного государства или нации, а в пределах большого пояса или зоны с почти одинаковыми условиями климата. В то же время сторонники «регионализма», считают, что архитектор может воспользоваться всеми известными ранее архитектурными формами, переработанными в духе современности, игнорируя тем самым должный учет особенностей национальной культуры народа. Оказывая сильное влияние на формирование архитектурного облика современных зданий и их комплексов, эта новая тенденция, имеющая самое непосредственное отношение к проблемам климата и архитектуры в жарких странах, требует всестороннего и самого серьезного исследования.

Создание жилищ, общественных зданий и городов является важной социальной задачей. По архитектуре определенного исторического периода, понимаемой в самом широком смысле как искусство организации пространственных структур, образующих необходимую среду для жизнедеятельности людей, можно во многом воссоздать образ жизни и структуру соответствующего общества.

В современных условиях интенсивное развитие всех видов производства, и особенно промышленного, бурный рост населения, концентрация его в городах и развитие автомобильного транспорта с каждым годом ухудшают качество городской среды.

Поиски путей оптимизации экологической ситуации, органического взаимодействия общества с природой — одна из главных целей современного градостроительства и архитектуры.

На важность проблемы взаимоотношений общества и природы неоднократно указывали

К. Маркс и Ф. Энгельс, отмечая, что они составляют отношения целостности, не выводящие человека из природы (ибо мы «нашей плотью, кровью и мозгом принадлежим ей и находимся внутри ее»*), а перестраивающие отношения с ней. Исходным здесь является обоснованное марксизмом положение о сущностном единстве природы и общества. «Человек живет природой, — писал К. Маркс. — Это значит, что природа есть его тело, с которым человек должен оставаться в процессе постоянного общения, чтобы не умереть. Что физическая и духовная жизнь человека неразрывно связана с природой, означает не что иное, как то, что природа неразрывно связана с самой собой, ибо человек есть часть природы» **. На эту же сторону проблемы указывал В. И. Ленин, подчеркивая взаимозависимость развития общества и природы: «Человек в своей практической деятельности имеет перед собой объективный мир, зависит от него, им определяет свою деятельность» [2].

Кризис городов, формирование эколого-урбанизационных противоречий в капиталистическом мире, хищническое хозяйничание монополистического капитала в условиях научно-технической революции ныне в еще большей степени обостряют проблему окружающей среды.

«Только при капитализме, — писал К. Маркс, — природа становится всего лишь полезной вещью; ее перестают признавать самодовлеющей силой, а теоретическое познание ее собственных законов само выступает лишь как хитрость, имеющая целью подчинить природу человеческим потребностям, будь то в качестве предмета потребления или в качестве средства производства» ***.

Но присущее капитализму отношение к природе неизбежно накладывалось и на заменяющую ее искусственную среду, которая как раз и выступала в качестве желанного предмета потребления или необходимого средства производства. Эта среда становится только барьером между обществом и природой, защищает от враждебной природы. «В обществе отчуждения, где человек противостоит другому человеку как сопернику, как конкуренту, он противостоит и природе как враждебной силе, отчужден от нее» *.

Из сказанного понятно, что город как искусственная среда жизни и деятельности человека — неизбежное, но исторически ограниченное явление с позиции отношений природы и общества. В качестве элемента «второй природы» город возникает не как результат целостных отношений общества и природы, а как проявление отчуждения, дисгармонии между ними. Город не соединяет человека с природой. Напротив, он отдаляет и тем самым отчуждает природу от человека. Разумеется, не город «виноват» в этом. Такого рода отношения общества и природы соответствуют самому существу капиталистического способа производства, в условиях которого невозможно организовать этот процесс [33].

Социализм, для которого забота о человеке является главной целью, уделяет огромное внимание охране окружающей среды, в том числе среды городов. Коренным образом изменяя внутреннее содержание отношения человека к человеку, он создает условия для установления действительного, а не только потенциального сущностного единства общества и природы. Тем самым закладывается основа и для принципиально иного места искусственной среды во взаимоотношениях общества и природы.

Главной предпосылкой нового этапа в этих отношениях является тот факт, что в условиях социализма не только средства производства, но и природа со всеми ее ресурсами становится общественным достоянием, принадлежит всему обществу. Реализуется способность социалистического общества «установить гармоническое сочетание своих производительных сил по единому общему плану...» **

* Маркс К., Энгельс Ф. Соч. 2-е изд., т. 20, с. 496.
** Маркс К., Энгельс Ф. Соч. 2-е изд., т. 42, с. 92.
*** Маркс К., Энгельс Ф. Соч. 2-е изд., т. 46, ч. I, с. 387.

* Волков Г. Экономический кризис и социалистическое природопользование. — Коммунист, 1976, № 12, с. 35.
** Маркс К., Энгельс Ф. Соч. 2-е изд., т. 20, с. 307.

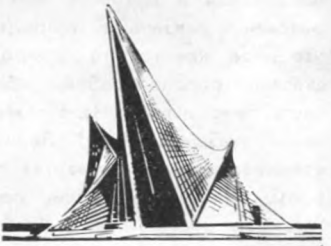


В УСЛОВИЯХ ЖАРКО-ВЛАЖНОГО КЛИМАТА

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОЕКТЫ И РЕАЛИЗАЦИИ

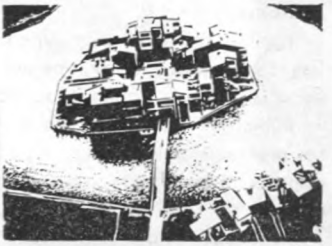
1. Каркасные системы и строения с островерхими крышами

Павильон фирмы «Филиппс», арх. Ле Корбюзье. Каркас хижины в Новой Гвинее. Комплекс строений на опорах. Свайный дом на острове Суматра



2. Плавающие сооружения

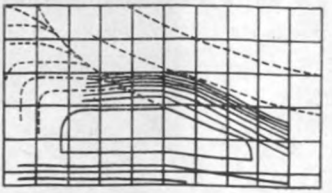
Городок отдыха в Баркаресе, Франция, арх. Ж. Кандилис. Доколумбовый Мехико-Сити. Плавучая деревня на озере Тонлесап, Камбоджа. Жилища-лодки близ Шанхая, Китай



3. Открытые объемно-пространственные структуры

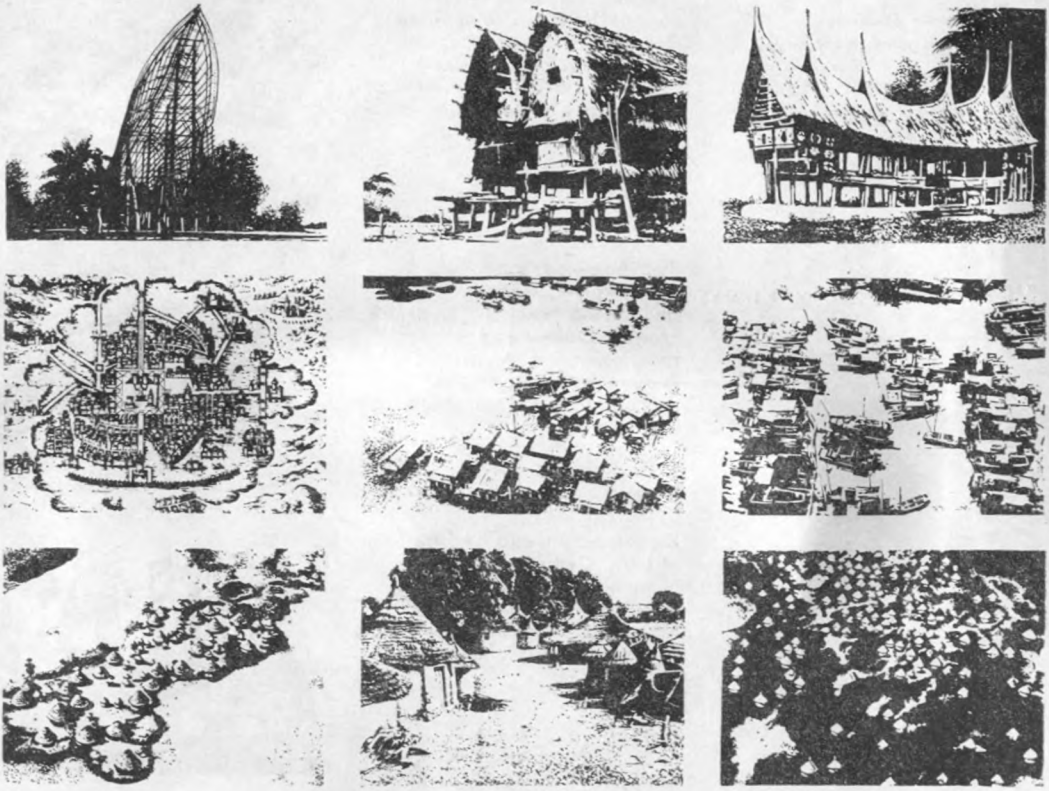
Туристический центр Гранд-Мотт, Франция, арх. Ж. Балладюр. Деревня Бари в Судане. Свободная расстановка хижин. Открытая планировочная структура селения





Жаркие районы располагаются в основном между двумя тропиками Земли, охватывая более трети ее поверхности. Однако многие ученые относят к жарким и те районы, где среднегодовая температура воздуха равна или превышает 20°С

ИСТОРИЧЕСКИЕ ПРЕЦЕДЕНТЫ

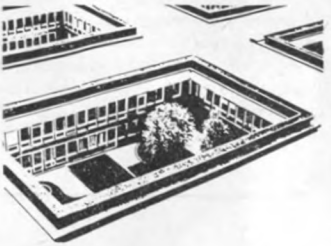


Биоклиматическая оценка — это стартовая площадка, с которой следует начинать любое архитектурное проектирование, если хотят добиться композиционного и объемно-планировочного решения, отвечающего окружающей природно-климатической обстановке

В УСЛОВИЯХ ЖАРКО-СУХОГО КЛИМАТА

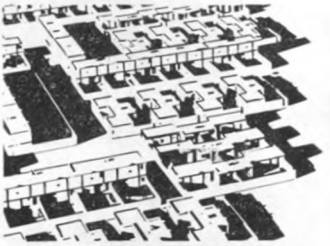
1. Литосферные сооружения

Заглубленные в землю помещения штаб-квартиры ЮНЕСКО, арх. Б. Зерфюсс. Подземные жилища Матмата, Тунис. Поселение литосферного типа, Китай. Крыши и внутренние дворики г. Маракеш, Марокко



2. Замкнутые объемно-пространственные структуры

Жилая застройка нового города Кансадо, Мавритания. Деревня в оазисе Верамин, Иран. Аэрофотосъемка селения Логон-Бирни, Камерун. Общий вид г. Исфахан сверху, Иран



3. Сооружения, высеченные в скале

Вырубленное в скале сооружение, проект. Пещерные жилища. Верхний Египет. Обиталища троглодитов в Анатолии, Турция. «Агломерация» троглодитов в Панталика, Сицилия



4. Строения типа касбы

Жилой комплекс «Абита-67», арх. М. Сафди. Горное селение индейцев пуэбло, Мексика. Город-холм Можакар, Испания. Застройка склона горы, Испания



5. Тентовые структуры

Город с искусственным климатом, проект, арх. Ф. Отто. Палатки, шатры, экраны, Китай. Несущая конструкция шатров, Северная Африка. Палатки номадов в Сахаре

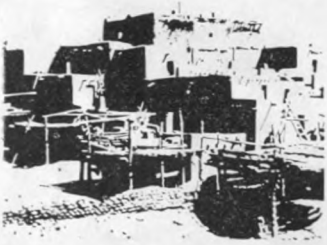










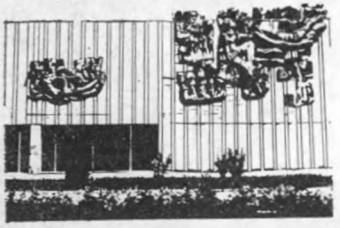



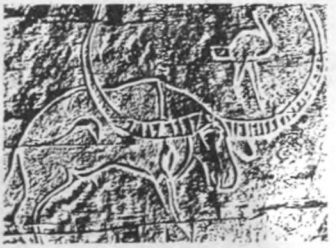





ЖАРКО-СУХИЕ РАЙОНЫ

Фрагмент главного входа в цирк, г. Фрунзе. Буйвол, изображенный на скале в Уэд-Матенду, Ливия. Арабский орнамент на глинобитных стенах, Нигерия. Большой Сфинкс и пирамида Хеопса, Каир





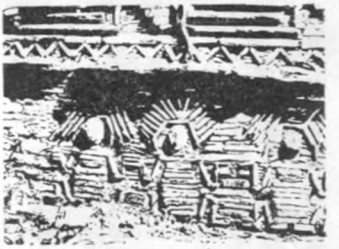




ЖАРКО-ВЛАЖНЫЕ РАЙОНЫ

Мозаичное панно на здании музея Ф. Леже в Бьо, Франция. Храм, украшенный крылатыми фигурами. Район Пахатена, Перу. Традиционное жилище, Берег Слоновой Кости. Дворец в Бхатгаоне, Непал









Таким образом, анализ методов и приемов строительства прошлого позволил выявить ряд характерных архитектурно-конструктивных и планировочных решений, естественных средств и мер, способствующих созданию благоприятной среды в здании и населенном месте. К ним можно отнести следующие.

В жарко-сухом районе. 1. Строительство литосферных типов жилищ, компактных жилых комплексов, связанных подземными переходами, а в районах пустынь — переносных палаток и шатров с остовом из жердей и покрытием из войлока или кожи.

2. Создание замкнутых объемно-пространственных композиций, включающих объемы и внешние замкнутые ими пространства. Каждый градостроительный элемент основан на ячейке с внутренним двором. Строительство узких улиц и небольших площадей, озелененных и обводненных дворов и крыш-садов.

3. Размещение и ориентация зданий и населенных мест в соответствии с природно-климатическими факторами.

4. Применение различных видов блокировки зданий в единые массивные объемы, высокая плотность застройки.

5. Возведение зданий из массивных тяжеловесных материалов (земли, кирпича-сырца, камня). Устройство небольших светопроемов в стенах. Широкое применение плоских, купольных и сводчатых крыш. Окраска наружных поверхностей ограждений в белый и светлые тона.

6. Применение высоких и глубоких помещений на всю ширину зданий с коротким фронтом по фасаду; анфиладное расположение помещений. Часто жилища включают два рода помещений: одни — с легкими ограждениями (используются в вечернее и ночное время), другие — с массивными (используются днем).

7. Предусмотрение различных приспособлений и устройств для защиты от солнечных лучей и знойных ветров, а также для улавливания благоприятных потоков воздуха и его охлаждения.

8. Применение простейших трансформируемых солнцезащитных экранов и устройств.

В жарко-влажном районе. 1. Строительство домов на опорах; широкое применение каркасов из дерева.

2. Отсутствие стен или применение легких ограждений с низкими инерционными качествами. Как правило, применяют решетчатые экраны, выполненные из плетеных ветвей, прутьев, соломы, тростника, зеленой листвы, керамики, кирпича, камня.

3. Крыша — самый существенный элемент дома. Ее делают массивной и крутой, двускатной или зонтичного типа, с сильно выступающими свесами.

4. В городах и селениях применяют рассредоточенную застройку павильонного типа со сквозным проветриванием дворов и помещений, устраивают широкие тенистые улицы-сады с фонтанами.

5. В многоэтажном строительстве примечательно пирамидальное построение объемов с террасами, крышами-садами и крытыми галереями. Каждый ярус такого объема включает в себя единые помещения, раскрытые со всех сторон во внешнюю среду. Устройство неглубоких помещений на всю ширину здания.

6. При размещении и ориентации зданий и города в целом учитывается направление благоприятных господствующих ветров и предусматривается защита от воздействий солнечной радиации и дождя.

7. Широкое применение трансформируемых устройств — съемных матов-экранов, раздвижных стен-ширм из дерева, бамбука, тростника и специальной бумаги, поднимающихся элементов стен, образующих козырьки, и т. п.

Однако развитие строительного искусства в условиях жаркого климата в течение тысячелетий выработало и многие достаточно общие закономерности формообразования архитектуры.

В зависимости от социально-экономических и идеологических предпосылок и уровня научно-технического прогресса в ней сложились характерные стилистические направления и художественные формы: архитектоничные (Греция, Рим), нервюрообразные (готика), фитоморфические (Египет) и кристаллические

структуры (зодчество арабских стран), формы «монолитные» (Византия, Индия). В этих формах и структурах прослеживается тесная взаимосвязь конструктивного и эстетического начал — проблема, особенно актуальная для современой советской и зарубежной архитектурной практики.

Немаловажное значение имеют и три стадии развития форм организации пространства. Первая охватывала древние цивилизации — Египет, Шумер, Грецию — и делала акцент на создание внешней пространственной среды на основе взаимодействия архитектурных объемов. Вторая сосредоточила усилия главным образом на формировании внутреннего пространства зданий и сооружений (период от Римского Пантеона до конца XVIII в., XIX век является переходным). Третья, возникшая в начале нашего века, заново раскрыла силу, исходящую от свободно расположенных в пространстве объемов, и одновременно уделила большое внимание решению внутреннего пространства [18].

Общими для архитектуры стран с жарко-сухим и жарко-влажным климатом являются требования гармонии с природой. Их объединяет наличие разнообразных видов солнцезащитных устройств, как стационарных, так и мобильных. Они обогащают архитектуру, способствуют созданию характерных и оригинальных структур и форм зданий.

Наконец, развитие зодчества протекает в союзе с другими искусствами. Его дополняют и развивают произведения живописи, скульптуры, монументального и декоративно-прикладного искусства. Синтез искусств является одним из важнейших средств формирования эстетически гармоничной жизненной среды, в которой наиболее полно и всесторонне могут быть воплощены и раскрыты прогрессивные традиции и особенности национальной культуры, социальные и идейно-художественные устремления народов каждой отдельной страны (табл. 2).

2

Климатические условия

2.1. Географическое расположение и основные природно-климатические факторы жарких районов Земли

Земной шар в климатическом отношении делится на семь поясов: один самый жаркий — тропический и по два (к северу и к югу от тропического) субтропических, умеренных и холодных.

Жаркие районы располагаются в основном между двумя тропиками Земли; поверхность тропического пояса составляет более трети земной поверхности. Однако многие ученые относят к жарким поясам те районы, где среднегодовая температура воздуха равна или превышает 20°С. Это позволяет включить сюда территории, расположенные вне тропических широт, в частности некоторые субтропические районы, например южные районы СССР, США и некоторые зоны Среднего Востока (см. форзац).

По мере удаления от тропиков в направлении к полюсам Земли, но не выходя за пределы изотерм 20°С, можно встретить районы, где бывают холодные периоды года. Однако при архитектурно-планировочном решении зданий и выборе их ограждающих конструкций такие холодные периоды имеют настолько небольшое значение по сравнению с опасностью перегрева, что практически проблема защиты от холода никогда не выдвигается.

В пределах обобщенного понятия климат жарких районов характеризуется высокой температурой воздуха в сочетании либо с его крайней влажностью, либо крайней сухостью. Соответственно этому различают два основных типа жаркого климата: жарко-сухой и жарко-влажный. Однако можно встретить и их разновидности.

Жаркий климат складывается из следующих факторов, оказывающих влияние на людей: прямая солнечная радиация, сопровождаемая радиацией неба, температура, влажность, давление и движение воздуха; не менее существенными являются скорость движения воздушных потоков, облака и дождь. Приходится также иметь в виду отраженную радиацию и тепловое излучение земли, пола, потолка, стен здания и других поверхностей.

Кроме того, следует учитывать санитарно-гигиенические требования, основанные на физиологических ощущениях человека и выражающиеся в умении приспосабливаться к окружающей среде, которое является весьма важным, так как помогает переносить трудности и при физическом утомлении. Следовательно, архитектор, проектируя здания в соответствии с климатическими условиями, должен знать основные физиологические факторы, чтобы создать в помещениях благоприятный микроклимат.

Климат влияет не только на людей, но и на строительные материалы, а следовательно, и на возводимые на них здания, проекты которых должны быть сделаны с учетом вышеуказанных факторов.

Большое воздействие на здания и сооружения в тропиках и субтропиках оказывают землетрясения, ураганы и штормы. Рассмотрим последовательно наиболее важные климатические факторы жаркого климата: радиацию и инсоляцию, температуру, ветры тропиков и субтропиков, осадки, влажность, условия лучистого теплообмена, географическое влияние, а также и другие вопросы, связанные с физиологической оценкой микроклимата помещений и населенных мест и с проблемой взаимодействия жаркого климата и архитектуры гражданских зданий.

Инсоляция и солнечная радиация. Под термином «инсоляция» подразумевают облучение земной поверхности, в том числе и различных поверхностей архитектурных объектов (зданий, их комплексов, городов), солнечной радиацией, прямой и рассеянной. Однако при инсоляции фиксируется только приток радиации на горизонтальную, вертикальную или наклонную поверхность. Это исключительно лишь факт их освещенности, в то время как при солнечной радиации предмет одновременно не только освещается, но и нагревается.

Интенсивность инсоляции — количество энергии, приходящей в единицу времени на единицу облучаемой поверхности, выражается обычно в Вт/м^2.

В данной работе рассматриваются вопросы учета теплового воздействия солнечных лучей, поэтому в дальнейшем применяется только термин «солнечная радиация».

Погода и климат нашей планеты зависят от физических процессов, протекающих в воздушной оболочке — атмосфере. Основным источником энергии этих процессов является солнечная радиация.

Значительная часть последней отражается обратно в пространство, еще не достигнув земной поверхности. И только около трети солнечной энергии воспринимается землей, где она переходит в другие виды энергии. Солнечный свет оказывает большое общефизиологическое и биологическое влияние на человеческий организм.

Прямые солнечные лучи имеют огромное санирующее значение для жилища, общественных и производственных зданий и необходимы для правильного развития организма человека. Но наряду с положительным влиянием на жизнь человека солнечный свет при определенных неблагоприятных условиях, главным образом в районах с жарким климатом, может вызвать нежелательное и вредное явление перегрева, крайне отрицательно сказывающееся на здоровье и трудоспособности людей, а также явление слепимости и блескости, плохо переносимое человеком.

Физическая природа солнечной радиации не отличается от излучения любого тела, нагретого до определенной температуры. Однако с интересующей нас точки зрения солнечная радиация отличается от какого-либо другого теплового излучения. Во-первых, солнечное излучение производится телом, нагретым до температуры более 6000°С, и происходит в виде коротких волн, которые поглощаются материалами не так, как излучения, испускаемые телами с более низкими температурами. Во-вторых, солнечная радиация вызывает у поверхности наружных стен и крыш резкое повышение температуры (если не предприняты специальные меры по их защите).

Солнечная радиация может быть прямой и рассеянной. Прямая имеет место при непосредственном освещении поверхности солнечными лучами. Рассеянная является следствием отражения прямой радиации от воздушных молекул и прочих твердых и жидких тел (пыли, капель воды), находящихся во взвешенном состоянии в атмосфере, а также и от окружающих предметов и поверхностей (различных зданий, земли, воды и др.). Рассеянная радиация воспринимается всеми поверхностями, даже находящимися в тени. Ее интенсивность так же как и прямой радиации, зависит от высоты стояния солнца над горизонтом.

Прозрачность атмосферы, окружающей Землю, непостоянна. Чем загрязненнее атмосфера, тем больше солнечная радиация будет поглощаться или рассеиваться ею и тем меньше прямая радиация будет достигать земной поверхности. Пыль или водяные

пары в атмосфере уменьшают количество радиации, получаемой поверхностью земли. Максимум возможной интенсивности солнечной радиации, которая может быть получена отдельным районом, определяется широтой. Те лучи солнца, которые направлены вертикально по отношению к поверхности земли, проходят через минимальную толщу атмосферы. Севернее тропика Рака и южнее Козерога солнце никогда не стоит над землей вертикально, и отвесного падения лучей не наблюдается. Наклонные и касательные лучи должны пройти через значительную толщу атмосферы, прежде чем они достигнут поверхности земли. Однако вследствие облачного характера небосвода влажных экваториальных районов самая сильная радиация (инсоляция) имеет место не на самом экваторе, а лишь при приближении к тропикам, где небо чище.

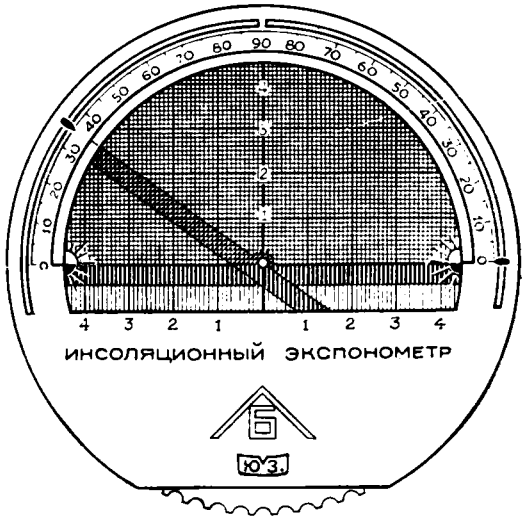
Величина потока лучистой энергии, достигающей земной поверхности как в виде прямых солнечных лучей, так и рассеянного излучения, называется суммарной радиацией. Суммарная радиация зависит от широты местности, ее климатических особенностей и времени года. Когда солнце находится над горизонтом ниже 10°, суммарной радиацией можно пренебречь.

Путь солнца строго определен в различные времена дня и года. При проектировании количество поступающей радиации можно определить с помощью специальных диаграмм [51]*. Б. А. Дунаев предложил удобные графики и метод расчета естественной освещенности, позволяющие решать задачи о продолжительности инсоляции и коэффициентах рассеянной освещенности помещений [23]. В ТбилЗНИИЭПе широко ведутся исследования по вопросам инсоляции зданий и их солнцезащиты. Разработаны удобные графические методы расчета инсоляции и сконструирован инсоляционный экспонометр (рис. 41).

Напряжение, или интенсивность, солнечной радиации (теплопоступление) $Q_{с.р}$ (Вт/м^2) на поверхность, расположенную любым образом относительно направления луча, определяют по формуле

$$Q_{с.р} = q_{норм} \cos \Theta \, k_п,$$

где $q_{норм}$ — напряжение солнечной радиации на нормальную к направлению лучей поверхность; Θ — угол между направлением луча и нормалью к поверхности; $k_п$ — коэффициент проникания солнечной радиации через лучепрозрачные поверхности.



41

Инсоляционный экспонометр. ТбилЗНИИЭП. Арх. Л. Г. Беридзе

Таким образом, количество теплоты, приносимой солнечными лучами, неодинаково для различных мест земного шара и обусловлено высотой стояния солнца над горизонтом, его положением в течение дня и года, продолжительностью дня, географической широтой, рельефом и высотой местности, состоянием атмосферы, наличием или отсутствием водных пространств и растительности.

* См.: Масленников Д. В. Новый метод определения инсоляции городской застройки. — Архитектура СССР, 1958, № 8.

Температура. Наиболее характерная и наиболее существенная черта в физических условиях тропического и субтропического климата — это высокая температура воздуха, которая зависит не только от количества получаемой теплоты, но и от баланса между постоянно меняющимся приходом и расходом.

Температуры воздуха изменяются в соответствии с различной широтой, высотой над уровнем моря, погодой и сезонами года. В пределах атмосферы Земли чем больше высота, тем температура воздуха ниже.

Чрезмерная солнечная радиация вызывает, как правило, повышение температуры воздуха в течение дня. Однако высокая температура тропиков и ближайших к ним областей зависит не только от полуденной высоты солнца. Существуют другие агенты, содействующие поддержанию высокой температуры, а во влажной зоне к тому же и ее относительной равномерности, например относительное постоянство температуры почвы и поверхностных слоев океана; огромное протяжение областей жаркого климата, вследствие чего воздушные течения, достигающие экватора, постоянно нагреваются; в жарко-влажной зоне — скрытая теплота, освобождающаяся при образовании росы и выпадении дождя, а также присутствие в атмосфере большого количества водяных паров.

Днем поверхность земли перегревается очень сильно и за ночь излучает значительную часть своей теплоты. Таким образом поддерживается высокая температура воздуха, когда он не нагревается солнцем.

Степень повышения температуры суши, подверженной радиации, больше, чем воды, так как последняя обладает высокой теплоемкостью и малой теплопроводностью. На водной поверхности образуются также прохладные места из-за испарения. Поэтому воздух над материком под лучами солнца днем становится теплее, чем над водой.

Ветры из других районов могут быть также причиной понижения или повышения температуры воздуха рассматриваемого района.

Если отметить на карте мира точки с одинаковой температурой и соединить их одной линией, то получится кривая одинаковых температур (изотерма). Изотермы показывают высокие температуры в тропических зонах и низкие — близ двух полюсов. Однако из-за взаимного влияния континентальных массивов и водных пространств тепловой экватор не совпадает с географическим (см. форзац). Так как температура является главной характеристикой жаркого климата, то температурное изменение используется иногда для того, чтобы определить тропические районы мира. Самые жаркие в климатическом отношении районы мира располагаются между изотермами 20°С, в основном между тропиками Рака и Козерога (с точки зрения архитектора, средняя годовая изотерма 20°С является мерой распространения жары). В этих районах архитектор при проектировании зданий должен позаботиться об обеспечении прохлады в помещениях.

Ветры тропиков и субтропиков. Существует взаимосвязь между воздушным давлением и ветровым движением. Ветры дуют из районов относительно высокого давления в районы относительно низкого давления. Эта основная закономерность движения воздуха видоизменяется в зависимости от соседства водных пространств и континентальных массивов и взаимосвязи между ними. Видоизменение происходит также из-за вращения Земли вокруг своей оси.

В отличие от метеоролога архитектора интересуют в основном только те ветры, которые дуют близ поверхности земли. Можно отметить два главных вида таких ветров в тропических и субтропических районах: 1) поясные ветры и давления, наиболее явно ощущаемые над океанами и западными побережьями континентов; 2) муссонная система, которая, прерываясь поясной системой ветров, действует над более обширными континентальными массивами Земли. Муссонная система оказывает значительное влияние на восточные береговые районы. Пояс с низким давлением и высокой температурой, находящийся на экваторе, известен под названием «экваториальная штилевая полоса». Пояса бо-

лее высокого давления наблюдаются близ широт 30°. Пассаты дуют из районов высокого давления в направлении к поясу экватора с низким давлением. Из-за вращения Земли эти ветры отклоняются от прямого направления и дуют с северо-востока в Северном полушарии и с юго-востока — в Южном.

Вследствие периодического прохождения зенитного солнца в течение годового периода то с севера, то с юга от экватора и воздействия его на районы с высокой температурой наблюдается сезонная миграция (перемещение) экваториального пояса с низким давлением и двух тропических поясов с высоким давлением. Следовательно, имеет место колебание связанной с ними ветровой системы, оказывающей некоторое влияние на климат. Ветровая система, известная под названием «муссон», наиболее сильно развита в Азии. Здесь наблюдается почти полная перестановка ветрового направления: наружу — в январе и внутрь — в июле.

Движущиеся системы низкого давления с сильно дующими внутрь районов ветрами можно также обнаружить в тропических районах. Некоторые из этих тропических падений давления развиваются в яростные штормы. В Западной Индии эти штормы известны как ураганы, в Восточной Азии — как тайфуны, а в Индийском океане они носят название циклонов. Они могут причинить большой вред кораблям и островам, а также береговым районам, расположенным на пути их движения.

О с а д к и. Большое количество скрытой теплоты, освобождающейся при конденсации водяных паров атмосферы в виде дождя или росы, является одной из причин, обусловливающих жару на экваторе.

Как уже отмечалось выше, выпадение или отсутствие дождей в конкретном районе тесно связано с системами ветров Земли. Ветры ускоряют процесс испарения воды над океанами и другими водными пространствами, а затем происходит выпадение осадков в виде дождя, если произойдет достаточное охлаждение. Дождевые осадки выпадают тогда, когда температура воздуха падает ниже точки насыщения.

Главной причиной охлаждения являются поднимающиеся вверх воздушные массы (фронтальный дождь), яростные, дующие внутрь районов ветры (ливневый дождь) и ветры, усиливающиеся над высокорасположенными материками (орографический дождь).

Таким образом, районы с обильным, умеренным или небольшим количеством осадков имеют прямое отношение к поясным ветровым системам, муссонным системам ветров и к движущимся системам низкого давления. Количество, частоту и интенсивность дождевых осадков в определенной местности (включая и случающиеся крайности) важно знать архитектору. Изучив характер дождевых осадков, выпадающих в данном районе, можно более правильно запроектировать здание, придав ему соответствующую форму, выбрать надлежащие ограждающие конструкции и предусмотреть необходимые устройства, обеспечивающие быстрый водоотвод с крыши здания и прилегающей к нему территории. Особое внимание следует уделить вопросам благоустройства территории там, где почвы подвержены эрозии.

В л а ж н о с т ь. В воздухе всегда содержится водяной пар. Солнечные лучи частично поглощаются паром и частично рассеиваются, а теплота, излучаемая нагретой землей, поглощается им очень сильно, так что благодаря присутствию водяного пара температура воздуха повышается. Так как наиболее низкие слои воздуха содержат наибольшее количество пара, то они образуют своего рода «одеяло» земного шара, задерживающее теплоту, которую поверхность земли по ночам излучает в пространство.

В жарких условиях влажность воздуха оказывает существенное влияние на терморегуляцию человека. При высоких температурах она затрудняет испарение влаги с кожного покрова и приводит к перегреву организма. Повышенная влажность значительно ухудшает и эксплуатационно-бытовые качества зданий. В районах с повышенной влажностью отсыревают стены, белье и т. д.

Отсутствие хорошего воздухообмена и проветривания, как правило, сопряжено с появлением на стенах характерных пятен плесени и сырости. Следовательно, в целях созда-

ния благоприятного микроклимата внутри зданий и рационального решения его несущих и ограждающих конструкций необходимо учитывать природно-климатические условия местности.

Географическое влияние. Уже упоминалось о влиянии на климат района характера распределения суши и водных пространств. Высота над уровнем моря также влияет на климат района. Могут оказывать влияние также океанские течения, которые направляются главным образом господствующими ветрами. Воды этих течений будут или охлаждать, или нагревать воздушные массы, проходящие над ними.

Великие воздушные течения Земли, о которых кратко написано выше, вскрывают общий закон распределения влаги по земному шару и, в частности, в пределах внутритропических широт. Дело в том, что пассатные ветры, которые проносятся над океаном, устремляясь к экватору в направлении с северо-востока на юго-запад и с юга-востока на северо-запад, насыщаются водяным паром, поднимаясь вверх, охлаждаются и отдают пар обратно. Таким образом, над экватором скапливаются массы насыщенного влагой воздуха, являющегося необходимым условием для всякой растительности. Излишек воздуха, образующийся при встрече косо направленных южных и северных пассатов, на экваторе непрерывно поднимается вверх, освобождаясь при этом от водяного пара, далее сухой прохладный воздух направляется к северу и югу и падает на землю близ тропиков. Там он жадно всасывает в себя всякую попадающуюся ему на пути влагу и превращает в пустыни большие пространства. Во время солнцестояния полуденная высота солнца над тропиками в течение нескольких недель остается почти постоянной, а его лучи падают на землю отвесно, что еще больше усиливает засуху.

Под влиянием этих объективных факторов на территории внутритропических широт сложились следующие характерные природные условия:

1) на экваторе земной шар опоясан почти непрерывным поясом лесов от тысячи до пятисот миль шириной, который покрывает своим вечнозеленым покровом холмы, равнины и горные хребты; 2) к северу и к югу от этого пояса лесов мы сначала вступаем в область, частично облесенную, а затем в совершенно открытую, переходящую скоро в бесплодные степи и даже пустыни, которые опоясывают Землю вблизи тропиков довольно-таки цельным кольцом.

2.2. Окружающая среда и средняя лучистая температура

Прежде чем рассматривать вопрос о значительном влиянии на тепловой комфорт окружающей среды, введем понятие о так называемой средней лучистой температуре. В общем случае средней лучистой температурой окружения называют ту температуру, которую принял бы наружный покров тела человека или какая-либо иная поверхность при теплообмене излучением с различными предметами в пространстве, но без учета конвекции. Разумеется, такой идеальный теплообмен только лишь излучением практически неосуществим, так как при наличии воздушной среды всегда будут создаваться условия для конвективного процесса распространения теплоты.

Средняя лучистая температура регулирует теплопотерю человека излучением так же, как и температура воздуха регулирует теплопотерю человека путем конвекции [28]. Чем холоднее внутренняя поверхность ограждений помещения, тем больше теплопотери человека излучением. Именно это обстоятельство оправдывает введение понятия «средняя лучистая температура» в качестве фактора комфорта.

С точки зрения излучения небосвод можно рассматривать в качестве поверхности потолка. Ощущение прохлады, испытываемое на открытом воздухе в ясную ночь, вызвано в какой-то степени излучением тела в сторону небосвода, средняя лучистая температура которого значительно ниже температуры непосредственно окружающего человека воздуха. И, наоборот, бывают случаи, когда вместо

теплоотдачи излучением человек получает тепло либо в силу того, что окружающие его поверхности ограждений имеют более высокую температуру, чем температура человеческого тела, либо в результате воздействия солнечной радиации. В странах, где значительную часть территории занимают пустыни и имеет место сильная солнечная радиация, люди надевают светлую одежду, чтобы защитить себя от палящих лучей солнца.

Рассмотрим какую-либо конкретную среду, например помещение. Как известно, нормальная терморегуляция человека, а следовательно, и тепловой комфорт в помещении зависят от температуры воздуха помещения, температуры ограждений (вернее, средней лучистой температуры), относительной влажности и подвижности воздуха (а также от общего уровня освещенности и распределения света в помещении).

Средняя лучистая температура в помещении будет зависеть от температуры внутренних поверхностей ограждений (стен, пола и потолка) и от интенсивности солнечной радиации, проникающей через проемы (особенно через остекленные). Если внутренние поверхности ограждений имеют различные температуры, то лучистая температура будет соответственно изменяться в различных местах помещения в зависимости от температуры ограждений, но под средней лучистой температурой подразумевается некоторое среднее ее значение в помещении.

Среднюю лучистую температуру можно измерить, исходя из показаний шарикового термометра или термометра с черным шариком, состоящего из обыкновенного термометра, резервуар (шарик) которого заключен в центре сферической оболочки из металла с диаметром, равным приблизительно 10 см, окрашенной снаружи в черный цвет или покрытой голландской ламповой сажей [69].

Средняя лучистая температура может быть определена из уравнения

$$t_{\text{ср.л}} = t_{\text{ш}} + 2{,}80\,(t_{\text{ш}} - t_{\text{о}})\sqrt{v},$$

где $t_{\text{ш}}$ — показания температуры шарикового термометра; $t_{\text{о}}$ — температура окружающего воздуха; v — скорость движения воздуха, м/с.

Для общего случая при определении средней лучистой температуры надо вычислить предварительно скорость движения внутреннего воздуха, относительно большое значение которой может оказать существенное влияние на среднюю лучистую температуру.

Для жилых и общественных помещений с обычной относительной влажностью и подвижностью воздуха можно условно принять с известным приближением температуру помещения как среднюю между температурой воздуха и средней лучистой температурой ограждений:

$$t_{\text{пом}} = (t_{\text{ср.л.огр}} + t_{\text{о}})/2.$$

Таким образом, вместо выражения «температура воздуха в помещении» можно условно говорить «температура помещения» ($t_{\text{пом}}$).

Сравнительно высокие значения температуры воздуха, его относительной влажности и средней лучистой температуры вызывают ощущение дискомфорта. Напротив, повышение скорости движения воздуха будет способствовать созданию благоприятных условий, кроме тех случаев, когда температура воздуха сама по себе слишком высокая. Если дискомфорт обусловлен избыточной влажностью воздуха, то единственным средством повышения уровня комфорта в помещении будет создание в последнем оптимальных условий вентиляции.

Те же самые факторы (т. е. температура, относительная влажность, скорость движения воздуха и средняя лучистая температура окружения) определяют комфорт и вне здания. Значение средней лучистой температуры в таком случае зависит от характера окружающей среды: вида подстилающей поверхности земли (например, обнаженной земли, травяного покрова или асфальта и бетона), а также соседних зданий, заборов, деревьев, холмов, гор и т. д.; от состояния атмосферы и небосвода; от интенсивности солнечной радиации.

Так, например, для наружных стеновых

ограждений здания средняя лучистая температура окружающей среды может быть приближенно определена так:

$$t_{\text{ср.л.окр}} = \left(t'_{\text{ср. л. н}} + t''_{\text{ср. л. н. о}} \right)/2,$$

где $t'_{\text{ср.л.н}}$ — средняя лучистая температура небосвода; $t''_{\text{ср.л.н.о}}$ — средняя лучистая температура непосредственного окружения.

Как правило, $t''_{\text{ср.л.н.о}}$ будет всегда намного превышать $t'_{\text{ср.л.н}}$.

Исследователь А. Ж. Ру* произвел измерения солнечной радиации в Претории на юге Африки (жарко-сухой район). Результаты исследования свидетельствуют, что средняя лучистая температура относительно горизонтальной поверхности, т. е. средняя лучистая температура небосвода, будет всегда ниже температуры окружающего воздуха (кроме полуденного времени дня). Они также показали, что средняя лучистая температура окружения относительно стены равна, по существу, усредненному значению средних лучистых температур небосвода и непосредственного окружения (см. вышеприведенную формулу). В действительности это имеет место только в том случае, если непосредственное окружение стены не загораживает значительную часть небосвода.

При наличии зеленых насаждений средняя лучистая температура окружения будет равна в каждый момент температуре окружающего воздуха и, следовательно, будет выше (особенно ночью) средней лучистой температуры небосвода. Среднюю лучистую температуру окружения относительно стены при наличии зеленых насаждений составляют: температура окружающего воздуха и усредненное значение средних лучистых температур непосредственного окружения и небосвода.

При отсутствии защитных зеленых насаждений средняя лучистая температура окружения всегда будет выше температуры окружающего воздуха, за исключением, может быть, последних ночных часов: в конце ночи обнаженная земля в некоторых случаях более благоприятна, чем грунт, покрытый растительностью.

Таким образом, температура, относительная влажность и подвижность воздуха, а также средняя лучистая температура окружения обусловливают температурно-влажностный режим данной среды, тепловой комфорт или дискомфорт которой имеет прямую связь с теплофизиологическим ощущением человеком окружающей среды. Причем, как показывают современные исследования, наряду с соотношением количества теплоты, накопленной каким-либо ограждением (окружением) или вырабатываемой организмом и отдаваемой окружающему воздуху, имеет значение и способ теплоотдачи. Они свидетельствуют также о том, что радиационный теплообмен человека или какой-либо поверхности с окружающими его ограждениями или окружением (непосредственным окружением и небосводом) составляет основной компонент в их тепловом балансе.

Еще в 1887 г. известный советский гигиенист Ф. Ф. Эрисман придавал большое значение условиям лучистого теплообмена, играющим важную роль в терморегуляции человека. Большое внимание этому вопросу уделил и выдающийся гигиенист В. А. Левицкий. По данным действительного члена Академии медицинских наук СССР А. А. Летавета и д-ра мед. наук А. Е. Малышевой [28], теплопотеря человека в спокойном состоянии составляет (Вт): путем радиации — 47,4, конвекции — 13,3, испарения — 25,3. Это положение подтверждается также исследованиями английских ученых.

Как видно из приведенного выше, теплопотери человека радиацией имеют наибольший удельный вес, однако они могут убывать или возрастать в зависимости от соответствующего значения средней лучистой температуры ограждений помещения (стен, пола, потолка) или окружения вне здания.

При средней лучистой температуре окружения (или ограждения в помещении) более низкой, чем поверхностная температура человека, будет иметь место так называемый отрицательный радиационный теплообмен. В условиях жаркого климата (особенно в жарко-

* См.: Roux A. J. A. Periodic heat flow through building components, heat transfer through homogeneous wall panels from the outdoor climatic environment to the inside air. Pretoria, Publication DRS, 1951.

сухих районах) это создает благоприятный для людей охлаждающий эффект, вызванный их усиленным радиационным теплообменом. Поэтому всегда полезно поддерживать температуру внутренних поверхностей ограждений на более низком уровне, чем температура тела человека.

При непосредственной инсоляции обнаженной земли, асфальтированной или бетонной поверхности (стёны, дороги, тротуары, заборы) часть солнечных лучей отражается и падает на соседние стены зданий или проникает внутрь здания через имеющиеся в стене проемы. Часть неотраженных солнечных лучей поглощается. Температура всех поверхностей повышается, а вместе с ней и средняя лучистая температура окружения и температура воздуха, непосредственно соприкасающегося с этими поверхностями. В некоторых случаях этот нагретый воздух поступает в помещения. Поглощенная энергия частично тут же рассеивается в виде теплового излучения (длинноволновая радиация), другая ее часть скапливается и затем рассеивается в окружающую атмосферу в течение первых ночных часов.

Рассматриваемые поверхности внешней среды в течение многих часов после захода солнца сохраняют температуру более высокую, чем температура окружающего воздуха. Только к концу ночных часов она становится равной, а иногда и ниже температуры окружающего воздуха, вследствие ночной обратной радиации нагретых за день поверхностей в окружающую атмосферу.

Отраженная и рассеянная радиация, по Б. Ф. Васильеву, для 40° с. ш. составляет более 50% от суммарного облучения для 8 румбов из 16, причем отраженная радиация превышает рассеянную примерно в четыре раза [9].

Опыты, проведенные исследователем А. Ж. Ру в Южной Африке, со всей очевидностью свидетельствуют о большом влиянии окружения на значения средней лучистой температуры. Согласно условиям постановки опытов, А. Ж. Ру произвел замеры как отраженной и рассеянной окружением радиации, так и непосредственной солнечной радиации, прямой и рассеянной в атмосфере. Оказалось, что влияние окружения значительно больше, чем можно было ожидать при исследовании лишь одной средней лучистой температуры. В зависимости от характера данного окружения будет изменяться и сила влияния его теплового излучения в виде волн большой длины и рассеяния солнечной радиации. Фасад здания, окрашенный в белый цвет, рассеет или отразит (при свежей окраске) от 70 до 80% полученных им солнечных лучей; эти отраженные лучи могут затем упасть на другой фасад, который теоретически считался защищенным от лучей солнца.

Обнаженная земля, бетонная или асфальтированная поверхности поглощают от 75 до 95% солнечных лучей. Тепловое излучение в виде волн большой длины играет в подобных случаях большую роль.

Таким образом, установлено, что поглощение и тепловое излучение, отражение и непосредственное рассеяние солнечной радиации существенно влияют на характер микроклимата населенных мест и помещений зданий.

Роль растительности. Отмеченные выше условия резко меняются, если имеются зеленые насаждения. Это происходит потому, что большая часть растений поглощает значительную часть солнечных лучей. Но растительность, играя еще и роль заслона из деревьев, расположенных перед стеной, является эффективным средством защиты от солнечных лучей.

Кроме того, в жарко-сухих районах крупные зеленые массивы могут создавать свой собственный микроклимат с более низкой температурой и несколько повышенной влажностью, обеспечивая благоприятные условия для жизни и деятельности человека.

При отсутствии растительности средняя лучистая температура окружающей среды всегда будет выше температуры наружного воздуха, за исключением ранних утренних часов (о чем уже было сказано выше). Следовательно, необходимо устраивать газоны, живые изгороди из кустарников и др. Однако в некоторых случаях (как об этом будет сказано ниже) следует учитывать и направление

превалирующих ветров и не создавать препятствий для них, с тем чтобы обеспечить условия сквозной вентиляции помещений здания и территорий города.

Роль водных пространств. Особенности распределения суши и водных пространств в рассматриваемом районе, т. е. природа и характер его поверхности, могут оказать сильное воздействие на температурно-влажностный режим окружающей среды. Как известно, вода нагревается значительно медленнее, чем суша, но и охлаждается она намного медленнее. Следовательно, наличие водных пространств — одна из основных причин нагревания днем и охлаждения ночью окружающего воздуха.

2.3. Эффективная и результирующая температуры

В оценке влияния комплекса природно-климатических факторов на человека (через его физиологические ощущения) и выявление на этой основе рациональных архитектурно-планировочных и конструктивных решений гражданских зданий значительную роль играют так называемые эффективная и результирующая температуры — понятия чисто субъективные.

В США солнечно-воздушная, или эквивалентно-эффективная, температура объединяет в единый параметр одновременное воздействие температуры в тени, солнечной радиации, падающей на какую-либо поверхность, или радиации, испускаемой этой поверхностью в направлении холодного неба, поглощательную способность поверхности и движение воздуха. В Англии эффективной температурой называют объединенный эффект от действия температуры, ветра и солнечной радиации.

Однако лабораторные исследования и натурные наблюдения свидетельствуют о том, что показатель эффективной температуры переоценивает влияние влажности на теплоощущения и комфорт при обычной температуре и недооценивает это влияние при очень высокой температуре. Правда, при обычных температурах можно пренебречь фактором влажности. Снижение относительной влажности, скажем, от 50 до 33% может быть компенсировано повышением температуры воздуха на 0,55°С [86].

К. П. Яглу, исходя из средних значений температуры поверхности кожи человека, предложил метод, улучшающий показатель эффективной температуры [91].

Во Франции таким единым физическим параметром служит результирующая температура, которая к тому же учитывает и относительную влажность воздуха.

Результирующая температура — это показатель, объединяющий все физические параметры окружающей среды, влияющие на условия теплового комфорта: температуру, влажность, скорость движения воздуха и среднюю лучистую температуру (т. е. температуру окружающих поверхностей). Результирующая температура является в некотором роде критерием теплового комфорта. Например, если две окружающие среды с различными соотношениями показателей температуры, влажности, подвижности воздуха и средней лучистой температуры имеют одну и ту же результирующую температуру, то это значит, что люди, находящиеся в этих средах, будут испытывать либо комфорт, либо дискомфорт. Или еще: когда в данной окружающей среде становится слишком жарко, считают, что дискомфорт наступает вместе с изменением в худшую сторону показателя результирующей температуры.

Однако следует отметить, что результирующую температуру нельзя определить с такой точностью, как, например, температуру и относительную влажность воздуха, поскольку теплофизиологическое ощущение человеком среды зависит от индивидуальных особенностей и привычек людей, особенностей расы и пола, степени активности человека и т. д. Тем не менее понятие «результирующая температура» удобно. При данной температуре внутреннего воздуха результирующая температура повышается вместе с влагосодержанием воздуха и средней лучистой температурой и падает с возрастанием скорости движения воздуха в помещении. Общепризнано, что во всех случаях действительный комфорт не на-

блюдается при относительной влажности воздуха выше 80% или ниже 20%.

Согласно французскому исследователю Р. Лемеру*, неприятное ощущение у человека, в зависимости от степени приспособленности данного индивидуума к окружающим условиям, возникает при результирующей температуре выше 25°С для приспособленных к климату людей (т. е. местных уроженцев или лиц, проживающих в данной местности от 5 до 7 лет), а для не привыкших к данным условиям людей — выше 21—22°С.

На основании отечественных гигиенических норм микроклимата В. Е. Кореньковым предложен метод комплексной тепловой оценки среды и расчета микроклимата жилищ. Формула состояния среды (ΣH) имеет вид

$$\Sigma H = 0{,}24\,(t_в + t_{ср.л.огр}) + 0{,}1x - 0{,}09 \times$$

$$\times\,(37{,}8 - t_в)\,\sqrt{v},$$

где x — влагосодержание в помещении сухого воздуха, г/кг.

В Англии эффективная температура определяется по формуле [82]

$$t_{эф} = 0{,}522t_в + 0{,}478t_{ср.л.огр} -$$

$$- 0{,}0147\,(100 - t_в)\,\sqrt{v},$$

где $t_в$ — температура внутреннего воздуха, °С; $t_{ср.л.огр}$ — средняя лучистая температура ограждений, °С; v — скорость движения воздуха, м/с.

Однако при обычных светопроемах скорость движения воздуха в редких случаях можно определить точно. Эту формулу можно упростить, если воспользоваться полученным опытным путем средним значением скорости движения 0,125 м/с, тогда

$$t_{эф} = 0{,}596t_в + 0{,}478t_{ср.л.огр} - 7{,}37.$$

Американские ученые К. П. Яглу и Дринкер ** предлагают оптимальный показатель эффективной температуры 21,7°С с допустимыми отклонениями от 18,8 до 23,9°С для мужчин (летний период для обычно одетого человека, находящегося в относительно спокойном состоянии).

В США при расчете установок для кондиционирования воздуха считают, что максимальные комфортные условия для большинства людей обеспечиваются при эффективной температуре от 21 до 23°С.

А. Е. Малышева и М. С. Горомосов [19] считают, что в СССР тепловой комфорт в жилом помещении зданий в жарко-сухом районе обеспечивается при температуре воздуха 24—25°С, относительной влажности 40—45% и подвижности воздуха 0,15 м/с; а в жарко-влажном районе — при 24—25°С, относительной влажности 50—55% и подвижности воздуха 0,20—0,25 м/с.

Германским стандартом предлагается оптимальная температура 20,8°С при относительной влажности воздуха 50%. С. Ф. Маркхам считает, что идеальная комфортная зона лежит в пределах от 15,5 до 24,4°С при относительной влажности воздуха в полдень 40—70% [82].

Английские исследователи Г. М. Вернон и К. Ж. Уонер * разработали метод определения результирующей температуры с помощью номограммы (см. рис. 63). По этому методу на основе показаний шарикового термометра получают искомые значения результирующей температуры. Например, предположим, что шариковый термометр показывает 30°С, а влажный (смоченный) термометр —20°С. Кроме того, допустим на некоторый момент, что скорость движения воздуха небольшая. Прямая, соединяющая точки 1 и 2, пересечет кривую результирующей температуры в точке 3, характеризующей условия относительно спокойного состояния воздуха (v=0,1 м/с). Таким образом, полученное значение результирующей температуры данной среды составляет 25°С. Напротив, при тех же показаниях шарикового и влажного термометров и скорости движения воздуха 1 м/с результирующая температура характеризова-

* См.: Lemaire R. Les bases physiologiques de la climatisation. Bulletin de Forees Aériennes Françaises, n° d'août — Septembre, 1958.

** См.: Rowley, Jordan and Snyder. Comfort Reactions of Workers, Heating, Piping and Air Conditioning. — ASHVE. Journal Section, p. 113, June, 1947.

* См.: Vernon H. M. and Warner C. G. The influence of the humidity of the air on capacity for work at high temperatures. — Journal of Hygiene, 1932, 32, p. 131.

лась бы точкой 4 на кривой номограммы, соответствующей степени подвижности воздуха $v=1$ м/с.

Согласно результатам исследований английских ученых, наиболее благоприятные условия теплового комфорта характеризуются комплексами оптимальных температур, приведенными ниже [86]:

Эффективная температура, °С	18,33	21,1
Температура воздуха, °С	18,33—18,89	21,1—21,67
Средняя лучистая температура, °С	20,56—21,1	23,33—23,89

К. Е. Брукс указывает, что в жарких районах комфортная зона ограничена температурами 23,3—29,4°С при относительной влажности воздуха 30—70%.

2.4. Биоклиматическая карта

Результаты исследования климатологических факторов и их влияние на человека были положены в основу при составлении биоклиматических карт. Расчеты показали, что наиболее благоприятная зона комфорта лежит в пределах от 30 до 65% относительной влажности. Показатели эффективной температуры, использованные при составлении подобных карт, были скорректированы в соответствии со средними значениями температуры поверхности кожи человека. Однако следует сразу же оговориться, что невозможно точно определить границы комфортной зоны для всех людей, поскольку это зависит от индивидуальных особенностей, вида одежды и степени активности человека. Кроме того, здесь надо учитывать и принадлежность к полу, поскольку женщины для своего комфорта, как правило, предпочитают эффективную температуру на 1° выше, чем мужчины. Возраст также играет большую роль при определении оптимального показателя эффективной температуры. Так, например, те, кому более 40 лет, чувствуют себя гораздо лучше, когда эффективная температура на 1° выше той, которая была бы вполне удовлетворительной для людей более молодых. И наконец, важна и степень приспособленности человека к окружающим климатическим условиям.

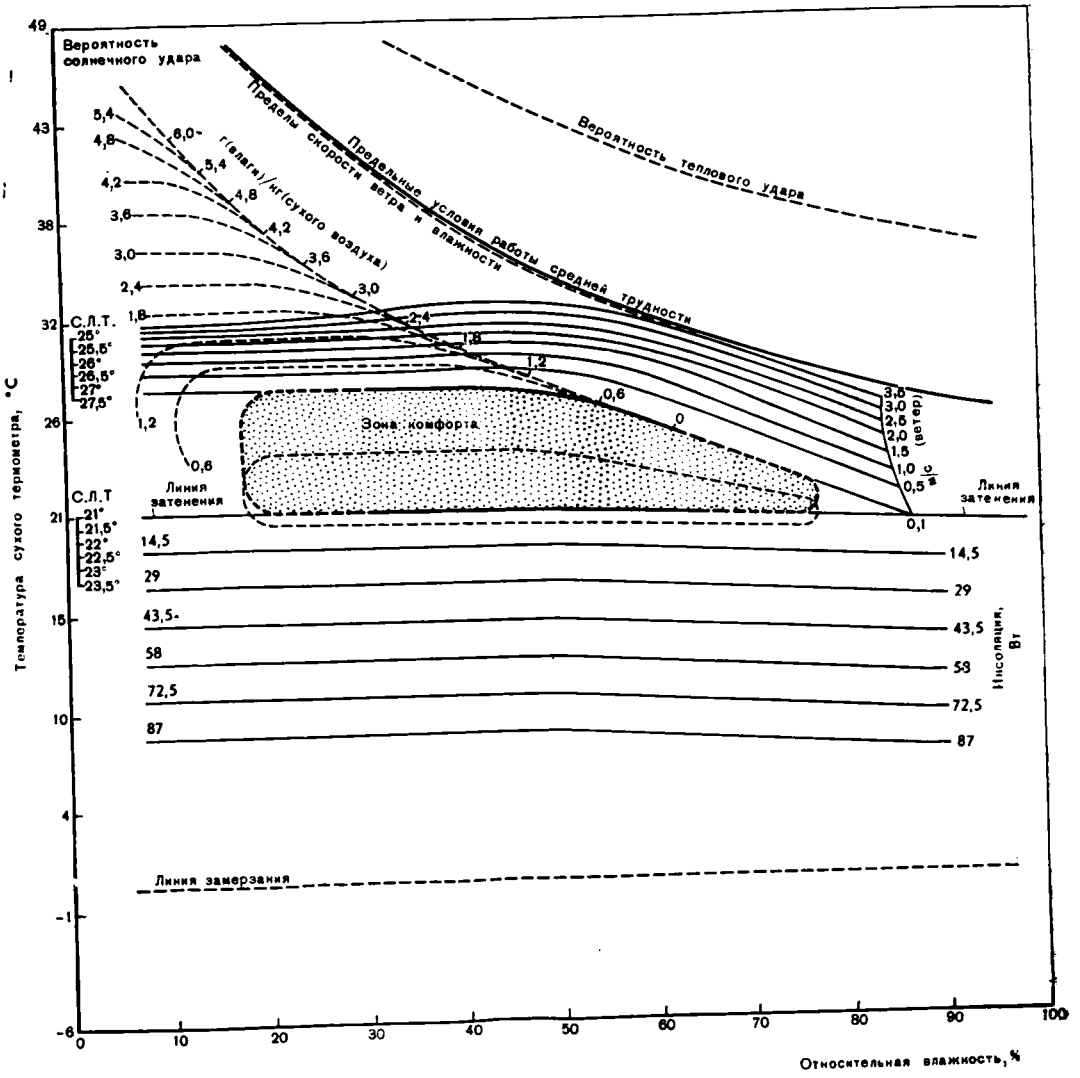
На рис. 42 показана одна из биоклиматических карт, составленная для жителей умеренных районов США (примерно 40° с. ш.), расположенных на высоте более 305 м над уровнем моря. Она рассчитана на людей, одетых в обычную домашнюю одежду, сидящих или выполняющих легкую физическую работу.

Биоклиматическая оценка — это стартовая площадка, с которой следует начинать любое архитектурное проектирование, если хотят получить объемно-планировочное решение, соответствующее окружающей природно-климатической обстановке. Результаты влияния на тепловой комфорт основных климатических факторов, нанесенных графически на биоклиматическую карту, позволяют архитектору выявить надлежащие меры по обеспечению комфортных условий. Его основная задача — максимально использовать естественные средства и архитектурные возможности для создания наиболее здоровой и благоприятной жизненной среды при соблюдении строгой экономии. Механические же средства регулирования микроклимата (например, кондиционирование воздуха) должны применяться лишь в крайних случаях, когда все естественные и архитектурные возможности будут исчерпаны.

На биоклиматической карте графически изображены такие, например, основные факторы, как затенение, инсоляция, движение воздуха и влажность, которыми можно воспользоваться для восстановления ощущения комфорта, а также и границы, за пределами которых надлежит применять механические средства искусственного регулирования микроклимата.

Рассмотрим более подробно биоклиматическую карту (см. рис. 42). Она построена на координатной сетке, по оси ординат которой отложены показания сухого термометра, а по оси абсцисс — значения относительной влажности воздуха. В середине карты находится зона летнего комфорта, в которую входят наиболее благоприятная и практически при-

Биоклиматическая карта



емлемая с точки зрения физиологического ощущения комфорта области (в данном примере разделение этих областей не показано). Зона зимнего комфорта сдвинута немного вниз. Предельные условия для работы средней трудности при высоких температурах характеризует нанесенная на карту кривая (крайняя верхняя сплошная линия), полученная по результатам исследований проф. метеорологии Д. Д. Бранта [82]. Эта кривая почти совпадает с кривой эффективной температуры 29,4°С. Кривые, характеризующие «тяжелые условия» (33,9—35,0°С) и «невыносимые условия» (35,5—36,1°С), построены в результате анализа экспериментальных данных, полученных в Питтсбурге.

Расположенные вокруг зоны комфорта кривые характеризуют различные климатические факторы и дают возможность определить необходимые меры для восстановления ощущения комфорта в любой точке вне комфортной зоны.

Любые климатические условия, характеризуемые показаниями сухого термометра и значениями относительной влажности воздуха, могут быть нанесены на данную карту. Кроме того, карта отражает взаимосвязь различных климатических факторов. Если нанесенные точки попадут в пределы комфортной зоны, то это значит, что условия благоприятны и никаких защитных мер проводить не надо. Если же точки распределяются вне комфортной зоны, то следует принимать надлежащие меры.

Если, например, данная точка находится выше верхней граничной линии комфортной зоны, то это означает, что надо повысить степень подвижности воздуха (или воздействие ветра). Так как воздействие ветра может вызвать ощущение комфорта и смягчить влияние высоких температур, то на данную карту нанесены почти параллельные линии, следующие очертанию верхней граничной линии комфортной зоны. Числа обозначают значения необходимой скорости ветра, выражаемые в м/с. Если температура воздуха высокая, а относительная влажность низкая (очень жаркие условия, сочетающиеся с большой сухостью воздуха), то ветер может оказать лишь незначительную помощь; в этом случае лучшим средством является охлаждение испарением. Пунктирные линии характеризуют требуемое количество дополнительной влаги, выражаемой в граммах на 1 кг сухого воздуха, для снижения температуры до уровня верхней границы комфортной зоны. По нижней границе комфортной зоны проходит линия, выше которой следует предусматривать затенение; ниже этой линии необходима повышенная инсоляция.

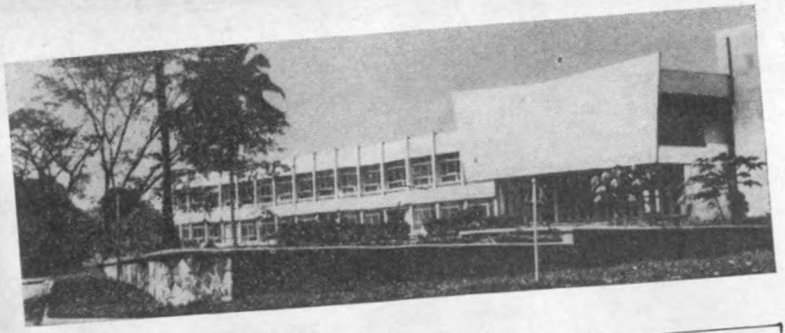
Получаемое за счет воздействия солнечной радиации количество теплоты (Вт), необходимое для восстановления физиологических ощущений комфорта, показано в виде диаграмматических линий и только для условий вне здания.

Слева на биоклиматическую карту нанесены значения средней лучистой температуры (с. л. т.), способствующей восстановлению физиологического ощущения комфорта либо путем лучистой теплоты, либо холода (установление контроля за температурами поверхностей непосредственного окружения).

Чтобы применить рассмотренную биоклиматическую карту для районов, расположенных на других широтах, например на более низких, следует при движении в направлении к экватору на каждые 5° широты повышать примерно на 0,4°С нижнюю граничную линию зоны летнего комфорта. При этом верхняя граничная линия этой зоны может быть поднята соответственно на столько же, однако не выше 29°С.

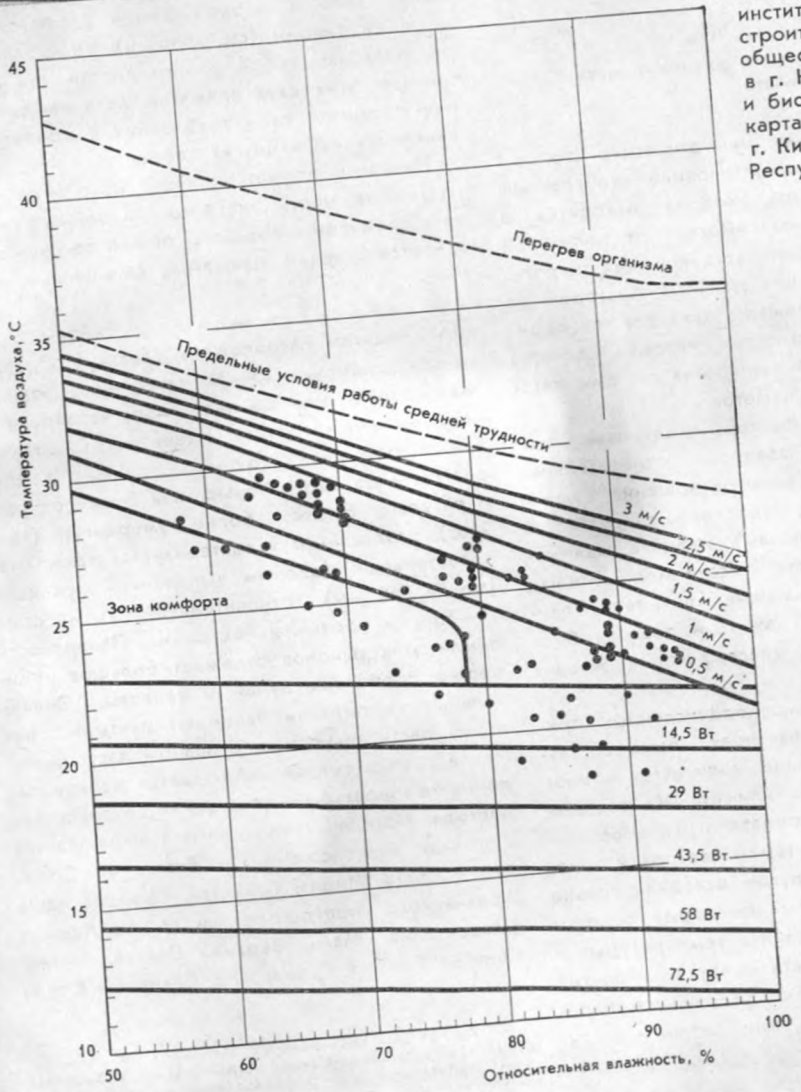
На рис. 43 приведена биоклиматическая оценка условий г. Киншасы (Республика Заир). Здесь распределение точек на карте вне комфортной зоны указывает на необходимость принятия надлежащих мер, стимулирующих достижение комфорта.

До сих пор шла речь о тепловом комфорте. В действительности же существуют и другие факторы психологического характера, зависящие от условий окружающей архитектурной среды. Например, эстетическая сторона восприятия пластических особенностей здания и архитектурного окружения может рассматриваться как часть комфорта, причем термин «комфорт» употребляется в несколь-



43

Общий вид Национального института строительства и общественных работ в г. Киншасе и биоклиматическая карта для условий г. Киншасы. Республика Заир



жо ином смысле (речь идет о психологическом комфорте, который со временем может иметь физиологические последствия). Это обстоятельство позволяет включить в перечень факторов комфорта физико-технические и декоративные свойства и качества строительных материалов и конструкций, их цвет и фактуру поверхностей, а также выразительные пропорции, гармонию форм и тектонику объемно-пространственных структур гражданских зданий.

2.5. Основные типы и разновидности жаркого климата

Рассмотрев основные климатические факторы жарких районов, мы установили, что главным является температура, которая находится в функциональной зависимости от солнечной радиации, а последняя есть функция широты. Из этого следует, что главным фактором в определении типа климата является географическая широта местности, которая должна составить основу при выработке системы классификации жарких климатов.

Однако другие факторы — ветровые системы и количество осадков, относительная влажность воздуха, взаимоотношение суши и водных пространств, топография местности (включая характер почвы), наличие или отсутствие растительности, высота местности над уровнем моря, смягчающие влияние океанских течений — также важны и должны быть включены в систему классификации жарких климатов.

Основываясь на вышеперечисленных природно-климатических факторах, было составлено довольно большое количество типов классификации жаркого климата. Их составители в одном случае придавали основное значение температуре, системам ветров и топографии местности, в другом исходили только из требований ботаники; некоторые основывались только на показаниях температуры и относительной влажности воздуха, а другие учитывали лишь комплекс условий температуры, дождевых осадков, топографии и растительности.

По-видимому, наиболее полезной классификацией жаркого климата, с точки зрения требований архитектурного проектирования и строительства зданий, является следующая*: 1 — жаркий влажный климат; 2 — жаркий сухой климат; 3 — климат нагорных районов; 4 — тропический островной климат; 5 — саванные и муссонные климаты; 6 — приморско-пустынный климат.

Из всех перечисленных жарких климатов жарко-сухой и жарко-влажный являются основными типами (см. форзац), а остальные представляют собой разновидности или комбинации этих двух климатов, хотя каждый из них выдвигает свои требования к проектированию жилищ и других зданий.

Нагорный климат включает некоторые характерные черты жаркого умеренного климата средиземноморского типа, а по существу является жарким климатом, смягченным высотой.

Жарко-сухой климат. Районы с таким климатом расположены главным образом между широтами 15—20° севернее и южнее экватора. В этих районах зарегистрированы наивысшие температуры в тени — 43°С, а также самые большие суточные колебания температуры — до 22°С. Ночью, как правило, температуры бывают более умеренные (16—24°С). Этот климат характеризуется также незначительным годовым выпадением осадков (менее 250 мм), относительной влажностью 10—55% и горячими ветрами. Поверхность земли этих районов отражает большое количество солнечных лучей и теплоты. Значительные территории занимают пустыни, поэтому растительность в основном засушливая. После захода солнца наблюдается резкое падение температуры и повышение ее после его восхода. Подобный тип климата наблюдается в странах, расположенных на Ближнем и Среднем Востоке (Индия, Пакистан, бóльшая часть Аравийского полуострова и др.), в Африке (Мавритания, Мали, Верхняя Вольта, Нигер, Сенегал, Гамбия, Ливия, АРЕ, Северный Судан

* Данная классификация предложена Г. А. Аткинсоном, возглавляющим Секцию строительства в тропиках при Строительной научно-исследовательской станции Великобритании.

и др.), в Латинской Америке (бóльшая часть Мексики, Перу), а также в юго-западных районах США, о. Мадагаскар и в некоторых зонах Австралии (табл. 3).

Жарко-влажный климат, как правило, связан с районами, простирающимися приблизительно до широт 12° к северу и к югу от экватора, и имеет наименьшее сезонное разнообразие. Климат отличается максимальной дневной температурой 29—32°С; небольшими суточными (4—7°С) и сезонными (24—29°С — в жаркий сезон, 10—21°С — в холодный) колебаниями температуры; высокой относительной влажностью (55—100%), большим количеством дождевых осадков (свыше 500 мм в год); пышной растительностью. Скорости ветра обычно небольшие, за исключением периодов перед началом и концом дождей, когда шквалы могут сопровождать грозы. Большие облака, когда они не заслоняют лучей солнца, могут за счет собственного отражения яркого солнечного света увеличить интенсивность радиации на 10% и более.

К особенностям жарко-влажных районов относят также подверженность почв эрозии в результате воздействия сильных и частых ливней, наличие большого количества насекомых; имеют место ураганы и землетрясения.

Жарко-влажный климат распространен в таких тропических районах и странах Латинской Америки, Азии и Африки, как бассейн р. Амазонки в Бразилии, Мексика, Никарагуа, Коста-Рика, Панама, Эквадор, Конго, Индонезия, Индия и Филиппины, Нигерия, Кения, Гвинея, Сьерра-Леоне, Либерия, Танганьика и т. д. Жарко-влажные условия встречаются и в юго-восточной части США, в частности на п-ве Флорида (табл. 4).

Следовательно, в жарких странах детальное изучение архитектором всех особенностей климата данной местности, ее топографии, а также растительности имеет решающее значение для рационального проектирования гражданских зданий. Знание всех условий помогает проектировщику правильно определить объемно-планировочное решение, выбрать необходимые конструкции и соответствующие строительные материалы, а также установить надлежащий эксплуатационный режим зданий.

Следует также отметить, что на местные изменения климатических условий могут влиять вырубки леса, осушка болот, перекрытие плотинами рек, строительство зданий, прокладка дорог и т. п. Таким образом, для повышения качественного уровня гражданской архитектуры в условиях жарко-сухого и жарко-влажного климата, а также в районах, где эти виды климата могут сочетаться, необходимо определить основные типологические требования к гражданским зданиям и их комплексам, основываясь на анализе воздействия климата на архитектуру, а через нее — на человека.

* * *

Изучение опыта градостроительства и архитектуры зданий прошлых эпох, выявление прогрессивных планировочных и композиционных приемов, конструктивных и естественных средств и мер, обусловленных природно-климатическими особенностями, определение классификации жарких климатов с точки зрения требований строительного проектирования позволили установить два основных направления, по которым необходимо предпринять исследования и поисковые работы по созданию благоприятных жизненных условий и эстетической среды в здании и населенных местах жарких стран.

В жарко-влажных районах необходимо обеспечить широкую и тесную связь зданий и их комплексов с окружающей природной средой для создания оптимальных условий вентиляции путем использования всевозможных потоков воздуха, избавляющих от чрезмерной влажности, сырости и перегрева. При этом должны быть предусмотрены предохранительные меры по защите от солнечной радиации, избыточного теплового излучения и дождя (см. табл. 5). В жарко-сухих районах требуется надежная защита от чрезмерной инсоляции, высоких дневных температур с учетом резких суточных температурных колебаний, перегрева, яркого света и горячих потоков

Характеристика жарко-сухого климата

Показатели г. Кано (Нигерия)	январь	февраль	март	апрель	май	июнь
Количество осадков, мм	0,00	0,25	1,77	9,40	64,77	113,03
Среднесуточная температура наружного воздуха, °С:						
Максимальная	31,9	32,1	35,5	38,1	37,3	34,6
Минимальная	13,3	15,2	18,7	22,4	23,6	23,1
Относительная влажность воздуха, %:						
7 ч утра	37	33	31	42	63	74
13 ч дня	13	12	12	19	32	46
Направление превалирующих ветров	С-В	С-В	С-В	Ю-З С-В	Ю-З	Ю-З
Их повторяемость (по данным ежедневных замеров в среднем 8 раз в день), %	45,0	41,9	33,2	15,8	30,6	39,2
Степень заслоненности небосвода облаками, выраженная в десятых долях (весь небосвод над городом поделен на 10 частей):						
10 ч утра	0,7	0,6	0,8	0,3	0,5	0,6
16 ч дня	0,0	0,1	0,5	0,8	1,9	2,7
Ураганы и их направление (штормы)	Штормы приходят главным образом с С-В или с Ю-В					

Источником для составления табл. 3 и 4 послужили результаты натурных наблюдений и исследований, проведенных

Характеристика жарко-влажного климата

Показатели г. Ибадан (Нигерия)	январь	февраль	март	апрель	май	июнь
Количество осадков, мм	9,65	21,08	88,64	139,44	149,34	189,48
Среднесуточная температура наружного воздуха, °С:						
максимальная	32,8	34,0	34,34	33,53	31,5	29,7
минимальная	20,6	21,3	22,5	22,4	22,1	21,6
Относительная влажность воздуха, %:						
7 ч утра	94	92	95	95	96	97
13 ч дня	51	49	54	60	67	74
Направление превалирующих ветров	Ю-З	Ю-З	Ю-З	Ю-З	Ю-З	Ю-З
Их повторяемость, % (по данным ежедневных замеров в среднем 8 раз в день)	18,0	33,2	30,7	35,1	30,5	34,6
Степень заслоненности небосвода облаками, выраженная в десятых долях (весь небосвод над городом поделен на 10 частей):						
10 ч утра	3,9	5,6	5,4	6,1	6,1	7,0
16 ч дня	1,7	3,4	3,3	4,5	4,9	6,2
Ураганы и их направление						

Таблица 3

июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь	Примечания
202,95	316,23	125,98	12,19	0,00	0,00	В среднем по данным наблюдений за 46 лет
36,2	29,4	30	34,1	33,5	30,5	За период 1943—1947 гг.
21,6	20,8	20,7	20,0	16,3	13,7	
88	94	92	80	48	43	То же
60	71	61	36	15	12	
Ю-З	Ю-З	Ю-З	Ю-З	С-В	С-В	За период 1944—1948 гг.
38,0	34,2	32,1	20,9	29,2	29,7	
2,4	3,6	1,7	0,3	0,0	0,0	За период 1943—1947 гг.
5,5	5,4	3,3	1,0	0,1	0,7	

университетом в Ибадане (Нигерия).

Таблица 4

июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь	Примечания
160,27	85,85	177,8	155,4	41,8	9,65	Общее количество 1229,8 мм по данным за 46 лет
27,8	27,7	29,2	30,3	31,9	32,3	
21,1	21,1	21,1	20,9	21,01	20,6	
97	97	97	98	97	96	За период 1943—1947 гг.
78	78	75	70	63	56	
Ю-З	Ю-З	Ю-З	Ю-З	Ю-З	Ю-З	За период 1944—1948 гг. для Лагоса
51,2	58,4	53,6	31,8	29,2	20,6	На Ибадан не распространяется
9,1	8,9	8,6	7,4	6,7	6,9	В среднем за 3 года
7,5	7,9	6,4	4,7	4,4	1,3	

Штормы приходят главным образом с С-В или Ю-В

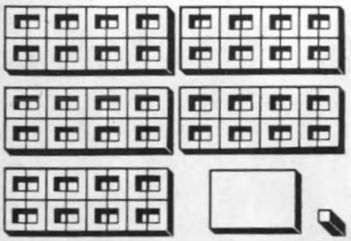
ЗАМКНУТАЯ КОМПОЗИЦИЯ

(ЖАРКО-СУХОЙ РАЙОН)

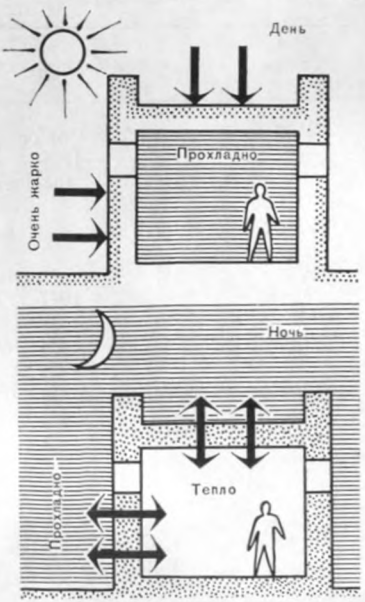
Госпиталь в г. Омдурмане, Судан (по замыслу зодчих СССР). Жилая застройка и защита от внешних тепловых воздействий



а)



б)



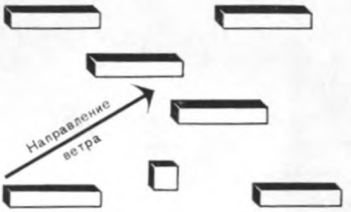
ОТКРЫТАЯ КОМПОЗИЦИЯ

(ЖАРКО-ВЛАЖНЫЙ РАЙОН)

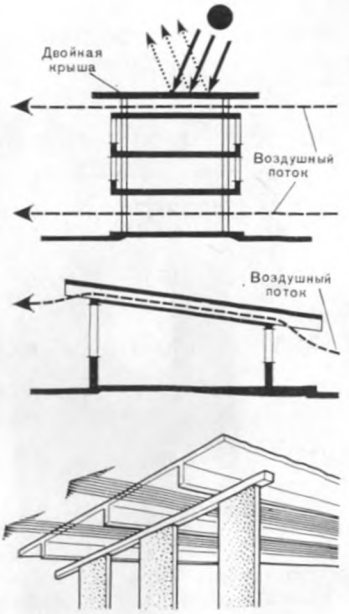
Родильный дом в г. Браззавиле, Конго (построен с участием СССР). Жилая застройка и предотвращение перегрева проветриванием



а)



б)



воздуха (при обеспечении некоторого проветривания помещений днем, при этом недопустимо проникание пыли и песка) и создание оптимальных условий вентиляции в вечернее и ночное время с использованием благоприятных прохладных воздушных течений. Кроме того, следует позаботиться об улучшении условий лучистого теплообмена в течение суток (см. табл. 5).

Следовательно, при проектировании гражданских зданий и их комплексов для конкретной климатической ситуации места строительства в жарких условиях, осуществляемом в соответствии с теплотехническими требованиями, основной задачей является создание такого микроклимата в данной внешней окружающей среде или помещениях зданий, при котором физиологические восприятия среды человеком приближались бы к комфортным. С архитектурной точки зрения это означает, что надо использовать все благоприятные возможности окружающей природы, ландшафта и климата с помощью соответствующего архитектурно-планировочного и конструктианого решения зданий, эксплуатационного режима помещений, планировки и застройки городов в целом и правильного выбора участка под строительство.

Для того чтобы в какой-то мере решить эти две основные проблемы, не прибегая к помощи механических средств искусственного регулирования микроклимата помещений (имеются в виду системы кондиционирования воздуха и другие дорогостоящие средства поддержания искусственного микроклимата), необходимо изучить в каждой конкретной климатической ситуации по крайней мере следующие объективные факторы и явления:

1) условия солнечной радиации и инсоляции;

2) температурно-влажностный режим окружающей среды;

3) подвижность воздуха, обусловленную различными ветрами, воздушными течениями или колебаниями температуры, от которой зависит интенсивность теплообмена конвекцией и испарением;

4) характер окружающей среды и возможности создания благоприятного непосредственного окружения. Охлаждающий эффект, обеспечиваемый растительностью, водными пространствами и условиями затенения;

5) поведение различных строительных материалов, ограждающих конструкции зданий, разнообразных по своему характеру грунтов (почв), подверженных воздействию солнечной радиации, высокой температуре и влажности воздуха, а также их рефлективные и теплотехнические качества;

6) условия лучистого теплообмена (или средняя лучистая температура внешнего непосредственного окружения и ограждений помещения), регулирующие теплообмен излучением между телом человека и окружающей его средой.

Эти шесть предпосылок определяют комфорт в любой конкретной окружающей среде жарких районов. В дальнейшем рассмотрение различных вопросов будет производиться в свете вышеуказанных основных факторов и явлений, которые оказывают существенное влияние на создание архитектурного произведения, методы строительства гражданских зданий и планировку и застройку городов и поселков в жарких условиях (табл. 5).

3

Некоторые вопросы архитектуры и градостроительства

К середине XX в. в развитии архитектуры в условиях жаркого климата происходит заметный перелом, связанный с научно-техническим прогрессом и внедрением новых методов строительного производства, ставшими главнейшими стимулами распространения в широком географическом масштабе новых архитектурно-конструктивных форм (бетонных, металлических, стеклянных, синтетических полимерных и др.).

Этот перелом был обусловлен также крупными и глубокими общественно-историческими процессами, протекавшими как в индустриально развитых великих и малых державах, так и в развивающихся странах Азии, Африки и Латинской Америки. Именно к этому времени стала вырисовываться достаточно сложная и противоречивая картина социально-экономических отношений в государствах, находящихся на территориях внутритропических широт или за их пределами, но включающих жаркие районы.

Вполне естественно, что эти страны разобщали заметно отличные социально-экономические уклады и идейно-политические устремления, а следовательно, и различные созидательные задачи.

Однако несомненным было также и то, что зародившиеся в середине 50-х годов новые тенденции явились причиной проникновения в архитектуру и градостроительство иных, чем в предшествующий период, теоретических и творческих течений. Последние особенно ярко проявились в проектах и реализациях 1960—1970 годов и могут быть охарактеризованы следующим образом. Возросло внимание к социальным проблемам, исследованию и созданию форм и структур, отвечающих привычкам и вкусам миллионов людей, к изучению человека в его взаимодействии с окружающей средой; к раскрытию эмоционально-эстетических ценностей, таящихся в гармонии архитектуры и ландшафта, связи с национальной культурой, в тесном соприкосновении, слиянии различных искусств, родственных архитектуре; стремление включить в архитектуру элементы изменчивости, мобильности, случайности и непредвиденности. Одновременно центр тяжести новой пространственной концепции все более перемещается в сторону признания большей значимости собственно пространства, которое становится одним из самых мощных средств художественной выразительности, а приемы его организации приобретают принципиально новые качества.

В каждой стране они получили собственные оригинальные редакции, определенные и своеобразием исторического развития, и характером конкретной социальной ситуации, и, наконец, особенностями природно-климатических условий.

Еще в 1920-х годах новая советская архитектура находилась в авангарде самых прогрессивных тенденций мировой строительно-

художественной практики. В 1960—1970-х годах она вместе с архитектурой братских социалистических стран с особой яркостью демонстрировала и продолжает ныне утверждать недоступный для капитализма масштаб общенародной реализации новаторских принципов градостроительства (см. табл. 15).

В капиталистическом обществе размах частнопредпринимательской деятельности в XX в., одержимой максимизацией прибыли, особенно обострил противоречия роста городов, несмотря на осуществлявшиеся с большей или меньшей последовательностью профилактические меры по их благоустройству. Проведение в жизнь новых архитектурных и градостроительных идей наталкивалось со всей неизбежностью на запутанный узел социально-экономических проблем. В результате они или деформировались, или приобретали утопический оттенок, или превращались в род социальной демагогии. Вместе с тем нельзя отрицать немалую заслугу передовой архитектурно-эстетической мысли Запада в настойчивой выработке многих важнейших черт подлинно современной архитектуры (см. табл. 15).

Не в последнюю очередь эти достижения выражаются и в высокой строительной культуре, с которой реализуются новаторские внешние признаки разнообразных зданий и сооружений*.

Новый этап в развитии архитектуры освободившихся стран пришелся на 1960-е годы — время начавшегося широкого и мощного движения за укрепление национального самосознания в бывших колониях и государствах, ставших на самостоятельный путь экономического и культурного прогресса. Наряду с космополитическим влиянием архитектуры США и Запада в развивающихся странах Африки, Азии и Латинской Америки получает все большее распространение процесс утверждения собственной национальной культуры, усиления поисков архитектурных форм, связанных с прогрессивными национальными традициями и местными особенностями (Гвинея, Алжир, Танзания, Демократическая Республика Конго, Индонезия, Индия, Панама, Колумбия, Перу и др.).

Многие из них, особенно государства, вышедшие на путь социалистической ориентации (Ангола, Эфиопия, Мозамбик, Афганистан, Народная Демократическая Республика Йемен и др.), приступили к ликвидации в строительстве последствий колониализма, к гармоничному развитию всех видов архитектурных сооружений, к планировке и застройке городов. Последние реконструируются, благоустраиваются, озеленяются; уничтожаются трущобы, пробивается сеть широких улиц с асфальтированным покрытием, растут кварталы новых зданий. Возводятся и многоэтажные жилые дома, где предусмотрены все виды современного комфорта.

На первый план выдвинулись проблемы массового строительства жилищ, школ, больниц, высших учебных заведений, общественно-культурных комплексов, спортивных сооружений, правительственных центров, фабрик, заводов, электростанций и рекреационных объектов. Положено начало планировке и застройке сел (см. табл. 15).

В своих строительных начинаниях отвоевавшие независимость государства встретили действенную поддержку со стороны СССР и стран социалистического содружества. Такая помощь была им жизненно необходима, чтобы преодолеть ослабленную экономику и избавиться от стиля колонизаторов, которые в течение долгих лет насаждали свою цивилизацию в качестве универсальной модели.

Так, силами советских архитекторов, инженеров и строителей только за три года (с 1963 по 1965 г.) были построены: политехнический институт, спортивный комплекс и гостиница в Конакри; административная школа и стадион в Бамако; гостиница и родильный дом в Браззавиле; госпиталь в Найроби, туберкулезный госпиталь в Могадишо; домостроительный комбинат в Аккре [14].

Накапливаемый советскими специалистами огромный опыт строительства в условиях жаркого климата несомненно будет способствовать неуклонному повышению качества архитектурных объектов, возводимых на обширных территориях юга нашей страны: при за-

* См.: Тасалов В. И. Очерк эстетических идей архитектуры капиталистического общества. М., 1979.

стройке городов в республиках Средней Азии, Закавказья и в Казахстане, при освоении орошаемых земель, при создании в засушливых зонах газо- и нефтедобывающих промыслов, а также при градостроительной организации курортно-туристических центров на Черноморском побережье и в других богатых рекреационными ресурсами районах Советского Союза.

Современные проекты архитектурных сооружений и их реализация в условиях жаркого климата, отражающие преемственную связь и умелое сочетание достижений прошлых эпох и народного зодчества с новыми художественными задачами, научными и техническими возможностями, а также более углубленные познания микроклиматических явлений и новые методы комплексной оценки влияния условий внешней среды открыли еще более широкие горизонты и привели к новым достижениям в области гражданского строительства в жарких районах земного шара (см. табл. 15).

3.1. Общие и частные требования к проектированию гражданских зданий

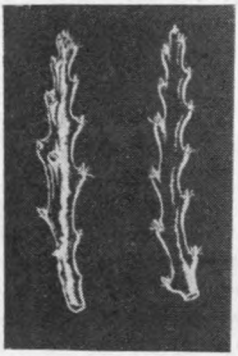
Выявление общих и частных требований к проектированию зданий для районов с жарко-сухим и жарко-влажным климатом основывается на принципе тесной взаимосвязи человеческого организма, природного окружения и архитектуры. Оказывая непосредственное влияние на правильный выбор и эффективное использование специфических средств и приемов формирования оптимальной архитектурной среды, характерных объемно-пространственных композиций и конструктивных решений сооружений, оно способствует созданию экологически наиболее благоприятных условий для жизнедеятельности человека.

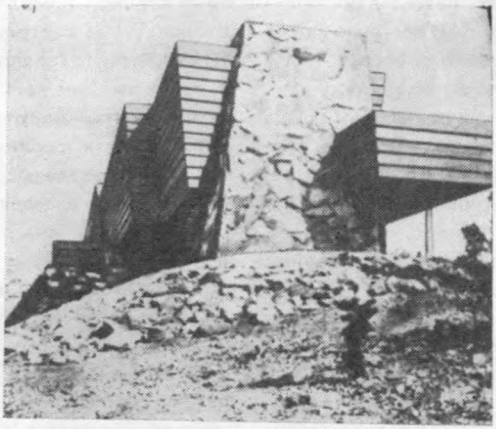
Термические факторы окружающей среды и объемная форма зданий. Одним из важнейших общих требований к проектированию зданий в жарких условиях является учет термических факторов окружающей среды, воздействующих на здание и участвующих в формировании его внешнего объема. В помещениях здания, не обеспеченных надлежащей защитой от сильных тепловых воздействий и больших температурных колебаний окружающей среды, невозможно поддерживать температуру тела человека постоянной, не опасаясь каждый раз за его здоровье и работоспособность.

Значение тепловой нагрузки, воспринимаемой зданием в жарких условиях, зависит не только от теплозащитных свойств его наружных ограждений, но также от размеров зданий и его формы. Придавая ту или иную форму, можно изменить количество теплопоступлений через ограждения в помещения.

Из естествознания известно, что силы природы оказывают непосредственное влияние на формирование видов. По всеобщему закону развития природы только тот вид имеет право на существование, который находится в гармонии с окружающей его средой, что достигается благодаря наличию у данного вида соответствующего материала ткани и формы, его приспособленности ко всем воздействующим на него внешним и внутренним силам. Так, например, под влиянием постоянно действующих и очень сильных внешних термических факторов окружающей среды жарко-сухих районов сформировался особый тип растений с мясистым толстым стеблем и плотной наружной тканевой оболочкой, в чем можно убедиться, взглянув на площадь поперечного сечения стебля молочая — одного из типичных видов растений засушливых районов. Кроме того, поверхность его листьев сведена к минимуму. У кактусов слишком сильное воздействие солнечной радиации частично нейтрализуется пучками его колючек, а их массивная форма оказывается наиболее благоприятной для защиты от чрезмерных тепловых нагрузок (рис. 44).

С другой стороны, в жарко-влажном, теплом климате размеры и поверхность листьев намного увеличены, они примерно в 2,5 раза превышают размеры листьев растений в районах с умеренным климатом. Листья некоторых растений жарких стран имеют волнистую, рябоватую поверхность, что предохраняет их от излишней радиации вне зависимости от положения солнца. Еще более интересным является способность некоторых растений

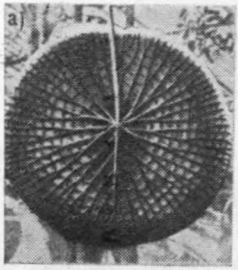


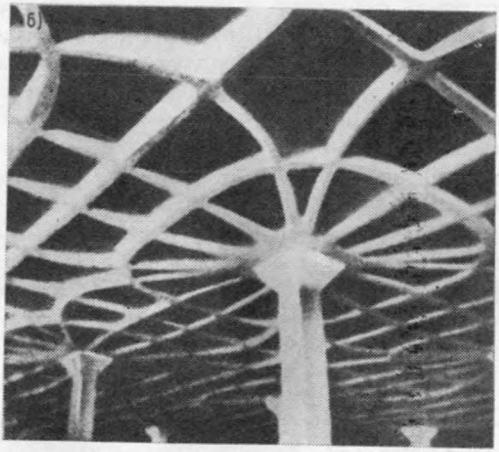


Формообразование в природе и интерпретация фитоморфических структур в архитектуре

44

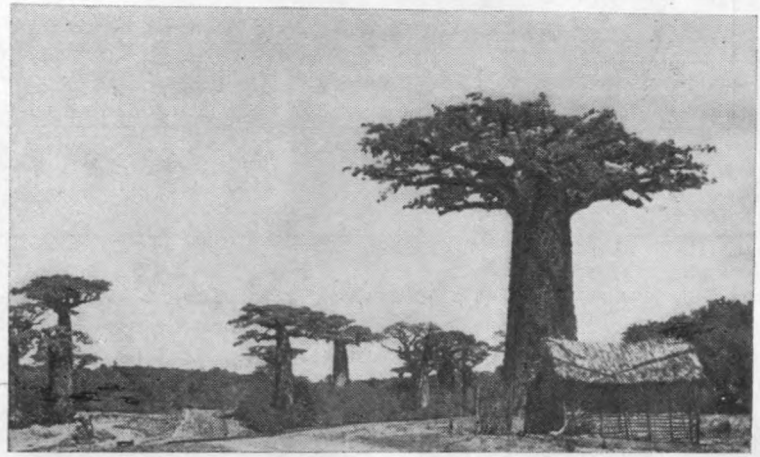
Морфология кактуса (а) и архитектурная форма жилого дома в пустыне Колорадо (б). Арх. Ф. Л. Райт





45

Структура листа водяного растения — виктории регии (а) и покрытие фабрики Гатти в Риме (б). Инж. П. Л. Нерви



46

«Деревья-бутылки» на Мадагаскаре. (Их стволы постоянно наполнены водой)

регулировать радиационный баланс движением листьев. Так, листья некоторых растений после 15-минутного облучения электрообогревателем принимают свое дневное «спящее» положение, складываясь с помощью особых швов таким образом, чтобы уменьшить свою теплопоглощающую поверхность. Во время своего ночного «сна» листья принимают почти вертикальное положение, вероятно, для того, чтобы уменьшить теплопотери излучением ночью (рис. 45, 46).

Как в физических исследованиях, познание формы приводит к выявлению сил, которые ее создали, так и в других случаях познание сил при их действии позволяет глубже проникнуть в сущность данной формы. Следовательно, выявление формы — это познание сил, которые ее создали, поскольку форму можно изобразить в виде диаграммы сил в равновесии.

Для выявления региональных форм малоэтажных зданий соответственно для жарко-сухих и жарко-влажных условий необходимо исследовать два основных термических фактора, оказывающих совместное воздействие на здание, — температуру воздуха и солнечную радиацию.

Интенсивность солнечной радиации, воспринимаемой различными наружными поверхностями ограждений здания, зависит в основном от локальных географических условий, широты местности, характера климата и состояния атмосферы (рис. 47).

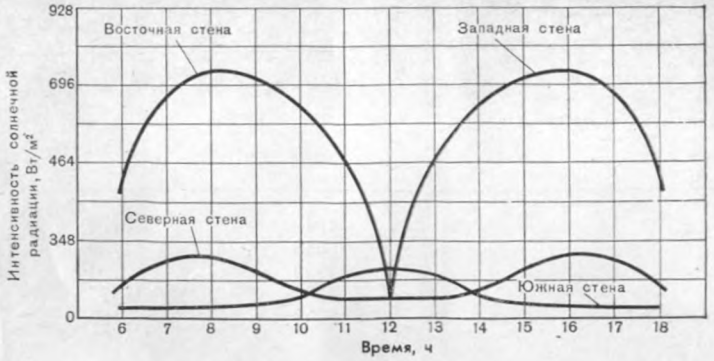
На диаграмме рис. 47 показаны кривые интенсивности солнечного облучения различно ориентированных стен здания (1 августа на 20° с. ш. в жарко-сухом районе ясным днем). Из этой диаграммы видно, что в определенное время дня западная и восточная стены подвергаются максимальному солнечному облучению (722 Вт/м^2), а северная и южная — минимальному (189 и 145 Вт/м^2), т. е. соответственно в 4 и 5 раз меньше. В течение других сезонов южная стена получает значительное количество солнечной радиации, в то время как северная практически ничего не получает. Однако западная и восточная стены продолжают подвергаться сильным тепловым воздействиям солнечного облучения.

Интересно отметить, что в тех же самых условиях плоская крыша здания в полдень воспринимает наибольшее количество солнечной радиации (1100, 3 Вт/м^2). Это подтверждается также данными натурных наблюдений в Киншасе (Заир, жарко-влажный район) французских исследователей Г. Дюпонта, В. Щупа и М. Костера (табл. 6). Наконец, для оценки влияния комплекса условий внешней среды на

Таблица 6

Состояние атмосферы	Средняя годовая величина суточного суммарного солнечного облучения поверхностей, Вт/м^2								
	горизонтальной (крыша)	вертикальной (стены)							
		Ю	Ю-З	З	С-З	С	С-В	В	Ю-В
Очень хорошая погода	6148	1566	1972	2459	2088	1612	1995	2343	1960
Средняя погода	4640	1543	1902	2308	2030	1659	1624	1682	1566

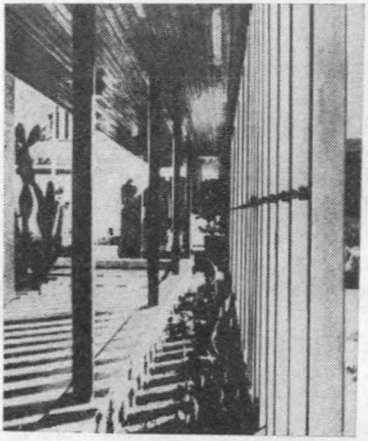
формирование зданий в двух типичных жарких районах (жарко-сухом и жарко-влажном) воспользуемся характерными климатическими условиями г. Финикса, штат Аризона, США (жарко-сухой район), и г. Майами, штат Флорида, США (жарко-влажный район). В каждом из районов были использованы в качестве основных показателей погодных условий в летний и «зимний» периоды самый холодный (21 января) и самый теплый (21 июля) дни в году [82] (табл. 7). Данные натурных наблюдений и исследований в области теплового воз-

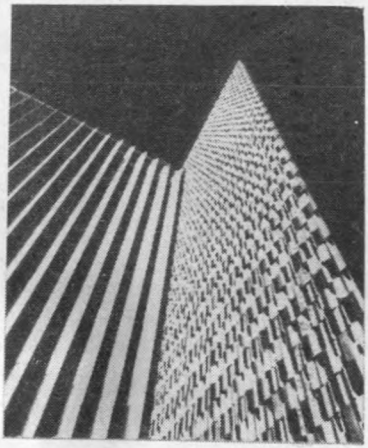


Температура воздуха и солнечная радиация — два основных термических фактора, определяющих выбор оптимальной формы и характер солнцезащиты зданий в условиях жаркого климата

47

Диаграмма интенсивности солнечной радиации (20° с. ш.)





48

Регулируемые пластины-солнцерезы жилого дома в пустыне. Арх. Р. Нейтра

49

Пластика солнцезащитных экранов здания в Лос-Анджелесе. Арх. Р. Нейтра



50

Гостиница «Двин» в Ереване. Арх-ры А. Алексанян, Ф. Акопян, Э. Сафарян

Таблица 7

Город	Ориентация наружных ограждений здания	Солнечное облучение, Вт/м²	
		зимой	летом
Финикс	В	1949	3794
	Ю	5048	1769
	З	1949	3794
	С	439	1425
	Плоская крыша (горизонтальная поверхность)	2998	8160
Майами	В	2307	3750
	Ю	5092	1081
	З	2307	3750
	С	478	1936
	Плоская крыша (горизонтальная поверхность)	4445	8072

действия солнечного облучения позволяют сделать ряд важных выводов, представляющих несомненную ценность для практики проектирования и строительства гражданских зданий во всех районах с жарким климатом.

1. На низких широтах из вертикальных поверхностей ограждения здания максимальным тепловым воздействиям солнечного облучения подвергаются западная и восточная стены, которые получают радиации в 2—4 раза больше, чем южная и северная (рис. 48, 49).

2. Хотя на западный и восточный фасады поступает одинаковое количество солнечной радиации, тепловой эффект различен. Ввиду того что в течение дня воздух и все предметы нагреваются солнцем и отдают свою теплоту окружающей среде, западная стена фактически больше нагревается, чем восточная, в силу послеполуденных значительных тепловых воздействий солнечного облучения. Поэтому западная ориентация менее благоприятна, чем восточная.

3. Более сложную проблему приходится решать при теплозащите северной и южной стен. В данном случае широта местности составляет существенный фактор. Необходимо отметить, что для районов, расположенных к северу от экватора, южная стена соответствует с точки зрения солнечного облучения северной стене здания в районе, расположенном к югу от экватора, и наоборот. Например, в Абиджане (Берег Слоновой Кости, Африка), лежащем в Северном полушарии на 5° с. ш., южная стена здания находится в совершенно аналогичных условиях с северной стеной дома, расположенного в Киншасе (Южное полушарие).

В районах к северу от экватора южные стены зданий получают больше радиационной теплоты, чем северные. И это воздействие солнечных лучей усиливается по мере продвижения в направлении к более высоким широтам. В частности в городах Майами и Финиксе, как видно из табл. 7, южная стена здания «зимой» получает приблизительно в 3—4 раза больше солнечной радиации, чем летом. На низких широтах Северного полушария северная стена будет получать в среднем за год тем больше прямых солнечных лучей, чем ниже широта.

Например, установлено, что в г. Абиджане северная стена подвергается максимальному солнечному облучению в мае — июне, а в г. Киншасе ей соответствуют южные стены, которые получают максимум радиационной теплоты в ноябре — декабре [69].

Таким образом, в мае в г. Абиджане и, по-видимому, во многих других районах, рас-

положенных на одной с ним широте, наблюдаются самые неблагоприятные условия для северных фасадов. Отсюда явствует, что защиту северных стен от солнечных лучей следует предусматривать на 5° с. ш. и на более низких широтах. Для районов Северного полушария, лежащих на 10° с. ш. и на более высоких широтах, северная стена будет получать радиационной теплоты намного меньше, это количество будет быстро убывать с повышением географической широты местности. Поэтому проблема защиты от солнечных лучей северных фасадов становится второстепенной. Так, в городах Финиксе и Майами северные фасады зданий подвергаются небольшой инсоляции и главным образом в летний период. Однако в г. Майами, поскольку последний расположен на более низкой широте, северная стена получает летом в два раза больше солнечной радиации, чем южная.

Надо отметить, что для фасадов с большим остеклением защита стекол от прямых, рассеянных и отраженных солнечных лучей является обязательной (рис. 50, 51, 52, 53).

В районах, лежащих к югу от экватора, требуется защищать северные фасады. Предохранение от прямых солнечных лучей южной стены, очевидно, следует предусматривать начиная лишь с 5° ю. ш. и при приближении к экватору. В районах, расположенных близ экватора, северный и южный фасады находятся в одинаковых условиях, поэтому требуется защита обоих фасадов.

4. Горизонтальная поверхность (плоская крыша) по сравнению с вертикальными стенами получает в среднем в 2—3 раза больше солнечной радиации. Поэтому тепловые радиационные воздействия на поверхность плоской крыши заслуживают особого внимания, так как по своему значению они почти приближаются к сумме радиационных тепловых нагрузок, воспринимаемых всеми четырьмя фасадами здания, вместе взятыми. Это происходит оттого, что в часы максимальной интенсивности солнечного облучения лучи направлены почти вертикально. Следовательно, проблема крыши является одной из решающих при строительстве зданий во всех жарких районах (рис. 54).

Из вышеприведенных данных, таблиц и диаграмм видно, что различные стороны здания получают заметно отличные друг от друга тепловые воздействия. Такое разнообразие значений тепловых нагрузок, определенным образом распределяющихся по всем сторонам здания в различные сезоны года, указывают на существование тесной связи между количеством получаемой солнечной радиации и ориентацией здания по странам света.

Ниже приводится сравнительный анализ региональных тепловых воздействий в условиях двух основных типов жаркого климата, с тем чтобы определить их роль в формировании внешнего объема здания. Как правило, высокие наружные температуры вынуждают строить здания компактной формы, а сильные тепловые воздействия солнечного облучения приводят к созданию объемов протяженной формы главным образом в направлении оси В-З (рис. 55).

Критерий оптимальной формы. Оптимальной является такая форма здания, которая способствует минимальным теплопотерям в зимнее время и обеспечивает минимум теплопоступлений внутрь здания летом.

Алгебраический анализ показывает, что среди равных по объему параллелепипедов наименьшую поверхность имеет куб. По мере увеличения числа граней (в равных по объему многогранниках) уменьшается и поверхность многогранника, а наибольшему числу граней соответствует наименьшая поверхность, причем сфера составляет предельное значение этой минимальной поверхности.

Таким образом, здание кубической формы сочетает в себе наибольший возможный объем с наименьшей площадью наружных поверхностей ограждения. Такое здание обладает хорошими характеристиками в отношении сохранения тепла зимой и обеспечения прохлады летом. Еще лучшими показателями характеризуются здания полусферической формы и близкие к ней, а также круглые в плане и с купольным покрытием сооружения. Такие здания являются традиционными для жарких сухих районов; благодаря своей форме и сравнительно небольшим оконным проемам тепловое воздействие солнечного облучения и

температуры воздуха становится незначительным.

При определении количества тепла, поступающего в помещение через наружные ограждения здания можно исходить из количественного анализа. Совместное воздействие наружной температуры воздуха и солнечной радиации можно представить в виде солнечно-воздушной температуры на наружной поверхности ограждений здания. Ее влияние на температуру внутренней поверхности этих ограждений может быть определено с помощью метода расчета теплового потока, проходящего через ограждение.

Обозначив теплопоступления в помещение от внутренних поверхностей наружного ограждения через C, а стороны здания — через x и y, найдем площадь здания:

$$F = xy.$$

Для нахождения оптимальной формы, характеризующейся наилучшими показателями, можно воспользоваться зависимостью

$$x \sum C_1 + y \sum C_2 = \min,$$

где C_1 и C_2 — тепловые воздействия соответствующих сторон (стен) здания.

Представив это выражение в виде множителя Лагранжа, получим:

$$\sum C_1 - \lambda y = 0; \quad \sum C_1 = \lambda y;$$
$$\sum C_2 - \lambda x = 0; \quad \sum C_2 = \lambda x.$$

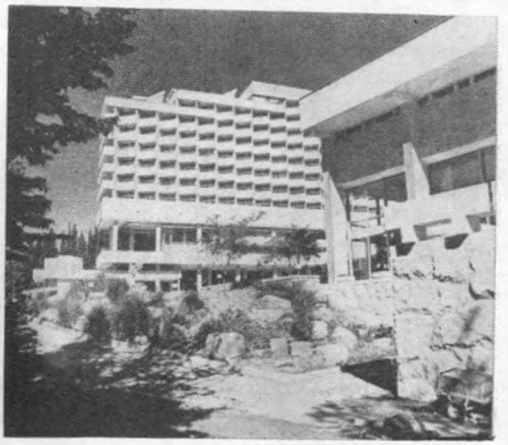
Оптимальная форма может быть выражена как

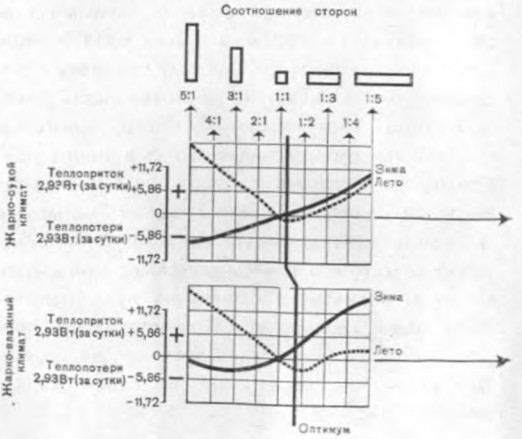
$$\sum C_1 / \sum C_2 = y/x.$$

Когда между значениями тепловых воздействий и размерами сторон здания существует обратная зависимость, оптимальную форму можно представить в виде тепловых сил в равновесии.

Метод расчета. Для рассматриваемого ниже примера теплопоступления в помещение Q (или C) через наружные ограждения





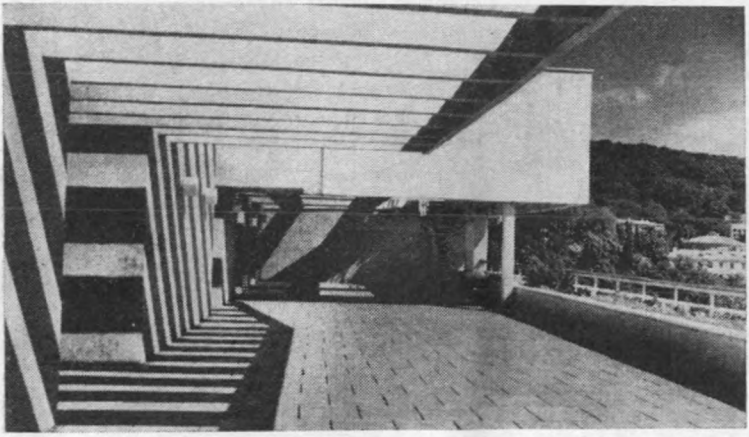


Тепловые воздействия окружающей среды и композиция внешнего объема и фасадов сооружений



51

Жилой дом в Баку.
Арх-ры
Н. Гаджибеков,
В. Шульгин,
Г. Мехтеева



52

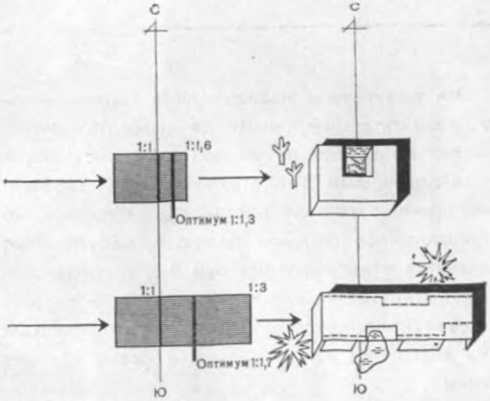
Дворец «Гулистан» в Баку

53

Санаторий «Приморье» в Сочи

54

Навес над плоской крышей санатория «Приморье» в Сочи



55

Термические нагрузки и формы зданий

можно определить на основе метода расчета периодического теплового потока, используя следующие уравнения:
для непрозрачных ограждений (Вт/м²)

$$Q_{\text{н.огр}} = K(t_{\text{ср}} - t_{\text{в}}) + \nu K(t_{\text{о}} - t_{\text{ср}});$$

в случае остекленных поверхностей (Вт/м²)

$$Q_{\text{ок}} = I_{\text{пр}}(T_{\text{пр}}P_{\text{пр}}) + I_{\text{р.о}}(T_{\text{р.о}}{}'P_{\text{р.о}}) + \\ + K(t_{\text{н}} - t_{\text{в}}),$$

где K — общий коэффициент теплопередачи, Вт/(м²·К); $t_{\text{ср}}$ — среднесуточная солнечно-воздушная температура на наружной поверхности ограждения, °С; $t_{\text{в}}$ — температура внутреннего воздуха, °С; ν — амплитуда затухания тепловой волны; $t_{\text{о}}$ — солнечно-воздушная температура в период, предшествующий началу теплопоступлений в помещения, т. е. когда продолжительность его становится равной времени запаздывания (сдвигу фаз) теплопоступлений из-за тепловой инерции данной конструкции стены или покрытия (крыши), °С; $I_{\text{пр}}$, $I_{\text{р.о}}$ — максимальная интенсивность соответственно прямой и рассеянной (отраженной) солнечной радиации, Вт/м²; $T_{\text{пр}}$, $T_{\text{р.о}}$ — коэффициенты пропускания стеклом соответственно прямой и рассеянной (отраженной) солнечной радиации; $P_{\text{пр}}$, $P_{\text{р.о}}$ — коэффициенты поглощения солнечной энергии поверхностью остекления соответственно для прямой и рассеянной (отраженной) солнечной радиации; $t_{\text{н}}$ — температура наружного воздуха, °С.

Пример. Для оценки влияния термических факторов окружающей среды на форму здания воспользуемся выбранным типом здания, метеорологическими данными и климатическими условиями городов Финикс и Майами (США) (см. с. 170—174).

Выбранный в качестве образца тип здания был подвержен испытаниям в условиях жарко-сухого (г. Финикс) и жарко-влажного (г. Майами) климата. Здание одноэтажное и выполнено из обычных каркасных деревянных конструкций, обладающих всеми необходимыми теплозащитными свойствами [K=0,73 Вт/(м²·К)].

Площадь остекления южного фасада составляет 40% (одинарное остекление), а остальных — 20% от площади всех наружных вертикальных ограждений здания. Хотя полученные результаты исследования касаются непосредственно лишь данного типа дома, тем не менее другие здания будут вести себя более или менее аналогичным образом.

В качестве эталона для сравнения в первую очередь испытывался жилой дом площадью 93 м² с квадратным планом. Величины тепловых потоков были определены лишь для четырех фасадов, так как теплоприток через плоскую крышу оставался постоянным, несмотря на изменение формы здания (этажность была одна и та же). Вычисленные в каждый последующий час тепловые потоки были суммированы, обрисовывая контуры общей картины теплопритока за сутки.

В ходе анализа квадратного в плане здания, подверженного испытанию в двух отличных жарких районах, были получены следующие суммарные суточные теплопоступления в помещения (табл. 8).

Таблица 8

Город	Суммарные суточные теплопоступления, Вт	
	зимой	летом
Финикс	12,423	98,950
Майами	50,22	67,526

Эти результаты исследования теперь можно сравнить с цифровыми данными по другим домам, возведенным из тех же конструкций с аналогичными теплотехническими характеристиками, с той же площадью застройки, но отличающиеся формой плана: прямоугольная, вытянутая в направлении оси В-З, прямоугольная, вытянутая в направлении С-Ю. В табл. 9 в левой колонке даны отношения сторон здания восточных или западных к северным или южным.

Таблица 9

Суммарные суточные теплопоступления, Вт

Отнсшение сторон здания	г. Финикс (жарко-сухой район)		г. Майами (жарко-влажный район)	
	зимой	летом	зимой	летом
5:1	—4,50	143,11	46,79	106,51
4:1	—2,21	132,24	45,54	97,68
3:1	0,75	120,75	44,69	88,01
2:1	4,87	108,79	45,04	77,72
1,5:1	7,83	103,11	46,14	72,55
1:1	12,42	98,94	50,22	67,52
1:1,5	17,50	97,86	55,91	65,24
1:2	21,42	100,79	61,23	65,29
1:3	27,97	107,54	71,14	67,66
1:4	33,29	115,16	80,02	71,14
1:5	37,94	122,68	88,07	74,83

Для выявления наиболее целесообразной формы здания в данной окружающей среде был установлен так называемый критерий «оптимальной формы». Кроме того, с целью предоставления некоторой свободы для изменения пропорций плана в пределах, удовлетворяющих предъявляемым требованиям, был дополнительно введен критерий «гибкости».

В рассматриваемом случае верхний предел отклонения от оптимума составила протяженная прямоугольная форма здания. Критериальные соотношения его сторон применительно к двум климатическим районам (жарко-сухому и жарко-влажному) оказались следующими.

Город Финикс (жарко-сухой климат) — летние тепловые воздействия диктуют оптимальную форму плана 1 : 1,26. В силу значительных тепловых воздействий солнечного облучения в зимний период не вводится никаких особых ограничений, однако было бы целесообразным увеличить длину и, следовательно, площадь южного фасада. Поскольку летние тепловые нагрузки превосходят приблизительно в 8 раз зимние, то оптимальная форма плана может быть получена при соотношении сторон 1 : 1,3, а критерий «гибкости» формы составит 1 : 1,6.

Город Майами (жарко-влажный климат) — летний оптимум порядка 1 : 1,7, зимний — 1 : 2,69, и здесь «зимняя» форма имеет широкие возможности для изменений, однако она не играет существенной роли, поскольку продолжительность периода «недогрева» слишком незначительна. Таким образом, критерием оптимальной формы может служить соотношение сторон плана 1 : 1,7, а критерием «гибкости» — 1 : 3.

Из вышеприведенного анализа можно сделать следующие выводы:

1. В каждом из жарких климатических районов квадратный в плане дом не является оптимальной формой.

2. Все прямоугольные формы плана, вытянутые в направлении оси север — юг, менее благоприятны (как зимой, так и летом), чем квадратный в плане дом.

3. В любом случае оптимальную форму составляет прямоугольный план, несколько вытянутый в направлении оси восток — запад.

Результаты исследования представлены также в графической форме (см. рис. 55). На диаграммах, помещенных слева, указаны значения тепловых нагрузок, воспринимаемых зданиями различной формы. Цифровые значения тепловых воздействий на квадратное в плане здание (в летний и зимний периоды) приняты за исходные и поэтому помещены на нулевой линии. По обе стороны от этой линии даны значения тепловых нагрузок, воспринимаемых наружными поверхностями ограждения зданий других форм.

В средней колонке изображены основные «оптимальные» и «гибкие» формы планов зданий, сравниваемые с квадратом. Справа приведены примеры художественного выражения архитектурного объема здания исходя из этих основных форм планов.

Влияние региональных условий и объемная композиция здания. Как уже было определено выше, оптимальной считается такая объемная форма здания, которая обеспечивает минимум теплопоступлений в помещения летом и способствует минимальным теплопотерям зимой. Отсюда следует, что объемная форма здания должна изменяться вместе со сменой климатического района строительства и что воздействие внешних термических сил отражается на характере архитектурной композиции объема здания, варьируемого в пределах установленного критерия «гибкости» формы.

В жарко-сухом районе зимой внешний объем малоэтажного здания может иметь форму параллелепипеда, но значительные летние тепловые воздействия возвращают его к кубической форме. Для создания благоприятных внутренних микроклиматических условий можно «вырезать» часть из этого приближающегося к кубу объема (рис. 55), а образовавшееся пространство хорошо затенить (стенами, деревьями, решетчатыми экранами) и «наполнить» прохладным воздухом (используя охлаждающий эффект водоемов, фонтанов, газонов, деревьев, а также принцип охлаждения испарением). При размещении объемных элементов здания вокруг образовавшегося «садика» внутренняя планировка помещений может получить свободный открытый характер (вспомните античные жилые дома с перистильными двориками или тип атриумного дома).

Такая объемно-пространственная композиция здания сокращает площадь крыши, наиболее подверженной солнечному облучению, одновременно увеличивает суммарную площадь наружных вертикальных ограждений за счет стен, выходящих во внутренний дворик, способствуя быстрой теплоотдаче во внешнюю среду в прохладное время суток.

Кроме того, чтобы максимально сократить поверхность потолка в одноэтажных зданиях и понизить тем самым степень теплопоступлений через крышу в помещения, последние, как правило, проектируются сравнительно узкими при расположении их поперек здания и с раскрытием во внутренний дворик.

Следовательно, в жарко-сухих условиях в основе архитектурной композиции малоэтажного здания лежит планировочная схема – с внутренним двориком. Более того, в районах с жарко-сухим климатом с теплотехнической, а также и с эстетической точки зрения великолепными качествами обладает круглая форма здания с покрытием в виде сферического купола. Такую архитектурную форму в жарко-сухих районах могут иметь различные общественные здания и сооружения: крытые рынки, выставочные павильоны, цирки, Дворцы спорта, административные здания, зрелищные сооружения и т. д. (рис. 56, 57).

В жарко-влажных районах внешний объем здания приобретает форму узкого и длинного параллелепипеда, поскольку его западный и восточный фасады подвергаются сильным тепловым воздействиям солнечного облучения, а наружные температуры в этих условиях не бывают чрезмерно высокими. Такая форма объема целесообразна и в отношении использования благоприятных воздействий ветра и других видов движения воздуха (они способствуют нейтрализации высокого давления водяного пара). Здесь также может получить развитие свободная внутренняя планировка здания при обеспечении надлежащего затенения (рис. 58, 59).

Если из одинаковых объемных элементов кубической формы создать в четыре раза



В жарко-сухих условиях с теплотехнической и эстетической точек зрения великолепными качествами обладает круглая форма зданий

56

Здание цирка
во Фрунзе.
Арх. А. Нежурин



57

Фрагмент комплекса
нового аэропорта
в Ереване

бóльший объем, то это приведет к уменьшению суммарной площади наружных поверхностей, отнесенной к единице объема (в данном случае получим соотношение 1 : 4 против 1 : 6). Пропорционально этому будет понижена и степень воздействия окружающей среды.

Плавающие айсберги, сохраняются довольно продолжительное время в воде при температуре, превосходящей точку плавления, поскольку они имеют неизмеримо бóльшую объемную массу в сравнении с площадью их наружных поверхностей, подверженных воздействию окружающих условий. Отсюда следует, что так называемый «объемный эффект» можно выгодно использовать в качестве архитектурного средства снижения суммарных тепловых нагрузок. Как свидетельствуют некоторые расчетные данные, если в малоэтажных домах более чем 90% всех нагрузок охлаждения возникает в результате воздействия внешних природно-климатических факторов, то в больших многоэтажных зданиях, находящихся в аналогичных условиях, эта величина составляет менее 60%. В последнем случае объемная форма и ориентация зданий имеют уже второстепенное значение.

Для иллюстрации практического значения больших по объему зданий при защите от термических воздействий окружающей среды в табл. 10 приведены некоторые коэффициенты влияния окружающей среды $K_{в.о}$, характери-

Таблица 10

Тип здания	Этажность	Габариты (длина×ширина×высота здания), м	Суммарная площадь наружных ограждений, м²	Объем здания, м³	$K_{в.о}$
A	1	10×10×5	300	500	0,60
B	5	10×10×20	900	2000	0,45
C	6	10×15×18	1050	2700	0,39
D	1	20×20×5	800	2000	0,40
E	5	20×20×20	2000	8000	0,25

зующие пять типов зданий параллелепипедной (в том числе и кубической) формы с плоскими крышами.

Французский исследователь Р. Кадьерг указывает на существенное влияние блокирования зданий на теплопотери. Он приводит пример, свидетельствующий о том, что 28 отдельно стоящих одноэтажных жилых зданий с квадратными планами теряют вместе 11 600 Вт, в то время как в многоквартирном 7-этажном доме (по четыре квартиры на каждом этаже) теплопотери составляют всего лишь 6960 Вт. Все это доказывает преимущество больших зданий в отношении термоизоляции.

Из сказанного вытекает второе требование к защите зданий от термического воздействия окружающей среды — блокировать отдельные здания, располагая их в ряд или создавая длинные параллелепипеды или единые массивные блоки жилищ и архитектурные объемы, а также повышая этажность зданий и др.

Теоретические расчеты показывают, что слишком большие суммарные летние тепловые нагрузки в городах Финиксе (1680 кДж) и Майами (1115 кДж) выступают как решающий фактор, с которым необходимо считаться при строительстве зданий, в то время как зимние нагрузки охлаждения сравнительно небольшие. Внешние тепловые нагрузки в г. Финиксе приблизительно в 1,5 раза больше, чем в г. Майами.

Таким образом, в жарко-сухих районах, где наблюдаются значительные внешние тепловые воздействия, целесообразно создавать массивы больших по своему объему зданий, использующие преимущества «объемного эффекта» (тепловой инерции). В более мягких климатических условиях жарко-влажных райо-

нов (например, в г. Майами) прибегать к помощи «объемного эффекта» нецелесообразно.

Региональные воздействия и объемные формы больших многоэтажных зданий. В случае малоэтажных жилых домов и при наличии достаточно свободной территории для строительства можно довольно легко создать необходимую объемную форму. Однако при многоэтажном городском строительстве в формировании архитектурного объема здания более важную роль играют другие факторы: система движения транспорта и пешеходов, организация пространственной структуры города, а также социальные и экономические требования. Кроме того, само по себе многоэтажное здание образует достаточно большой объем, позволяющий в меньшей степени считаться с формообразующими тенденциями внешних климатических факторов.

Отметим некоторые основные принципы строительства многоэтажных зданий в условиях жаркого климата. В жарко-сухой зоне целесообразно возводить массивные здания. Наибольшими преимуществами обладают здания кубической формы или слегка вытянутые в направлении оси восток-запад. Целесообразно строить высокие многоэтажные здания.

В жарко-влажной зоне предпочтительны неширокие многоэтажные здания параллелепипедной формы, ориентированные продольной осью в направлении восток — запад.

Условия затенения и защита от яркого естественного света. Хорошо скрытое в тени здание имеет минимум наружных поверхностей, подверженных солнечному облучению.

Таблица 11

Виды зданий и помещений	Ориентация							
	С	С-В	В	Ю-В	Ю	Ю-З	З	С-З
Квартира								
Спальни	0	0	0	0	0			
Общая комната и столовая			0	0	0			
Кухня			0	0	0			
Кабинет и библиотека	0	0						0
Ванные	0	0	0	0	0	0		0
Веранды, террасы, лоджии, балконы	0		0	0	0			
Школы								
Классные комнаты			0	0	0			
Садики для детей			0	0	0			
Мастерские	0	0						0
Административные помещения и учительские			0	0	0			
Гимнастический зал	0	0	0					0
Больницы								
Палаты, террасы, помещения администрации			0	0	0			
Врачебные кабинеты			0	0	0			
Лаборатории	0	0						0
Рентген, физиотерапия			0	0	0			
Хозяйственные помещения	0	0						0

Примечание. Каждый кружок обозначает возможную ориентацию для данного типа помещения.

Затенения можно добиться путем правильного выбора участка, расположения и ориентации здания (рис. 60), надлежащей планировки и применения специальных затеняющих устройств (рис. 61), а также широкого внедрения в практику строительства зеленых насаждений (рис. 62).

В районах с жарким климатом ориентация здания продольной осью в направлении восток — запад является наилучшей с точки зрения ограничения избыточных теплопоступлений. Одновременно такая ориентация не ухудшает и постоянной естественной вентиляции в помещениях (что очень важно в жарко-влажных районах), а также их естественное освещение.

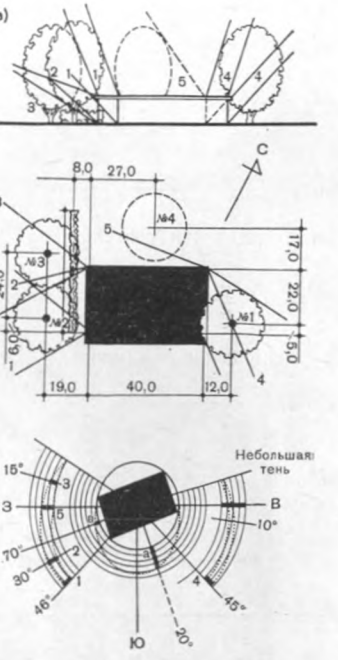
Помещения гражданских зданий следует правильно ориентировать по сторонам света, с тем чтобы обеспечить защиту их от перегрева, эффективное проветривание и требуемый уровень освещенности. В табл. 11 приведен перечень благоприятных ориентаций зданий различного назначения для 35° с. ш.

Практика показывает, что возможные отклонения от оптимальной ориентации здания в отношении солнца — примерно 15° от широтного направления; на низких широтах чем больше угол отклонения, тем менее эффективна горизонтальная солнцезащита (на северном и южном фасадах) [53].

В жарко-сухих районах во избежание перегрева и с целью сокращения общей площади наружных поверхностей ограждений, подверженных воздействию высоких температур воздуха и сильной солнечной радиации, малоэтажные здания целесообразно блокировать или располагать по возможности ближе друг к другу; однако для обеспечения удовлетворительной инсоляции и нормального естественного освещения помещений разрыв между зданиями не должен быть меньше их высоты, а для эффективного проветривания помещений (как будет видно ниже) разрыв требуется еще больше.

Растения смягчают температурные колебания климата около земной поверхности и ослабляют тепловое воздействие солнечного облучения. Зеленые насаждения участка снижают температуру воздуха на 1,5—2,5°С, интен-





Условия затенения и защита от яркого естественного света

58

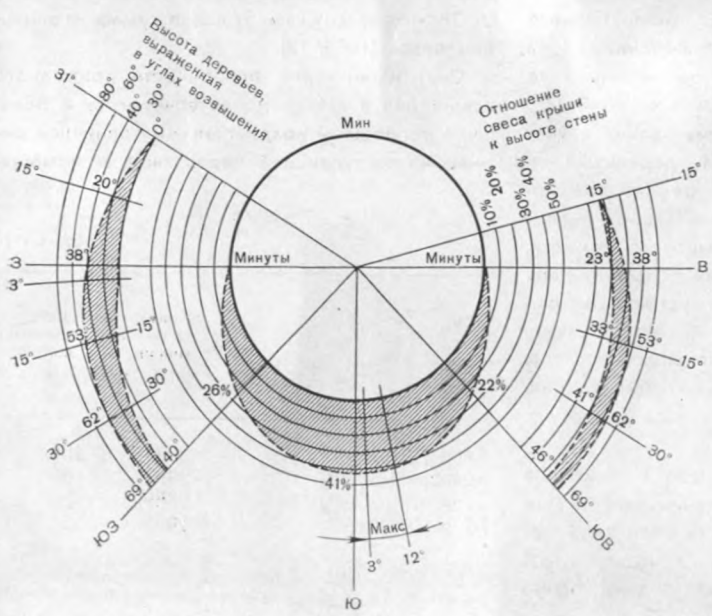
Санаторий «Белые ночи» в Сочи

59

Пионерский лагерь «Космос» в Анапе



б)



60

Пример определения свеса крыши и высоты деревьев и кустарников для защиты фасадов (а) и региональная карта длины тени (б)

сивность солнечной радиации — до 50%, скорость ветра — до 60%, загрязнения воздуха — на 25—40%. Озеленение территории повышает относительную влажность воздуха на 7—12% по сравнению с открытой местностью [56].

Для обеспечения эффективного затенения здания деревья на прилегающем участке должны быть размещены рационально (см. рис. 60).

Поскольку солнце проходит в утренние и поздние послеполуденные часы сравнительно невысоко над горизонтом, то целесообразно сажать деревья близ торцовых фасадов малоэтажного здания, соответственно в направлении восток — юго-восток и запад — юго-запад. При низких солнечных лучах деревья отбрасывают длинные тени, которые можно эффективно использовать для защиты различных поверхностей стен и крыши.

В полдень солнце находится высоко, и его лучи легко прервать устройством свесов крыши и других горизонтальных солнцезащитных устройств на южном или северном фасаде здания. В этот период дня деревья, расположенные с южной стороны здания, мало эффективны, поскольку они отбрасывают небольшую тень.

На рис. 62 показан макет малоэтажного жилого дома с зелеными насаждениями на участке. Хотя это здание расположено в районе с умеренным теплым климатом (40° с. ш.), размещение зелени близ здания с учетом характера отбрасываемой деревьями и кустарниками тени в течение целого дня может быть полезным для солнцезащиты малоэтажных зданий в условиях жаркого климата.

При использовании вьющихся растений для затенения стен лучше всего устраивать для них специальные решетчатые конструкции, отстоящие от поверхности стены дома, с тем чтобы обеспечить свободную циркуляцию воздуха между ними, снимающего теплоту с нагретых поверхностей.

Защита здания от перегрева с помощью вьющихся растений и озеленения участка снижает температуру поверхности стен (при наличии суммарной радиации — прямой, отраженной и рассеянной) на 9—10°С и при наличии отраженной и рассеянной радиации — до 1°С и приводит к снижению температуры окружающего воздуха.

Защита от яркого естественного света — одно из важных общих требований к проектированию зданий в жарких районах, где тепловое и световое действия солнечной радиации оказывают решающее влияние на микроклимат внутри здания.

Естественное освещение помещений зависит от коэффициента естественного освещения (к.е.о.) и условий наружной освещенности (светового климата).

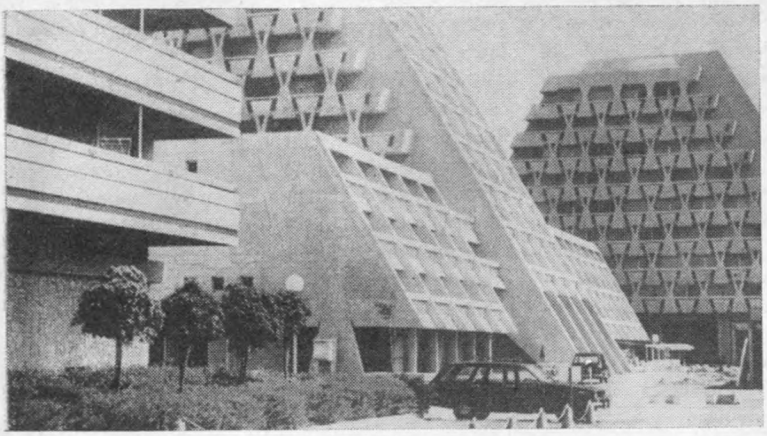
В условиях жаркого климата уровень наружного освещения значительно выше, чем в странах с умеренным климатом; он сравнительно выше в жарко-сухих районах из-за преобладания ясной и малооблачной погоды, высокой яркости земли, освещенной прямыми лучами, превосходящей яркость ясного неба. Это повышает уровень естественного освещения помещений. Например, освещенность рабочей плоскости в 12 ч в декабре при одном и том же к.е.о.=15% в условиях Москвы равна 61 лк, в условиях Баку — 280 лк, т. е. в 4,5 раза больше.

Характеристикой интенсивности солнечной радиации в жарких районах мира и на юге СССР может служить годовая сумма солнечных часов (табл. 12).

Светотехнические особенности природного освещения в этих районах сочетаются с большими тепловыми воздействиями солнечной радиации, поступающей через окна в помеще-

Таблица 12

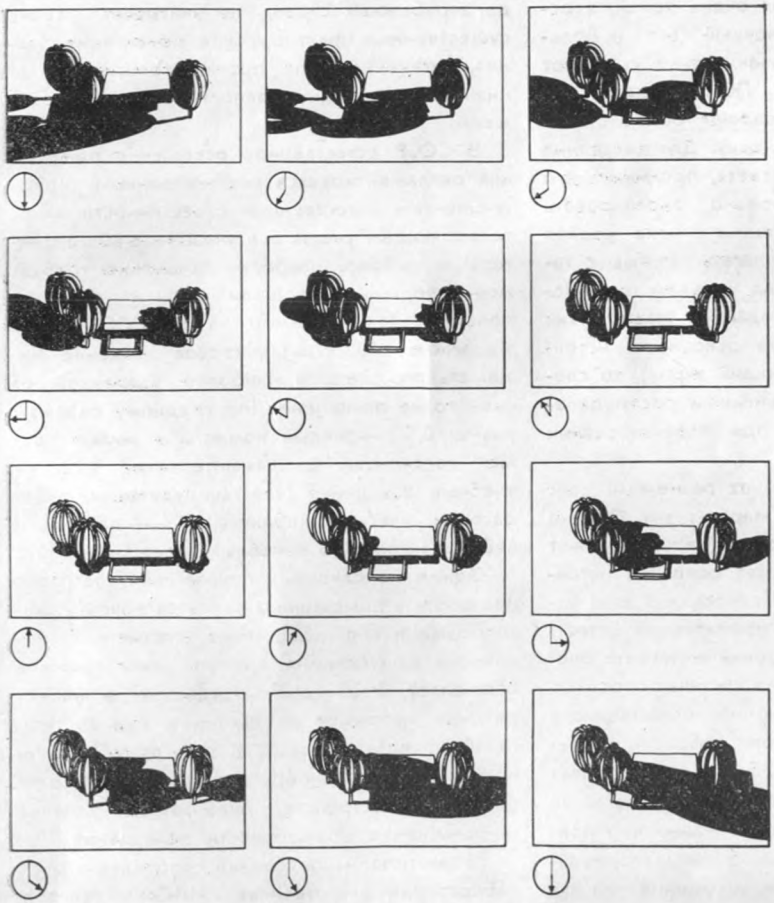
Город	Количество солнечного сияния, ч	Относительное значение, %
Каир (Египет)	3096	100
Конакри (Гвинея)	2482	80
Ташкент (СССР)	2889	93
Баку (СССР)	2495	80



Растения смягчают температурные колебания климата около земной поверхности и снижают тепловые воздействия солнечного облучения

61

Общий вид курортно-туристического центра Гранд-Мотт на средиземноморском юге Франции. Арх. Ж. Балладюр



62

Изменение длины падающей тени летом в течение дня

ния. Ограничивая световое действие прямых солнечных лучей, мы, однако, не должны забывать, что они являются дезинфицирующим фактором, способствующим повышению санитарно-гигиенических условий внутри помещений. Следовательно, для того чтобы выполнить это требование, помещения ежедневно должны инсолироваться хотя бы на короткое время (полчаса или час). Здесь наиболее благоприятное время инсоляции — ранние утренние часы, когда воздействие солнца небольшое.

Хотя для обоих жарких районов (жарко-сухого и жарко-влажного) проблема защиты от светового действия солнечных лучей и является общей, но решение ее по существу будет различно.

В жарко-сухих районах очень яркий, в основном отраженный солнечный свет и большие тепловые нагрузки значительно ухудшают микроклимат помещений. Поэтому здесь небольшие светопроемы создают более благоприятную световую обстановку. Для рассеяния отраженного солнечного света, проникающего в помещения, целесообразно экранировать окна жалюзи или решетками ниже уровня глаз или, наоборот, располагать проемы с такими экранами выше — над уровнем глаз. Поскольку в помещениях зданий жарко-сухих районов потолок является основным источником света (как отражающий экран), то следует позаботиться о правильном распределении света в интерьере при проектировании зданий.

В жарко-влажных районах солнечный свет не такой сильный, как в жарко-сухих. Однако облачное небо, особенно в полдень, может быть очень ярким, составляя основной источник естественного света. Поскольку в этих условиях для обеспечения эффективной естественной вентиляции помещений в первую очередь необходимы большие оконные проемы, то, вероятно, для ограничения естественного освещения помещения целесообразно прерывать прямой вид на небо. В одноэтажных зданиях этому будут способствовать большие свесы крыш, в многоэтажных — широкое применение стационарных и мобильных горизонтальных жалюзи из дерева, алюминия или экранов из водянисто-белого теплопоглощающего стекла.

В настоящее время вопрос об оптимальных светопроемах для зданий жарких стран недостаточно исследован, отсутствуют научно обоснованные нормы и правила, однако некоторые исследования по этому вопросу были проведены. Так, например, Научно-исследовательская станция Соединенного Королевства по строительству в тропиках предлагает минимальную площадь окна для обеспечения естественного освещения в жарко-влажных районах принимать 10—12,5% от площади пола жилого помещения, для жарко-сухих районов — 5%, а для нагорных — 7—10%. Однако этот геометрический метод нормирования естественного освещения, применяемый в ряде зарубежных стран, не учитывает такие существенные факторы, как ориентация здания, затенение окон противостоящими зданиями, конструкции заполнения светопроемов.

В СССР естественное освещение помещений регламентируется нормированным коэффициентом естественной освещенности к.е.о., позволяющим учесть все указанные выше факторы и выбрать наиболее правильно требуемое отношение площади окон к площади пола (%). Так, например, на юге СССР (V зона, южнее 40° с. ш.) числовое значение минимального к.е.о. в наиболее удаленной от окон точке помещения (по среднему разрезу) равно: 0,5% — жилые комнаты в жилых домах, гостиницах, школах-интернатах; 1,12% — учебные заведения (классы, аудитории, лаборатории, учебные кабинеты); 1% — палаты и кабинеты врачей в лечебных учреждениях [22].

Одним из основных показателей светового комфорта в помещениях является яркость светопроема и солнцезащитных устройств. Гигиенически допускаемая яркость светопроемов составляет 1500 кд/м^2, тогда как в жарких районах, например во Вьетнаме, она достигает 10 000 кд/м^2 и выше. В этой связи практический интерес приобретает применение солнцезащитных устройств, оказывающих влияние на изменение освещенности помещения.

Результаты исследований, проведенных в лаборатории светотехники НИИСФ Госстроя,

показали, что уровни освещенности, получающиеся при облучении окон солнцем, оборудованных солнцезащитными средствами, в несколько раз превышают уровни при диффузном освещении без солнцезащитных средств. Это позволяет значительно уменьшить (на 25—30%) в жарких районах размеры светопроемов [21].

Высокая наружная освещенность в условиях жаркого климата дает возможность увеличивать глубину помещений и продолжительность использования естественного освещения.

Аэрация зданий и застройки. Воздушный режим помещений гражданских зданий складывается из непосредственного проветривания их и инфильтрации наружного воздуха через щели и неплотности в оконных и дверных проемах.

Воздухообмен за счет инфильтрации воздуха обычно недостаточен. Исследования показывают, что он достигает лишь 0,5—0,75 однократного обмена. Усиления естественного воздухообмена можно добиться путем открывания форточек, фрамург и т. п.

Благоприятное движение воздуха способствует поддержанию прохлады в жаркие периоды и избавлению от повышенного парциального давления водяного пара в условиях высокой абсолютной влажности воздуха. И наоборот, при большой жаре и сухости воздуха требуется защита от раскаленных и насыщенных пылью воздушных потоков.

Постоянная вентиляция является одной из причин создания благоприятных санитарно-гигиенических условий и повышения уровня теплового комфорта в помещениях. Кроме того, вентиляция может косвенно содействовать формированию комфортной среды, поскольку в результате эффективного воздухообмена в прохладное время суток ускоряется охлаждение внутренних поверхностей ограждающих конструкций и одновременно снижается средняя лучистая температура помещения.

Таким образом, температура внутреннего воздуха и средняя лучистая температура являются важными факторами комфорта, причем последняя приобретает особое значение: 1) в периоды небольшой скорости ветра, обусловливающей неудовлетворительную вентиляцию помещений, т. е. в часы относительно спокойного состояния воздушной среды; 2) в помещениях, изолированных от внешних условий. Последний случай часто имеет место в жарко-сухих районах, где в жаркое время дня помещения дневного пребывания обычно изолируются от внешней среды.

В жарко-влажных районах возникает необходимость поддерживать внутренний воздух при температуре наружного одновременно и ночью, и в жаркое время дня. В противном случае внутренние поверхности наружных ограждений помещения будут более нагретыми, чем наружный воздух. Кроме того, интенсивное проветривание предотвращает конденсацию влаги из воздуха.

В случае неудовлетворительной вентиляции температура помещения будет выше температуры наружного воздуха. Норма подачи свежего воздуха зависит от назначения помещения, количества находящихся в нем людей, продолжительности их пребывания в данном помещении, степени загрязнения табачным дымом и интенсивности запахов.

По французскому стандарту [69], считается удовлетворительным, с гигиенической точки зрения, одно обновление воздуха в час. При этом минимальная скорость движения воздуха может не превышать 0,10 м/с, что соответствует так называемым условиям относительно спокойного состояния воздушной среды.

По ряду источников (СССР, США, Англия), санитарная норма подачи свежего воздуха составляет 30 $м^3$/ч на человека (минимум — 20 $м^3$/ч).

Данные о количестве наружного воздуха в зависимости от назначения помещения, рекомендуемые справочником Американского общества инженеров по отоплению, вентиляции и кондиционированию воздуха, приведены в табл. 13. Хотя они в основном касаются зданий с умеренным климатом, тем не менее их вполне можно применить для условий жарко-сухого климата, где закрываемые на весь день помещения нуждаются в постоянном притоке свежего воздуха.

Таблица 13

Помещение	Количество свежего воздуха на 1 чел., м³/ч	
	рекомендуемое	минимальное
Квартиры, гостиницы, больницы	34,0	26,0
Магазины	12,6	8,5
Рестораны	25,0	20,0
Комнаты гостиниц (при сильном курении)	51,0	42,5

В помещениях зданий, находящихся в условиях жарко-влажного климата, воздухообмен соответственно должен быть увеличен в 10 раз и более. Однако результаты последних исследований свидетельствуют, что при обеспечении требуемого уровня постоянной вентиляции недостаточно исходить лишь из гигиенически минимальной нормы подачи свежего воздуха.

Повысить уровень физиологического комфорта за счет снижения внутренней результирующей температуры возможно лишь при скорости движения внутреннего воздуха порядка 0,50 м/с (рис. 63). Чем выше скорость движения внутреннего воздуха, тем более благоприятные условия будут созданы в помещении. В действительности же скорость движения воздуха в помещении редко превышает 2 м/с.

В то же время, как отмечалось выше, минимальные, вполне приемлемые гигиенические условия обеспечиваются при однократном воздухообмене в час и скорости движения воздуха, не превышающей 0,1 м/с. Следовательно, условия вентиляции для повышения уровня теплофизиологического комфорта за счет снижения результирующей температуры заметно отличаются от тех, которые предусматриваются лишь гигиеническими нормами подачи свежего воздуха.

Как известно, естественный воздухообмен внутри здания происходит как под действием разности давлений наружного и внутреннего воздуха, так и в силу температурных различий, другими словами, он обусловлен ветровым и тепловым напором. Такая вентиляция может поддерживаться либо одним из указанных естественных побудителей движения воздуха, либо их совместным действием в зависимости от метеорологических условий и архитектурного решения зданий и их комплексов.

Воздухообмен под воздействием ветра. На практике наиболее существенна сквозная естественная вентиляция помещений под действием ветра, при которой воздушные потоки входят в здание с одной стороны и выходят из противоположной. Для того чтобы обеспечить сквозную вентиляцию помещений этого вида, необходимо изучить поведение ветров близ земли и около зданий.

Ветровой (скоростной) напор создается давлением ветра на наружные поверхности ограждений здания. Это давление может быть положительным, направленным внутрь здания, или отрицательным, направленным из здания наружу. Ветровой напор возрастает с увеличением скорости воздушного потока. Зависимость скорости ветра от его высоты над поверхностью земли можно представить в виде следующей формулы [69]:

$$v_2/v_1 = (h_2/h_1)\,0,17,$$

где v_1 и v_2 — скорости ветра соответственно на высоте h_1 и h_2 над уровнем так называемого переходного слоя, т. е. над относительно неподвижным слоем воздуха, непосредственно соприкасающимся с поверхностью почвы; толщина этого слоя увеличивается в зависимости от препятствий различного характера — зеленых насаждений, оград и т. д. — и колеблется от нескольких сантиметров до 1 м и более.

Рассмотрим, например, одноэтажное здание или первый этаж многоэтажного здания. Интересующая нас высота с точки зрения ночного проветривания спальни равна примерно 1,5 м, т. е. составляет высоту верхнего уровня кровати над поверхностью земли. В случае 11-этажного здания отметки пола 2, 3, 6 и 11 этажей соответственно составляют 4,50; 7,50; 16,50; 31,50 м при средней высоте этажа 3 м. Если пренебречь переходным слоем, то сравнительная скорость ветра на уровнях раз-

личных этажей соответственно составит начиная с 1-го этажа 1,0; 1,2; 1,3; 1,5; 1,65 м/с.

Мы видим, что в лучших условиях находятся верхние этажи. Однако в жилых районах всегда существует множество препятствий, увеличивающих толщину переходного слоя, и практически скорость движения воздуха на уровне различных этажей будет следующей (м/с): 1-й этаж — 0,50; 2-й и 3-й — от 1 до 1,30; 6-й и выше — 1,5.

Для обеспечения оптимальных условий естественной вентиляции под действием ветрового напора всегда будет выгодным строительство домов повышенной этажности и на опорах. Кроме того, такие здания обладают преимуществами и в отношении защиты от солнечной радиации.

Зависимость ветрового давления $P_в$(Па) на поверхность, перпендикулярную направлению потока, от его скорости v (м/с) выражается формулой

$$P_в = v^2 \rho_н / (2g),$$

где $\rho_н$ — плотность наружного воздуха при его температуре и фактическом атмосферном давлении, кг/м^3; g — ускорение силы тяжести, м/с^2.

Действительное давление ветра на поверхность отличается от напора, вычисленного по вышеприведенной формуле, в зависимости от того, является поверхность подветренной или наветренной, от угла между направлением ветра и поверхностью, от конфигурации самой поверхности, защищенности здания другими объектами и т. п.

Вместе с тем интенсивность воздухообмена, характер получаемых воздушных потоков и их скорость внутри дома обусловлены особенностями и направлением воздействующего ветра, местоположением и ориентацией данного здания, организацией его внутреннего пространства, расположением внутренних стен и перегородок и их устройством, а также распределением проемов в наветренной и подветренной стенах. Последнее обстоятельство является наиболее важным из всех и вынуждает располагать проемы на двух противоположных фасадах в одну линию с направлением господствующего ветра. Кроме того, эффективная вентиляция может быть достигнута только при том условии, если глубина помещения равна ширине здания (рис. 64, *а*, *б*).

Если в порядке исключения в пределах ширины здания предусматривается несколько помещений, то в разделяющих их перегородках следует устраивать проемы (рис. 64, *в*).

В противном случае они явятся причиной неудовлетворительной вентиляции во всех помещениях.

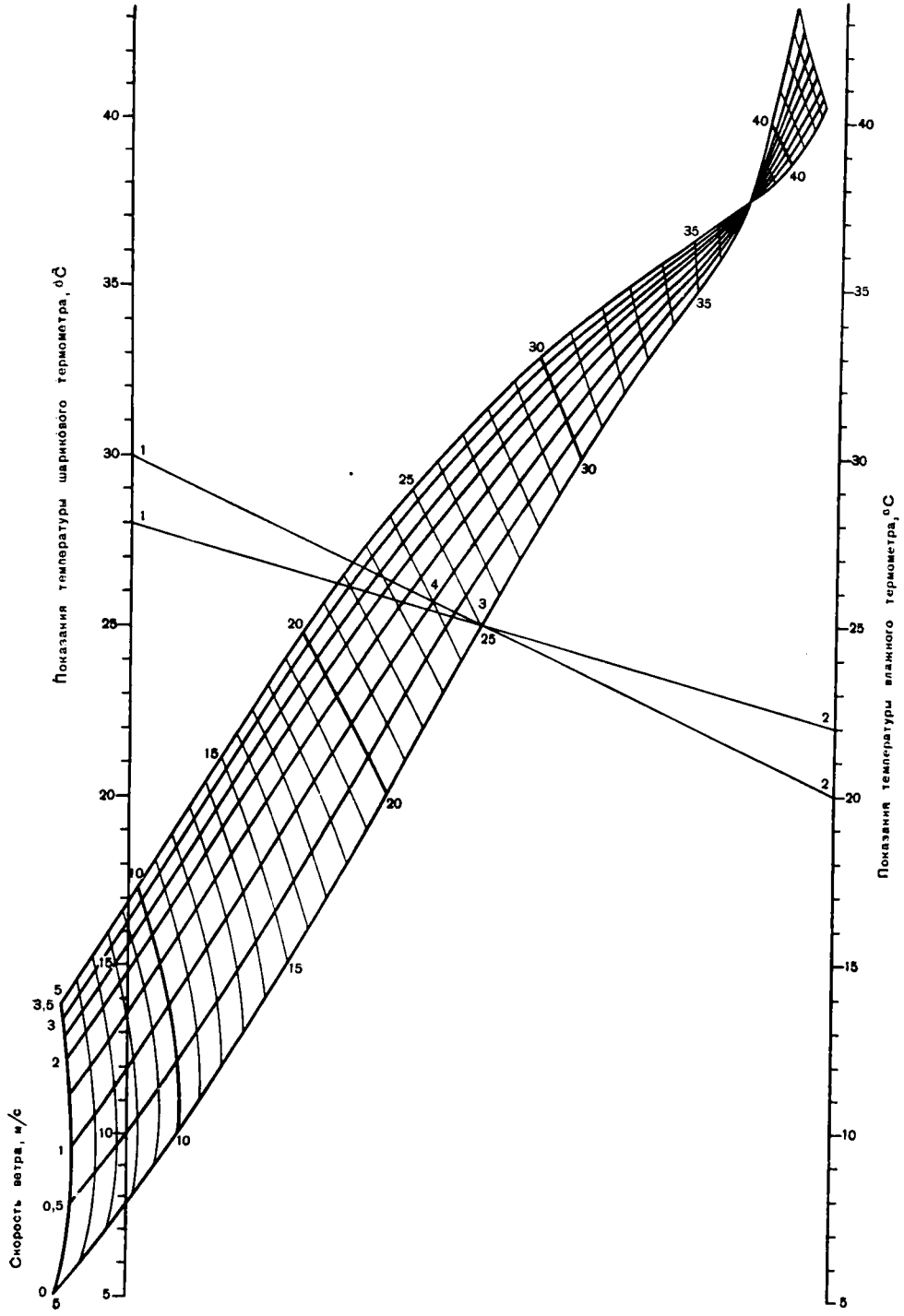
Таким образом, проектирование помещения на всю ширину здания составляет основной принцип организации внутреннего пространства с точки зрения требований эффективного сквозного проветривания и повышения теплового комфорта в целом.

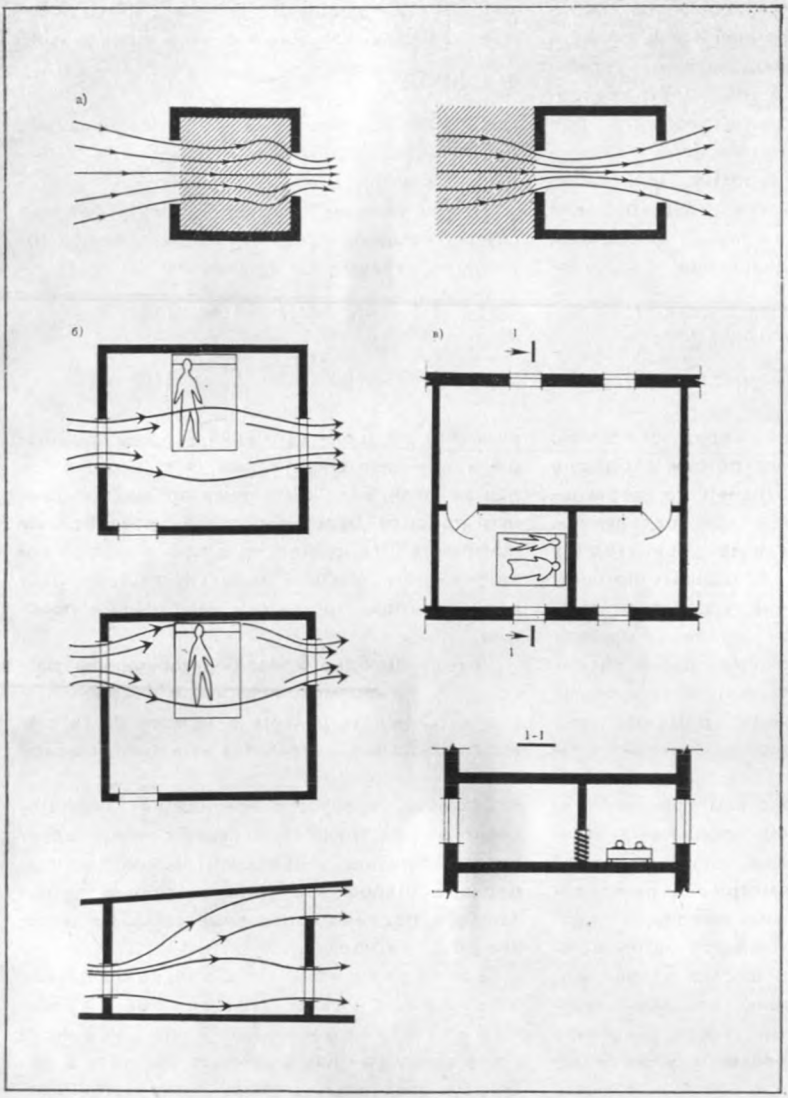
Тем не менее комплекс явлений, связанный с такой вентиляцией, гораздо более сложный, чем кажется на первый взгляд, и требует дальнейшего изучения. Совсем недавно в этой области были предприняты серьезные исследования, которые в общем имеют большое значение для гражданского строительства в районах с жарким климатом.

Техасский университет проделал ряд экспериментов по проблемам воздушных потоков и вентиляции (1949 г., штат Техас, США). Их результаты указывают на большие преимущества высоких зданий в обеспечении вентиляции на основе использования разности температур; в этом случае вертикальные воздушные тепловые потоки выполняют роль превалирующего бриза.

Кроме того, они выявили и такой важный фактор, как возникновение разности давлений на наветренной, подветренной и боковых стенах малоэтажных зданий при воздействии ветра (рис. 65, *а*, *б*).

Техасские исследования затронули также один из наиболее широко дискутируемых вопросов проектирования естественной вентиляции, а именно оптимальных размерах окон, располагаемых на наветренной и подветренной сторонах здания с целью обеспечения наиболее эффективной сквозной естественной вентиляции помещения. Доказано, что небольшие по размерам проемы должны устраиваться в наветренных стенах (испытывающих высокое давление) с тем, чтобы направить струю


Показания температуры шарикового термометра, °С
Показания температуры влажного термометра, °С
Скорость ветра, м/с
40
35
30
25
20
15
10
5
0
1
2
3
4
0,5
3,5



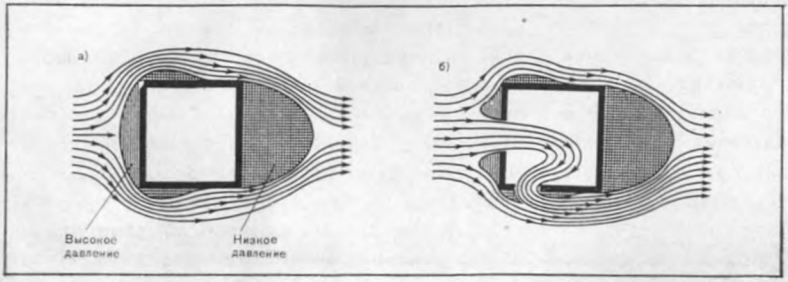
Проектирование помещения на всю ширину здания — один из основных принципов организации внутреннего пространства в жарких районах

63

Номограмма для определения результирующей температуры

64

Проветривание помещений глубиной на всю ширину корпуса с различными проемами в стенах (а), характер воздушных потоков в спальнях при неправильном и правильном устройстве проемов (б), размещение по ширине здания двух помещений, разделенных перегородкой с проемами (в)



65

Зоны высокого и низкого давлений перед зданием и за ним (по Риду) (а); инерция воздушного потока (б)

воздуха внутрь помещения с большой скоростью, тогда как в подветренной стене, подверженной низкому давлению, должны устраиваться большие проемы с тем, чтобы обеспечить втягивание воздуха через комнату при некотором расширении потока (при незначительном снижении его скорости). Приближенное значение интенсивности воздухообмена D(м³/ч) (при условии, что главный фасад здания расположен перпендикулярно направлению ветра, а площади приточных и вытяжных проемов равны) можно найти по формуле [82]

$$D = 3150Sv,$$

где 3150 — относительный коэффициент; S — площадь приточных проемов, м²; v — скорость ветра, м/ч.

Это выражение требует корректирования в случае, когда площадь вытяжных проемов заметно отличается от приточных:

Отношение площади вытяжных проемов к площади приточных	1:1	2:1	3:1	4:1	5:1	3:4	1:2	1:4
Относительный коэффициент	3150	4000	4250	4350	4400	2700	2000	1100

Воздух обладает некоторой инерцией, вследствие чего воздушные потоки, входящие в помещение, склонны сохранять то направление, которое им придается распределением давления перед зданием и формой входных отверстий. Направление воздушных потоков, поступающих в помещение, зависит от распределения давления по наружному фасаду здания и от формы приточного проема. Асимметричное расположение приточного проема на фасаде может изменить распределение давления и соответственно направление воздушных потоков.

Следует отметить, что свесы кровель, тенты, козырьки и навесы над проемами в зависимости от того, как они запроектированы могут также внести асимметрию в распределение давлений и направить входящие воздушные потоки вверх. Небольшой зазор между навесом и плоскостью фасада здания может восстановить симметрию, создавая желательный уравновешенный поток воздуха (рис. 66). Регулируемые пластины жалюзи также могут направлять книзу воздушные потоки, если система регулирования обеспечивает требуемый наклон пластин.

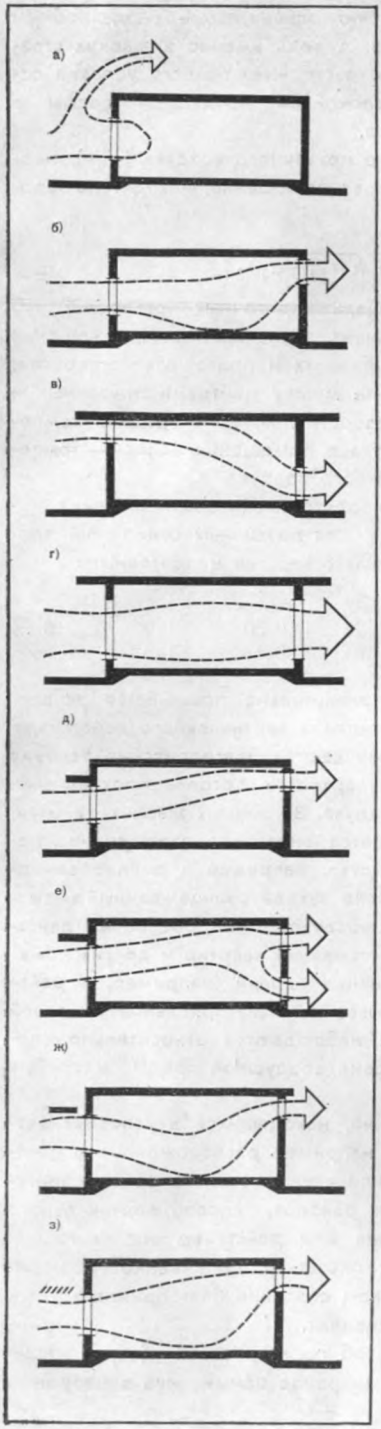
Скорость движения воздуха будет максимальной, если его поток, проходя через помещение, не меняет своего направления. Внезапное изменение направления воздушного потока может быть вызвано присутствием мебели, оборудования или характером и расположением перегородок.

Проведенные опыты позволили установить, что скорость движения воздуха в помещениях на всю ширину здания становится более высокой, если суммарная площадь вытяжных проемов будет в полтора раза больше приточных. Следовательно, эффективность проветривания в том или ином случае зависит от размеров подветренных и наветренных проемов.

Всегда выгодно уровень подоконника располагать по возможности ниже (особенно в спальнях) или устраивать в нижней части стены специальные отверстия на необходимой высоте.

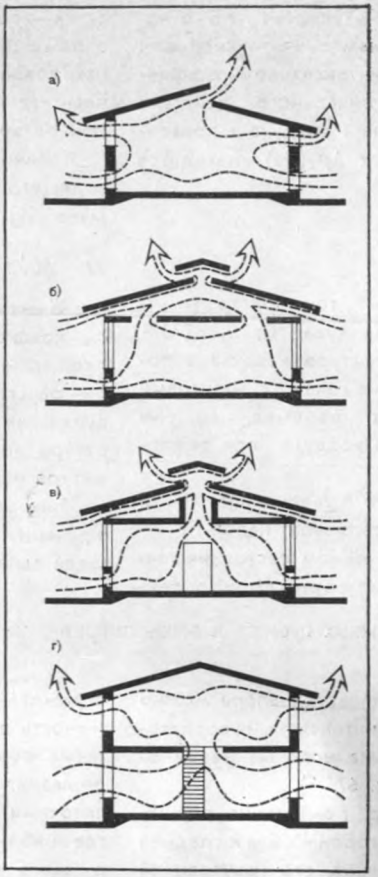
Наконец, требуется вентиляция подпотолочного пространства, в связи с чем следует предусматривать либо специальные вентиляционные отверстия в стене на уровне потолка, либо поднимать основные световые проемы до этого уровня.

Естественный воздухообмен, обусловленный разностью температур наружного и внутреннего воздуха. Как результат разности в весе двух воздушных столбов разной температуры возникает тепловой напор, под действием которого холодный воздух стремится войти в помещение через отверстия, расположенные в нижней части ограждений, а теплый воздух — выйти из помещения наружу через отверстия в верхней части ограждений, причем температура воздуха внутри здания должна быть выше, чем температура наружного воздуха. Чем больше разность температур наружного и внутреннего воздуха, чем выше



Аэрация зданий под воздействием ветра и в результате разности температур наружного и внутреннего воздуха

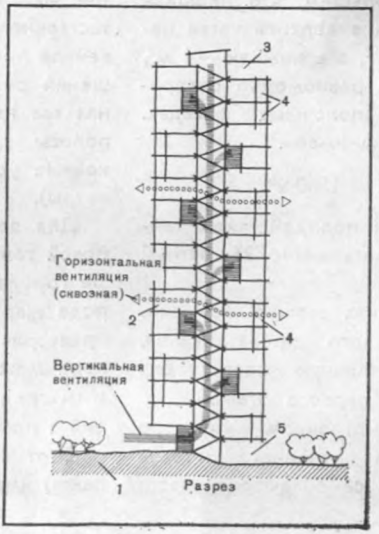
66



Характер потоков воздуха в помещении в зависимости от количества (а, б), положения (в) и размеров проемов (г) и устройства над ними различных экранов (д, е, ж, з)

67

Вентиляция вертикального действия: а — общая схема движения потоков; б, в — эффективность проветривания повышается при устройстве чердака; г — более удачный способ удаления нагретого внутреннего воздуха, чем предусмотрение самых больших вентиляционных проемов



68

Многоэтажный жилой дом в Каракасе. Венесуэла:
1 — парк;
2 — квартира в двух уровнях;
3 — клуб;
4 — лоджии;
5 — сфера обслуживания;

расположены вытяжные отверстия по отношению к приточным и чем значительнее они по своим размерам, тем интенсивнее и эффективнее вентиляция вертикального действия (рис. 67). Разность давлений воздуха в приточных и вытяжных проемах $\Delta p_т$(Па) находится по формуле

$$\Delta p_т = h \frac{\Delta t}{T_в} \gamma,$$

где $\Delta t = t_в - t_н$ — разность температур внутреннего и наружного воздуха, °С; $T_в = 273 + t_в$ — абсолютная температура воздуха в помещении; h — расстояние между центрами приточных и вытяжных проемов, м; γ — удельный вес наружного воздуха при температуре $t_н$, Н/м³.

Следует отметить, что увеличение силы ветра мало влияет на тепловой напор.

При относительно спокойном состоянии воздушной среды вентиляция вертикального действия обеспечит эффективный воздухообмен в помещении. А ведь именно в жарких странах довольно часто имеют место условия относительно спокойной воздушной среды в ночное время.

Количество приточного воздуха (м³/ч), проходящего через помещение, находят по формуле [69]

$$D = 400 S c \sqrt{h (t_{в1} - t_н)},$$

где S — площадь приточных отверстий, м²; c — коэффициент, зависящий от соотношения площадей вытяжных и приточных отверстий; h — расстояние между центрами приточных и вытяжных отверстий, м; $t_{в1}$ — средняя температура воздуха в помещении, °С; $t_н$ — температура наружного воздуха, °С.

Ниже приводятся некоторые значения коэффициента c для различных отношений площади вытяжных отверстий к приточным:

Отношение площади вытяжных проемов к площади приточных	0,25	0,50	1,0	2,0
Значения коэффициента c	0,31	0,63	1,0	1,26

Под воздействием теплового напора можно обеспечить достаточно интенсивный воздухообмен в помещении, даже если $t_{в1}$ ненамного отличается от $t_н$ (рис. 67, б).

Представим, например, помещение площадью 20 м² с размерами сторон 4×5 м и средней высотой 3 м. Следовательно, его внутренний объем равен 60 м³. Допустим, что площадь проемов, расположенных в верхней части наружной стены, равна 2 м², а в нижней — 4 м², причем нижние проемы равномерно распределены на двух противоположных фасадах. При $t_{в1} - t_н = 1$°С и $h = 2$ м имеем

$$D = 400 \cdot 4 \cdot 0{,}63 \sqrt{2 \cdot 1} = 1500 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

В данном помещении под действием теплового напора будет иметь место 25-кратный обмен воздуха в час.

В двухэтажных зданиях можно повысить интенсивность вертикального проветривания, если использовать лестничную клетку для вентиляции помещений первого этажа.

Кроме того, в рассмотренном примере (рис. 67, б) устройством наклонного потолка и вытяжных отверстий в самой высокой части ограждения значительно повышается эффективность вентиляции вертикального действия, а также обеспечиваются благоприятные условия омывания поверхности потолка прохладными потоками воздуха. Во многих жарких районах, где наблюдается внезапное охлаждение наружного воздуха, например в ранние вечерние часы после захода солнца, данный вид естественного воздухообмена обеспечит действенное проветривание квартир и других помещений различных зданий (например, в районах так называемой экваториальной штилевой полосы, где наблюдаются относительно спокойные условия воздушной среды и слабые ветры).

Для зданий, находящихся в условиях ветровой тени, например расположенных в центре города или в утопающем в зелени пригороде жарких районов, способ вертикального проветривания под действием теплового напора может оказаться единственно возможным средством создания благоприятных условий в помещениях.

Этот способ проветривания (через «шипанг») имел широкое применение в народном

творчестве и архитектуре монументальных сооружений древних цивилизаций, расположенных на территории районов с жарким климатом (см. гл. 1).

Естественный воздухообмен под действием теплового напора объясняет одну из основных причин, почему в жарких странах строят высокие помещения. Широкое применение в современных многоэтажных гражданских зданиях юга центральных холлов, лестничных клеток и вертикальных вентиляционных шахт, а также квартир с помещениями в двух уровнях является признанием традиционного приема проветривания вертикальными потоками воздуха (рис. 68).

Однако сравнительно низкая скорость движения восходящих потоков воздуха, как правило, бывает недостаточной, чтобы смягчить воздействие высоких температур или повысить степень комфорта при наличии высокого парциального давления водяного пара. В таких случаях надлежит использовать дополнительно ветровой напор. Использование совместного действия теплового и ветрового напоров может обеспечить до 50—60 обменов в час.

Непосредственное окружение здания и сквозное проветривание. Для обеспечения эффективной естественной вентиляции помещений требуются не только соответствующая организация внутреннего пространства и устройство надлежащих проемов в ограждениях. Необходимо также, чтобы ветер достигал конструктивной оболочки здания, не встречая на своем пути различных препятствий, снижающих его скорость. Так, Т. Бедфорд установил, что на улицах Лондона скорость ветра в три раза меньше, чем на открытой сельской местности.

Большое значение имеет ориентация домов. Здания, главные фасады которых перпендикулярны направлению ветра, воспринимают в полной мере его скоростной напор, будучи же ориентированными к нему под углом 45° — только 50% напора (по некоторым расчетам, с введением поправочного коэффициента — 66%). Поэтому угол между господствующим направлением ветра и перпендикуляром к плоскости проема допускается изменять лишь в пределах 30° [56].

Если при строчной системе застройки участка разрывы между рядами зданий будут недостаточными, то каждое здание, стоящее на пути движения воздушных потоков, может воспрепятствовать их продвижению к домам, расположенным с подветренной стороны от него.

Техническая экспериментальная станция университета в Техасе (США) проделала ряд экспериментов на уменьшенных моделях, результаты которых изложены в докладе Б. Х. Эванса.

На рис. 69 показаны ветровые тени (зоны низкого давления), образующиеся с подветренной стороны здания, главный фасад которого перпендикулярен направлению ветра. На протяжении зоны низкого давления воздушные потоки непосредственно над поверхностью земли будут двигаться в направлении, обратном направлению господствующего ветра. Следовательно, над поверхностью земли, вплоть до точки A, будет иметь место ветровая тень.

Во избежание образования ее при расположении двух зданий главными фасадами перпендикулярно направлению доминирующего ветра и параллельно друг другу, минимальный разрыв между ними должен составлять величину L (рис. 69, а). Этот минимальный разрыв будет зависеть, с одной стороны, от геометрических характеристик здания (высоты и длины наветренного фасада, ширины здания, угла наклона скатов и формы крыши, наличия или отсутствия свесов и т. д.), а с другой — от ориентации фасада к воздействующему ветру.

Результаты исследований свидетельствуют, что форма крыши имеет существенное значение лишь для одноэтажных зданий. Причем в случае односкатной крыши целесообразно высокую ее часть размещать на подветренном фасаде здания.

При строчной системе застройки многоэтажными или одноэтажными строениями минимальные разрывы между соседними рядами L должны равняться семи высотам зданий. Только при соблюдении этого требования будут обеспечены удовлетворительные условия сквозной естественной вентиляции их внут-

реннего пространства. Над рядами параллельно стоящих домов ветер движется скачкообразно. Образуемая при строчной застройке ветровая тень для последующих рядов зданий усугубляется стремлением ветра двигаться между ними, как по каналу.

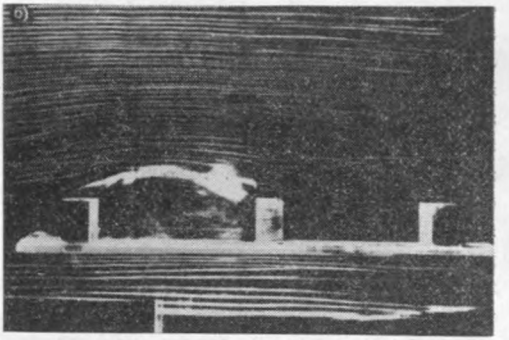
Шахматная система застройки позволяет выгодно использовать воздушные потоки, отраженные от впереди стоящих зданий и направленные к последующим рядам. При этом отмечают, что направление воздушного потока перпендикулярно третьему ряду домов. Шахматная система обеспечивает равномерное распространение воздушных потоков по всему участку застройки. Более того, появляется возможность сократить разрывы между зданиями. Так, например, для домов, высота которых равна длине, минимальные разрывы между соседними рядами в направлении распространения господствующего ветра сокращаются до 2—3 высот здания при условии, что в каждом ряду они располагаются с таким же разрывом (рис. 69, в).

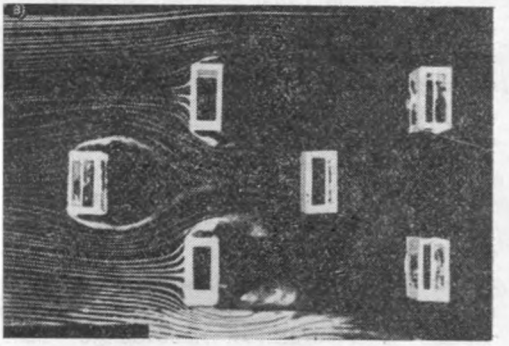
Зеленые насаждения, условия сложного рельефа, ограды на участке оказывают влияние на воздушные течения у поверхности земли, особенно в случае одноэтажной или даже двухэтажной застройки. Элементы садово-парковой архитектуры, будучи расположенными на прилегающем к зданию участке, могут полностью лишить помещения естественной вентиляции, как бы мы ни старались увеличить разрывы между зданиями. Они обусловливают как форму воздушных потоков, так и интенсивность воздействия ветра и в зависимости от их сочетаний могут так воздействовать на ветры, что последние, вместо того чтобы пройти через помещения, пройдут над зданием или по сторонам от него.

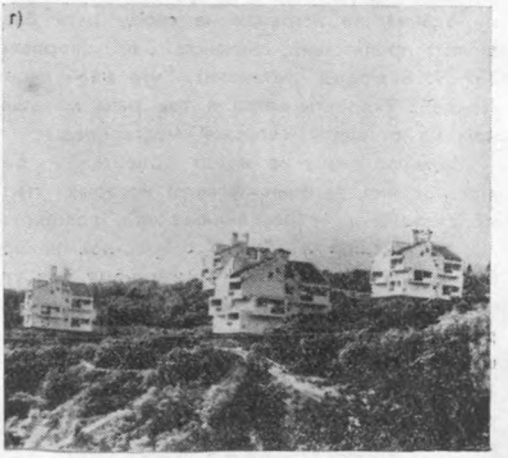
Непосредственное окружение невысоких зданий создает близ них зоны высокого и низкого давлений, вызывая необходимость устройства в его наружных ограждениях надлежащих вентиляционных проемов.

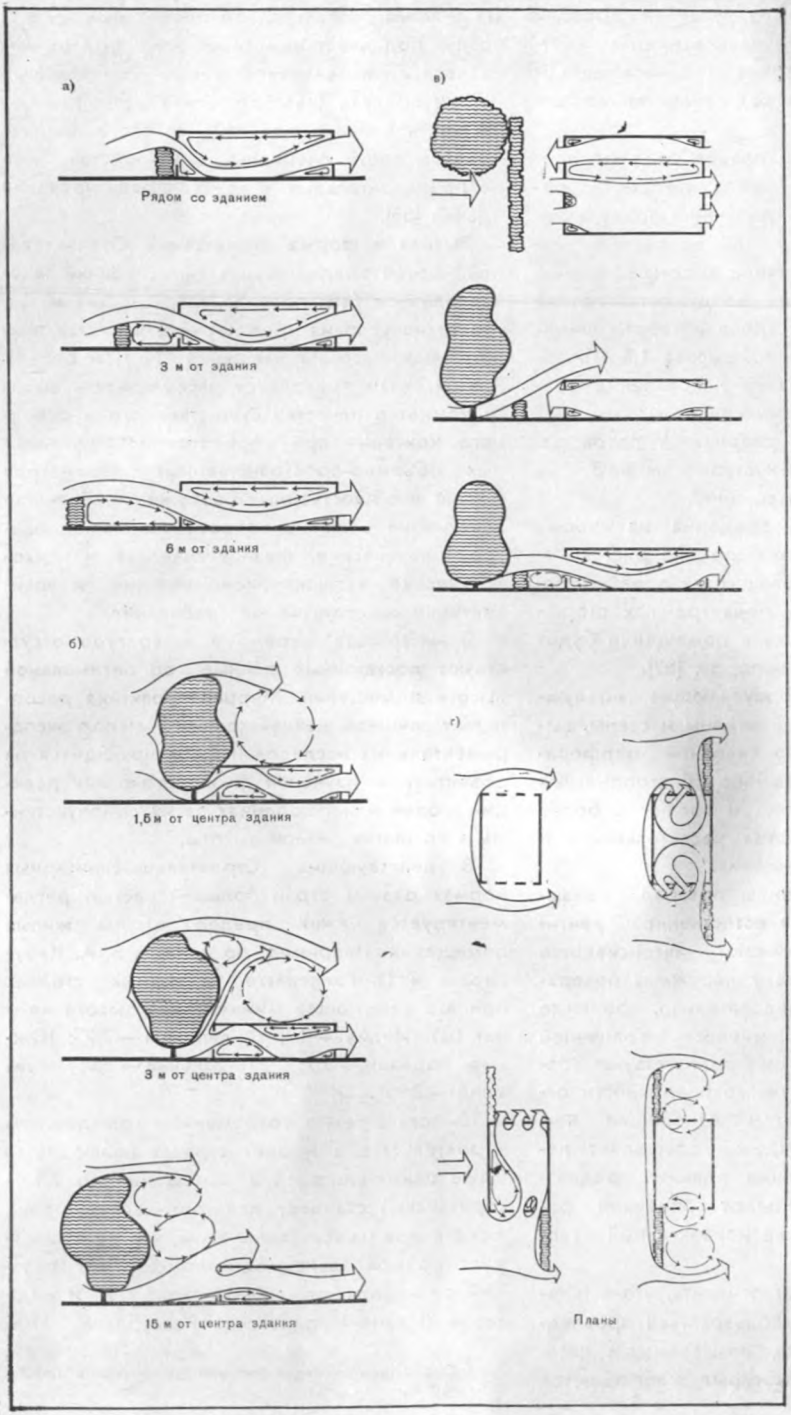
Чтобы не создавать препятствий для благоприятных прохладных бризов в жаркие периоды, зеленые и другие преграды следует располагать в правильной последовательности, тогда они будут направлять воздушные пото-











Влияние характера застройки и непосредственного окружения здания на эффективность их проветривания

69

Формирование ветровой тени:
а — схема; б — при строчной системе застройки; в — при шахматной (вид сверху); г — общий вид дома отдыха «Понизовка». Крым.
Арх-ры В. Жилкин, О. Иванов, Г. Костомаров, Е. Перченков, Т. Фаворская;
инж-ры Ю. Чернов, В. Левинсон, В. Бардина

70

Влияние зеленых насаждений на аэрацию одноэтажного здания, например, в зависимости от расположения: кустарника вдоль здания (а), дерева напротив здания (б), кустарника параллельно зданию (1,5 м) и дерева близ угла (3 м) (в); кустарника близ торцов здания (г)

ки в помещения, повышая условия аэрации здания. На рис. 70, а показана форма внутренних воздушных потоков в зависимости от положения зеленых преград относительно здания.

Кроны лиственных деревьев создают препятствие на пути воздушного потока, в результате чего скорость движения воздуха непосредственно под кроной возрастает. На рис. 70, б показано влияние высоты и формы насаждений на характер воздушного потока (дерево высотой 9,0 м, крона которого шириной 7,0 м расположена на высоте 1,5 м).

На рис. 70, в показано направление воздушного потока в зависимости от высоты расположения кроны (на разрезе *А* поток отклонен вверх деревом и кустарником; на *В, С* — поток направлен в помещение).

Влияние зеленых насаждений на форму воздушного потока показано на рис. 70, *г*. При размещении ветрозащитных зеленых полос с одной или двух подветренных сторон здания движение воздуха в помещении будет обусловлено ветровым напором [82].

Ограды, частично пропускающие воздушные потоки, жалюзийные экраны и стены, выложенные из блоков со сквозной перфорацией, способствуют созданию благоприятных форм воздушных течений и являются более эффективными, чем густая растительность и сплошные экраны ограждения.

Однако различные виды преград, оказывая влияние на условия естественной вентиляции помещений, понижают интенсивность теплообмена конвекцией у наружных поверхностей ограждений. Следовательно, зеленые насаждения усиливают активность солнечной радиации. Кроме того, они препятствуют воздействию ветра на наружные поверхности ограждения здания. В этом отношении чем меньше зеленых насаждений составляет непосредственное окружение здания, предназначенное для его защиты от солнечной радиации, тем эффективнее конвективный теплообмен.

В заключение следует отметить, что в жарких районах можно воспользоваться прохладными потоками воздуха, называемыми катабатическими ветрами, которые наблюдаются на склонах. Известно, что прохладный ночной воздух под действием своей тяжести стремится занять самое низкое место. Эти тяжелые потоки воздуха (катабатические ветры) надо заставить войти в здание. Для этого следует предусмотреть специальные устройства уже на предварительных стадиях проектирования зданий [56].

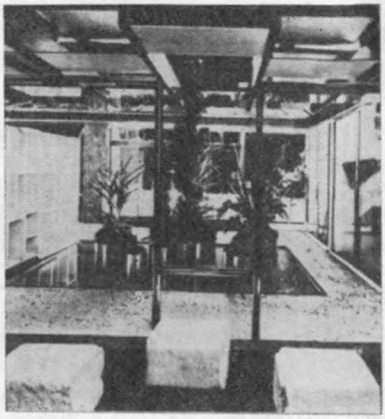
Высота и форма помещений. Отличительной чертой традиционных типов зданий жарких районов (как правило, жарко-сухих и тех, где такие условия превалируют) является значительная высота помещений (4 м и более). В этой связи приходится рассматривать высоту комнат в качестве существенного и основного критерия при определении минимальных объемно-пространственных параметров жилищ и общественных сооружений. Большое влияние на решение вопроса оказывают факторы физические, физиологические и психологические, а также экономические и архитектурно-конструктивные требования.

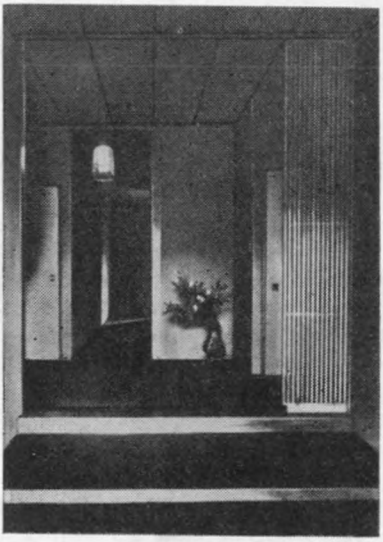
В настоящее время в литературе отсутствуют достаточные данные об оптимальной высоте помещений. Мировая практика располагает слишком незначительным числом экспериментальных исследований, базирующихся на объективном изучении физиологических реакций людей и наблюдениях за их самочувствием в комнатах разной высоты.

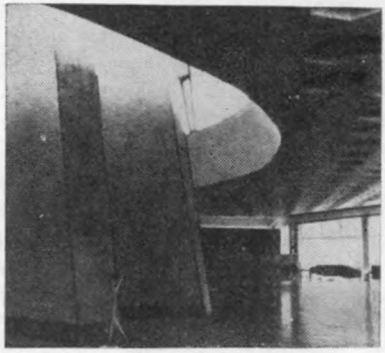
В действующих Строительно-санитарных нормах разных стран большей частью регламентируется нижний предел высоты жилых помещений. Например, по данным В. А. Карунарате и П. Ганневатте, в южных странах принята следующая минимальная высота комнат (м): Индия — 2,7; Филиппины — 2,95; Южная Родезия — 2,7; Танганьика — 3,0; Таиланд — 2,95*.

Вместе с тем в современном гражданском строительстве в жарких странах наблюдается даже снижение высоты помещений до 2,4 м (Британский стандарт для тропических стран), основанное на предположении, что не существует прямой зависимости комфортных условий от высоты помещения (рис. 71). В ряде стран (Южно-Африканская Республика, Ита-

* См.: Строительные санитарно-гигиенические нормативы жилища. М., 1975.







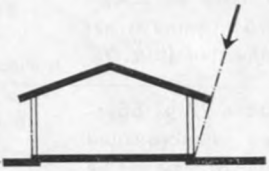


Композиция внутреннего пространства и высота помещений в условиях жаркого климата



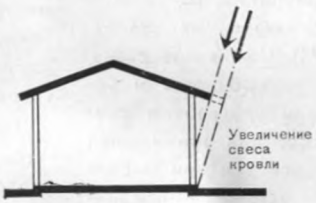
71

Интерьер жилого дома атриумного типа



72

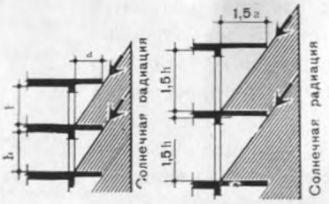
Влияние высоты помещения на стоимость здания



73

Интерьер японского жилого дома

74



Высота помещения и размеры солнцезащитных устройств

75



Вестибюль дворца молодежи в Ереване. Арх-ры С. Хачикян, А. Тарханян, Г. Погосян, М. Закарян

76

Форма помещения и внешние теплопоступления

лия) предлагается дифференцировать высоту помещений в зависимости от их назначения. Так, в Южной Африке минимальная высота для жилых комнат, квартир и общежитий, номеров гостиниц — 2,4 м; для подсобных помещений (кухня, уборные, ванная, внутриквартирные коридоры и переходы) — 2,25 м [89].

Стремление понизить высоту помещений объясняется в основном экономическим фактором. В большинстве случаев выгоднее предусматривать минимальную высоту помещений, отвечающую условиям их эксплуатации, и уделять более серьезное внимание вопросам рационального устройства светопроемов и защиты здания от солнечной радиации (рис. 72, 73).

Высота помещений 3,65 вместо 2,4 м обусловливает увеличение стеновых конструкций на $^1/_3$. Одновременно возрастают размеры свесов крыш и других горизонтальных солнцезащитных устройств, предназначенных для затенения этих стен (рис. 74). Чем выше стена, тем труднее обеспечить ее прочность и устойчивость при воздействии ураганов и сейсмических сил. Кроме того, для достижения равноценных комфортных условий при высоте помещения, превышающей установленный минимум, потребуется расширить площадь проемов, защита которых от солнца обходится намного дороже, чем стен той же площади. Известно, что увеличение высоты этажа на 30 см повышает стоимость строительства на 3—4%.

В зданиях с системой кондиционирования воздуха наиболее целесообразны невысокие помещения. В этом случае понижаются не только общестроительные затраты и стоимость кондиционной установки, но и эксплуатационные расходы последней.

Таким образом, повышается стоимость всех элементов здания. Особенно значительные затраты наблюдаются при многоэтажном строительстве, когда увеличиваются общая высота здания, протяженность вертикальных коммуникационых помещений и механических обслуживающих средств связи. Высота этажей многоэтажных зданий также оказывает существенное влияние на экономичность градостроительного решения, поскольку во избежание ветровой тени потребуется соответственно добавляемой высоте настолько же понизить плотность застройки участка.

С другой стороны, при определении оптимальной высоты помещений приходится учитывать зависимость теплового комфорта от физических, физиологических и психологических факторов.

Теплофизические и физиолого-гигиенические исследования влияния высоты помещения на микроклимат проводились у нас и во многих зарубежных жарких странах. Их результаты свидетельствуют, что в оценке условий тепловой радиации, температуры, гигиенических качеств и чистоты воздуха помещений постоянного пребывания людей и их влияния на выбор допустимой минимальной высоты таких помещений позиции многих ученых существенно расходятся. Существуют разногласия не только между теплофизиками и гигиенистами, но даже между последними, что предопределяет необходимость дальнейших всесторонних исследований в этой области.

Проведенные Южно-Африканским институтом по строительству теплофизические исследования показали, что нагретый до 43—50°С потолок при снижении его с 4 до 2,7 м практически не оказывает влияния на тепловой комфорт. Температурные замеры у поверхности потолка, осуществленные в Израиле, послужили основанием для снижения высоты помещений в жилых зданиях до 2,8 м. К аналогичным результатам пришли и английские ученые, рекомендовавшие минимальную высоту помещений 2,7 и даже 2,5 м [89].

Следует отметить, что в указанных исследованиях не рассматривались, а потому и не были в достаточной мере учтены случаи влияния прямой солнечной радиации, поступающей в помещение через световые проемы, и направленной тепловой радиации при сильно нагретом потолке или стене.

Г. П. Кровден [81] утверждает, что воздействие потолка на самочувствие людей обусловливается главным образом температурой его поверхности и степенью влияния его на интенсивность вентиляции и воздушные потоки. Если потолок нагрет очень сильно, то само-

чувствие находящихся под ним людей может ухудшиться.

Отмечают, что в высоких помещениях влияние нагретого потолка на комфорт сравнительно невелико: изменение высоты помещения может повлиять на среднюю лучистую температуру на уровне проживающих в доме лишь при значительном уменьшении пространственного угла, под которым они видят потолок.

Если в помещении не предусмотрены вентиляционные отверстия в стенах непосредственно под потолком, то будут иметь место дискомфортные условия. Так, в районах с жарко-сухим климатом повышение высоты помещения при отсутствии под потолком вентиляционных отверстий приводит к образованию под ним слоя относительно спокойного горячего воздуха, а в жарко-влажных районах «резервуара» нагретого и насыщенного влагой воздуха.

Проблема влияния высоты помещения на комфорт не выдвигается для промежуточных этажей многоэтажных зданий, где температура потолка одинакова или ниже температуры стен. Теплопоступления в помещение за счет прямой инсоляции через светопроемы также зависят не от высоты помещения, а от величины проема. Следовательно, при одинаковых размерах светопроемов в разновысоких помещениях количество тепла, вносимое за счет инсоляции, будет одним и тем же. Правда, теплопоступления через светопроемы в высокой комнате распределяются с меньшим напряжением на единицу площади внутренних ограждений.

Опыты, проведенные С. И. Ветошкиным, М. С. Горомосовым и другими специалистами (1954) [19] в условиях жарко-сухого климата Средней Азии, показали, что изменение высоты и объема помещений оказывает известное влияние на температурный режим последних: при наружной температуре 36—37°С с увеличением высоты температура воздуха в помещении (при открытых окнах и без специальных солнцезащитных устройств) несколько снижается. Так, в помещении высотой 3,5 м температура на 1—1,5°С ниже, чем в помещениях высотой 2,7 м.

Проведенные в 1957 г. Б. Ф. Васильевым совместно с Г. З. Мирианашвили натурные исследования в Тбилиси показали, что среднесуточная температура в комнате высотой 3,7 м ниже среднесуточной температуры в комнате высотой 2,7 м на 1,2°С. Наблюдения проводились в комнатах среднего размера и обычных пропорций с каменными оштукатуренными стенами. Аналогичные исследования летом 1961 г. провел А. В. Ершов (ТашЗНИИЭП), обнаруживший, что увеличение высоты помещения на 1 м дает снижение среднесуточной температуры воздуха примерно на 1°С. Во время экспериментов помещения проветривались в ночное время.

Переходя к физиолого-гигиенической оценке фактора высоты и объема помещений, прежде всего укажем, что существенным моментом, влияющим на выбор допустимой высоты помещения постоянного пребывания людей, является концентрация углекислоты в воздухе вместе с выделяемым обитателями дома теплом и некоторым количеством водяного пара. Человек в спокойном состоянии выдыхает около 23 л/ч углекислоты CO_2; предельно допустимая концентрация углекислоты в воздухе помещений, где постоянно находятся люди, по санитарно-гигиеническим нормам 1 л/м^3. Содержание CO_2 в атмосферном воздухе больших городов 0,5 л/м^3. Необходимый воздухообмен для одного человека при этих условиях составляет

$$q_{\text{вент}} = \frac{P}{c_1 - c_2} = \frac{23}{1 - 0{,}5} = 46 \text{ м}^3/\text{ч},$$

где P — количество выдыхаемого человеком CO_2, л/ч; c_1 и c_2 — концентрация CO_2 в помещении и в приточном воздухе, л/м^3.

Следовательно, если помещение предназначается для слишком большого количества людей, то необходимо предусматривать допустимый минимальный объем его из расчета на одного человека, а также и разумную высоту во избежание резкого ухудшения микроклиматических условий в период, когда в силу малоинтенсивного естественного воздухообмена вентиляция данного помещения становится неудовлетворительной, а степень влажности, температура и насыщенность уг-

лекислотой внутреннего воздуха намного превышает соответствующие значения параметров наружного воздуха.

При недостаточном воздухообмене особенно большому риску подвергаются современные газифицированные жилые дома. Трудно определить достаточно точно минимально допустимый объем помещения из расчета на одного человека. Эта проблема приобретает особенно важное значение в жарко-сухих условиях, где днем приходится прибегать к закрытому режиму эксплуатации помещений. Однако в СССР уже принята минимальная гигиеническая норма воздушного куба на человеке, равная 25—30 м^3 при 1,5-кратном обмене воздуха в час.

Г. В. Шелейховский (1948) на основе теоретических расчетов пришел к выводу, что с ростом глубины и высоты помещений перегрев их в летний период уменьшается, поэтому в гигиеническом отношении на юге предпочтительны хорошо аэрируемые большие помещения [56].

По мнению А. Н. Марзеева, В. Фединского и Ф. Эпштейна, высота жилых комнат должна быть не ниже 2,6 м из расчета среднего роста человека 1,7 м и 0,9—1,0 м пространства над головой, где скапливается воздух, насыщенный углекислотой. В работах Ленинградского санитарно-гигиенического института отмечаются высокие показатели концентрации углекислоты в зоне дыхания человека при низкой высоте комнат.

Специально поставленные исследования экспедицией Института общей и коммунальной гигиены АМН СССР [19] дали основание проводившим наблюдения рекомендовать высоту жилых помещений не менее 3,5 м. М. С. Горомосов отмечает, что различные реакции организма в помещениях с разной высотой (2,7 и 3,5 м) не могут быть объяснены только разницей внутренних температур в помещениях, составляющей всего лишь 1—1,5°С. Здесь на первое место выступает то обстоятельство, что в помещении высотой 2,7 м исследуемые были лишены возможности в течение длительного периода отдавать тепло путем излучения на ограждения. Теплопотери в этих условиях шли в основном за счет испарения, что и обусловливало резкое повышение влагоотдачи. Более того, люди не только не могли в этом случае излучать теплоту, но и воспринимали ее от ограждений. В помещении высотой 3,5 м при отсутствии солнцезащитных устройств, открытых окнах и наружной температуре 37—38°С почти не наблюдалось явлений восприятия радиации от ограждений, а теплопотери человека излучением облегчались. В последнем случае явлений перегрева организма не наблюдалось.

Американский климатофизиолог Ли Дуглас (1953) [77] указывает, что при температуре потолка 51°С в помещении высотой 2,4 м человек получает излучением примерно $^3/_4$ своей собственной теплопродукции в состоянии покоя. Считая это количество избыточного тепла незначительным, он предлагает им пренебречь. Вполне правомерно возражение М. С. Горомосова против этого довода, поскольку человек, способный без вреда переносить интенсивное, но кратковременное тепловое излучение, при длительно действующем излучении будет испытывать постепенно все более усиливающееся напряжение терморегуляционного аппарата.

Г. А. Аткинсон, основываясь на результатах анализа минимальных норм площади и размеров помещений в относительно дешевых малоэтажных жилых домах жарко-влажных районов, выдвигает следующие требования к высоте и допустимой площади (при надлежащих условиях вентиляции) жилых помещений, обеспечивающих достаточный гигиенический уровень проживания.

Он полагает, что высота помещений в чистоте 2,25 м является вполне допустимой при обеспечении вентиляции и надлежащих теплотехнических качеств крыши и чердачного перекрытия, а при наличии подвесной осветительной арматуры или потолочного вентилятора должна быть увеличена до 2,7 м. Во избежание быстрого распространения какой-либо болезни рекомендуется в спальне размещать не более четырех человек. Минимальная площадь спальни на одного человека — 6, а на двух — 10 м^2; для жилой комнаты площадь предлагается больше. Итак, для общей оценки фактора высоты и объема помещений

зданий соответственно в жарко-влажных и жарко-сухих районах можно добавить следующее.

В жарко-влажном климате при рациональной конструкции стен и крыши в теплотехническом отношении, обеспечивающих поддержание температуры внутренних поверхностей ограждения близкой к температуре внутреннего воздуха, при свободной внутренней планировке и открытом режиме эксплуатации помещений средних размеров (если только пренебречь случаем чрезмерно большого количества людей в помещении) их микроклимат не зависит от высоты. В данных условиях для помещений средних размеров не имеется никаких серьезных причин, ограничивающих снижение высоты до 2,7 м (см. рис. 73).

Высота помещений большой площади, очевидно, будет определяться в значительной степени эстетическими требованиями (рис. 75).

В жарко-сухих районах выявление оптимальной высоты помещений здания является более сложной задачей.

В целях повышения степени аккумуляции теплоты, поступающей внутрь здания днем, и более эффективного охлаждения помещений в прохладное время суток следует предусматривать наибольшую возможную суммарную площадь поверхностей внутренних ограждений. Последние следует выполнять из плотных материалов с высокой теплоустойчивостью.

С другой стороны, каждое помещение должно иметь соответствующий объем во избежание чрезмерной концентрации углекислоты и повышения влажности внутреннего воздуха в период закрытого режима эксплуатации помещения здания (т. е. в основном в дневное время). Другими словами, норма объема воздуха на одного человека, с которой в жарко-влажной зоне лишь в редких случаях приходится считаться, в условиях жарко-сухого климата становится существенным фактором дневного комфорта.

Эти два фактора вынуждают предусматривать для зданий жарко-сухих районов более высокие помещения. В настоящее время имеются значительные расхождения в оценке высоты помещений — от 2,7 до 3,5 м.

Кроме того, для увеличения площади внутренних поверхностей ограждений выгоднее проектировать помещение вытянутой параллелепипедной формы, размещенное поперек здания. Анализируя план помещения (рис. 76), убеждаемся, что разумнее сократить расстояние между внутренними перегородками и увеличить ее между наружными стенами. Правда, при этом могут несколько ухудшиться пропорции и эстетические качества интерьера помещения, а суммарная площадь внутренних поверхностей ограждений увеличивается ненамного.

При сопоставлении двух типов помещений одинаковой площади, но отличающихся соотношением сторон плана, а именно 3×5,35 и 4×4 м, убеждаемся, что увеличение площади вертикальных ограждений в первом помещении составляет не более 4,5%. Принимая высоту помещения 3 м, обнаруживаем, что прирост суммарной площади внутренних поверхностей помещения достигает примерно 2,5%, однако помещения продолговатой формы, продольная ось которых перпендикулярна главному фасаду, предпочтительнее в другом отношении: площадь поверхностей наружных стен зданий в этом случае значительно сокращается, что соответственно снижает степень теплопритока через эти ограждения в помещения. Кроме того, сохраняя неизменной площадь светопроемов, в этих условиях более эффективно осуществляется проветривание помещений и снятие тепла конвекцией с внутренних поверхностей ограждений в прохладное время суток. Увеличение ширины корпуса с 8 до 11 м снижает стоимость 1 м² полезной площади в 5-этажных домах с частым шагом поперечных стен на 4,5%, с широким шагом — на 5,5% и с продольными стенами — на 7% (по данным ЦНИИЭПжилища).

При больших размерах помещений целесообразнее внутренние полуперегородки располагать перпендикулярно главным продольным фасадам. В равной мере можно заменить некоторые внутренние сплошные перегородки каменными перфорированными или перегородками жалюзийного типа.

В случае одноэтажного здания больше все-

го тепла поступает через крышу, особенно совмещенную. Поэтому рациональнее сократить площадь помещений и увеличить их высоту.

Для многоэтажных зданий можно предусматривать не только менее высокие помещения, но и увеличивать площадь помещений, обеспечивая необходимый «воздушный куб» на человека.

С точки зрения теплового комфорта в многоэтажных зданиях выгодно устраивать помещения с коротким фронтом по главным продольным фасадам и всемерно увеличивать их глубину. Однако нельзя забывать, что пропорции помещений имеют важное значение для наших восприятий. Тесные и низкие комнаты отрицательно влияют на психику. Слишком высокие комнаты (свыше 5 м) также действуют угнетающе на настроение; то же можно сказать и о помещениях, вытянутых в длину и лишенных достаточного естественного освещения.

Целесообразны проверенные столетиями соотношения между сторонами больших залов в плане: $a/b = 1{,}44$, $^3/_2$ и $^5/_3$. Разумеется, могут быть и другие соотношения между сторонами, и архитектор может сочетать требования наибольшего удобства с эстетическими требованиями.

Как свидетельствуют данные проведенного опроса в 1952 г., население отдает предпочтение правильным пропорциям помещений: в комнатах различной площади высотой от 2,5 до 3,5 м лучшими были признаны отношения высоты к глубине 1:1,5—1:1,75 или 1:1,75—1:2.

Гармоничные пропорции придают наибольшую выразительность соотношениям основных измерений внутреннего пространства здания; они являются «внутренне присущей ему мерой», способствующей раскрытию характера функционального и идейного содержания архитектурного произведения в его формах [35].

Интерьер и оборудование. При проектировании здания в жарких районах важно предусмотреть надлежащую внутреннюю отделку, колористическое решение и меблировку помещений в целях создания наиболее благоприятной обстановки для быта, труда и отдыха людей.

В жарких районах облицовка внутренних поверхностей ограждений помещения должна способствовать созданию прохлады, чистоты и обладать высокими эксплуатационными качествами. В этой связи целесообразно применять для внутренней облицовки твердые плотные материалы с большим теплоусвоением и высокой теплоустойчивостью (полированные бетонные плиты, терраццо, керамические плитки, полнотелый кирпич, гранит, мрамор и т. п.).

Поверхности из твердого плотного материала характеризуются хорошими эксплуатационными качествами, за ними легко вести уход, они способствуют также поддержанию условий прохлады и чистоты в помещениях (рис. 77—80).

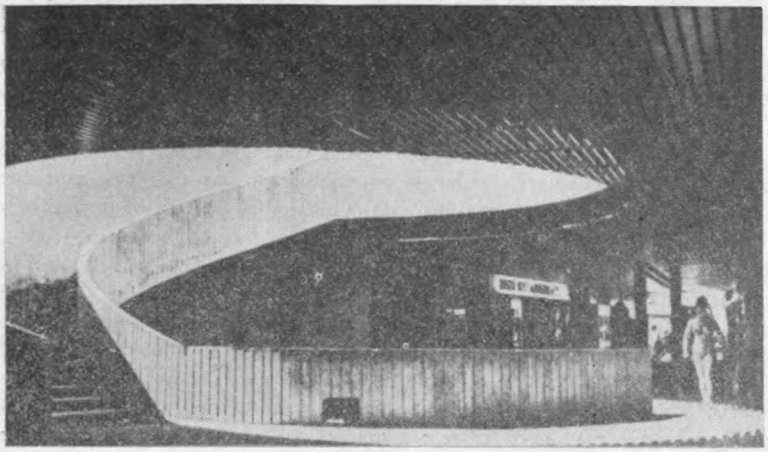
Вместе с тем следует отметить, что если в жарко-влажных районах применение материалов с большим теплоусвоением может ограничиваться лишь устройством так называемых «холодных» полов (мраморных, терраццовых, мозаичных из керамических, бетонных, цементно-песчаных плиток и грунта), то в жарко-сухих условиях этими материалами надлежит облицовывать внутренние поверхности стен, а также и потолки.

Однако такие поверхности являются сильными резонаторами звука и создают неблагоприятные акустические условия, что требует рационального размещения этих поверхностей в интерьере. Кроме того, в жарко-влажных районах материал и облицовка поверхностей ограждений помещения не должны создавать условий, способствующих развитию плесени и грибков.

В жарких районах рекомендуется мебель с простыми лаконичными формами, обеспечивающая удобство и легкость ее содержания в чистоте, исключающая возможность скопления пыли, грязи и создания убежищ для насекомых. Она должна быть без резьбы и иметь обтекаемую форму.

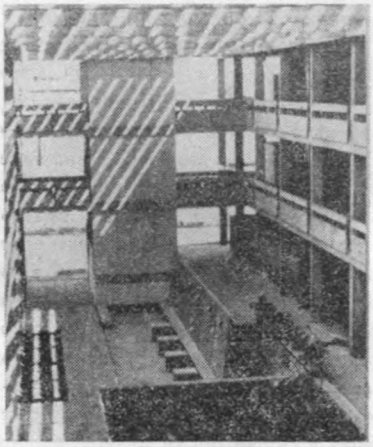
В помещениях зданий жарких районов самое прохладное место находится приблизительно на уровне пола. В этой связи применя-

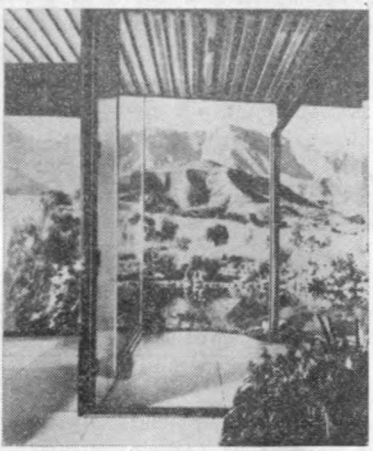
В жарких районах облицовка внутренних поверхностей ограждений должна способствовать поддержанию прохлады, чистоты в помещениях и обладать высокими эстетическими и эксплуатационными качествами



77

Интерьер вестибюля курортно-туристического центра «Порт Амбонн» на юге Франции.
Арх. Ф. Лопез



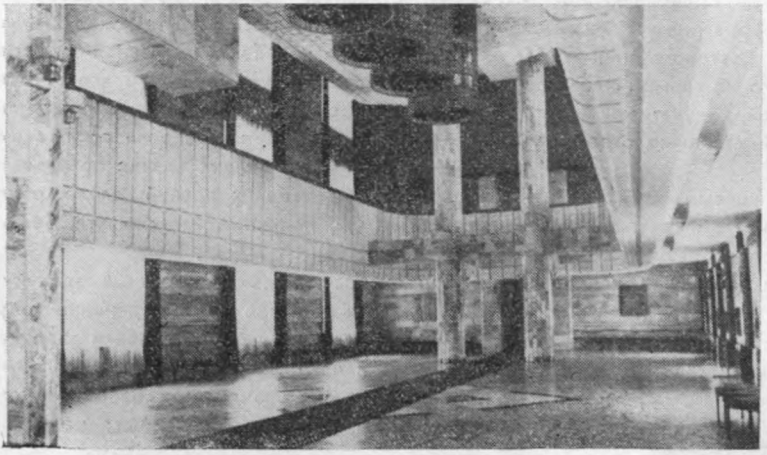


78

Дворик интерната в Бамако.
Республика Мали.
Арх. Ж. Димитриевич и др.

79

Интерьер жилого дома в пустыне.
США. Арх. Р. Нейтра



80

Интерьер административного здания в Алма-Ате.
Арх-ры Ю. Ратушный, Т. Ералиев, О. Балыкбаев

ют низкие столы, стулья и кровати. Такая мебель мало препятствует движению воздушных потоков в помещении (рис. 81, 82, 83).

Поверхность кроватей и стульев должны соприкасаться с телом лежащего или сидящего человека в минимальном количестве точек. Поэтому здесь предпочтительны решетчатые или плетеные поверхности из тростника, ткани или пружины (рис. 84).

Практика свидетельствует, что в жарких районах для изготовления мебели и электроарматуры большое распространение получает металл. Во избежание коррозии целесообразнее применять нержавеющую сталь, алюминий, алюминиевые сплавы.

Хорошим облицовочным материалом является и стеклопластик, великолепными эксплуатационными качествами обладают биостойкие матрацы из пенопласта.

В жарко-влажных районах могут найти широкое применение шкафы-перегородки с деревянными дверцами или из древесноволокнистых плит. С точки зрения дневного теплового комфорта такие перегородки совсем не пригодны в жарко-сухих условиях, поскольку указанный материал обладает незначительной теплоустойчивостью.

В жарко-влажных районах в интерьере вместо внутренних дверей можно устраивать легкие занавески и шторы, выполненные из бамбука или материи.

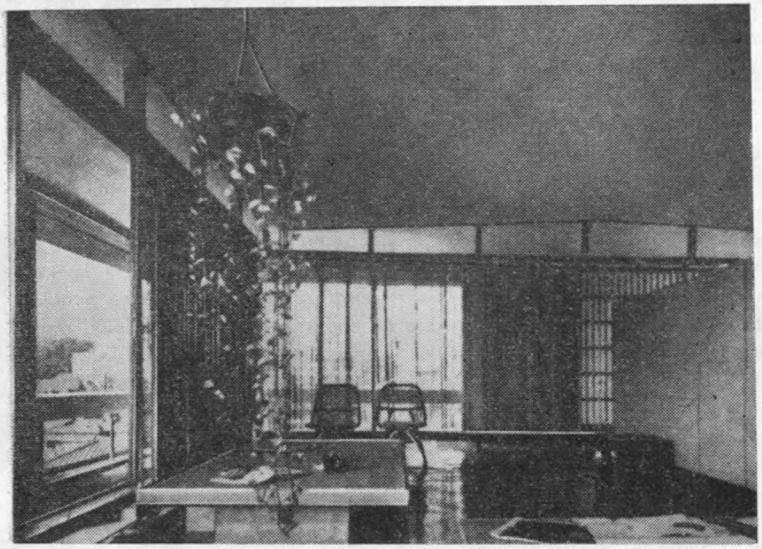
Цветовое решение мебели и внутренних поверхностей ограждений помещения должно обеспечить благоприятную спокойную обстановку. Существенным требованием становится создание оптимального цветового климата в помещениях, основанного на гармонии цветов холодных тонов с низкой излучательной способностью и небольшой степенью отражения тепловой радиации.

В жарких районах пищевые продукты необходимо хранить в чистом затененном и прохладном месте, хорошо защищенном от насекомых и грызунов (холодная кладовая, холодильник). Отбросы и мусор должны содержать в плотно закрытых контейнерах, куда не могли бы проникнуть насекомые. Места хранения одежды должны быть сухими, хорошо проветриваться, чистыми и надежно защищенными от моли и других насекомых. В жарко-влажных районах в платяных шкафах надлежит поддерживать температуру выше точки росы. Шкафы должны открываться полностью, не иметь темных и недоступных углов и обязательно проветриваться сверху донизу. При наличии электричества свет от электрической лампы, помещенной внутри платяного шкафа, поможет предотвратить конденсацию водяных паров из воздуха и появление плесени на одежде.

Частные требования к проектированию и примеры современной композиции зданий. Жарко-сухой климат. Современная практика гражданского строительства в районах с жарко-сухим климатом свидетельствует об эволюционном развитии замкнутой объемно-пространственной композиции зданий.

При их проектировании надлежит соблюдать комплекс следующих важных частных требований: ограничение количества тепла, поступающего внутрь здания в жаркое время дня в результате воздействия высокой наружной температуры и солнечной радиации (прямой, рассеянной и отраженной); предусмотрение защиты от знойных и пыльных дневных ветров при обеспечении некоторой вентиляции в гигиенических целях (закрытый режим эксплуатации помещений); в прохладное время суток (после захода солнца и ночью) создание оптимальных условий естественной вентиляции — максимально раскрывая внутреннее пространство зданий в более прохладную внешнюю среду (открытый режим); эффективное использование характерных для жарко-сухих районов резких колебаний наружной температуры как в течение суток, так и всего года; защита внутреннего пространства от теплового излучения нагретых за день ограждений помещения и окружающих здание объектов и поверхностей (соседних зданий, оград, обнаженной земли, покрытий из асфальта, бетона и т. п.) (рис. 85).

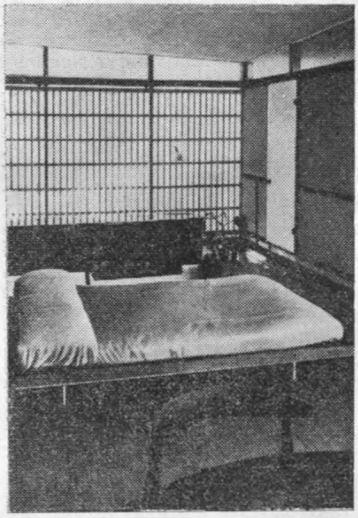
Жилые здания. Из малоэтажных зданий в этих условиях большое распространение получили атриумные дома с внутренними дворикам-садами, в которые раскрыты все основные помещения, они включают в себя разновысокие комнаты, иногда чередующиеся открытые

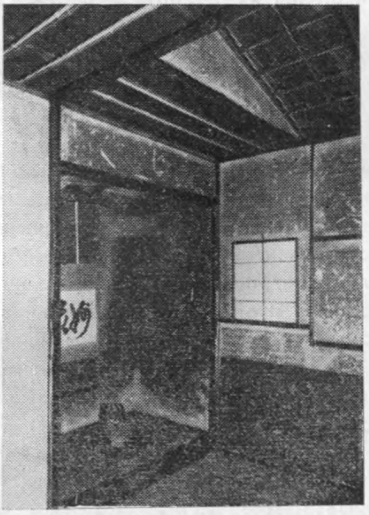


В помещениях зданий жарких районов самое прохладное место находится приблизительно на уровне пола. В этой связи применяют низкие столы, стулья и кровати

81

Интерьер дома «Неба» в Токио. Арх. Кионоре Кикутаке



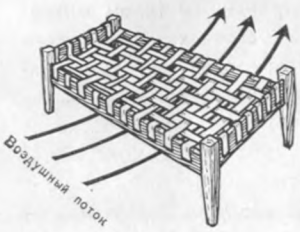


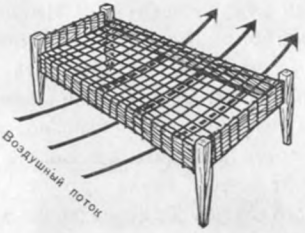
82

Спальня в доме «Неба» в Токио

83

Парадная часть японского жилища





84

Индийские кровати «Нивар» и «Шарпай»

и закрытые помещения, различные по освещенности и колористическому решению. Такие дома строят главным образом одноэтажными. Группирующиеся вокруг дворов помещения обеспечены своего рода кондиционированным воздухом со смягченной температурой, увлажненным и очищенным от пыли (рис. 71, 78).

Совершенную архитектурную трактовку замкнутой композиции имеет жилой дом близ г. Малаги в Испании (рис. 86). Дом состоит из двух протяженных блоков с системой внутренних двориков между ними и выполнен из местных материалов. Он расположен у подножия холма и повторяет его очертания.

За исключением спален и обслуживающих помещений, жилище составляют большие, открытые, сливающиеся между собой комнаты, построенные по принципу чередования освещенных и затененных пространств. Во внутренней прямоугольной части жилого дома, огражденной с трех сторон стеной из грубого местного камня, устроено несколько внутренних двориков и террас, обеспечивающих проникновение естественного света и воздуха в центральное пространство здания и сквозную вентиляцию. Предусмотренные в некоторых двориках фонтаны и бассейны повышают прохладу. Все это создает живительную и благоприятную среду, резко контрастирующую с жарко-сухими внешними условиями.

Особого внимания заслуживает полузамкнутая композиция жилого дома в пустыне Колорадо (США), построенного в 1946 г. известным архитектором Р. Нейтра. Дом расположен в каменистой местности на неспокойном рельефе под защитой выступающих скал таким образом, что несущие пыль и песок ветры пустыни проходят высоко над жилищем. Стороны здания, обращенные навстречу неблагоприятным ветрам, хорошо защищены. Здесь предусмотрены глухие стены и зеленый барьер из деревьев. Отличаясь художественно-выразительными формами и гармоничными пропориями, этот жилой дом великолепно вписан в местный пустынный пейзаж и благодаря тщательно продуманному применению естественных и архитектурных средств защиты служит надежным убежищем от жары, зноя и яркого слепящего солнечного света. Водные бассейны и озелененные участки образуют оазис среди пустынного ландшафта. Интересно, что полированный терраццовый пол внутри и снаружи здания, вокруг водоема и во внутренних двориках представляет собой теплохладоизлучающую панель. Последняя в жару охлаждается ледяной водой, циркулирующей под ней, а в холодные ночи нагревается теплой водой (см. рис. 79, 85).

В проекте комплекса жилищ для Никарагуа вокруг центрального внутреннего дворика, где имеются растительность и бассейн, сгруппированы полностью открытые комнаты, закрыты лишь спальни, которые хорошо проветриваются благодаря регулируемым жалюзи (рис. 87).

Следовательно, такая планировка снижает суммарную тепловую нагрузку, воспринимаемую каждым отдельным жилищем-квартирой. Этот прием в жарко-сухих условиях вполне приемлем, поскольку потребности в комфорте, обеспечиваемом бризом не так важны, как во влажных районах, и жители могут использовать для отдыха и ночлега в вечернее и ночное время вспомогательные открытые площади на крыше, приквартирных участках и во внутренних дворах.

Существует много других интересных объемно-планировочных решений зданий с внутренними двориками. Однако эта тенденция «обращения внутрь», раскрытие основных помещений в сторону более прохладной среды (озелененные внутренние дворики с бассейнами и фонтанами) при одновременном обеспечении защиты от внешних климатических воздействий в современных условиях не всегда приемлема как по экономическим соображениям, так и в силу перенаселения городов. Крупным недостатком этого типа дома является большая площадь застройки и некоторый перерасход материала.

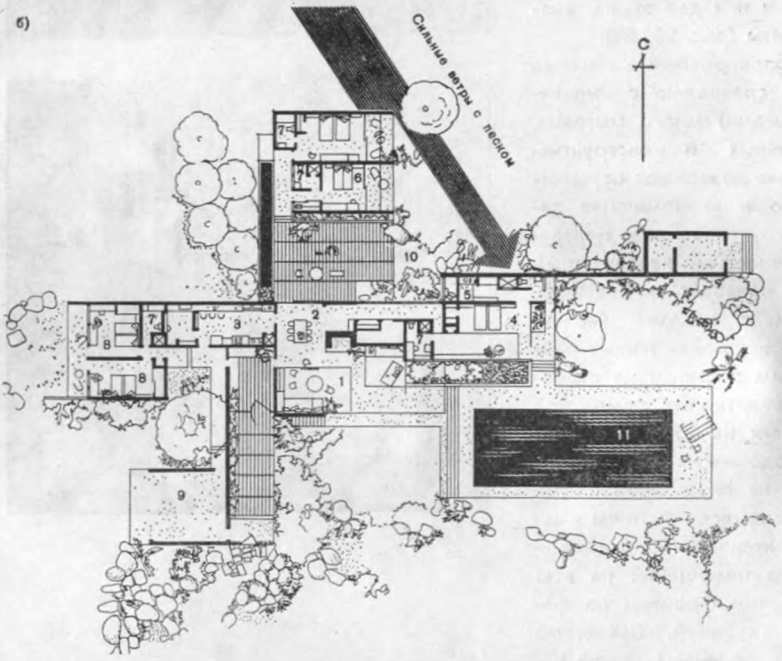
Наиболее распространенным типом многоквартирных домов в условиях жарко-сухого климата являются блокированные одно-двухили даже трехэтажные жилые дома с четырьмя, восемью (и более) квартирами, расположенными в ряд. Они обладают многими положительными качествами индивидуального жилого дома: каждая квартира имеет изоли-

Развитие замкнутой объемно-пространственной композиции зданий в условиях жарко-сухого климата



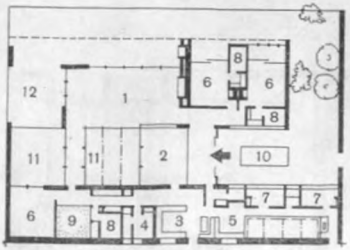
85

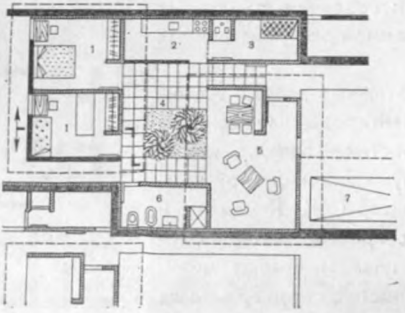
Жилой дом в пустыне Колорадо. 1946 г. США. Арх. Р. Нейтра: а — общий вид; б — план: 1 — жилая комната; 2 — столовая; 3 — кухня; 4 — спальня хозяина; 5 — уборная; 6 — спальня гостей; 7 — ванная; 8 — комната слуги; 9 — гараж; 10 — дворик; 11 — бассейн



86

План жилого дома близ Малаги. Испания: 1 — общая комната; 2 — столовая; 3 — кухня; 4 — кладовая; 5 — прачечная; 6 — спальня; 7 — комната слуги; 8 — ванная; 9 — двор; 10 — бассейн; 11 — дворик с водоемом; 12 — терраса





87

План жилища в Никарагуа. Арх-ры Ж. Кандилис, Г. Брюнаш и др.

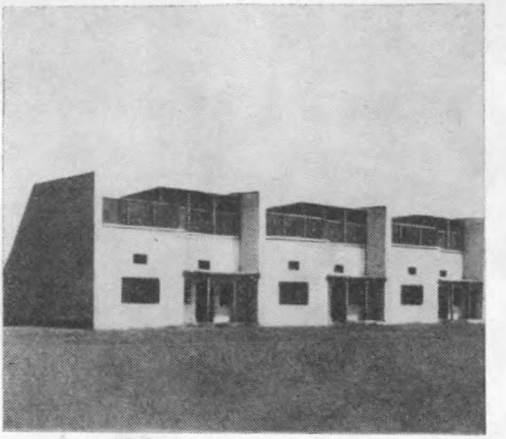
рованный вход непосредственно с улицы, со двора или из сада. Приквартирный изолированный небольшой участок с входом в квартиру может быть полноценно использован в качестве «зеленой комнаты» с комфортным микроклиматом (возможность размещения спальных мест на открытом воздухе, устройство на участке летней кухни, всемерное обводнение и озеленение участка).

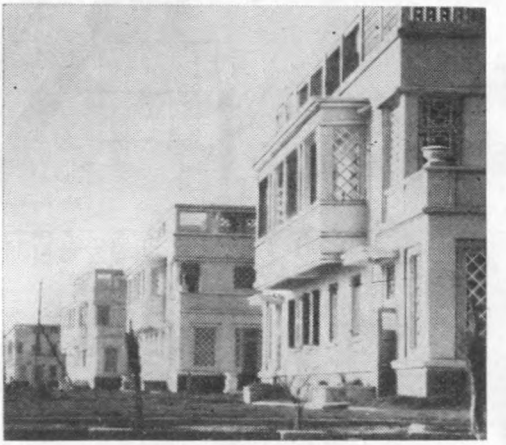
По планировочной структуре блокированные дома могут быть с квартирами, расположенными в двух уровнях, с количеством комнат от трех до пяти и более, и с квартирами, расположенными в одном уровне (поэтажно), преимущественно в один или два этажа; возможны и другие варианты (рис. 88, 89).

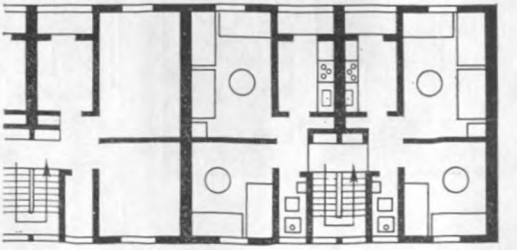
Многоквартирные блокированные жилые дома приобретают (по сравнению с индивидуальными жилыми домами) много бытовых, архитектурно-планировочных и конструктивных преимуществ, а также позволяют осуществить более компактную и экономичную застройку с полным благоустройством, централизованным водоснабжением и канализацией как в селах, совхозах, колхозах и поселках, так и в городах, где их с успехом можно применять в смешанной застройке жилых районов. Они по суммарным затратам на строительство дешевле одноквартирных домов той же степени капитальности на 25—30%, а по эксплуатационным расходам — на 35—40%.

Характерной чертой их внутренней планировки является следующее: все квартиры имеют двустороннюю ориентацию и в большинстве случаев состоят из помещений на всю ширину корпуса с коротким фронтом по фасадам и с оптимальной глубиной. В системе группировки блокированных жилых домов наблюдается стремление к созданию замкнутых и полузамкнутых объемно-пространственных композиций.

Блокированные одноэтажные дома в Алжире (арх. Р. Эмери), ориентированные длинной осью в направлении восток — запад, как и предназначенные для служащих нефтяной компании в Иране (архитекторы Ж. Кандилис и Ш. Вудс) жилые дома с крестообразной блокировкой, компактны в плане и имеют минимум наружных поверхностей, подверженных







Роль различных видов блокировки малоэтажных жилищ и многоэтажных домов секционного и секционно-галерейного типа в засушливых зонах

88

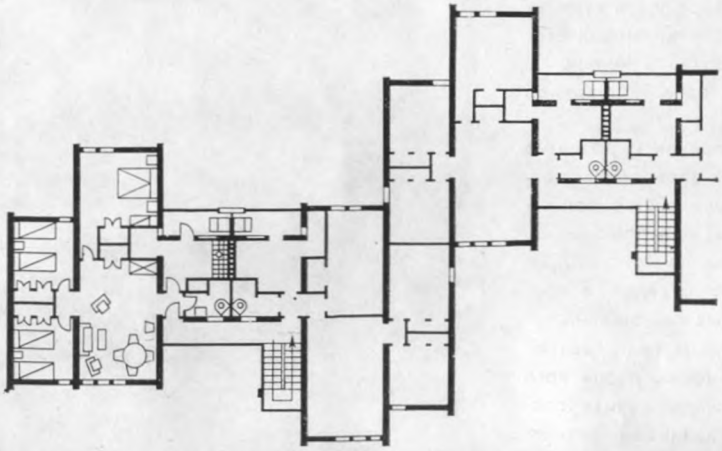
Жилой дом Аденского колледжа. НДРЙ

89

Двухблочные жилища в г. Ходейда. Йеменская Арабская Республика, 1960. Арх-ры Н. Чекмотаев, В. Фирсанов

90

Комплекс жилищ на склоне Дженан эль-Хасан. Алжир. Арх. Р. Симуне



91

Двухквартирная секция жилого дома в г. Касабланке. 1959.

92

План секционно-галерейного дома. Испания. 1960. Арх. М. Физан

тепловому воздействию окружающей среды.

Интересный пример архитектурной формы, развитой на основе анализа жарко-сухого климата и особенностей быта местного населения, показан на рис. 88. Высокотеплоемкие толстые стены первого этажа обеспечивают днем прохладу в жилых помещениях. Легкий каркас и веранды для сна, устроенные над ним, быстро охлаждаются в ранние вечерние часы, поэтому в помещении для сна ночью прохладно.

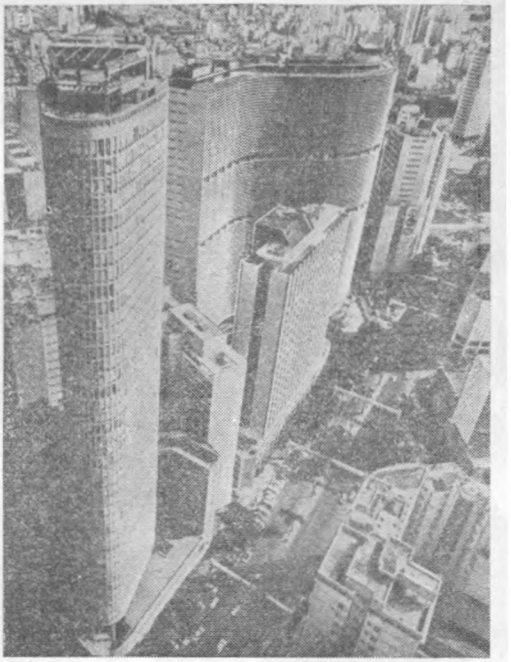
Аналогичное архитектурное решение имеет жилище в г. Кано в Нигерии, в районе с очень жарким сухим климатом. Здесь также применены комбинированные конструкции и материалы.

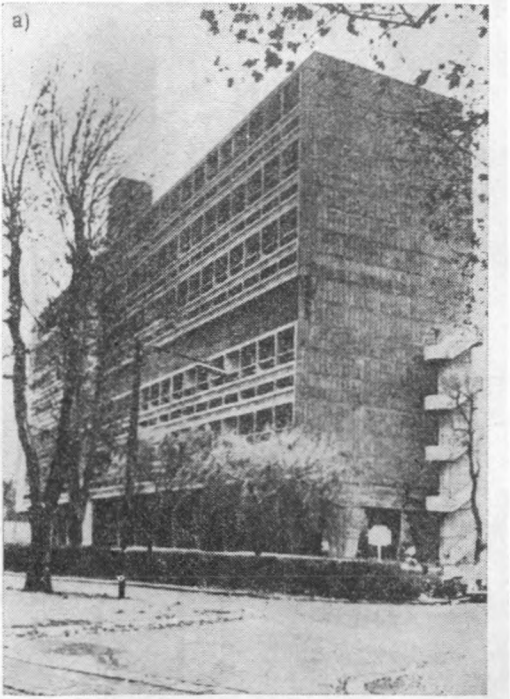
В блокированных двухэтажных домах жилого поселка близ г. Ходейда в Йеменской Арабской Республике (архитекторы Н. Д. Чекмотаев, В. М. Фирсанов) предусмотрены просторные комнаты, одноэтажные боковые веранды, а также хозяйственные помещения. В первом этаже расположена в основном хозяйственная часть дома (служебные помещения, кухни, санузел и небольшие кладозые). К лестнице, ведущей на второй этаж, примыкают гостиная и рабочий кабинет. Во втором этаже устроены спальни и общие комнаты — столовые. Крыша используется как вспомогательное открытое помещение для отдыха (рис. 89).

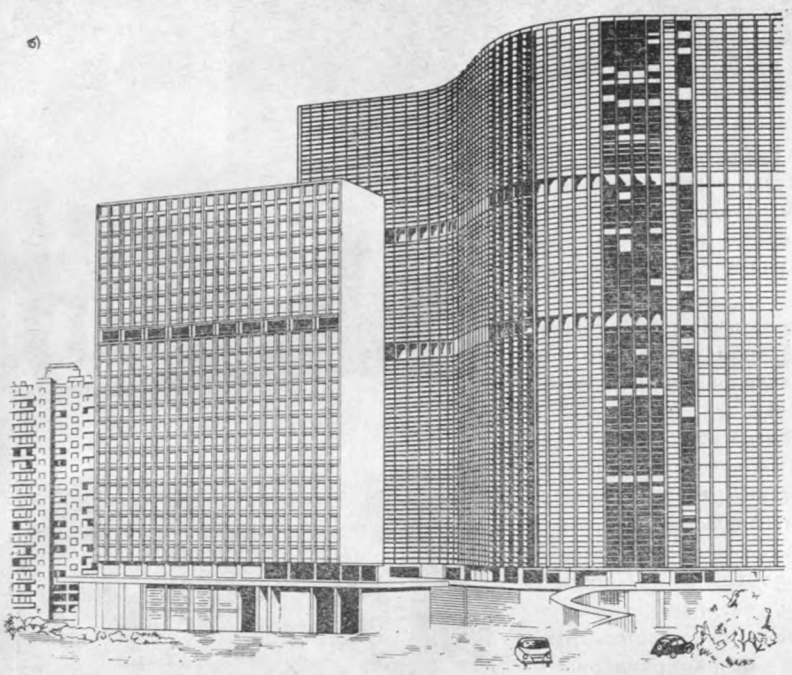
Блокированные жилые дома, расположенные в ряд, нашли широкое применение в современном строительстве городов в странах с жарким климатом (в г. Бразилиа, новой столице Бразилии, в г. Чандигархе в Индии, а также в Израиле, Италии, Ираке, Северной Африке и т. д.).

В этих условиях могут получить развитие и другие приемы и методы возведения зданий, применявшиеся в прошлом: строительство литосферных типов жилищ или помещений, частично заглубленных в землю (рис. 90), а также устройство террас, крыш-садов и других вспомогательных открытых помещений.

Многоэтажные дома с поэтажным размещением квартир или помещений различного назначения, возводимые в жарко-сухих условиях, нельзя сравнить со зданиями с внут-

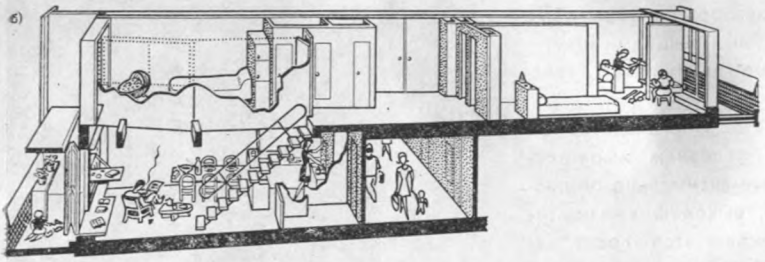






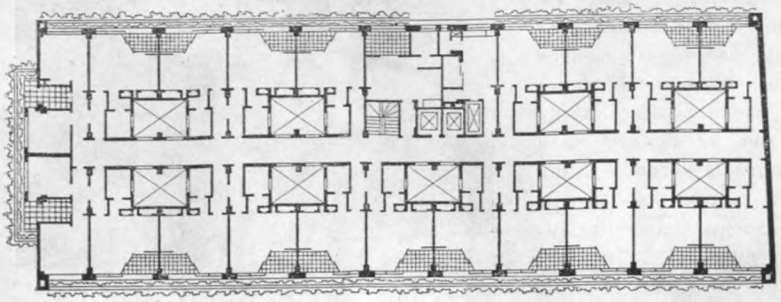
93

Жилой дом «Копан» в Сан-Паулу. Бразилия, 1968. Арх. О. Нимейер: а — вид с самолета; б — фасад



94

Многоэтажный жилой дом в Марселе. Франция, 1952. Арх. Ле Корбюзье: а — общий вид; б — квартира в двух уровнях



95

План типового этажа 13-этажного дома коридорного типа в Сан-Паулу. Бразилия. Арх. Мелло

ренними двориками или приусадебными участками. Если при сооружении малоэтажных зданий еще можно было соблюдать традиции архитектуры древних эпох и народного зодчества жарко-сухих районов, то многоэтажные дома требуют новых художественных средств и методов строительства, новых материалов и приемов планировки. Кроме того, необходимо изыскивать дополнительную жилую площадь, которая заменила бы озелененный двор или сад.

В современном многоэтажном строительстве применяются те же типы домов, что и в умеренном климате: секционные, башенные, галерейные и коридорные.

Для обеспечения условий естественной вентиляции под действием теплового напора многие здания оборудуют внутренними вентиляционными шахтами или используют для этого узел вертикальных коммуникаций вместе с обслуживающими его помещениями (поэтажные холлы, вестибюли, лестницы, лифты и пр.). Такими устройствами оснащаются главным образом жилые строения коридорного, башенного и секционного типов.

Из секционных типов многоэтажных жилищ здесь нашли широкое распространение дома с двухквартирными рядовыми секциями и многоквартирные секционно-галерейные (рис. 91, 92).

Секционно-галерейные многоквартирные дома хорошо отвечают условиям жарко-сухого климата. Благодаря максимальному развитию в глубину квартир, выходящих на короткие галереи, заметно сокращается фронт наружных вертикальных ограждений и повышается «объемный эффект» здания в целом (т. е. его тепловая инерция). К тому же такая планировочная структура «повышает выход жилой площади на 1 м галереи, удешевляя тем самым стоимость квартиры и 1 м^2 жилой площади». В двух смежных квартирах лучшая изоляция кухонь от жилых помещений достигается при размещении их во вставке между жилыми комнатами. На рис. 92. показан план галерейно-секционного дома, в котором кухня и санитарные узлы двух квартир связаны с галереей. При кухнях устроены лоджии, защищающие их от солнечных лучей.



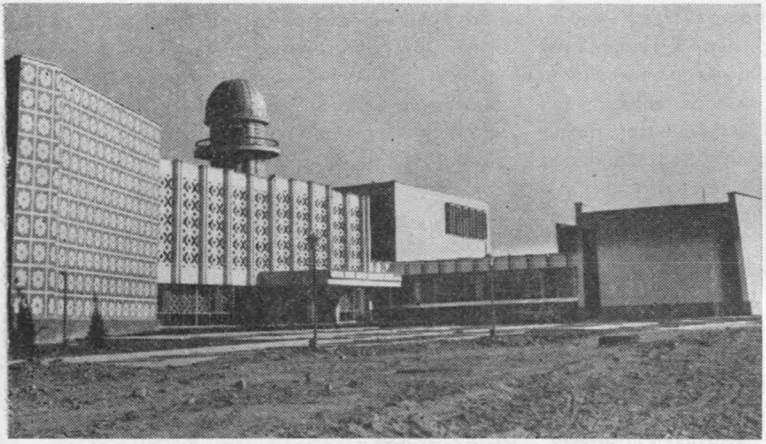




Жарко-сухой климат и объемно-пространственная структура общественных сооружений

96

Морской вокзал
в г. Ходейда.
Йеменская Арабская
Республика. Арх-ры
В. Фирсанов,
Н. Чекмотаев



97

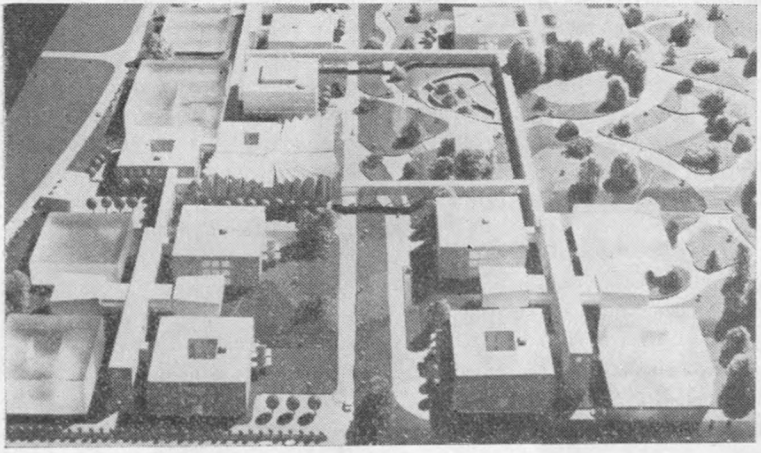
Гостиница
«Казахстан»
в г. Алма-Ата

98

Новый аэропорт
в Ереване

99

Дворец пионеров
в Ташкенте



100

Макет
Университетского
комплекса в Тунисе.
Арх. Б. Зерфюсс

В домах коридорного типа для обеспечения сквозного проветривания рядов помещений, расположенных по обе стороны от коридора, над выходящими в него внутренними дверями устраивают жалюзийные решетки. В таких домах часто предусматривают коридоры через этаж, а в квартиры значительной площади и занимающие всю ширину корпуса включают помещения, смещенные на $^1/_2$ высоты этажа (рис. 93, 94).

В многоэтажных зданиях возникают трудности с обеспечением самостоятельной линии проветривания и изоляции санузлов и кухонь от основных помещений квартиры. Поэтому в современном гражданском строительстве в жарко-сухих районах это положение является существенным фактором, определяющим композицию внутреннего пространства многоэтажных домов. Так, например, в галерейных домах устраивают специальные вентиляционные шахты для изоляции и отделения путей проветривания кухонь. В секционных домах благодаря применению таких двориков-шахт на четыре квартиры достигается более экономичное решение, чем при обычных двухквартирных секциях. При устройстве в односекционных домах башенного типа двора-колодца большого сечения с примыкающими к нему санитарными узлами и кухнями, которые опоясывают коридор, увеличивается число квартир в доме и обеспечивается их сквозное проветривание. Вышеуказанные шахты способствуют осуществлению вентиляции вертикального действия, основанной на разности температур наружного и внутреннего воздуха. Даже в домах коридорного типа, где небольшие по площади квартиры имеют одностороннюю ориентацию, наличие шахт позволяет организовать сквозное проветривание (рис. 95).

В домах с вышеуказанными двориками-шахтами нельзя, конечно, добиться равноценной по качеству естественной вентиляции, наблюдаемой в квартирах с двусторонней ориентацией (дома с двухквартирными секциями, галерейные, галерейно-секционные и т. д.). Достоинство последних заключается в том, что они позволяют обеспечить при надлежащей ориентации помещений нормальный режим естественного освещения и инсоляции во всех квартирах, чего нельзя сказать о многоэтажных жилищах со спаренными корпусами, связанными лестничными клетками, и об односекционных многоэтажных зданиях.

Советские архитекторы, работающие над проектами жилища для районов пустынь и полупустынь Средней Азии и Закавказья, стараются учесть не только характер природно-климатических условий, но и демографические особенности быта населения, сложившиеся под влиянием окружающей среды. Особое внимание они уделяют и проблеме повышения качества функционально-технического и архитектурно-композиционного решения домов и их комплексов.

Так, в 1970 г. КиевЗНИИЭП совместно с Казгорстройпроектом предложили интересное решение застройки кварталов г. Новый Узень, расположенного в каменистой пустыне полуострова Мангышлак. Ими разработаны три типа жилого дома: двухэтажные с 4- и 5-комнатными квартирами и приквартирными участками (45—50 м^2) для больших семей; четырехэтажные с одно-, двух- и трехкомнатными квартирами, с широким корпусом (до 18 м), со световентиляционными колодцами; 9- и 12-этажные с крестообразной и Н-образной конфигурацией плана с одно- и двухкомнатными квартирами для малосемейных.

Основная застройка формируется жилыми группами на 400—500 человек, составленными из четырехэтажных домов со световентиляционными двориками. Эти группы являются первичными планировочными единицами, образующими замкнутые объемно-пространственные композиции.

Развитие блоксекционного метода проектирования, использование угловых, поворотных блок-секций, соединительных вставок в различных сочетаниях с рядовыми позволили обогатить архитектурную форму в масштабе городского комплекса, разнообразить застройку, внести элемент гибкости в структуру домов, возводимых с учетом специфики климата пустынь.

Общественные здания. Специфические условия жарко-сухого климата наложили свой отпечаток и на архитектуру общественных зданий. В большинстве своем это малоэтажные,

компактные, с большой шириной корпуса объемы замкнутой, полузамкнутой или центрической композиции. В целях обеспечения благоприятных для большого количества людей условий микроклимата такие здания включают относительно высокие и большие по площади помещения с двусторонней ориентацией, оборудуются регулируемыми солнцезащитными устройствами и имеют широтную ориентацию (рис. 96, 97, 98, 99, 100). Для их покрытий используются все чаще и чаще современные большепролетные конструкции различных типов.

Так, композицию внутреннего пространства здания американского посольства в Новом Дели в Индии (арх. Э. Д. Стоун) составляют центрально расположенные открытый двор, в который выходят квартиры личного состава посольства, и внутренний крытый двор с бассейном и зелеными насаждениями. Потолок двора образует перфорированный подвесной экран, выполненный из алюминия. Благодаря такому потолку во дворе поддерживается естественная вентиляция. Удачно найденные гармоничные пропорции и форма крытого двора, высокое качество выполнения, а также зелень, фонтаны и бассейны создают благоприятные условия в искусственно организованной пространственной среде.

При проектировании зданий жилого поселка и порта Ходейда в Йеменской Арабской Республике было уделено большое внимание вопросам обеспечения теплового комфорта. Например, в здании морского вокзала (архитекторы В. М. Фирсанов, Н. Д. Чекмотаев) (см. рис. 96) наряду с помещениями для пассажиров и персонала управления порта, таможенного досмотра и других служб предусмотрен центральный озелененный дворик с бассейном [56]. Он имеет удобное сообщение с пассажирским залом и рестораном, расположенными соответственно справа и слева от него. Пассажирский зал и ресторан обеспечены естественной сквозной вентиляцией через дворик и оконные проемы, оборудованные железобетонной решеткой.

Замкнутая композиция торгового центра г. Сан-Паулу в Бразилии создана из двух широких протяженных корпусов, центрического объема с куполом и связывающих их крытых переходов. Здания одно- и двухэтажные, в основном с плоским покрытием из большепролетных конструкций.

Трехэтажное здание госпиталя с развитой системой разновеликих внутренних двориков и полузамкнутых открытых пространств построено в г. Пало-Альто в США (арх. Э. Д. Стоун). Фасады здания, окруженного портиками, на всю высоту экранированы ажурной железобетонной решеткой.

Весьма простое объемно-планировочное решение имеет одноэтажное здание детского сада в г. Чандигархе с квадратным планом 13×13 м и высотой помещения 3,5 м. Композиционное ядро составляет зал для игр детей размером 8×8 м, с одной стороны которого группируются в ряд подсобные помещения (кухня, кладовая, санузлы и т. п.), а с другой примыкает открытая веранда глубиной 4 м. В последнюю можно при случае полностью раскрыть зал за счет трансформации ограждения и таким образом расширить его.

Отличительной чертой современных общественных зданий на юге СССР является гармония их с окружающей средой, стремление выразить самобытность и национальные особенности в архитектуре (см. рис. 97, 98, 99).

Так, архитектурная форма ансамбля государственной библиотеки им. К. Маркса в Ашхабаде построена на основе тщательной разработки и оригинальной современной трактовки традиционного для стран с жарко-сухим климатом композиционного приема.

Система внутренних благоустроенных двориков, в которые широко раскрываются все основные помещения, создает комфортабельный для жителей микроклимат, резко контрастирующий с внешними условиями. Живописность и разнообразие вносят многочисленные бассейны, растительность, лестницы, пандусы с символическими монументально-декоративными элементами. Интерьер как бы «растворяется» в пространстве сложной формы, ассоциируясь с оазисом среди раскаленной пустыни.

Выполненное из монолитного железобетона здание библиотеки стало неотъемлемой частью природного и архитектурного ландшафта сто-

лицы Туркменской ССР. Поднятый на опоры его основной объем в виде протяженного параллелепипеда четко выделяется на фоне мягкого силуэта предгорий Копет-Дага.

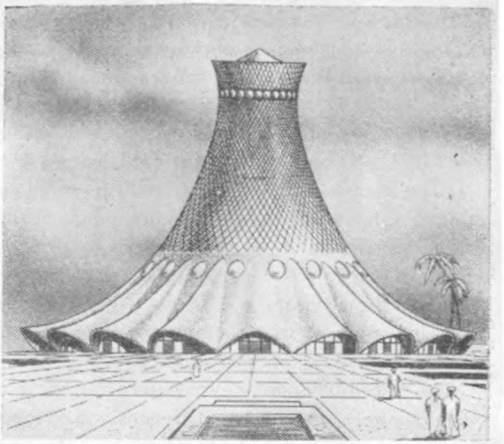
Сильно гофрированная поверхность главного фасада и обширные плоскости солнцезащитных экранов со сквозной перфорацией, ограничивающие объем с других сторон, образуют светотеневую дымку вокруг здания, что еще больше усиливает взаимопроникновение внутреннего и внешнего пространства.

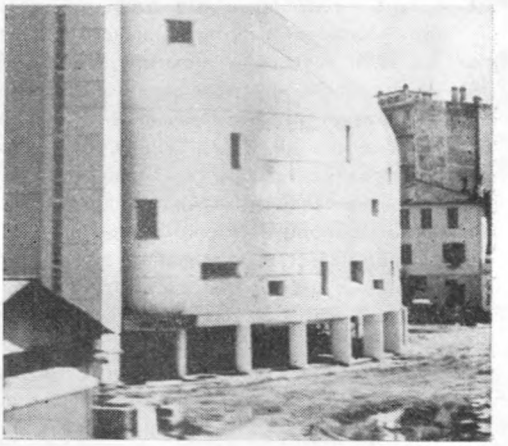
Четкий рисунок орнамента, мотив которого навеян традиционным туркменским декором, расчленяет поверхность монолитного железобетона, придавая сооружению яркую индивидуальность.

Композиционная связь этого ансамбля центральной площади Ашхабада — площади им. К. Маркса с городским ландшафтом — пространственно дополняется развитой пешеходной эспланадой, далеко выходящей за его пределы и включающей водные зеркала, зеленые массивы, произведения скульптуры и малые формы архитектуры.

В современной практике строительства общественных зданий в жарких районах все большее и большее распространение получают купольные конструкции, используемые для покрытия зданий как зального типа (крытые рынки, выставочные павильоны, крытые стадионы, спортивные арены и залы и т. д.), так и зданий, в основе формообразования которых лежит сочетание ячейкового и зального приемов композиции (рис. 101, 102, 103, 104).

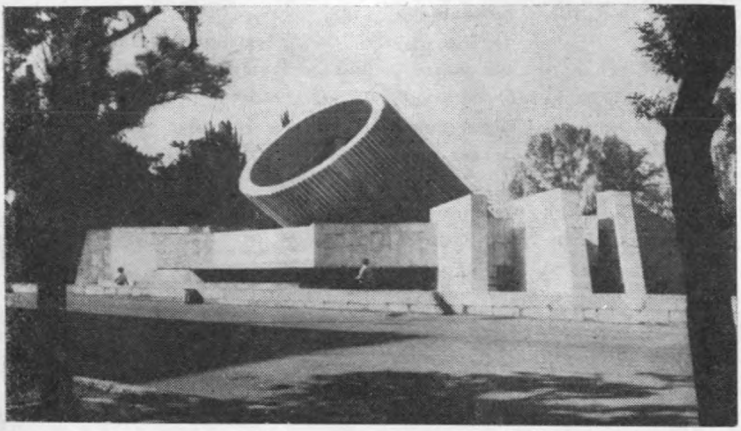
К выдающимся купольным композициям в современной архитектуре зданий жарких стран относятся, например, сферический купол крытого рынка в Алжире (арх. Мури, инженеры Пельнер и Коноплер), купол стадиона в г. Гаване на Кубе диаметром 87,5 м, купол над зданием Конгресса новой столицы Бразилии—Бразилиа, купольная композиция малого дворца спорта «Палацетто» в Риме (инж. Пьер Л. Нерви), купол Дворца спорта в г. Сан-Паулу в Бразилии (арх. И. Кастро-Мелло) и др. Большими достоинствами в этих условиях обладают различные современные







Примеры использования для покрытий зданий пространственных систем и поверхностей криволинейных очертаний



101

Проект выставочного павильона в г. Конакри. Гвинейская Республика. Дипломант Политехнического института в г. Конакри — Туре Мори, руководитель — доц., канд. арх. В. Фирсанов. 1968

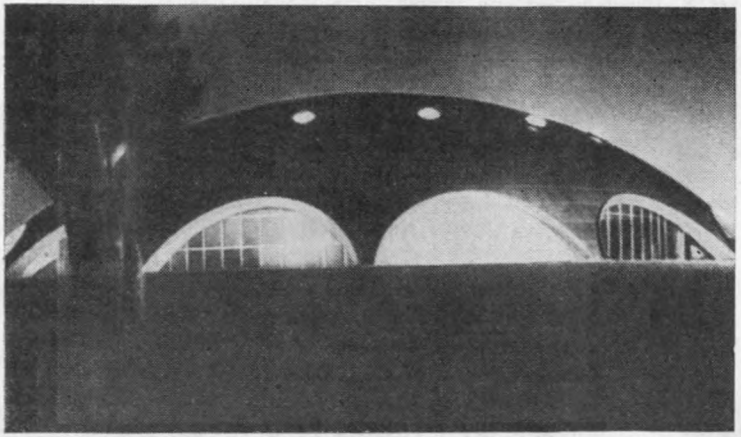


102

Станция метро «Молодежная» в Ереване

103

Здание музея близ Ниццы. Франция



104

Проект стадиона для условий жаркого климата. Арх-ры Раймонд и Радо

105

Диаграмма суточной температуры помещения

106

Штаб-квартира ученых Австралии в г. Канберра

своды-оболочки, складки и т. д. (см. рис. 101, 104, 106).

При проектировании многоэтажных общественных зданий, так же как и в жилищах, стремятся увеличить глубину корпуса и предусмотреть возможности использования естественной вентиляции под действием теплового напора. В этих зданиях, как правило, такой всасывающей вентиляционной шахтой служит узел вертикальных коммуникаций вместе с обслуживающими его помещениями (поэтажные холлы, вестибюли, лестницы, лифты и пр).

В жарко-сухих районах суточное изменение суммарных температур можно выгодно использовать, впуская по ночам в помещение прохладный воздух и закрывая окна при восходе солнца. Применением данного рационального режима вместе с комплексом перечисленных выше защитных средств можно достигнуть снижения температуры помещения на 5°С и более [19].

Для того чтобы ослабить воздействие максимальных дневных тепловых нагрузок на микроклимат помещений и быстро освободиться от теплонакоплений в вечерний и ночной периоды, очень важно определить оптимальное время, в течение которого надо держать помещение закрытым днем, а открытым — в остальное время суток, а также выявить необходимый комплекс архитектурно-конструктивных и эксплуатационных мер.

Качественный анализ. Сначала исследуем качественное изменение микроклиматических условий в помещении здания в течение 24-часового периода.

Среднюю лучистую температуру ограждений помещения простой геометрической формы можно определить по следующей формуле:

$$t_{\text{ср. л. огр}} = \frac{\Sigma t_{\text{с}} S_{\text{с}} + t_{\text{ок}} S_{\text{ок}} + t_{\text{пол}} S_{\text{пол}} + t_{\text{пот}} S_{\text{пот}}}{\Sigma S_{\text{с}} + S_{\text{ок}} + S_{\text{пол}} + S_{\text{пот}}} = \frac{\Sigma t_i S_i}{\Sigma S_{\text{общ}}},$$

где $t_{\text{ср.л.огр}}$ — средняя лучистая температура всех внутренних поверхностей ограждений помещения (стен, окон, пола, потолка), С°; $t_{\text{с}}$, $t_{\text{ок}}$, $t_{\text{пол}}$, $t_{\text{пот}}$ — поверхностная температура соответствующих ограждений, °С; $S_{\text{с}}$, $S_{\text{ок}}$, $S_{\text{пол}}$, $S_{\text{пот}}$ — поверхность соответствующих ограждений, м²; $\Sigma S_{\text{общ}}$ — сумма всех ограждающих поверхностей, м².

С другой стороны, надо отметить, что температура внутреннего воздуха в часы, когда помещение закрыто, может быть выражена формулой

$$t_{\text{вн.в}} = t_{\text{ср.л}} + \Delta t_{\text{вн.в}},$$

где $\Delta t_{\text{вн.в}}$ зависит исключительно от количества теплоты, вносимого в здание приточным воздухом в результате воздухообмена (и притока тепла за счет инфильтрации наружного воздуха).

Допустим, что Q — максимальное значение мгновенного теплового потока, вносимого днем в помещение приточным воздухом; S — суммарная площадь внутренних поверхностей ограждений; $h_{\text{с}}$ — средний коэффициент теплообмена конвекцией в помещении для всех внутренних поверхностей ограждений, тогда

$$\Delta t_{\text{вн.в}} < Q/(Sh_{\text{с}}),$$

где Q учитывает воздухообмен внутри помещения и теплоприток за счет тепловыделений находящихся в помещении людей. Рассмотрим пример, предполагая, что воздухообмен внутри здания кратен одному полному обновлению воздуха в 1 ч. Представим себе помещение площадью 4×4 м, высотой 3 м; внутренний объем помещения равен 48 м³, а площадь всех внутренних поверхностей ограждений составляет 80 м² (см. рис. 76). Суточный перепад температуры наружного воздуха равен 14°С (например, май в Бамако, в Судане, Западная Африка, жарко-сухой климат); в период, когда помещение закрыто, $t_{\text{ср.л}}$ будет ниже среднесуточной температуры наружного воздуха на 1°С, т. е. на 8° ниже температуры наружного воздуха в самые жаркие часы дня. Кроме того, максимальная разница между $t_{\text{вн.в}}$ и температурой наружного воздуха будет составлять 7°; $Q_{\max} = 48 \cdot 7 \cdot 0{,}325 = 110{,}2$ Вт

(величина 0,325 представляет количество теплоты, потребное для повышения температуры 1 м³ воздуха на 1°С). При малых значениях $t_{вн.в}$ h_c будет равно 1,9, тогда

$$\Delta t_{вн.в} < \frac{95}{80 \cdot 1{,}9} \approx 0{,}5\,°C.$$

Значения h_c для вертикальных поверхностей при относительно спокойном воздухе, Вт/(м²·К):

Разность температур $t_s - t_a$	1	2	3	5	10	15
h_c	1,9	2,3	2,6	2,9	3,5	3,8

Примечание. Значения коэффициента естественного теплообмена конвекцией h_c даны при относительно спокойном воздухе в зависимости от разности температур поверхности ограждения и окружающего воздуха (t_s—t_a) для вертикальных ограждений. В любом случае количество теплоты, получаемой или отдаваемой данным ограждением, одна из поверхностей которого имеет температуру t_s и омывается воздухом с температурой t_a, можно найти по формуле

$$q_c = h_c\,(t_s - t_a),$$

а $\Delta t_{вн.в}$ достигнет максимального значения к 15 ч дня. Предположив, что за период, когда помещение бывает закрытым, $t_{ср.л}$ повышается приблизительно на 3°С, мы сможем вычертить кривые, представленные на рис. 105.

Таким образом, мы обнаружили, что помещение выгодно закрывать примерно на 12 ч (между 9 ч утра и 21 ч вечера). Если бы мы оставили помещение открытым после 9 ч утра, то, с одной стороны, внутренний воздух был бы более нагретым, а с другой — температура внутренних поверхностей повышалась бы значительно быстрее. Следовательно, изменение средней лучистой температуры $t_{ср.л}$ в часы, когда помещение закрыто, будет зависеть одновременно от количества теплоты, поступающей внутрь здания, и количества теплоты, которое может быть аккумулировано внутренними поверхностями ограждений. Изменение $t_{ср.л}$ в прохладное время суток будет зависеть от количества теплоты, уходящего через стены и крышу, и от количества теплоты, которое внутренние поверхности ограждений смогут отдать при конвективном теплообмене, когда внутри помещения поддерживается необходимый воздухообмен.

Кроме того, следует отметить, что кривая (см. рис. 105), соответствующая значениям температуры наружного воздуха в различные часы дня, круто поднимается в начале дня и резко падает с наступлением ночи. Период, в течение которого будет выгодно держать помещение закрытым, мало влияет на положение и характер кривой, соответствующей значениям $t_{ср.л}$ в дневные часы. Очевидно, что этот период будет более коротким, если повышение $t_{ср.л}$ в течение дня будет значительно превышать 3°С, величину, соответствующую случаю, рассмотренному на рис. 105.

По существу, комфорт в часы, когда помещение закрыто, определяется значением $t_{ср.л}$*, т. е. средней температурой всех поверхностей ограждений помещения, а не температурой той или иной отдельно взятой поверхности, кроме, конечно, случая, когда одна из поверхностей ограждения будет слишком нагретой и обитатели дома будут находиться в непосредственной близости от этой поверхности.

Количественный анализ. I случай — теплопоступления в здание. В качестве примера рассмотрим помещение, показанное на рис. 76 (жарко-сухой район). Допустим, что оно располагается в одноэтажном доме. Исследуем влияние различных конструктивных элементов на количество теплопоступлений в здание в мае. Воспользуемся для наглядности основными значениями теплового потока, проходящего через ограждающие конструкции закрытого помещения некоторых видов построек в жаркое время дня (г. Бамако, Судан, жарко-сухой климат) (табл. 14) [69]:

1) плохо приспособленное здание — крыша состоит из пустотелой бетонной плиты толщиной 15 см и облегченной кровли или из

* При малых значениях $\Delta t_{вн.в}$ $t_{ср.пом}$ представляет одновременно и температуру внутреннего воздуха, и среднюю лучистую температуру (ограждения).

Таблица 14

Рассматриваемые ограждения		Обычные ограждающие конструкции		Неблагоприятные в теплотехническом отношении ограждающие конструкции		Благоприятные в теплотехническом отношении ограждающие конструкции	
Вид ограждения	Площадь, м²	Средний тепловой поток через единицу площади, Вт/м²	Суммарный тепловой поток за 12-часовой период, Вт	Средний тепловой поток через единицу площади, Вт/м²	Суммарный тепловой поток за 12-часовой период, Вт	Средний тепловой поток через единицу площади, Вт/м²	Суммарный тепловой поток за 12-часовой период, Вт
Потолок (крыша)	16	17,9	3364	34,8	6728	6,4	1218
Северная стена	8	6,4	1392	7,5	1624	3,48	754
Южная стена	10						
Остекленные поверхности	4	20,8	998	20,8	998	12,7	615
Деревянные наружные двери	2	8,3	197	8,3	197	8,3	197
Внутренние перегородки	24	0	0	0	0	0	0
Конструкции пола	16						
Всего . . .			5950		9546		2784

алюминиевой кровли и потолочного слоя из асбестоцемента; стена толщиной 15 см выполнена из пустотелых бетонных блоков; одинарное остекление окон;

2) обычное здание — крыша в теплотехническом отношении приспособлена лучше; стены толщиной 15 см также возведены из пустотелых бетонных блоков, однако находятся под защитой свесов крыши; окна имеют одинарное остекление, но оборудованы снаружи деревянными жалюзи;

3) хорошо приспособленное здание — конструкция крыши состоит из алюминиевой кровли, слоя стекловаты толщиной 4,5 см и асбестоцементной плиты; каменные стены — из двух стенок с воздушной прослойкой между ними, снаружи стены защищены верандой, закрываемой в жаркое время дня. Окна имеют двойное остекление и оборудованы деревянными жалюзи. Во всех зданиях полотна дверей толщиной 3 см выполнены из дерева.

Как видно из табл. 14, наибольшее количество теплоты поступает через крышу. В зданиях, имеющих большой процент остекленных проемов, целесообразно устраивать двойное остекление. Однако следует отметить, что рассматриваемое помещение включает только две наружные стены, ориентированные на юг и на север. Если помещение имеет и торцовые наружные стены западной и восточной ориентации, то защита их от теплового воздействия окружения приобретает еще большее значение.

Помимо передачи через ограждения теплота вносится в помещение и в результате внутреннего воздухообмена, а также за счет тепловыделений его обитателей. Потери тепла телом взрослого человека, находящегося в относительно спокойном состоянии, путем дыхания, потоотделения, излучения и конвекции составляют примерно 70 Вт. Это достаточно ощутимое количество теплоты для находящихся в помещении. При средней разнице температур наружного и внутреннего воздуха порядка 5°С в результате внутреннего воздухообмена ежечасно будет поступать $5 \cdot 48 \cdot 0{,}325 \approx 80$ Вт тепла.

Учитывая среднюю заселенность помеще-

ния взрослыми людьми, обнаруживаем, что за 12-часовой период теплоприток за счет внутреннего воздухообмена и выделения теплоты людьми, находящимися в помещении, составляет $(70+80)12 \approx 1800$ Вт. Для хорошо приспособленного здания общий теплоприток в помещение за 12-часовой период равняется приблизительно 4600 Вт.

II случай — охлаждение внутренних поверхностей ограждений помещения в прохладное время суток. В прохладное время суток происходит некоторая теплоотдача через наружные поверхности стен и крыши здания. Однако в данных условиях теплопотери будут тем меньше, чем лучше обеспечена защита здания от солнечной радиации с помощью навесов, веранд и других солнцезащитных устройств. Следовательно, важным фактором комфорта здесь становится охлаждение конвекцией внутренних поверхностей ограждающих конструкций здания, а единственным средством для повышения его эффективности будет максимальное увеличение интенсивности естественной вентиляции помещения в прохладное время суток.

Снова обращаясь к примеру рис. 76 и допуская, что в прохладный период температура наружного воздуха будет в среднем на 2°С ниже температуры внутренних поверхностей ограждения помещения (что соответствует данным рис. 105), обнаруживаем, что за 12-часовой период наружный воздух путем конвекции может снять с внутренних поверхностей ограждения следующее количество теплоты:

$$Q = 80 \cdot 12 \cdot 2h_c \approx 4600 \text{ Вт},$$

где $h_c \approx 2{,}38$ см.

В прохладное время суток количество теплоты, отдаваемой зданием при оптимальных условиях естественной вентиляции помещений и конвективного теплообмена у внутренних поверхностей ограждения, становится равным количеству теплоты, поступившей в помещения в течение дневного времени. Однако эти данные получены в результате теоретических расчетов. В действительности вопрос охлаждения зданий представляет более сложную задачу, поскольку в прохладное время суток некоторое количество теплоты будет все же продолжать поступать внутрь здания в связи с тепловой инерцией конструкции стен и крыши.

В начале ночи тепловой поток через наружные ограждения (стены, крыши), как правило, будет направлен внутрь помещений, следовательно, последние будут нагреваться. В конце ночи тепловой поток изменит направление на обратное т. е. из помещения наружу. Следовательно, явление теплопередачи, происходящее в толще каменных ограждающих конструкций, и теплообмен конвекцией у внутренних поверхностей ограждения способствуют охлаждению помещений. Во всяком случае, теоретические расчеты требуют тщательной экспериментальной проверки и проведения натурных наблюдений и поисковых работ, что позволит дать более правильную оценку эффективности того или иного вида естественной вентиляции, способствующей охлаждению помещений в вечерние и ночные часы, рационально использовать существующие природно-климатические факторы места строительства, планировочные, архитектурно-конструктивные и эксплуатационные средства, чтобы создать и поддерживать круглые сутки в помещениях благоприятные климатические условия.

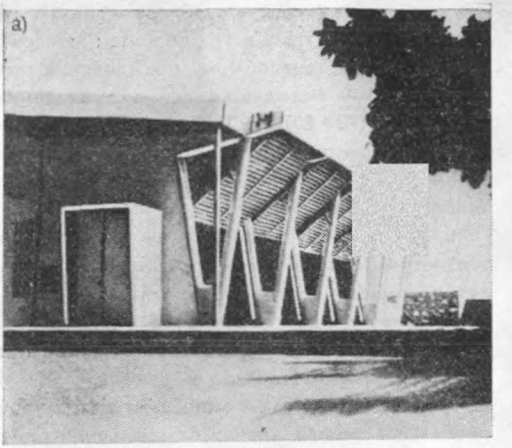
Проведенный выше теоретический анализ показывает, что в жарко-сухих районах целесообразно устраивать в зданиях трансформируемые наружные вертикальные ограждения; в этих условиях лучше всего применять трансформацию в виде подъемно-опускных с горизонтальной осью вращения стеновых панелей, которые в пределах этажа поворачиваются или откидываются наружу до горизонтального положения, что создает наилучшие условия естественной вентиляции и лучистого теплообмена в помещениях после захода солнца и ночью.

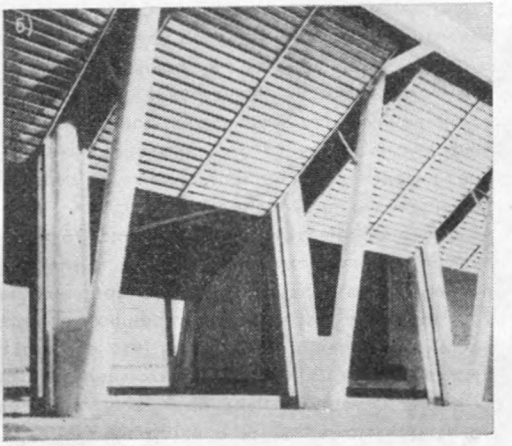
В связи с развитием науки и строительной техники, появлением новых материалов и всемерным облегчением конструкций зданий при сохранении и даже повышении их теплотехнических качеств в настоящее время появились новые архитектурные возможности регулирования микроклимата различных помещений пу-

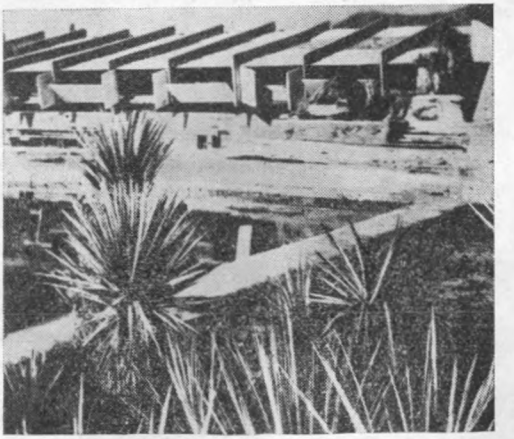
тем трансформации ограждающих конструкций, которые в процессе эксплуатации зданий могут быть перемещены для видоизменения интерьера или для связи внутреннего пространства с внешней окружающей средой. Такие здания с трансформирующимися стенами вполне применимы как в малоэтажном, так и в многоэтажном строительстве в жарких условиях.

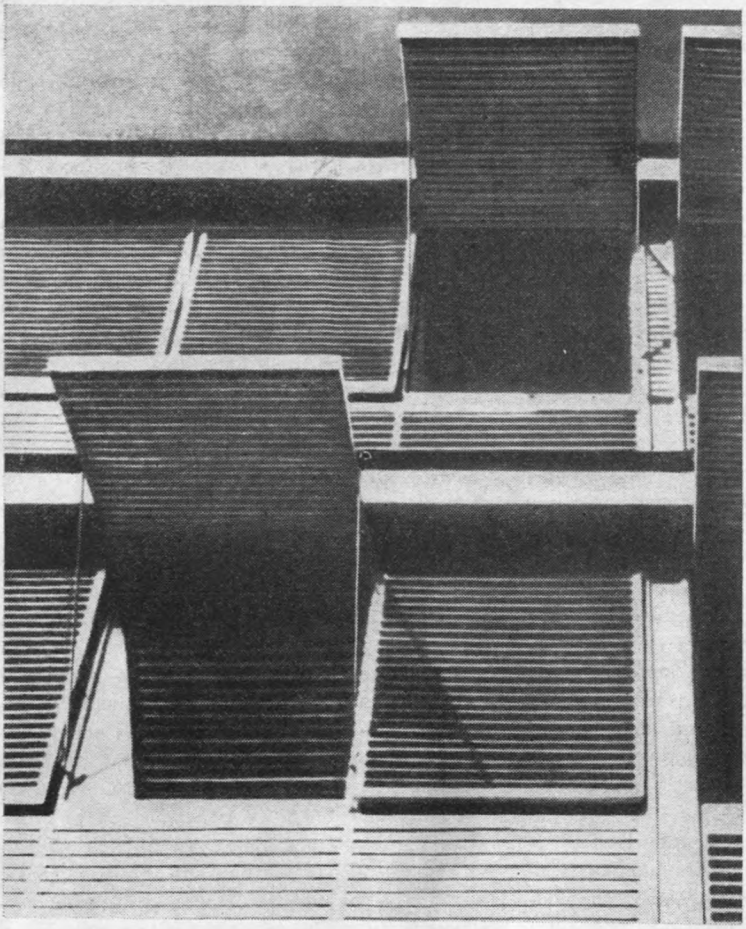
Например, в каркасных или с внутренними несущими поперечными стенами зданиях, представляющих собой сочетание прочных и устойчивых несущих конструкций с легкими наружными ограждениями, обладающими хорошими теплозащитными свойствами, имеется возможность создать в пределах этажа откидные, съемные, передвижные или поднимающиеся наружные стеновые панели. Это позволяет вести надлежащий контроль за обеспечением эффективной естественной вентиляции и условиями лучистого теплообмена в вечернее время и ночью и за периодическими (в течение суток или сезонов года) резко изменяющимися температурными условиями, характерными для жарко-сухих районов (рис. 107—110). Еще большие возможности в этом отношении открываются при возведении зданий из объемных элементов, которые к тому же могут быть хорошо приспособлены к неблагоприятным сейсмическим условиям жарко-сухих районов.

Особого внимания заслуживают дома, возведенные из монолитных объемно-пространственных блоков типа «труба», где монолитно связаны две внутренние стены и панели пола и потолка. По главным фасадам такого здания можно устроить хорошо поддающиеся трансформации откидные или поднимающиеся элементы наружных стен, поворачивающиеся вокруг шарнирного крепления в верхней или лучше в нижней своей части (верхняя подвеска стеновых панелей более сложна, чем нижняя). При откидывании панелей вниз до горизонтального положения обеспечивается более быстрое и эффективное освобождение от дневных теплонакоплений конструкций ограждения путем излучения и конвекции с внутренней поверхности наружных панелей зданий в прохладный период суток. Радиация









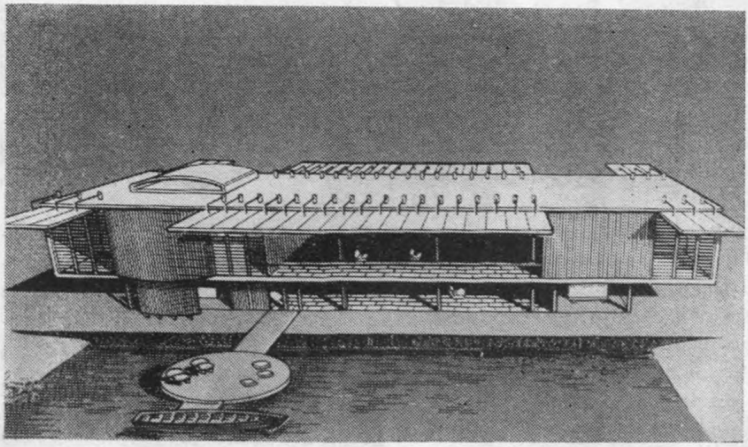
Особенности трансформации наружных ограждений зданий в условиях жарко-сухого климата

107

Здание с трансформируемыми стенами в Алжире. Арх. М. Мори:
а — общий вид;
б — фрагмент фасада

108

Трансформируемые жалюзи и ставни, представляющие единое целое. Венесуэла. Арх. Вега



109

Стеновые панели, вращающиеся вокруг горизонтальной оси, в жилом доме в пустыне. Штат Аризона. США. Арх. Ф. Л. Райт

110

Дом-платформа с поднимающимися стенами. Арх. Козимо Адаччи

земли, а также и других горизонтальных поверхностей наиболее сильная в направлении к зениту (толщина атмосферы в этом направлении является наименьшей), радиация же земли в направлении к горизонту равна нулю. Эти данные подсказывают нам, что там, где нужно увеличить ночную радиацию к зениту (особенно в жарких районах) для снижения перегрева зданий, надо проектировать их с возможно большей площадью горизонтальных поверхностей (т. е. применять трансформацию наружных стен вокруг горизонтальной оси). Увеличивать площадь плоской крыши здания нецелесообразно, поскольку днем она наибольшим образом подвержена солнечному облучению.

В зависимости от веса стеновых панелей, а также с целью облегчения их трансформации они могут конструироваться либо целиком «на комнату», либо составными из отдельных вертикальных полос-панелей на высоту этажа с плотным примыканием друг к другу. Плотное примыкание панелей наружных ограждений друг к другу и к неподвижным конструкциям может быть обеспечено прокладками из резины и пластиков; края проемов и панелей должны быть достаточно жесткими, что можно достигнуть применением каркаса из металлических уголков.

Мобильность, динамичность трансформирующегося дома соответствует тенденции современной архитектуры к изменению, подвижности. Динамические преобразования основных конструктивных элементов позволяют реагировать на изменения в функциональном процессе и на изменения, происходящие в естественной и искусственной среде, окружающей здание, и, кроме того, успешно решать разнообразные эстетические задачи.

В зданиях из объемно-пространственных блоков можно чередовать несущие группы блоков-коробок с опирающимися на них настилами перекрытий или монтировать дом из сборных замкнутых элементов, ряды которых располагаются в шахматном порядке, что позволяет создавать в многоэтажных зданиях различные по комбинации дополнительные открытые площадки-дворики, озелененные и обводненные. С наружной стороны такие дворики могут быть оборудованы разнообразными по форме перфорированными, железобетонными или выполненными из другого материала экранами.

Интереснейшим экспериментом на Всемирной выставке 1967 г. в Монреале явилось «Жилище-67» (арх. М. Сафди). Зигзагообразное в плане здание поднимается уступами на высоту 12 этажей. Жилища располагаются террасами так, что сад одного находится на крыше нижележащего. Разнообразные композиции огромных объемных элементов, заключающих в себе целые квартиры, были использованы для того, чтобы создать живописный и сложный объем громадного здания в целом. Композиционный строй сооружения обусловлен идеей максимальной сборности на основе высокой индустриализации строительства на современном уровне.

Единство дома и окружающей среды достигнуто благодаря принципиально новой концепции формообразования: свободной ориентации блок-квартир по странам света; устройству садов на крыше; включению открытого пространства в композицию «Жилища-67», которое осуществлялось построением всего объема в целом, соотношением и вариантной блокировкой элементов дома (см. табл. 1).

В последнее время появившиеся возможности изготовления объемных блоков из легких эффективных материалов привели архитекторов к разработке проектов жилищ мобильного типа. Такие дома представляют собой сочетание постоянного прочного несущего остова и легких крепящихся к нему в различных вариантах модулей-квартир. Последние могут по мере необходимости и «морального износа» заменяться другими, более совершенным по уровню удобств, комфорта и архитектурно-конструктивному решению (см. табл. 15).

Жарко-влажный климат. В жарко-влажных районах важными частными требованиями являются: открытый режим эксплуатации помещений в течение суток; осушение воздуха и уничтожение сырости в зданиях; создание надежной защиты от солнечной радиации, дождя, высокой влажности и предусмотрение специальных мер для предотвращения эрозии

почвы. Здесь наблюдается дальнейшее развитие раскрытых объемно-пространственных композиций зданий.

Во влажных районах целесообразны дома с максимальным раскрытием внутреннего пространства во внешнюю среду, что достигается путем создания больших оконных проемов и открытых вспомогательных помещений. В таком здании можно поддерживать различные потоки воздуха, а в его внешней оболочке следует предусмотреть также и защитные устройства от солнечных лучей и дождя. Этим требованиям лучше всего отвечают каркасный и с поперечными несущими стенами остовы зданий, в которых наружные стены выполняют только ограждающие функции. Такие конструкции позволяют выгодно использовать стационарные, регулируемые и трансформируемые экранирующие устройства различных типов, способствующие осуществлению более гибкого контроля за благоприятными и вредными воздействиями природно-климатических факторов. Они могут надежно защитить от солнечной радиации и дождя, содействуя одновременно беспрепятственному проникновению в помещения воздушных потоков на требуемом уровне.

Теория и практика подтверждают, что в жарко-влажных районах хотя и выдвигается проблема защиты зданий от солнечной радиации, но при ее решении никогда не возникает необходимости применять ограждающие конструкции с высокой теплоустойчивостью (или, иначе, тепловой инерцией), за исключением, может быть, конструктивного решения торцовых, восточных и западных, глухих стен. Кроме того, в этих районах суточные изменения температуры слишком незначительны чтобы прибегать к тщательной изоляции внутренних помещений здания от внешней среды, даже в часы максимальных дневных температур. Следовательно, здесь не требуется устройство более сложных откидных или поднимающихся элементов наружных стен с высокими теплозащитными качествами и теплоустойчивостью, являющихся, несомненно, наиболее эффективными в жарко-сухих условиях.

В отличие от трансформируемых ограждений зданий жарко-сухих районов в жарко-влажных целесообразны раздвижные наружные стены — либо вдвигающиеся внутрь неподвижных простенков, либо накатывающиеся на них (рис. 111). Интересно отметить, что такие ограждения могут выполнять функции жалюзи, стенок-экранов, широких и высоких раздвижных или поворотных окон и москитоулавливателей. Как правило, солнцезащитные и вентиляционные устройства делаются комбинированными, чтобы одновременно предохранить помещения от солнца, москитов, дождя и не создавать препятствия для воздушных потоков.

Раздвижные стены могут составлять около 50% площади всех наружных стен. Правда, из двух видов раздвижных стен, вдвижных и откатных, последние более предпочтительны. Крупным недостатком вдвижной стены является сложность конструкции полой стены. Кроме того, в пазухах стен, куда убираются при открывании вдвижные панели, собирается много пыли, песка и мусора, заносимого ветром. Достоинство откатных стен заключается в том, что две стены можно накатывать при открывании на один простенок при условии, что стены движутся в разных плоскостях по направляющим. Откатные стены способствуют организации более широкой связи внутреннего пространства с внешним, более эффективному проветриванию помещений и поддержанию надлежащего температурно-влажностного режима внутри дома. При этом можно раскрыть все стены сразу или частично в зависимости от положения солнца, направления ветра и воздействия других факторов. В этих условиях возможны и другие виды трансформации, в частности трансформации стен поворотом вертикальных панелей (рис. 112); применяются часто и экраны с горизонтальной осью вращения, а также типы укрупненных регулируемых жалюзи (рис. 113—115).

Жилые здания. В малоэтажном строительстве преимущественно применяют отдельно стоящие здания на опорах с незастроенным первым этажом и блокированные многоквартирные дома, расположенные в ряд и составляющие длинные узкие параллелепипеды.

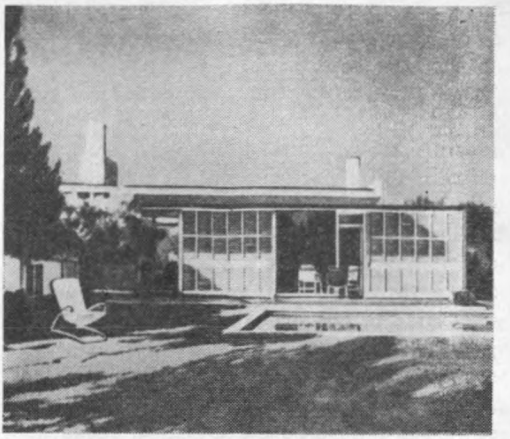
Эффективность сквозного проветривания помещений достигается размещением по ширине здания не более одной комнаты — одно-

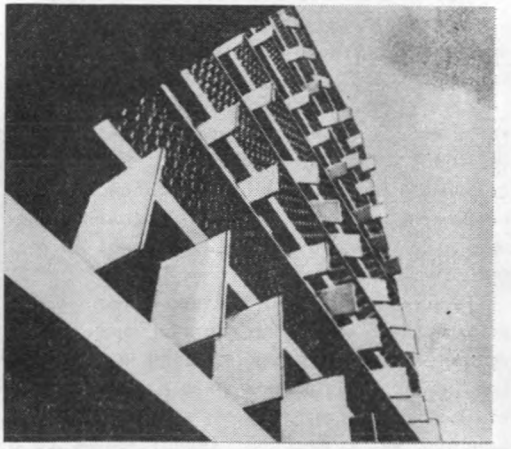
рядная планировка. Ширина корпуса, включая веранды, обычно располагаемые с двух протяженных сторон здания, около 8 м. Веранда имеет двойное назначение — как составная часть жилых помещений и как защита стен здания от солнца и дождя. Ширина веранд порядка 1,5—2,0 м.

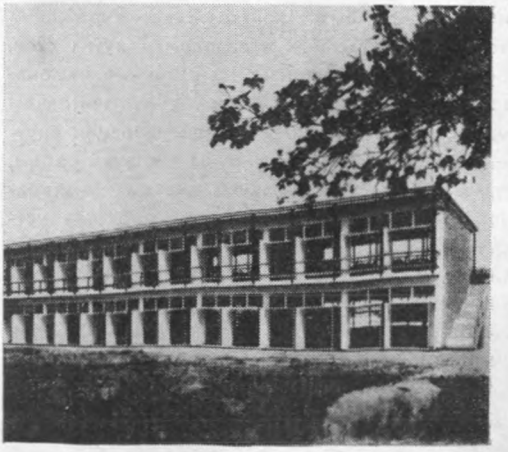
Распространению блокированных домов способствует их хорошая связь с участком, с внешней средой, а также и то, что блокировка при широтной ориентации сокращает число западных и восточных стен, подвергающихся наибольшему солнечному облучению.

В отличие от зданий жарко-сухих районов здесь помещения лучше всего располагать широким фронтом по фасаду, чтобы извлечь максимальную пользу из естественной вентиляции.

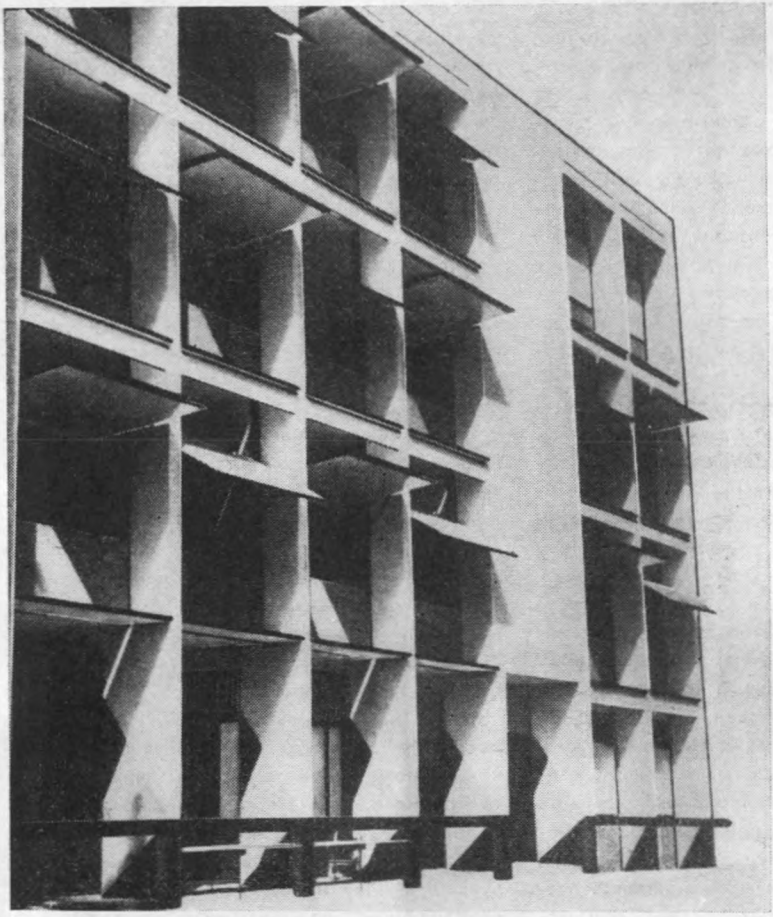
В 1959 г. арх. Кионоре Кикутаке построил близ Токио небольшой жилой дом, используя новые технические возможности и научные достижения нашей эпохи. Он представляет собой обширное квадратное жилище, высоко поднятое над крышами окружающих его небольших деревянных строений; здание покоится на четырех бетонных пилонах-столбах. Примененная конструктивная система дома была продиктована отчасти опасностью возможного разрушения во время землетрясения, поскольку район строительства характеризуется неблагоприятными сейсмическими условиями. Здание имеет легкую двойную крышу параболической формы. Внутреннее пространство составляет единое помещение, разделенное низкой передвижной шкафной перегородкой; кухня и санузел с ванной вынесены за пределы этой площади на опоясывающий здание балкон-галерею и в случае надобности могут быть перемещены в любую часть балкона-галереи или подвешены под плитой пола (см. рис. 81, 82; 116). Для обеспечения более благоприятного вечернего солнечного освещения внутреннего пространства жилище было ориентировано главным фасадом на юго-запад. Регулирование интенсивности солнечной радиации осуществляется рядом конструктивных мер: жалюзийными экранами, скользящими по краю балкона, а также подвижными экранами из специальной строительной бума-







Особенности трансформации наружных ограждений зданий в условиях жарко-влажного климата



111

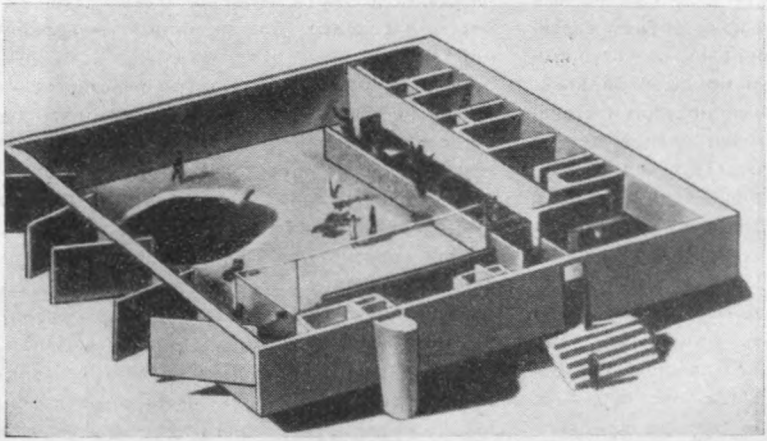
Дом в Ситже близ Барселоны. Испания. 1957. Арх-ры Кодерш и Воле

112

Трансформация стен поворотом вертикальных панелей

113

Поворачивающиеся вокруг горизонтальной оси панели стен школы в Огбомошо. Нигерия.



114

Трансформируемые стены школы в Гане

115

Трансформируемые наружные ограждения жилого дома на берегу моря. Арх. О. Нимейер

ги, которыми оборудованы оконные проемы.

Жилой дом в Нью-Агате на о. Гуам (опека США, 12° с. ш.) — пример дома, хорошо приспособленного к условиям жарко-влажного климата. Двойная крыша с вентилируемой воздушной прослойкой помогает изолировать помещения от жарких солнечных лучей. Главный жилой этаж поднят над землей и покоится на железобетонных столбах, что благоприятно сказывается с точки зрения действия на него ветра (бриза), а также защиты от наводнений и сырости. Под этим этажом располагается прачечная, гараж и другие служебные помещения.

Легкие раздвижные ограждающие конструкции позволяют иметь максимум проемов благодаря устройству горизонтально скользящих противоураганных ставен, жалюзи, противомоскитных экранов, бамбуковых ширм и других приспособлений, улучшающих вентиляцию и предохраняющих от солнца, дождя, насекомых и ураганов.

В многоэтажном строительстве распространены дома галерейного типа, а также здания с двухквартирными секциями (рис. 117, 118).

При соблюдении требований однорядной планировки помещений и устройства двусторонних протяженных открытых веранд шириной порядка 1,5 м в галерейном доме по сравнению с секционным при одинаковой протяженности число лестничных клеток меньше. Преимуществом является и возможность устройства в торцах открытых лестниц; они могут быть любой этажности [53]. Секционные дома целесообразны только с двумя квартирами на лестницу, с поперечными несущими стенами и при средней и повышенной этажности. Дома с поперечными несущими стенами с конструктивной точки зрения весьма эффективны; они позволяют применять наиболее экономичную ширину секции: так, в 5-этажных 6-секционных домах с укрупненным шагом внутренних поперечных стен она равна 10,94—11,28 м. Высокие многоэтажные здания выгодны и в отношении обеспечения естественной вентиляции помещений, что обусловлено одновременным действием ветрового и теплового напоров (см. рис. 68).

Однако высокие здания создают препятствия на пути движения воздушных потоков к другим строениям, расположенным с подветренной стороны. В таком случае дома можно поднять на опоры, тем самым создав воздушные каналы под ними (при этом помещения первых этажей предохраняются от грунтовой сырости и насекомых).

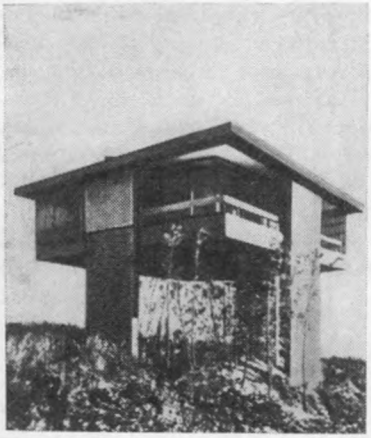
Воздушные каналы можно устроить и по высоте здания, если оставить незастроенными целые этажи или предусмотреть отдельные сквозные пространства на различных этажах. Такие открытые сквозные пространства будут выгодны и самому зданию, облегчая проветривание квартир и охлаждение ограждающих конструкций.

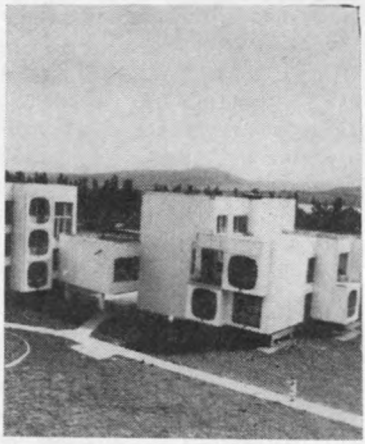
Под зданиями на опорах создаются прохладные сухие пространства с озелененными площадками для отдыха взрослых и игр детей (см. табл. 15).

В жарко-влажных районах такие здания обычно имеют водонепроницаемую крышу, большие кровельные свесы и, самое главное, неблоьшую ширину (обычно 8—11 м и не больше глубины комнаты), с тем, чтобы воздушные потоки, проходя сквозь него через проемы, незначительно снижали свою скорость. Лучше всего отвечают условиям жарко-влажного климата многоэтажные здания галерейного типа. Небольшая ширина корпуса, помещения, занимающие всю его глубину, устройство галереи на южном фасаде, а в лучшем случае и лоджии на северном, предохраняющие от чрезмерной инсоляции и дождя, повышают санитарно-гигиенические качества и создают благоприятный микроклимат [79].

В планировочной структуре квартир таких домов на галерею, как правило, выходят кухня, санузел и передняя, обусловливая более эффективное их проветривание, они же образуют дополнительный теплозащитный барьер для основных жилых помещений.

При квартирах с 3—4 комнатами иногда устраивают одну галерею, обслуживающую два или три этажа. При этом квартиры располагаются как в двух уровнях, так и в одном. Построение квартир в двух уровнях позволяет изолировать спальную часть от галереи. Так же как в блокированных домах, в нижнем





Во влажных районах целесообразны жилые дома открытого типа, тесная взаимосвязь внутреннего пространства которых с природной средой достигается благодаря использованию больших оконных проемов и открытых вспомогательных помещений

116

Дом «Неба»
в Токио. Япония.
Арх. К. Кикутаке



117

Турбаза «Озерное»
в Пятигорске

118

Санаторий
«Приморье» в Сочи

уровне обычно размещаются передняя, общая комната и кухня, а в верхнем — спальни и санузел.

В коридорных типах зданий, как и в галерейных, часто смещаются уровни галереи и прилегающей к ней части дома на $^1/_2$ этажа по отношению к другой части дома.

В домах жарко-влажных районов внутренние перегородки располагают в направлении, параллельном движению воздушных потоков. Если же необходимо установить внутренние перегородки перпендикулярно направлению движения воздуха, то следует не доводить их до потолка, а заканчивать на уровне верха дверей или предусматривать в них проемы, оборудованные жалюзийными решетками.

В жарко-влажных районах широко применяют раздвижные и передвижные внутренние перегородки, а также передвижные шкафы-перегородки (см. рис. 81, 82).

Жилые здания в районах с жарко-влажным климатом имеют обычно открытую внутреннюю планировку; двусторонняя ориентация квартир и использование различных солнцезащитных устройств способствуют эффективному сквозному проветриванию, созданию в квартире затененных и более прохладных помещений.

Внутренние помещения по отношению друг к другу стараются максимально раскрыть, сливая их между собой и облегчая воздухообмен. И здесь преимущество получают современные большепролетные конструкции, позволяющие максимально освободить внутреннее пространство здания. В жилых домах спальни и комнаты дневного пребывания должны быть защищены со стороны западных, восточных и южных стен от солнечной радиации и в то же время иметь умеренное сквозное проветривание через жалюзи или двери, открывающиеся на веранды, лоджии и т. п., а потому их ориентацию надо приближать к направлению господствующих ветров. Кроме того, для усиления проветривания помещений применяют свободную систему застройки с расстановкой зданий, обеспечивающей доступ воздушных потоков в помещения.

Лестничные клетки и торцы коридоров в районах с влажным климатом строятся часто открытыми. В случае односторонней ориентации квартир в домах устраивают вентиляционные шахты. Если кухню в жарких районах располагают в затененном месте, то во влажных условиях она к тому же должна иметь хорошее естественное проветривание. Теплота и запахи от кухонного очага не должны поступать в жилые помещения дома. Их следует отгораживать от кухни двумя шлюзами. Кладовые обычно располагают между кухней и столовой или гостиной. В таких кладовых хранят запасы пищевых продуктов, посуду, а также устанавливают холодильник, поскольку он является отчасти и источником тепла. Ванная и туалетная должны быть изолированы от жилых помещений. В многоэтажных домах требования и приемы обеспечения самостоятельной линии проветривания и изоляции санузлов и кухонь в основном те же, что и в больших домах жарко-сухих районов. Характерные для жарко-влажных районов вспомогательные внешние помещения (веранды, террасы, эркеры и т. д.) устраивают открытыми. Однако при этом должны быть предусмотрены защитные устройства от дождя. Для охлаждения потоков воздуха, входящих внутрь помещений, следует располагать здания таким образом, чтобы поступающий воздух проходил через зеленые насаждения и с теневой стороны домов. Посадка близ здания густых деревьев создает препятствие для воздушных потоков, направляющихся в помещения. Они также могут быть причиной сырости. Поэтому лучше всего воспользоваться маркизами, жалюзи и другими аналогичными подвижными устройствами, облегчающими регулирование лучистого теплопоступления.

За последнее десятилетие в проектировании многоэтажных жилищ для юга СССР улучшены как объемно-планировочные решения квартир, так и художественная выразительность и архитектурная композиция зданий в целом.

16-этажный односекционный жилой дом в Баку был недавно возведен из железобетона методом скользящей опалубки. Это сложное по очертаниям здание хорошо отвечает местным природно-климатическим условиям; конфигурация его плана такова, что позволяет

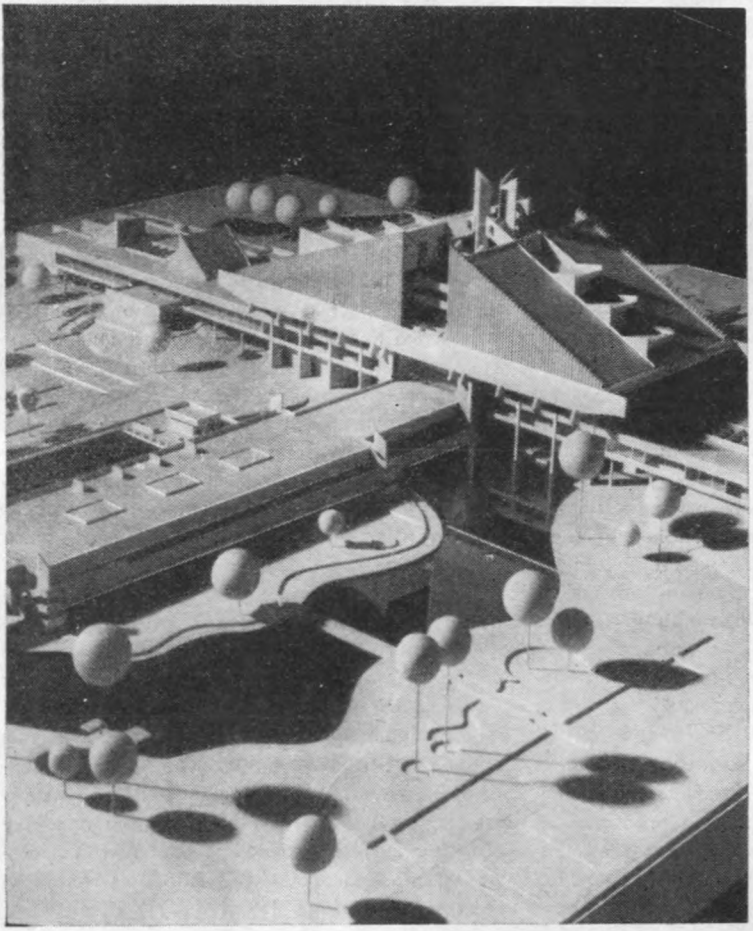




Жарко-влажный климат и объемно-пространственная структура общественных сооружений

119

Корпус сельскохозяйственного факультета Политехнического института в г. Конакри. Гвинейская Республика



120

Пансионат «Зеленая Роща» в Сочи. 1975. Арх. И. Ярошевский, инж. В. Матковский

121

Дворец пионеров в г. Ханое. Вьетнам (первый вариант проекта). Арх-ры К. Шехоян, А. Щеглов, Л. Кубланов, В. Иванов, В. Хаханов; инж-ры А. Плакс, М. Пильдес

обратить в сторону неблагоприятного ветра глухие стены и лестничные клетки, а в наиболее предпочтительную (южную) — основной фронт квартир. Последние имеют двустороннюю ориентацию, обеспечивая угловое проветривание помещений. Дополнительные небольшие окна, ориентированные на запад и восток, оборудованы солнцезащитными устройствами.

На основе блок-квартирного метода с применением изделий серии 135 ДСК Батуми запроектированы 9- и 12-этажные дома, предназначенные для строительства в жарко-влажном климате Грузии (архитекторы К. Биркая, З. Какалашвили, А. Гачечиладзе, Н. Кумсиашвили, 1978). Блок-квартиры, объединенные в две пластины и связанные между собой лестничной клеткой открытого типа и перекидными балконами, создают органичную композицию блок-секции или блок-дома с внутренними двориками-курдонерами. В отличие от секционных или секционно-галерейных образований в данной структуре дома шириной до 20 м достигнуто существенное повышение линейной плотности застройки.

Тем же коллективом авторов было разработано интересное проектное предложение 16-этажного башенного дома. Его объемно-планировочная структура имеет развитый план с системой летних помещений. Защита от перегрева обеспечивается проветриванием квартир и затенением комнат как периметральными балконами, так и собственными объемами дома [4].

В проекте многоэтажного жилища нового типа для семей из трех поколений (арх. А. Пхакадзе, 1978) был заложен принцип галерейно-секционного построения здания с внутренними двориками-курдонерами.

Архитектурная композиция дома с максимально раскрытым первым этажом и переменной этажностью (9—16 этажей), а также ломаной формой в плане благодаря применению направляющих трехлучевой системы лестнично-лифтовых узлов обладает большой гибкостью, отвечая специфике многообразных и сложных природных условий Закавказья.

В проекте осуществлено рациональное функциональное зонирование квартир, опирающееся на традиции быта грузинского народа. Размещением помещений в двух и трех уровнях с перепадом на пол-этажа произведено вертикальное членение внутриквартирного пространства, органично связанного с галерейно-секционной структурой дома. Это позволило запроектировать большие квартиры с широкой гаммой схем эксплуатации для различных возрастных групп членов семьи.

Целесообразным оказалось предусмотрение вспомогательных помещений в глубине корпуса.

Особенно удачно решена планировка дневной части квартиры, где достигнута взаимосвязь общей комнаты с кухней, санузлом и открытым помещением. Возможность трансформации кухни в летнее помещение создает удобства для ведения хозяйственных процессов на открытом и затененном месте около внутреннего дворика [4].

В условиях жарко-влажного климата особое место занимают террасные типы многоэтажных домов. Они позволяют создавать разнообразные и выразительные пространственно-композиционные решения квартир и домов, которые могут быть применены не только для сложного рельефа, но и для равнинных местностей. Террасные дома обладают большой гибкостью планировки при развитии их в вертикальном направлении.

Различной организацией объемно-планировочной структуры дома по этажам можно не только получить террасы при каждой квартире, но и создать оптимальные условия затенения помещений собственными объемами здания и защиты проемов и стен от косых дождей (см. табл. 15).

Общественные здания. В структурах и формах этих видов сооружений специфика жарко-влажного климата отражена не в меньшей степени. Она обнаруживается в стремлении к большей открытости различных по назначению помещений и их тесной связи с внешней средой, в использовании более крупных трансформируемых элементов внешнего ограждения, разнообразных по форме и пластике солнцезащитных экранов и особенно солнцерезов, превращающихся порой в несущий каркас здания (рис. 119, 120, 121).

Как правило, малоэтажные общественные здания строятся по принципу блочно-павильонной композиции со свободной расстановкой корпусов, соединенных между собой крытыми легкими переходами или не имеющих непосредственной связи; это позволяет создавать нормальный режим инсоляции, естественной вентиляции и освещения помещений, учитывать рельеф местности и направление ветров, хорошую связь с участком. Данное решение характерно для комплексов учебных зданий, предприятий торговли, выставок и т. п.

Примером тому служит построенный при содействии СССР (проект Гипровуза) в г. Конакри (Гвинейская республика) комплекс Политехнического института, состоящий из четырех узких павильонов-корпусов галерейного типа (4-этажного главного с актовым залом, двух 3-этажных учебных корпусов и одноэтажного лабораторного корпуса, связанных крытыми переходами).

Все световые проемы корпусов оборудованы стеклянными регулируемыми жалюзи, а в их верхней части предусмотрены для аэрации решетки стационарного типа. Лестницы, вынесенные из объемов корпусов, открытые. Вынесен из главного корпуса и актовый зал, огражденный железобетонными солнцезащитными экранами ячеистого типа. Возможно, недостатками в этом комплексе являются излишняя высота помещений (4,20 м в чистоте) при ширине галерей около 1,5 м и отсутствие дополнительных галерей со стороны северного протяженного фасада; как показала их эксплуатация, помещения недостаточно защищены от косого дождя (см. рис. 119).

Аналогичный принцип планировки лег в основу технического колледжа, прилегающего к институту с востока, гвинейского учебного комплекса г. Киндии, группы школьных зданий г. Касабланка (Марокко). Здания спроектированы преимущественно с односторонним расположением почти квадратных учебных помещений, имеющих хорошую широтную ориентацию и расстановку ученических мест. В них широко применены полностью открывающиеся раздвижные или складные рамы наружного ограждения, позволяющие использовать коридор как открытую галерею, а классы — как полуоткрытое помещение.

Проект ансамбля Дворца пионеров в г. Ханое во Вьетнаме (архитекторы К. С. Шехоян, А. В. Щеглов и др., 1981) разработан на основе глубокого изучения национальных традиций, функциональных, геологических и климатических факторов и применения передовой техники. При этом была использована методика, разработанная автором настоящего труда, внедрены принципы современной организации системы солнцезащиты и учета местных особенностей окружающей среды в архитектуре. Это позволило создать единство пространственной композиции, простых и лаконичных по форме объемов сооружений и элементов природного ландшафта, хорошо отвечающих условиям жарко-влажного климата (рис. 121).

Композиция генерального плана построена на крестообразном пересечении основных планировочных направлений комплекса: оси север — юг и запад — восток.

Двухэтажная часть широтной ориентации представляет собой здание-мост, раскинувшийся над водной акваторией. Здесь размещены зоны технического творчества и художественного воспитания, объединенные обширным центральным вестибюлем. Кружковые комнаты распределились вдоль внутренних двориков, в которые выходят открытые галереи. Над этим двухэтажным стилобатом учебно-спортивной части возвышается архитектурный объем, являющийся композиционным и идеологическим ядром ансамбля. Он заключает в себе все главные крупные помещения, группирующиеся вокруг традиционного зала с комнатой Хо Ши Мина и партии, и связан с эспланадой южного входа открытым пандусом.

Все сооружение комплекса Дворца пионеров поднято на этаж над поверхностью земли, что создало возможность активного проветривания приземного слоя воздуха, нейтрализуя неблагоприятное влияние вредных испарений от переувлажненных почв на микроклимат помещений.

При проектировании госпиталей и больниц необходимо учитывать высокие санитарные

требования, предъявляемые к таким типам зданий: обеспечение эффективной вентиляции и защиты от перегрева; максимальное использование дезинфицирующих свойств солнечных лучей, благоприятного природного окружения; строгая изоляция палат от различных насекомых и др. Для их планировки характерна односторонняя застройка коридоров, но встречаются и другие решения. Например, в Рио-де-Жанейро госпиталь представляет собой узкое многоэтажное здание на опорах, расположенное на берегу Атлантического океана. Внутренний коридор, смещенный к западу, отделяет ориентированный на восток к океану ряд больничных палат от комплекса служебно-административных помещений. Весь западный фасад оборудован солнцезащитным экраном стационарного типа, в то время как палаты имеют возможность регулировать связь с внешней средой с помощью трансформируемых элементов внешнего ограждения.

Для лучшего проветривания помещений в тех жарко-влажных районах, где наблюдается, как правило, слабое движение воздуха, желательно, чтобы плоскость световых проемов была ориентирована перпендикулярно направлению господствующих ветров. Однако это направление не всегда совпадает с наиболее выгодной постановкой здания в отношении солнечной радиации. В таких случаях нередко применяются планы пилообразного очертания с таким расчетом, чтобы комнаты были направлены навстречу господствующим ветрам, тогда как само здание расположено так, что оно подвергается минимальному солнечному облучению.

Подобное решение плана имеет здание больницы в Момбасе (Кения, Центральная Африка). Окна в палатах ориентированы в направлении господствующих ветров, тогда как фронт палат обращен на северо-восток. Пилообразное очертание передних стен палат способствует проникновению потоков воздуха с трех сторон. Кроме того, такие выступающие углы образуют завихрения, усиливающие естественную вентиляцию помещения. Палаты оснащены трансформирующимися дверными панелями во всю стену, открывающимися на веранду. В целях защиты от прямых солнечных лучей веранды снабжены со стороны фасада деревянными решетками жалюзийного типа.

При строительстве многоэтажных гостиниц, конторских зданий и госпиталей рекомендуется одностороннее расположение номеров и помещений для усиления эффекта проветривания. В таких случаях связывающий их коридор-галерея либо экранируется «дышащими стенами» (или другими солнцезащитными устройствами), либо остается открытым. На фасаде, куда обращены помещения, применяют различные системы солнцерезов и регулируемых жалюзи.

Так, в гостиницах весьма распространен прием оборудования такого фасада системой солнцерезов, укрупненные ячейки которого охватывают поэтажно каждый номер гостиницы, превращаясь в своеобразные лоджии и конструктивный каркас здания. Рестораны гостиниц, обычно вынесенные из здания, имеют круглый или квадратный план и оснащаются крупными трансформируемыми элементами ограждений (см. табл. 15).

Именно такое архитектурно-планировочное решение получили гостиница «Камайен» и «Отель де Франс» в г. Конакри (Гвинейская Республика). Встречаются и малоэтажные гостиницы блочно-павильонной композиции, объемные элементы которой свободно расположены среди природного окружения, например отель «Прадо-дель-Рио» (Венесуэла).

Искусственный климат помещений. Хотя в данной работе рассматриваются и анализируются только архитектурные, естественные и эксплуатационные средства для создания наилучших условий комфорта и все высказанные выше соображения относятся к зданиям, не имеющим установок и систем для искусственного охлаждения, будет уместным коснуться и вопроса кондиционирования воздуха помещений, а также внедрения других средств искусственного регулирования микроклимата, способствующих повышению санитарно-гигиенических качеств зданий (особенно многоэтажных) в жарких климатических районах.

Как правило, в большей части тропическо-

го мира строительство зданий с кондиционированием воздуха не является неизбежной необходимостью. Однако при высокой плотности застройки городских районов, характеризуемых крайне неудовлетворительными условиями вентиляции, и там, где уличный и производственный шум, пыль и загрязненная атмосфера создают неблагоприятную среду, строительство зданий с кондиционированием воздуха становится необходимым.

При этом следует отметить, что в силу высокой стоимости систем кондиционирования воздуха и значительных эксплуатационных расходов их следует использовать лишь в высокостоимостных зданиях, таких, как административные дома, первоклассные гостиницы, архивы, книгохранилища, картинные галереи, крупные больницы, лабораторные корпуса и т. п., т. е. где необходимо поддерживать точные кондиции воздуха.

Однако не только экономическими соображениями продиктовано довольно ограниченное применение системы кондиционирования воздуха в гражданском строительстве. При осуществлении ее создаются условия, неблагоприятные для человека в физическом и психологическом отношении: имеет место очень сильный контраст между внешним климатом и кондиционируемой средой, приводящий к нарушению психического и физического равновесия организма человека.

Кроме того, исследования гигиенистов показывают, что наружный воздух, поступающий в помещение через калориферы, вентиляторы и длинные воздуховоды, утрачивает отрицательные ионы и этим ухудшает свои биологические качества.

В тех случаях, когда все же необходимо применить кондиционную установку, не следует забывать и о естественных средствах улучшения микроклимата, которые помогут сократить расходы на нее. И этому будут способствовать правильный выбор участка под строительство, соответствующая ориентация, план и форма здания, обводнение и озеленение территории и т. д.

При этом более здоровых и благоприятных условий для человека в жилых домах можно достигнуть именно благодаря рациональному совместному использованию как естественных, так и искусственных средств (бытовых автономных кондиционеров) регулирования микроклимата в квартирах, а также целесообразной организации их внутреннего пространства.

Экономичный дом с кондиционированием воздуха должен иметь компактный план и небольшую высоту помещений, так как расходы по эксплуатации находятся в прямой зависимости от объема воздуха, потребного для охлаждения. Тенистый участок поможет уменьшить количество получаемой солнечной избыточной теплоты; трава или другой зеленый покров земли понизят излишние теплопоступления за счет отраженной солнечной радиации.

Поскольку в доме с кондиционированием воздуха не надо заботиться о сквозном проветривании помещений, то ориентировать здание надо с учетом инсоляции, перегрева и нормального естественного освещения. В этом отношении ориентация здания длинной осью в направлении восток — запад является наиболее благоприятной.

С той же целью целесообразно применять на наружной поверхности стен и крыши облицовку с высокой отражательной способностью (белая поверхность). Стены и потолок должны обладать высокими теплозащитными качествами. Чердачное помещение следует хорошо проветривать. Нагретый воздух не должен проникать через неплотности и щели в ограждениях.

Стены обязательно должны быть теплоустойчивыми, чтобы уменьшить максимальную тепловую нагрузку и содействовать стабилизации внутренней температуры помещений.

Для обеспечения нормальных условий освещенности помещений естественным светом следует применять допустимый минимум остекленных поверхностей в наружных ограждениях, с тем чтобы ограничить избыточный теплоприток. Это особенно важно в жаркосухих районах, где поверхность земли обладает высокой отражаемостью. В этих условиях целесообразно применять двойное остекление, снижающее внешние теплопоступления в помещения.

В жарких влажных районах кондиционные установки к тому же должны осушать воздух внутри здания. Поэтому не следует допускать повышения влажности в кондиционируемой зоне. Влага не должна просачиваться через щели и неплотности в ограждениях зданий, а также и увлажнять водонепроницаемые стены. Такие стены изолируют от влаги с наружной стороны, а не с внутренней, как это обычно делают. Бетонный пол, располагаемый на сырой земле, должен иметь гидроизоляционный слой. Иногда применяются кондиционеры, только осушающие воздух.

Для зданий, расположенных в районах с жарким и сухим климатом, хорошими эксплуатационными качествами обладают упрощенные кондиционеры с орошаемыми водой слоями волокнистых материалов, охлаждающее действие которых основано на понижении температуры воздуха вследствие испарения с волокнистого материала.

Кондиционеры испарительного охлаждения способны подавать в помещения воздух с температурой на 13—17°С ниже, чем температура наружного воздуха.

Наиболее целесообразной с точки зрения гигиенической, технической и экономической является система радиационного охлаждения, основу которого составляют, как и при лучистом отоплении, главным образом потолочные или стеновые панели (может быть, и охлажденный пол) с заделанными в них трубчатыми змеевиками или регистрами с циркулирующей в них охлажденной водой. Эта система обеспечивает усиленный теплообмен человека с охлажденными панелями стен и потолка. При этом имеют место ничтожные конвективные токи воздуха, не требуется герметизация помещения, окна могут быть открытыми и охлаждающий эффект достигается при сравнительно небольшом понижении температуры воздуха помещения (на 2—4°С). Это весьма существенное преимущество радиационного охлаждения, особенно для жилых домов, больниц и санаториев. Понижение температуры воздуха в помещении при радиационном охлаждении, естественно, влечет за собой соответствующее увеличение относительной влажности воздуха. Такой фактор будет благоприятным в условиях жарко-сухого климата, но отрицательным — в жарко-влажном.

Использование солнечной энергии в условиях жаркого климата. При проведении дальнейших работ должны быть изысканы возможности использования солнечной энергии для охлаждения зданий. Это важный вопрос для жарких районов, где солнце сможет предоставить аппаратам охлаждения неиссякаемую энергию большой силы. В таких районах время максимальной инсоляции точно совпадает с периодом, когда возникает потребность в наибольшем охлаждении. Следовательно, аппараты смогут обеспечить подачу максимума холода как раз в то время, когда в нем больше всего нуждаются.

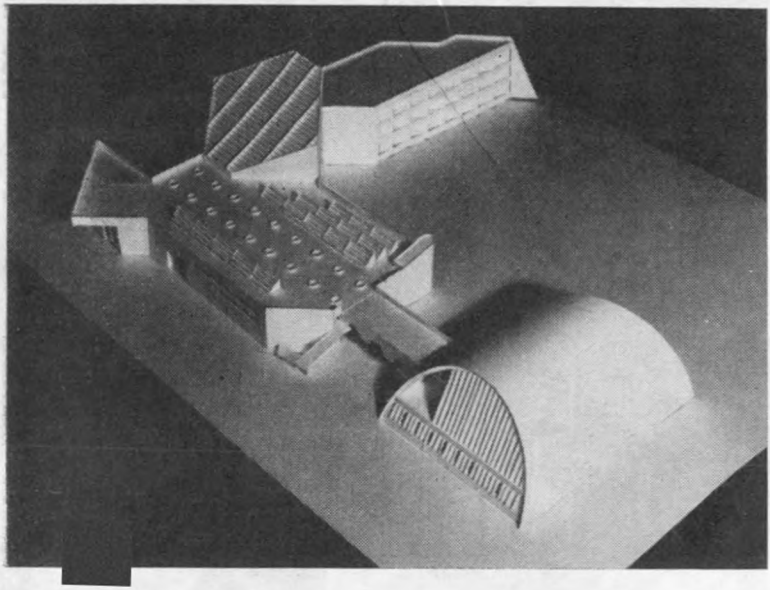
В нашей стране и за рубежом ведутся активные научные исследования и расширяется экспериментальное строительство зданий с системами солнечного теплохладоснабжения. Известный вклад в развитие идеи солнечной энергетики внесла ООН, организовавшая в Риме в 1961 г. симпозиум по изучению практических возможностей использования энергии Солнца. В 1972 г. был проведен семинар в Ниамлее (Нигер) по проблеме солнечной энергии, а в 1973 г. в Париже — международный конгресс «Солнце на службе человека».

В настоящее время значительные средства на разработку соответствующих проектов выделяются в США, Франции, Японии, Италии, Англии, Австралии, Индии и других странах.

Согласно прогнозам американских специалистов, за счет солнечной энергии США рассчитывают покрыть к 2000 г. до 30% своих энергетических потребностей.

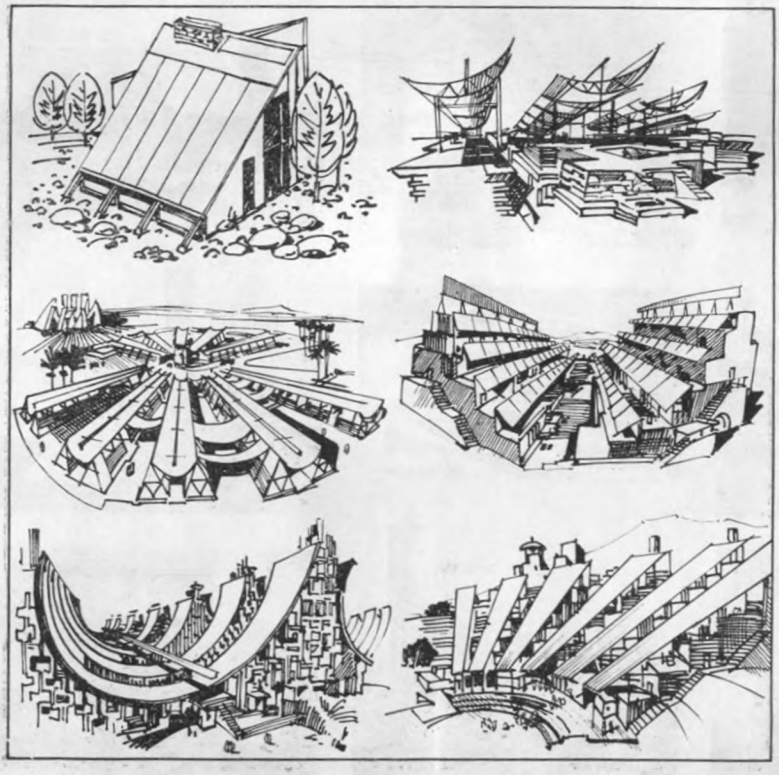
Советские ученые проблеме освоения солнечной энергии уделяют большое внимание. Исследования, опытно-конструкторские и проектные разработки в этой области осуществляются в Министерстве энергетики и электрификации СССР, Академии наук Узбекской и Туркменской ССР и в ряде проектных и научно-исследовательских институтов: КиевЗНИИЭП, ТбилЗНИИЭП, ТашЗНИИЭП, УзНИИПградостроительства.

Научно-исследовательская и проектная ра-



Освоение солнечной энергии в условиях жаркого климата составляет важную проблему использования ее для повышения уровня комфорта в зданиях. В этих районах время максимальной инсоляции точно совпадает с периодом, когда возникает потребность в наибольшем охлаждении помещений, а солнце сможет предоставить аппаратам охлаждения неиссякаемую энергию большой силы

122



Общественный центр жилого комплекса научного городка в Ашхабаде. Арх-ры Ю. Соколов, В. Раннев, Н. Федяева

123

Различные формы и структуры «солнечной» архитектуры

СССР И СТРАНЫ СОЦИАЛИЗМА

Общественные сооружения

Здание в Алма-Ате.
Дом отдыха «Понизовка», Крым. Курорт «Албена», НРБ.
Научный центр, Куба

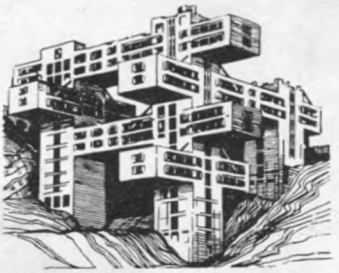
Жилые здания

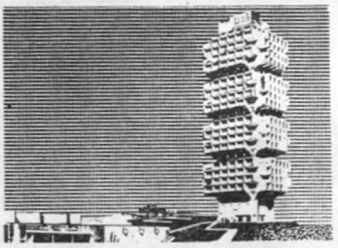
Дома-консоли, Тбилиси.
Пансионат «Ставрополь», Сочи.
Гостиница «Кубань», НРБ.
Реконструкция г. Скопье, арх. К. Танге

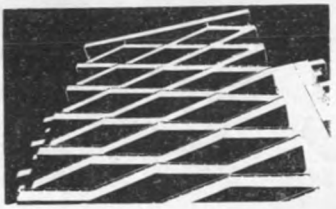
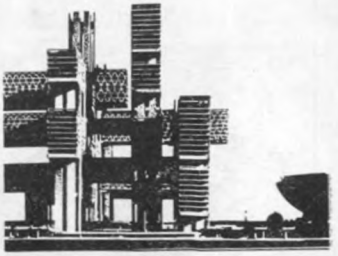
КАПИТАЛИСТИЧЕСКИЕ

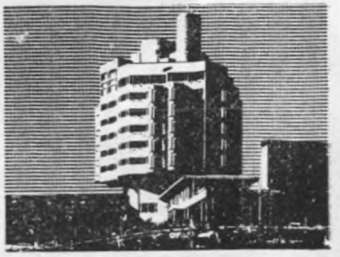
Общественные сооружения

Госпиталь в Барселоне.
Торговый центр в Каракасе.
Район Цукидзи, арх. К. Танге.
Отель «Тигасаки», арх. К. Кикутаке

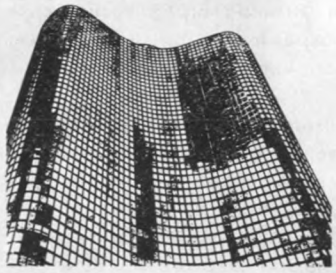
СТРАНЫ

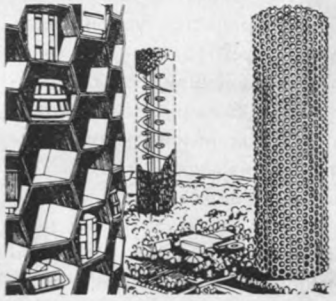
Жилые здания

Порт — Камарг, Франция.
Жилые дома, Испания.
Дом-башня, Чикаго, США.
Дома-соты, архитекторы Поль и Джармуль









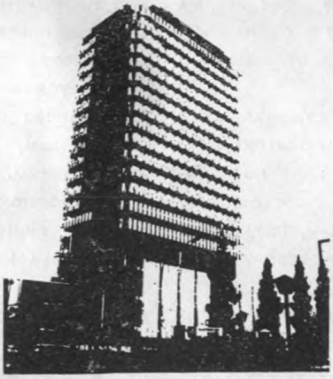
РАЗВИВАЮЩИЕСЯ СТРАНЫ

Общественные сооружения

Госпиталь в Киншасе.
Центр искусств, Перу.
Здание в Киншасе, Заир.
Университет в Чандигархе, Индия.





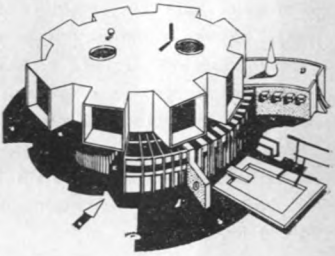




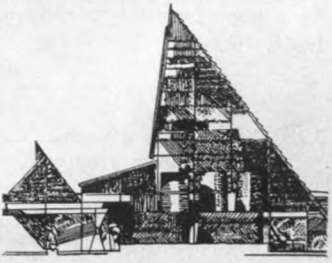
Жилые здания

Жилище в Касабланке, арх. Ж. Кандилис. Проекты двух домов, Заир, арх. С. Ортолани. Солнечная архитектура.









бота проводится в НИС МАРХИ под руководством проф. Ю. Н. Соколова (рис. 122).

В настоящее время наметились две тенденции развития «солнечной» архитектуры. Первая связана со строительством зданий с системой улавливателей солнечной энергии, которые могут быть представлены как в виде фокусирующих, так и плоских коллекторов. Последние устанавливаются либо на крыше, либо на фасадах сооружений, однако в архитектурном плане ничего существенно не меняют. Так, в местностях, где отсутствуют источники электроэнергии, подогрев воды для хозяйственных и домашних нужд можно осуществить с помощью солнечной энергии. С этой целью на крышах зданий размещают водогрейные установки в виде плоских трубчатых застекленных панелей и резервуаров, обеспечивающих нагрев воды.

В Советском Союзе разработаны система и установки для охлаждения (кондиционирования) воздуха помещений в условиях жарко-сухого климата. С 1972 г. в Туркменской ССР эксплуатируется трехэтажный девятиквартирный дом, оснащенный такой системой. В Ашхабаде введены в эксплуатацию три жилых дома (общее число квартир 128) с солнечным кондиционером хладопроизводительностью 34 800 Вт.

Вторая тенденция развития строительства связана с «биоклиматической» архитектурой, которая оказывает влияние как на градостроительную организацию пространства, так и на форму отдельных зданий, повышая в целом уровень комфорта и качество окружающей среды (рис. 123).

Подача холода является коренным усовершенствованием санитарного оборудования жилищ и общественных зданий в жарких странах, но, конечно, не снимает вопроса о борьбе с перегревом и более простыми мерами (табл. 15).

3.2. Характерные черты планировки и застройки городов

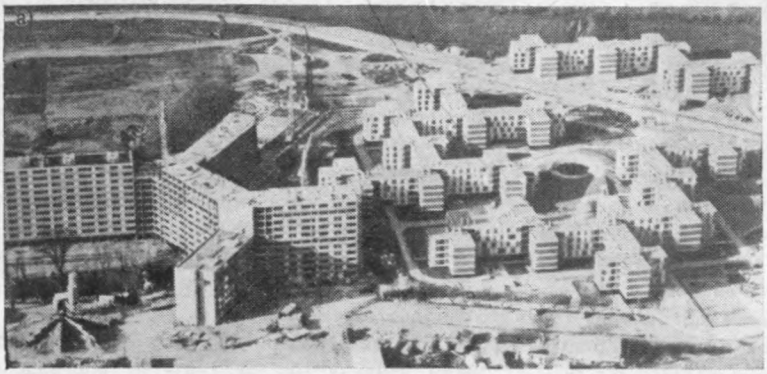
В отличие от архитектурных задач, решаемых при создании отдельных зданий, проблема образа города и организации его системы намного более значительна по своим масштабам и является сегодня ведущей в архитектуре.

Структура современного города, расположение и взаимосвязи его частей, их соотношение с окружающей средой весьма сложны и зависят от целого ряда факторов (природных, социально-экономических, инженерных, исторических и др.), взаимодействие которых порождает трудности, а порой и противоречия в планировочной организации города.

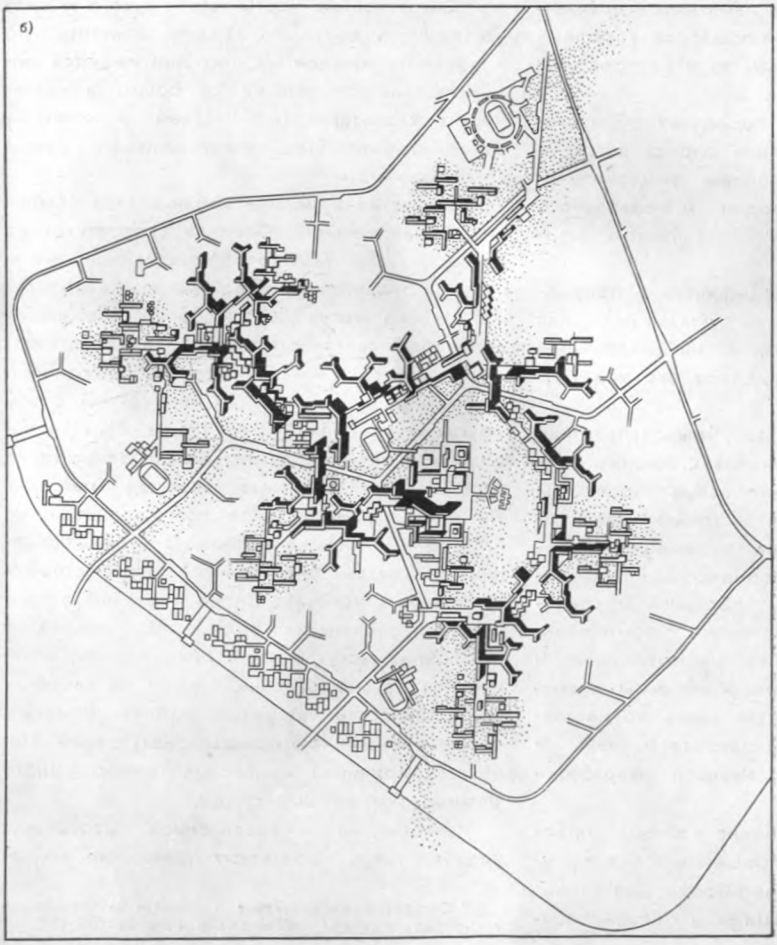
Главенствующее значение в формировании архитектурно-пространственной городской среды придается обычно той или иной группе факторов в зависимости от сложившейся обстановки и задач, поставленных в связи с образованием или развитием данного города. Однако вне учета природных условий не мыслится ни одно проектное решение.

Многочисленные города, сформировавшиеся и реконструируемые, развивающиеся и вновь строящиеся, находятся в разнообразных климатических и ландшафтных условиях. Эти условия оказывают непосредственное влияние на архитектурно-планировочные решения. Следовательно, планировка и застройка города должны производиться с учетом климатических условий и физико-географической среды, отвечая одновременно функциональным, социальным, экономическим и эстетическим требованиям.

Природно-климатические условия жарких районов существенно отличаются от стран с умеренным климатом, поэтому и градостроительство здесь должно носить совершенно иной характер. Изучение специфики застройки городов в условиях жаркого климата стало за последнее время очень актуальным как вследствие ускорения процессов урбанизации, носящей глобальный характер, так и в связи с революционными изменениями в социально-политической жизни большинства народов стран Африки, Азии и Латинской Америки, освободившихся от колониального гнета. Для будущего этих развивающихся молодых государств исключительно важное значение имеет правильное разрешение проблемы урбанизации, основывающейся на последних дости-



Планировка и застройка города должна производиться с учетом климатических условий и физико-географической среды, отвечая одновременно функциональным, социально - экономическим и эстетическим требованиям



Новый район Тулуз-ле-Мирай в г. Тулузе. Франция. Арх-ры Ж. Кандилис, А. Йосич, Ш. Вудс: а — общий вид; б — генеральный план

жениях науки и техники, а также и особенностях планировки и застройки городов в условиях жаркого климата.

Усилия градостроительной науки должны быть направлены на разработку планировочных и архитектурно-композиционных решений, наиболее широко и полно использующих все возможности благотворного воздействия природы на человека, одновременно смягчая или вовсе устраняя воздействия неблагоприятных факторов окружающей среды.

Весьма важным условием достижения гармонии в развитии городов является соблюдение принципа преемственности культуры, воплощения в материальной форме связи прошлого, настоящего и будущего. Бережное сохранение исторических памятников архитектуры в структуре развивающегося города — одна из наиболее трудных, но и благородных градостроительных задач.

Судьба современных городских образований в значительной степени определяется и решением назревших проблем рационального использования территории и правильного размещения промышленности с учетом перспективы.

В жарких районах специфические природно-климатические условия оказывают, как правило, решающее влияние на композицию города, во многом определяют его характер и облик.

За последние годы в зарубежной практике градостроительства в районах с жарким климатом появился ряд интересных проектных предложений и примеров застройки новых городов, осуществляемых на современном уровне с учетом местных особенностей, функциональных и эстетических требований и традиций, при умелом использовании строительных конструкций и материалов, растительности и рельефа местности. Однако вопросы современного градостроительства здесь до настоящего времени еще недостаточно изучены и требуют всесторонней научной разработки (рис. 124, *а*, *б*).

В этих условиях особенно важным представляется комплексное решение таких сложных задач, как выбор территории для строительства, выявление специфики планировочной структуры города, его зонирования и оптимальной плотности застройки, организации сети городских улиц и магистралей и общественных центров, достижение гармонии застройки с природным ландшафтом, сохранение и улучшение окружающей среды.

Большую социальную и архитектурную значимость приобретают проблемы, связанные с особенностями урбанизации в освободившихся странах, поиски форм расселения в будущем, организации массового отдыха и международного туризма.

Выбор территории для строительства с учетом влияния микроклимата и топографии местности. Если мы до сих пор рассматривали различные климатические факторы, определяющие основные черты жарко-сухого и жарко-влажного пояса, то следует отметить, что в пределах каждой из этих зон имеются определенные отклонения от общих климатических характеристик. Каждый конкретный район строительства может обладать своим микроклиматом.

На участке в долине наблюдаются слабые воздушные течения. Средняя скорость ветра возрастает над высоко расположенной местностью. Значительно видоизменить микроклимат района могут даже небольшие различия в перепаде местности, а также высокая плотность застройки и наличие большого количества преград в виде зеленых насаждений, стен и других ограждений* (рис. 125, *а*, *б*). При холодных и знойных ветрах можно эффективно использовать защитные свойства рельефа. Ливневым дождям чаще всего подвержены наветренные склоны, которые в этом отношении не совсем благоприятны для застройки во влажных условиях. Моря и океаны в прибрежных районах или водные пространства во внутренних могут оказать существенное влияние как на направление, так и на скорость ветра. Близость латеритового плато (главным образом в жарко-влажных зонах) порой становится причиной изменения температурного режима окружающей среды.

Известно, что с увеличением высоты над уровнем моря происходит понижение темпе-

* Серьезные исследования в области микроклиматологии были сделаны Гейджером и Ландсбергом [74].

ратур и атмосферного давления. В горах падение температуры составляет примерно 0,5°С на каждые 100 м при движении вверх по вертикали летом и на каждые 120 м — зимой. Этот феномен природы особенно важен в условиях жаркого климата. Недаром столицы некоторых стран Латинской Америки расположены на достаточно возвышенных местах: Мехико — на высоте 2128 м над уровнем моря, Бразилиа — на высоте 1064 м.

Циркуляция воздушных масс местного характера может оказаться полезной для улучшения микроклимата помещений. Чтобы использовать воздушные потоки, двигающиеся вниз по склонам, здания должны быть поставлены вдоль горизонталей. Благодаря такому размещению почва меньше подвергается эрозии. Ее укреплению и мелиорации способствуют также посадка зеленых насаждений и другие мероприятия.

Не совсем удобный участок можно значительно благоустроить организацией ветрозащитных систем, продуманным использованием растительных форм и подстилающей поверхности непосредственного окружения зданий, что окажет эффективное противодействие влиянию высоких температур воздуха и чрезмерной инсоляции.

В жарко-сухих районах территория должна быть защищена от пыльных и песчаных бурь, что достигается правильным выбором участка под строительство, ориентации зданий, характера озеленения и соответствующих элементов благоустройства территории.

С другой стороны, в жарко-влажных районах повышению комфортности микроклимата будут способствовать главным образом различные виды движения воздуха. Защита от солнечной радиации здесь не так важна, как в жарко-сухих районах, поэтому при строительстве основное внимание уделяется учету направления господствующего ветра.

Количество радиации, получаемой склонами и горизонтальной поверхностью, не одинаково из-за различного угла падения солнечных лучей. Это обстоятельство весьма существенно в субтропических районах, где значительную часть территории занимают горы и лучи солнца падают не перпендикулярно, как это происходит в пределах двух тропиков, а под некоторыми углами. Следовательно, участки под застройку и здания, расположенные на склоне, обращенном к солнцу, будут подвержены более сильному воздействию солнечной радиации, нежели те, которые размещены в долине.

Кроме того, в условиях равнины часто приходится создавать дренажные устройства для отвода поверхностных вод и вод подпочвенного слоя, чтобы избежать заболачивания, которое может образоваться после дождей, особенно в жарко-влажных районах. В этом отношении территории, имеющие некоторый уклон или занимающие склоны гор, обладают преимуществами, так как проблема дренажа упрощается, хотя меры предосторожности против эрозии почвы должны быть также предусмотрены.

Холодный воздух тяжелее теплого, поэтому по ночам формируется определенное напластование воздушных масс; холодные тяжелые слои размещаются под более легкими теплыми слоями. Воздух как бы прилипает к земле на плоских равнинах и оказывает сопротивление всем силам, стремящимся его переместить. Однако он «соскальзывает» со склонов. Этот фактор сильно влияет на выбор территории.

Естественные или искусственно созданные препятствия для стока холодного воздуха могут воздействовать на распределение температур ночью, поскольку местность с вогнутым рельефом обычно холоднее по сравнению с соседними участками.

При использовании для строительства склонов холмов выбор ориентации во многом зависит от стоимости фундаментов. Считают, что наиболее экономична застройка холмистых участков, когда очертание дорог и расположение зданий следуют контурам рельефа. В этом случае дороги поднимаются по склону по наиболее легкой трассе, без нарушения естественных форм рельефа местности, а здания, поставленные с учетом горного ландшафта, имеют минимальное число уступов фундаментов.

Как правило, дороги должны трассироваться вдоль горизонталей, а разбивку участка под

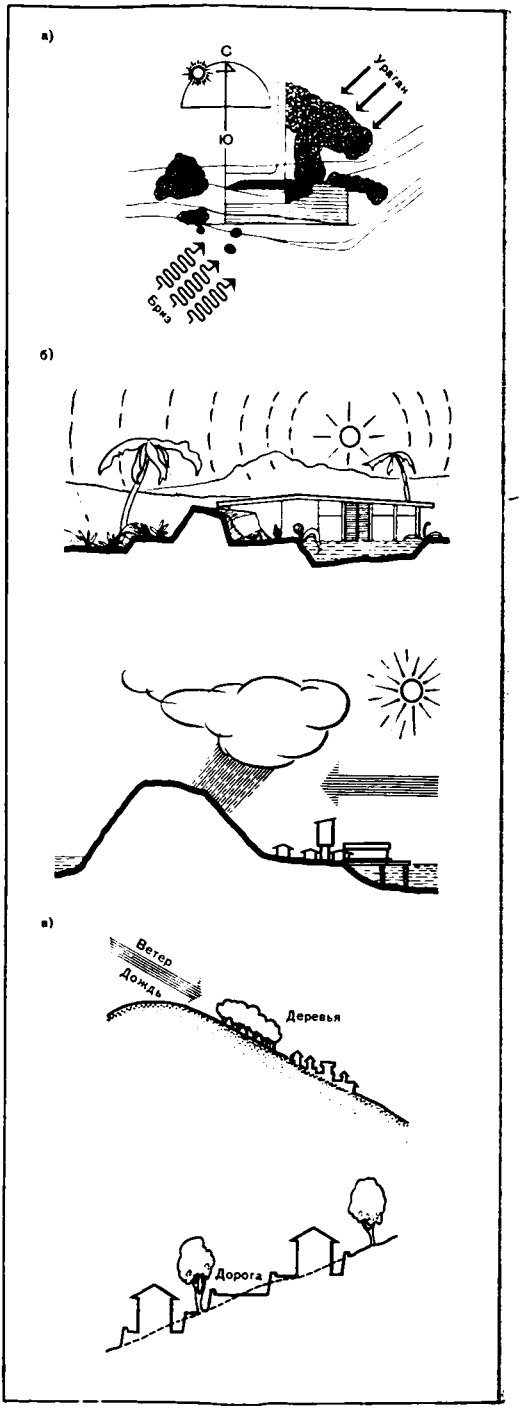
застройку надо производить под прямым углом к этим дорогам. Преимущество такого расположения домов еще и в том, что сад может быть организован уступами в форме террас [56].

Наиболее целесообразно строительство зданий на склонах крутизной не более 30°. При выборе территории на склонах необходимо учитывать требования к предотвращению эрозии почвы. Архитектор должен очень серьезно продумать вопрос отвода вод во время ураганов и максимально использовать природные качества участка (см. рис. 125, в; 126).

Водоотвод и борьба с эрозией почв. Эрозия особенно опасна там, где идут потоки тропических дождей. Их следует разбить и отвести в дренажные канавы или трубы. А сами здания должны быть так поставлены на участке, чтобы их внешние контуры не подвергались эрозии.

Известно, что разрушение верхнего, наиболее плодородного слоя почвы эрозией происходит очень быстро, нередко за 1—2 года. Для восстановления же его даже искусственным путем требуются десятки лет. Вот почему с самого начала надо принимать меры по предотвращению эрозии особенно в горных условиях жарких стран.

В особо сложных условиях рельефа, в сильно расчлененных и эродированных бассейнах формируются разрушительные селевые потоки (в Средней Азии, Южном Казахстане, на Кавказе и в Закавказье, а также во многих горных районах жаркого климата). Важнейшими методами борьбы с вредными воздействиями воды, селевых потоков и ветра на почву являются: 1) укрепление, облесение оврагов, песков, крутых балочных и горных склонов и др.; 2) защита грунтовых и профилированных дорог от размыва и выветривания; применение водоотводных борозд в ливневых районах; 3) меры, направленные на создание более мощного и густого растительного покрова с целью охраны почв от эрозии; 4) устройство водосборных, водосбросных и дренажных сооружений для отвода со склонов излишков воды и дренирования переувлажненных участков; 5) укрепление берегов рек, устройство регуляционных гидротехнических сооружений





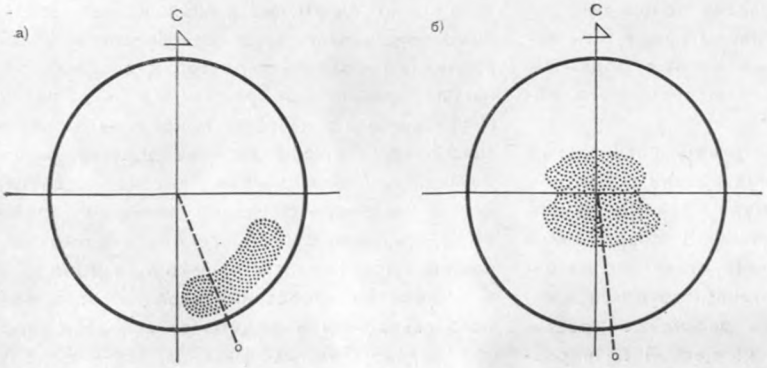
Каждый конкретный район строительства обладает своим микроклиматом

125

Выбор участка с учетом природно-климатических факторов (а), влияние климата и топографии местности на микроклимат района строительства (б), предохранение застраиваемого склона от эрозии (в)

126

Туристический комплекс «Дагомыс» близ Сочи. Арх-ры О. Губаревич, Н. Мордвинцева, М. Орлов; инж-ры В. Носков, Э. Станулевич



127

Благоприятное местоположение участка застройки: в жарко-сухом (а) и жарко-влажном (б) районах

в оврагах и руслах селевых бассейнов; б) терасирование горных склонов крутизной более 10°, а на сильно смытых и размытых почвах для укрепления и использования террас — выращивание цитрусовых культур, виноградников и др.

Итак, можно сделать следующие краткие выводы в отношении выбора территории под строительство с учетом влияния микроклимата и топографии местности в жарких районах.

В жарко-сухом районе наиболее целесообразны участки, находящиеся на нижних частях В-Ю-В склона долины. В этом случае достигается тепловой баланс в течение суток, предохраняя от чрезмерного перегрева днем и создавая условия эффективной теплоотдачи в прохладное время суток. Такое местоположение позволяет рационально использовать и контролировать прохладные воздушные потоки вечером и ночью (рис. 127, а).

Большие преимущества имеют также возвышенные участки, хорошо озелененные и обводненные; в этих условиях повышается физический комфорт за счет процесса испарения, увеличивая относительную влажность, и улучшается микроклимат района строительства в целом.

Необходимо создавать лесозащитные полосы, ограждающие территорию застройки от вторжения горячих ветров (суховеев).

В жарко-влажном районе предпочитаются участки, занимающие верхние части наветренных склонов; особенно благоприятны места близ гребня холма и немного смещенные в сторону от направления господствующих ветров; последние наиболее эффективно омываются воздушными течениями.

Южный и северный склоны лучше, чем западный, поскольку первые меньше подвергаются тепловому воздействию солнечного облучения (рис. 127, б).

Необходимо предусматривать специальные меры для предотвращения эрозии почв.

Планировочная структура города и его функциональная организация. В современной градостроительной практике стран рассматриваемого природно-климатического пояса можно отчетливо проследить дальнейшее развитие двух архитектурных концепций планировки и застройки городов, связанных со специфическими особенностями физико-географической среды. С климатологической точки зрения, планировочная и объемно-пространственная структура города должна эффективно учитывать местные факторы жаркого климата, обеспечивать гармоничное взаимопроникновение застройки и природного окружения, высокий уровень жизненных удобств для человека путем максимального использования естественных ресурсов.

В районах с жарко-влажным климатом для городов характерны архитектурная концепция раскрытых объемно-пространственных структур, рассредоточенная застройка со сквозным проветриванием помещений, кварталов, микрорайонов и жилых массивов (рис. 128).

Три важных требования обусловливают свободную открытую планировочную структуру города: 1) создание условий активного проветривания; 2) предусмотрение надежной защиты зданий, улиц и площадей города от перегрева при обеспечении нормального режима естественного освещения; 3) осуществление специальных мер для предотвращения эрозии почвы.

Город имеет низкую плотность застройки; предпочитаются отдельно стоящие здания. Последние лучше всего возводить на опорах. Это предохранит постройки от эрозии почвы после сильных ливней, ликвидируя сырость и нездоровые условия, улучшит проветривание городских территорий и помещений, освободит одновременно большие пространства для организации мест отдыха.

В целях смягчения микроклимата необходимо практиковать широкое озеленение и обводнение городской территории, создавать тенистые озелененные участки, аллеи, парки. Используемые в качестве природных затеняющих средств густые деревья должны иметь раскидистые, ажурные и высоко поднятые кроны, не препятствующие движению воздуха. Здесь надо стремиться максимально сокращать протяженность пешеходных дорог.

Исходя из требований аэрации, естественного освещения и защиты от солнца в городах жарко-влажных районов, по-видимому,

В жарких районах специфические природно-климатические условия оказывают, как правило, решающее влияние на композицию города, во многом определяя его характер и облик



128

Открытая планировочная структура курортного центра Гранд-Мотт на юге Франции. Арх. Ж. Балладюр



129

Замкнутая планировочная композиция города Кансадо. Мавритания. Арх. Ж. Димитриевич

целесообразна смешанная застройка многоэтажными жилыми домами повышенной этажности в сочетании с малоэтажными (1—2—3 этажа), включающими жилища и общественные здания.

Возведением многоэтажных зданий с узким корпусом на опорах с незастроенным первым этажом (типа галерейных и многосекционных с двухквартирными секциями) усиливается эффект проветривания городской территории. В целях более рационального использования последней и увеличения плотности застройки дома на колоннах лучше всего располагать в шахматном порядке, сокращая тем самым разрывы с учетом ветровой тени. Одновременно с этим площадки первых этажей, защищенные от палящего солнца и косых проливных дождей, способствуют повышению благоустройства придомовой территории. Аналогичные требования предъявляются и к малоэтажной застройке, в которой отдельные постройки могут отстоять друг от друга на расстоянии двух-трех высот здания.

Задача улучшения микроклимата города значительно сложнее в условиях жарко-сухого климата, особенно в районах пустынь и полупустынь, где существенным фактором дискомфорта являются высокие температуры и острый недостаток пресной воды, а озеленение городских территорий представляет трудно разрешимую проблему.

Как свидетельствует практика градостроительства, здесь продолжает развиваться архитектурная концепция замкнутых объемно-пространственных структур.

В целях смягчения перегрева, сокращения «оголенных» пространств, являющихся «озерами жары» [56], рекомендуются предельно компактная застройка высокой плотности, формирование полуоткрытых и закрытых градостроительных систем, применение чисто архитектурных приемов затенения и рациональное использование территории и существующей зелени (рис. 129).

На основании анализа практики и рассмотренных выше частных и общих требований к проектированию зданий и их комплексов (особенно в отношении аэрации, защиты от перегрева и естественного освещения) в жарко-сухих районах, на наш взгляд, наиболее благоприятна застройка смешанной этажности, а именно сочетание малоэтажной (в 1—2 этажа) горизонтального типа с многоэтажной вертикального типа. Первая включает в себя блокированные дома с участками и дома с внутренними двориками, а также общественные здания — школы, магазины, больницы, кинотеатры и др. Вторая — многоэтажные жилые дома повышенной этажности на опорах с незастроенным первым этажом, относительно далеко отстоящие друг от друга; они не создают препятствий для доступа потока воздуха к находящимся за ними или между ними одно- и двухэтажным зданиям, а пространство незастроенного первого этажа может использоваться как затененный переход; отдельные сквозные пространства можно предусматривать и по высоте таких зданий.

Из многоэтажных здесь предпочтительны дома с широким корпусом (порядка 14—16 м), многосекционные с двухквартирными секциями, галерейно-секционные и коридорные (с одним коридором на три этажа) с квартирами в двух уровнях и двусторонней ориентацией. Во избежание перегрева рекомендуется устройство открытых помещений (лоджий, балконов, двориков, галерей) с обеих протяженных сторон дома и предусматривать трансформирующиеся наружные вертикальные ограждения для регулирования теплопоступлений, естественной вентиляции и освещения помещений.

Для районов с жарко-сухим климатом весьма полезна компоновка домов из рядовых и поворотных блок-секций и вставок, позволяющих достигнуть широкой градостроительной маневренности в застройке. В СССР наряду с блок-секционным с успехом внедряется в строительство блок-квартирный метод. Обладая высоким потенциалом архитектурно-пространственной организации жилой среды, эти приемы открывают возможности не только для развития гибкой системы из сочетания разновысоких объемов домов и большой вариабельности элементов типизации при формировании разнообразных непрерывных структур и пространств, но и для повышения художественной выразительности городов.

В этих условиях представляется экономически целесообразным озелененные площади (газоны, кустарники, деревья) сосредоточивать в виде отдельных «оазисов». То же можно сказать и об устройстве водоемов, бассейнов и др. Сведенные к требуемому минимуму такие обводненные и озелененные пространства легче содержать.

Следует использовать пространства, затененные многоэтажными зданиями, в которых можно разместить места для отдыха, прогулок, спортивные и игровые площадки, автостоянки и др. Все это вместе с небольшими городскими площадями-садами, крытыми или хорошо затененными зелеными насаждениями пешеходными дорогами, ведущими к общественным центрам и остановкам городского транспорта, неширокими улицами местного значения, а также применением различных видов блокировки зданий способствует достижению достаточно высокой плотности застройки, предохраняя от перегрева и создавая хорошо затененные открытые пространства.

Территория города по своему функциональному назначению и характеру использования подразделяется на следующие основные зоны: селитебную, общегородского общественного центра, промышленную и коммунально-складскую, внешнего транспорта, мест отдыха населения, санитарно-защитную. За пределами города организуется пригородная зона. Они находятся между собой в тесной взаимозависимости. Это вынуждает при их размещении исходить из требований создания наибольших удобств для городского населения и наилучших санитарно-гигиенических условий жизни человека.

Существенное влияние на функциональное зонирование города оказывают природно-климатические условия, определяя размеры, конфигурацию и местоположение этих его главных структурных единиц.

Так, например, учитывая, что в условиях жаркого климата центральная часть городского организма подвержена наибольшему перегреву, жилые массивы целесообразнее сосредоточивать на границах города, а наветренные стороны зданий обращать навстречу благоприятным ветрам.

Используя эти меры, можно значительно ограничить приток перегретого воздуха из других районов, часто загрязненного промышленными выбросами, выхлопными газами автотранспорта и др. Естественная ультрафиолетовая радиация ослабляется задымленным воздухом нередко на 50—60%.

Промышленные районы следует располагать таким образом, чтобы ветры не приносили дым и другие вредные примеси в жилые зоны. Они, как правило, должны находиться на значительном отдалении от последних и от береговой полосы крупных водоемов, а эти лучшие в природном отношении территории надлежит отводить под селитьбу.

В последние годы микрорайоны как первичная структурная единица селитебной зоны стали утрачивать самостоятельное планировочное значение, наблюдается их объединение в границах межмагистральных территорий. Как показывает анализ реализации, такая тенденция к увеличению размеров составных звеньев системы в целом оправдана (особенно в крупных новых городах) интересами укрупнения некоторых видов обслуживания и решением транспортных задач в части взаимосвязи селитебных территорий и крупнейших промышленных зон.

Окружающая среда, этажность зданий и плотность застройки. В наши дни проблема приспособления окружающей среды к потребностям человека становится все более острой. Рациональная организация системы зеленых насаждений в зонах застройки, насыщение их водой служат оздоровительным целям и создают благоприятное непосредственное окружение близ каждого здания (см. рис. 125, 126).

В условиях жаркого климата необходимо найти компромиссное решение, обеспечивающее нейтрализацию солнечной радиации и свободный доступ к домам прохладных воздушных потоков. Формированием больших жизнеспособных зеленых массивов в городе можно уменьшить перегрев воздуха и противостоять загрязнению атмосферы. Особенно полезны крупные парки и скверы в центре города. Они дают наибольший микроклиматический эффект и значительно снижают кон-

центрацию теплого воздуха. Основные дороги и пешеходные пути должны быть затенены деревьями.

Целесообразно также устраивать разделяющие различные райсны города зеленые полосы и клинья из деревьев, создавая своеобразную систему каналов для притока чистого воздуха из пригородной лесопарковой зоны в городской центр. Кроме того, такие значительные по размерам растительные формы наряду с затенением территории будут служить надежной преградой-фильтром, защищающим от пыльных и песчаных ураганов, часто имеющих место в условиях жарко-сухого климата. Как свидетельствуют результаты исследования, зеленый пояс шириной 180 м может снять содержание пыли в воздухе на 75%.

В большинстве случаев предпочтительны низкие кустарники и невысокие деревья с раскидистыми кронами. Наиболее эффективными в создании благоприятных условий проветривания и затенения являются массивы и группы деревьев с ажурными высоко поднятыми кронами, а также породы с густой мозаичной кроной и высоким альбедо.

Слияние зеленых пространств — от малых (в жилых группах) во все более крупные (в микрорайонах, жилых районах и городе в целом), — вливающихся в лесопарк, улучшает санитарно-гигиенические качества урбанизированной среды, способствует значительному снижению температуры воздуха, предохраняя от перегрева всю городскую структуру.

Оголенная поверхность земли, хотя и менее благоприятная, чем почва с травяным покровом, является все же лучше бетонного или асфальтового покрытия. Здесь имеются в виду их физико-технические характеристики по отношению к солнечным лучам. Обнаженная почва меньше излучает и отражает солнечную радиацию. Кроме того, она дренирует поверхностные воды и позволяет использовать их для питания близ расположенных растений.

Целям формирования комфортных условий будут служить и меры по обводнению участков вокруг зданий и территории города в целом: строительство обширных искусственных водоемов, развитой сети каналов и т. п. Они существенно повысят содержание влаги в воздухе и улучшат микроклимат города в жарко-сухих районах, а в жарко-влажных будут способствовать возникновению благоприятных микроклиматических бризов. Кроме того, для активного проветривания зданий, располагаемых на берегах озер, морей и океанов или в некотором отдалении от них, может быть использован не только морской бриз, но и бриз, дующий вниз по склону. Однако там, где случаются штормы или значительные приливно-отливные колебания, их расположение на берегу может оказаться опасным. В этой связи интересны замечания Кимбла и Баша: «... в тех местах земного шара, где контраст температур суши и моря значителен, например в Египте, морские бризы проникают в глубь суши на 64—80 км и временами достигают силы урагана» [3].

В жарких районах надо избегать слишком открытых пространств, кроме случая, когда они хорошо затенены и озеленены.

Как уже отмечалось, многоэтажные здания благоприятны как в отношении естественной вентиляции помещений, так и защиты от солнечной радиации. Кроме того, в жарко-сухих районах они обеспечивают создание объемов с повышенной тепловой инерцией.

В этой связи даже двухэтажное здание со спальнями на втором этаже предпочтительнее одноэтажного. Многоэтажный дом составил бы еще более совершенное решение, если бы все ограничивалось только рассмотрением климатических факторов. Однако на практике эта проблема является более сложной и вынуждает принимать во внимание социальные требования и особенности быта, вопросы художественной выразительности, сравнительную стоимость многоэтажного и одноэтажного строительства (учитывая и то обстоятельство, что в последнем случае мы сможем довольно часто применять дешевые материалы и конструкции); экономию, которую дает многоэтажная застройка при создании городской уличной сети, систем водоснабжения, отвода сточных вод и др.

С другой стороны, следует отметить, что при одно- и двухэтажном строительстве, ког-

да двор или сад является составной частью жилища (и это наблюдается главным образом в странах, где большую часть жизни проводят вне дома), жилая площадь внутренних помещений может быть значительно сокращена. В случае же многоэтажных зданий мы вынуждены изыскать дополнительную полезную площадь, которая заменила бы нам своеобразные «зеленые комнаты».

В 1952—1953 гг. Ж. Кандилис и Ш. Вудс запроектировали серию дешевых многоэтажных многоквартирных жилых домов в Касабланке (Марокко), которые, по всей вероятности, являются первыми зданиями, где концепция внутреннего дворика была воплощена в проекте многоэтажного дома [26].

В настоящее время градостроители считают наиболее приемлемой застройку смешанной этажности, сочетая вертикальные и распластанные объемы, прямые, террасообразные, криволинейные формы и более сложные конфигурации зданий.

В условиях жаркого климата при проектировании многоэтажных зданий необходимо обратить внимание на формирование объемной структуры домов и на возможности их компоновки в различные градостроительные системы, а также на вопросы благоустройства и пространственной организации городского ландшафта в целом.

Включение малоэтажной застройки способно повысить экономическую и социальную эффективность реконструируемой территории, улучшить эстетические качества урбанизированной среды.

Как известно, плотность застройки и плотность расселения, являющиеся основными показателями экономичности градостроительных решений, определяются целесообразным использованием территории и правильным выбором этажности застройки.

Так, анализом различных вариантов экспериментальных схем установлено, что для районов жарко-сухого климата и в условиях сильно пересеченной местности при четырех- и пятиэтажной застройке наиболее рационален микрорайон с населением около 4000 человек. При повышении высоты жилых домов до 9 этажей и более численность микрорайона целесообразнее принимать от 9000 до 14 000 человек.

Интересны результаты исследования, выполненного П. А. Эмери для ООН в 1964 г.* Он установил, что традиционные африканские жилища с внутренними двориками и типа «касбы» позволяют добиться весьма экономичного использования земли и очень высокой плотности заселения — 140—200 человек на 1 акр. При этом обеспечиваются приемлемые условия комфорта, позволяющие сохранить индивидуальные привычки и образ жизни и облегчить возможность установления общественных контактов. Для улучшения условий проживания эти плотности могут быть несколько снижены.

Положительную роль для практики проектирования и застройки в нашей стране играет строительство в городах и поселках IV климатического района двухэтажных блокированных домов с приквартирными двориками, предназначенных для расселения многодетных семей. Они обладают такими существенными качествами, как способность при блокировке образовывать плотные ленты застройки (не менее 25 м ширины), исключающие неоправданные потери территории; сокращать габариты проездов в линиях застройки до 6 м, а разбивкой сада в приквартирных двориках площадью 30—50 м^2 формировать безопасную среду для игр детей, а для взрослых — жилое пространство и место отдыха и сна**.

В Западной Африке при многоэтажной застройке с учетом экономических требований и создания благоприятных условий вентиляции максимальная плотность застройки, рассчитываемая как количество жилых помещений на гектар, составляет: 100 — при застройке многоэтажными зданиями с глубиной помещений на всю ширину корпуса; 150 — при зданиях с двумя помещениями по ширине корпуса [69]. При этом площадь, занимаемая городской уличной сетью, не учитывается.

Городская сеть улиц. При создании и

* См.: Emery P. A. and group. Enquête sur l'economie des groupements d'habitations en Afrique. Report to United Nations, Septembre, 1964.

** См.: Новое строительство в Ташкенте. М., 1976.

трассировании городских магистралей и улиц в странах с жарким климатом следует учитывать следующие важные требования: 1) во избежание условий ветровой тени («эффект маски») в случае, когда одни здания заслоняются другими или зелеными насаждениями, между ними следует соблюдать разрывы, превышающие в семь раз высоту экранирующего здания или деревьев. Это обстоятельство выдвигает проблему плотности застройки, проблему, которая имеет большое значение не только в жарко-влажной, но и в жарко-сухой зоне, где эффективная аэрация позволяет ускорить охлаждение помещений в прохладное время суток; 2) предусматривать достаточную площадь под зеленые насаждения; 3) избегать такого расположения зданий, когда рассеянные или отраженные от стен рассматриваемого дома лучи попадали бы на фасады соседних.

Уже отмечалось выше, что для старых городов жарко-сухих районов характерны узкие улицы и небольшие площади, ограниченные лентами фасадов зданий, затеняющих и защищающих друг друга от перегрева.

Однако одним из важных составных элементов архитектуры современного города в этих условиях являются развитые системы коммуникаций и транспорта, часто оказывающие неблагоприятное влияние на человека и окружающую среду. Поэтому для создания в жилых комплексах максимальных удобств и комфорта скоростные дороги целесообразно изолировать от них зелеными полосами, устраивать их заглубленными, а то и вовсе зарытыми в землю, или прокладывать в обход центра, с тем чтобы в пределах квартала, микрорайона и других застраиваемых массивов города здания можно было располагать только в соответствии с природно-климатическими факторами места строительства. Примерами такого разрешения вопроса планировки и застройки города служат новая столица Бразилии — Бразилиа, а в Индии — г. Чандигарх.

Кроме того, учитывая, что во многих современных крупных городах существуют подземные заводы, театральные и спортивные залы, гаражи и даже целые улицы, не говоря уже о метрополитенах, нам представляется целесообразным, особенно в жарко-сухих районах (учитывая замечательные теплотехнические качества грунта), перейти на строительство подземных переходов и даже улиц для пешеходов.

В жарко-влажных районах устраивают, как правило, широкие озелененные проспекты, следующие направлению благоприятных ветров и увлекающие их таким образом в центр города. Разбивка улиц производится независимо от размещения основных зданий.

Автомагистрали должны трассироваться таким образом, чтобы лучи заходящего солнца не ослепляли водителей; с этой же целью посадку кустарника и низких густых деревьев осуществляют на западной стороне магистрали.

В жарко-влажном и жарко-сухом районах во избежание неблагоприятных ветров главные городские артерии следует прокладывать перпендикулярно их направлению, а улицы местного значения — по возможности параллельно таким ветрам. В случае же поступления чистого воздуха из пригородной зоны, богатой лесами и водоемами, значительная часть улиц, особенно центральных, должна проходить по линии его движения. В гористых местностях на берегу моря, придав соответствующее направление улицам, надо открыть доступ морским бризам и прохладным воздушным потокам, спускающимся с гор, внутрь городской застройки, что улучшит микроклимат города.

В органическом единстве с санитарно-гигиеническими и функциональными решаются архитектурно-художественные проблемы построения системы улиц и автострад. К основным относятся: соотношение высот вертикалей и рядовой застройки, формирование объемно-пространственной композиции улиц с учетом открывающихся перспектив, цветовой характеристики зданий, размещения осветительных устройств,указателей и суперграфики (номера корпусов, паркингов, названия переходных галерей и автобусных остановок), качественное развитие инфраструктуры.

Для создания выразительного силуэта надо умело сочетать линии спокойной застройки

с отдельными объемными акцентами, предусматриваемыми, как правило, на замыкании улиц, на их поворотах и других характерных точках.

Большие эстетические возможности таят в себе новые формы транспортных сооружений: скоростные автострады с их развязками, мосты, путепроводы, эстакады, кемпинги и мотели. Будучи красиво и удобно запроектированными и гармонично включенными в окружающую среду, они способны обогатить архитектурный облик города.

Общественные центры города. Общественный центр — средоточие деловой и общественной жизни населения. На современном этапе наиболее целесообразно проектировать его как многофункциональную пространственно развитую систему, охватывающую селитебные территории, места приложения труда и зоны массового отдыха. В эту систему входят центры микрорайонного и районного значения, городские административные и общегородские общественные, а также центры специализированного назначения. Их сфера деятельности довольно обширна: общественно-политическая активность, управление и культура; важное значение имеют образование, наука и торгово-бытовое обслуживание; значительна роль центра в организации транспорта, связи и пешеходных зон.

Общественные центры различного иерархического ранга дислоцируются в наиболее благоприятных природных условиях основных зон города и пространственно удобно связаны с общегородским ядром. В этой системе городского центра его центральную часть признано трактовать как динамичную структуру, способную к дальнейшему развитию. Выполняемые ею сегодня особые функции могут быть размещены компактно, линейно или даже дискретно, иногда в геометрическом центре города, а порой и на его периферии.

Формирование архитектурных ансамблей центра и их пространственных систем, связанных с окружающей природой и историческими и культурными традициями, — одно из решающих средств создания яркого и своеобразного облика городов. Они облегчают восприятие структуры городского образования, разделенного на единицы разной величины и различного назначения.

Общественный центр должен представлять собой гармоническое единство зданий уникального значения, открытых пространств, инженерных сооружений, произведений монументальной живописи и пластики, природно-ландшафтных форм и элементов благоустройства.

Одним из важнейших моментов архитектурно-планировочного построения городского центра в условиях жаркого климата является всесторонний учет природных факторов, во многом предопределяющих индивидуализацию объемно-пространственной композиции градостроительных решений.

Особенно значительное влияние оказывают рельеф местности, водные поверхности (моря, озера, реки, каналы) и зеленые массивы. Города, расположенные в условиях пересеченной местности, как правило, выглядят более живописными. Особой художественной выразительностью отличаются общественные центры, занимающие возвышенные части территории, с которых открываются широкие и далекие перспективы.

Напротив, равнина, плоский участок диктуют создание городского ландшафта. Здесь панораму центра обычно формируют сооружения, имеющие различную высоту и характер. Предпочтительны ансамбли компактной застройки. Чаще всего их композиция строится на основе нескольких высотных доминант, находящихся в контрастном сопоставлении с окружающей средой (рис. 130).

Архитектурно-пространственная организация общественного центра в непосредственной близости от акваторий тесно связана с выбором масштабного строя, массы, высоты зданий и местоположения высотного акцента, правильно соотнесенных с размером водного зеркала. Нередко очертание берега может влиять на постановку вертикалей: их обычно располагают в ключевых узлах — на излучине рек или характерных выступах берега (мыс, стрелка)*.

Свободные от застройки озелененные про-

* См.: Баранов Н. Н. Силуэт города. Л., 1980.

странства составляют одно из звеньев взаимосвязанной системы ансамблей, а сад и парк — важнейшие элементы этого звена.

Природные возможности создания выразительных архитектурных композиций центра реализуются в современной отечественной и зарубежной градостроительной практике (рис. 131). Например, г. Навои отличается активным включением в городскую ткань зеленых массивов и искусственного водоема в условиях плоского ландшафта оазиса песчаной пустыни.

Формирование архитектуры общественного центра здесь осуществлено на одном главном пространственном направлении, объединяющем всю застройку города в единое целое.

Стержнем композиционной структуры нового приморского города Шевченко явились три основные планировочные оси, вдоль которых получили линейное развитие архитектурные комплексы соответственно сложившегося центра первоначальной части города, нового многофункционального городского центра и центра специализированного назначения. Особенно впечатляюща панорама системы ансамблей водно-зеленого диаметра, последовательно развертывающаяся со стороны моря.

С 1980 г. в Танзании началась перестройка г. Додомы в новую столицу страны. Сложный рельеф предопределил архитектурно-ландшафтную организацию городской территории в виде семи террас, возвышающихся друг над другом на один этаж. Связь между ними осуществляется с помощью лестниц и мостов, а также автодорог, проходящих у основания каждой террасы и скрытых от взора. Прием террасной застройки, главным образом трех- и четырехэтажными домами (и лишь отчасти многоэтажными), позволил достичь более полного слияния объемов здания с природным окружением.

Город строится в основном для пешеходов. Это нашло отражение в его объемно-пространственной и планировочной структуре, где пешеходным пространствам отведена первостепенная роль, а жилища возводятся преимущественно из кирпича местного производства с широким применением природных строительных материалов, имеющихся в районе (гранита, древесины и т. д.).

Занимающий центральную часть новой столицы общественный центр трактован как полифункциональное образование. Кроме дворца президента, зданий пяти министерств, торговой зоны и сети общественно-культурных учреждений в него вошли составной частью ботанический сад, обширный парк и спортивное ядро. Фокусом пространства, созданного природой и развитого архитектурой, стала размещенная на самой верхней террасе Народная площадь с единственным высотным сооружением — 30-метровым монументом «Факел ухуру (независимости)».

Можно также отметить и некоторые общие тенденции развития градостроительства в условиях жаркого климата.

1. Для современной фазы урбанизации наиболее характерен не рост городов вообще, а концентрация населения в больших (с населением свыше 100 тыс. человек) и сверхбольших городах (500 тыс. и 1 млн. человек).

2. Наиболее полное выражение высокоурбанизированная среда получает в виде агломерации — главной формы современной организации пространства при городском расселении, когда вокруг крупнейшего города-ядра группируется и интегрируется множество населенных пунктов, находящихся в сфере его производственного и культурного влияния.

Основное достоинство этой формы расселения — возможность при ее целенаправленном развитии значительно ослабить или преодолеть многие недостатки больших городов. Постепенное рассредоточение на территории агломерации промышленных производств, их рациональное размещение по отношению к жилым районам, рекреационным зонам, водоемам, охраняемым ландшафтам позволяют нормализовать экологическую ситуацию.

Продуманная архитектурно-планировочная организация территории агломерации создает возможность сохранить и сбогатить природную среду и сделать ее доступной для населения, проживающего во всех частях агломерированного пространства. А развитие

Ансамбли общественных центров в условиях жарко-сухого и жарко-влажного климата



130

Площадь
им. В. И. Ленина
в Ташкенте.
Административный
центр (по проекту
под руководством
Б. Мезенцева)



131

Новый общественный
центр Ведадо
в Гаване. Куба

скоростного общественного транспорта и рационализация в ее пределах взаимного размещения мест приложения труда, расселения и культурно-бытового обслуживания будут способствовать устранению обременительной маятниковой миграции*.

3. Для регулирования развития городской агломерации, особенно той ее части, которая расположена за границами ее ядра — главного центра, были выработаны различные принципиальные планировочные структуры.

Значительное распространение получило «поясное зонирование», согласно которому вокруг города создается зеленый пояс, ограничивающий разрастание жилой застройки, и организуется за его пределами на расстоянии 50—100 км от города кольцо городов-спутников (например, проект планировки Большого Токио).

Глубокую и рациональную идею содержит в себе и концепция «направленного развития», когда развитие городов-спутников предусматривается вдоль оптимальных по экономико-географическим и планировочным факторам направлений.

4. В 1970-х годах проектировщики, следуя новым тенденциям градостроительной науки, отказались от создания жесткого генерального плана нового города. Его планировочной структуре решили сообщить гибкость и пластичность, резервируя участки для дальнейшего развития и определяя направление его экспансии.

При создании новых городов используют полицентрические структуры, являющиеся смешением типа «компактного» и «линейного» города. Еще большее значение придают концепции «группового города», основанной на принципе дискретного развития и рациональном пространственном объединении нескольких близлежащих градообразований. Каждый из входящих в группу становится структурным элементом сложной системы и получает индивидуально-функциональную направленность. Такие отдельные городские образования разделены свободными от застройки зелеными пространствами и сельскохозяйственными угодьями, а связь между ними обеспечивают скоростные автомагистрали.

5. Появление безвредных производств, развитие сферы обслуживания, образования, науки создали предпосылки для установления в новых городских формациях более тесных пространственных взаимоотношений между различными функциями города (в противоположность жесткому функциональному зонированию, применявшемуся совсем недавно), для взаимопроникновения жилища, места приложения труда, услуги, отдыха и др.; осуществлено укрупнение планировочных жилых единиц. Это продиктовано желанием более эффективно использовать пространство, рационально организовать быт населения, избавить его от потерь времени на перемещение. Большое значение придается органическому единству нового города с районами существующего пригорода и с прилегающими к нему территориями.

Как альтернатива известным приемам застройки вдоль городских магистралей в новых городах сделан акцент на усиление структурообразующей роли пешеходных связей в селитебной зоне и придание им первостепенного значения в городском ансамбле. Средняя плотность городского населения колеблется в пределах 150—250 чел/га.

6. Преобладающее развитие в новых городах получает общественный транспорт. Система дорог отличается дифференцированной структурой с выделением для общественного транспорта специальных линий.

7. Новые градообразования стараются разместить на территории с ценным природным ландшафтом (на берегах живописных рек и озер, на холмах, близ лесных массивов), который сохраняется и гармонично включается в ткань города. Такие территории отводятся, как правило, под зоны отдыха, развлечений и спорта. Используют и существующие жилые единицы, особенно имеющие историческое значение художественных памятников.

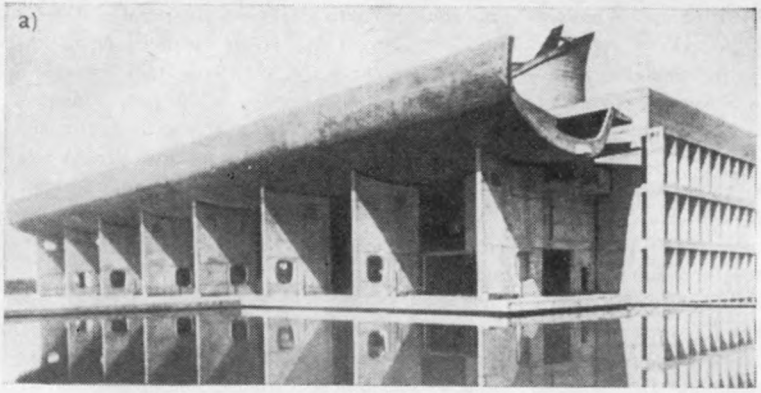
8. При организации городской среды стремятся к разнообразию, обогащению пластической выразительности застройки путем использования многоуровневости и разновы-

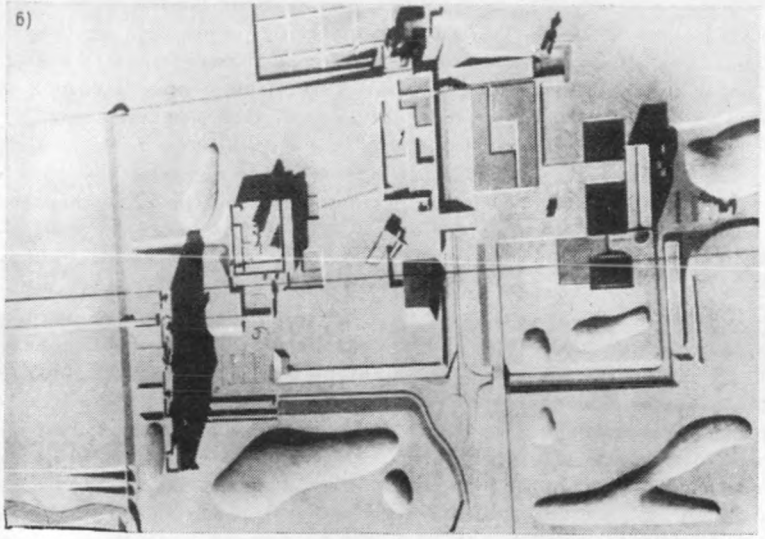
* См.: Перцик Е. Н. Районная планировка. М., 1973.

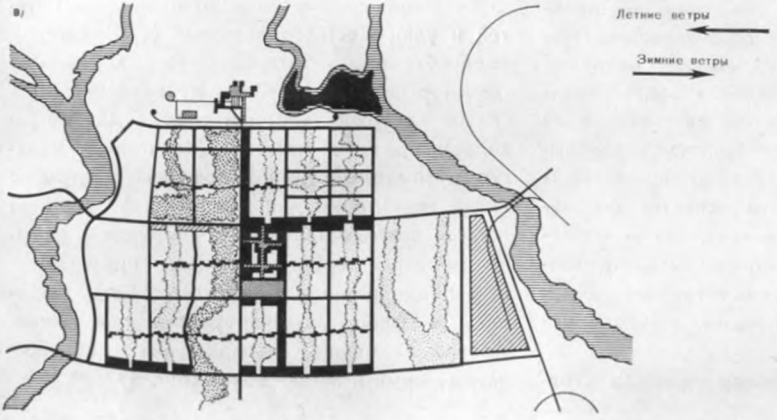
Новая столица штата Чандигарх в Индии

132

Здание Ассамблеи (а); ансамбль Капитолия (б); генеральный план города (в). Арх. Ле Корбюзье







сотности архитектурных композиций, вкрапления «исторических» частей, малых архитектурных форм, насыщенности среды визуально-знаковыми системами и элементами пластических искусств, создания колористического облика города и т. д.

9. В большинстве случаев при строительстве новых городов предусматривается и осуществляется целый комплекс хорошо продуманных мер по преобразованию микроклиматических условий как района строительства, так и различных зон города (создание плотин, искусственных водоемов, сети каналов и оросительных систем, озеленение территории и т. п.).

10. Наконец, наметилось стремление объединить различные свободные пространства, такие, как общественные парки и сады, внутриквартальные и спортивные территории, набережные и прибрежные районы, в единую непрерывную систему озелененных пространств. Такая система проходит через каждый городской микрорайон и жилой массив. Вдоль этой зеленой зоны размещаются здания школ, институтов, спортивные сооружения и т. п., а внутри каждого микрорайона — начальные школы, ясли, детсады и площадки для игр (см. рис. 126).

Примеры удачного использования природно-климатических факторов в современном градостроительстве жарких стран. Повышение архитектурно-градостроительных качеств проектов городов и их реализация, достижение оптимальной организации жизненной среды во многом связаны с тем, насколько полно учитываются климатические и природно-ландшафтные условия района строительства. Поэтому представляется полезным рассмотрение некоторых решений конкретных задач архитектурной композиции города, ее своеобразия и художественной выразительности, складывающихся под влиянием как функциональных и социально-экономических аспектов формирования городского организма, так и факторов жаркого климата в сочетании и во взаимодействии с особенностями географического положения и различными элементами сложного природного комплекса.

Город Чандигарх — пример удачного градостроительного решения в условиях жаркого климата (архитекторы Ле Корбюзье, А. Майер, П. Жаннере, М. Фрай и др.). Расчетное количество населения — 500 тыс. человек. Здесь учтен целый ряд важных требований: местные природно-климатические условия (холодная зима, жарко-сухой период с пыльными штормами, жарко-влажный период, ночные горно-долинные и дневные ветры; возможность обводнения и озеленения территории для смягчения действия солнечной радиации, высоких температур и влажности воздуха), социально-экономические факторы, технические возможности страны, национальные особенности быта индийского народа.

Выбранный участок расположен между сезонными реками у подножия Гималаев и имеет спокойный равномерный уклон с севера на юг, обеспечивающий сток дождевых вод.

Прямоугольная форма плана г. Чандигарха разделена правильной геометрической сеткой улиц скоростного движения на 32 микрорайона размером 800×1200 м каждый. Микрорайон рассчитан примерно на 12 тыс. жителей. Композиционной основой города являются две взаимно перпендикулярные магистрали: проспект Капитолий, ведущий с юго-запада на северо-восток к Капитолию (правительственному центру) и далее к Гималаям, и проспект Ле Гаре в направлении с северо-запада на юго-восток, обеспечивающий связь с промышленным и железнодорожным кварталами. В месте их пересечения организованы деловой и торговый центры. Город спланирован таким образом, что дороги скоростного движения изолированы от пешеходных путей и улиц местного значения (в Чандигархе предусмотрены заглубленные в землю транспортные магистрали и сохранена тем самым поверхность земли города для пешеходов); правительственный (Капитолий), культурно-просветительный и торговый центры, а также территории для предприятий местной легкой промышленности (Чандигарх — административный город, и крупные промышленные предприятия в нем отсутствуют) выделены в отдельные микрорайоны при максимально возможном сокращении дистанций между ними и жилой зоной (рис. 132, в).

Две долины, пересекающие территорию города с юга-запада на северо-восток, использованы для образования парковых клиньев (линейных парков), соединяющих жилые районы через их продольные оси с торговым центром и общественными зданиями верхней части города. Парки создают достаточные разрывы между большими жилыми массивами, обеспечивают приток свежего воздуха в город, а для пешеходов — путь от отдаленного микрорайона до Капитолия и места отдыха и развлечений. С северо-запада на юго-восток, разделяя каждый микрорайон пополам по короткой оси, город пересекает целый ряд «улиц-базаров» (характерных для старых восточных городов), имеющих в плане криволинейное очертание и предназначенных для движения с небольшой скоростью. Вдоль этих улиц выстроились магазины, рынки, кинотеатры, поликлиники. Магазины расположены только с одной стороны улицы, находящейся всегда в тени.

В силу слишком ограниченных возможностей финансирования строительства, высокой стоимости оборудования и строительных материалов (кроме кирпича и штукатурки) г. Чандигарх был застроен в основном одно- и двухэтажными кирпичными зданиями. В жилых домах пришлось отказаться от применения систем кондиционирования воздуха.

Микрорайоны отражают национальные особенности жизненного уклада индийского народа; их планировочная структура основана на принципе ячейки с внутренним двором. Каждый микрорайон содержит 150 жилых домов, разделенных приусадебными участками, и общий центр — им являются «Сектор Большой улицы» (часть Улицы-базара) и «Сектор Парка» (часть Линейного парка). Пешеходные дорожки и разветвленная сеть тропинок, вдоль которых расположены жилища и другие здания, ведут к озелененному центральному ядру микрорайона. Вся жизнь проходит внутри микрорайона, вдали от окружающих артериальных дорог. Здесь есть и клиники, и современные госпитали с прохладными, защищенными от лучей солнца двориками, магазины, кинотеатры, детские сады и школы, плавательные бассейны и др.

Климат г. Чандигарха был искусственно изменен. Архитектор Ле Корбюзье предусмотрел строительство большой плотины для задержания муссонных вод в период дождливого сезона, разветвленной сети каналов, бассейнов и разбивку парковых пространств, обеспечивающих тень и прохладу.

Проектировавшиеся на будущее сады и полосы деревьев должны были защищать открытые помещения от пыли в жарко-сухой период, а также преграждать путь холодному воздуху зимой.

На Капитолии созданы искусственные холмы, обсаженные различными породами деревьев. Стены из деревьев и зеленые пояса кустарника предохраняют открытые пространства от сильной солнечной радиации с наиболее опасных сторон. Здесь устроены целые «бульвары из воды». Водные пространства вошли составным элементом в архитектурную «ткань» города, придавая особую художественную выразительность элементам ансамбля через их отражечие в зеркалах воды. Венчающий Капитолий Дворец Губернатора расположен на главной площади. Именно здесь Ле Корбюзье достиг наибольшей архитектурной законченности и гармонии при организации водных площадей как неотъемлемой части архитектуры: устраивая бассейны в разных уровнях, он зрительно приблизил и связал в единое целое все вокруг, создав гармсничный и монументальный архитектурно-природный комплекс. В отличие от замкнутой композиции всех микрорайонов города Капитолий включает свободно стоящие здания параллелепипедной формы, резко контрастирующие с горным пейзажем. Но если учесть во взаимосвязи с ними распределение массивов озелененных искусственных холмов, то и здесь мы обнаруживаем полузамкнутые композиции с собственным микроклиматом (рис. 132, а, б).

В зданиях г. Чандигарха применен целый ряд архитектурных и технических приемов, использующих климат для повышения уровня комфорта в помещении.

Благодаря ориентации продольной планировочной оси города с юго-запада на северо-восток все здания, выстроенные вдоль основных магистралей данного направления, защи-

щены от западных лучей солнца. Здания поставлены в основном фасадами навстречу благоприятным горно-долинным ветрам, а на их западных сторонах стекло либо совсем отсутствует, либо экранировано наклонными жалюзи. Большие остекленные поверхности фасадов надежно предохранены от воздействия солнечных лучей системой наружных солнцеломов глубиной 1,4 м. Нашли широкое применение и традиционные террасы для сна на открытом воздухе, устроенные на крышах жилищ. Дома оборудованы кирпичными решетками, открывающими доступ воздушному потоку и защищающими помещения от лучей солнца.

Транспортные магистрали города окаймлены высокими деревьями, а пешеходные пути ограничены низкими густыми деревьями с раскидистой кроной, обеспечивающими, однако, проникновение зимних солнечных лучей.

Заслуживают также внимания и проводившиеся в Индии подготовительные и проектные работы по планировке и застройке Нового Дели. Архитекторы Ехеверия, Мейер и Каллан стремились учесть при проектировании и местные климатические условия, и рельеф местности, и национальные особенности быта индийского народа. Для того чтобы создать тенистые улицы, максимально предохранить стены домов от перегрева солнцем, а помещения — от тепловой радиации, проектировались узкие внутриквартальные улочки и проходы для пешеходов и велосипедистов, многочисленные пандусы, внутриквартальные садики.

Для обеспечения притока свежего воздуха и усиления эффекта проветривания кварталов в многоэтажных домах оставлены незастроенными междуэтажные сквозные пространства.

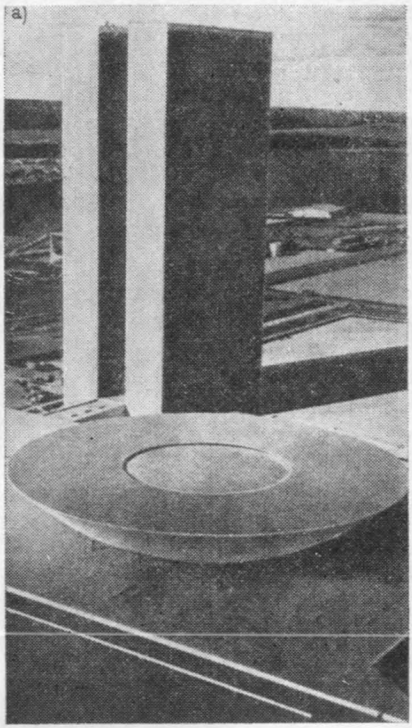
Отличительной особенностью новых индийских городов является то, что они занимают большие территории. Плотность населения таких городов колеблется в пределах от 90 до 120 человек на гектар, так как застраиваются они, как правило, малоэтажными жилыми домами. При каждом доме разбиваются приусадебные участки, необходимые для жителей тропической Индии, проводящих большую часть года вне помещений. Кроме того, при малоэтажной застройке проще решается и проблема увеличения жилой площади с ростом семьи, что очень важно для Индии, где часто встречаются семьи, объединяющие три поколения.

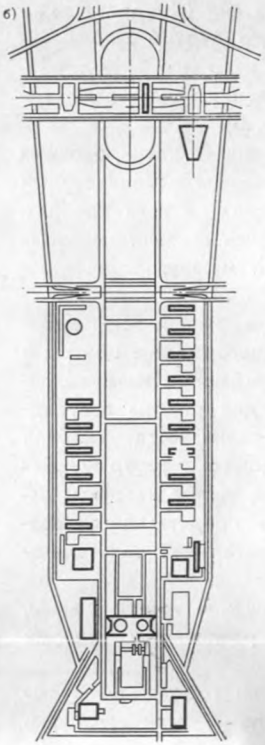
Для будущего стран Латинской Америки, равно как и для многих других развивающихся молодых государств Азии и Африки, исключительно важное значение имеет в наши дни стремление внести в стихийный процесс урбанизации рациональное начало.

Бразилия — интересный пример процесса урбанизации в современную эпоху. Решение о строительстве новой столицы Бразилии в пока еще слабо освоенной местности на Центральном Бразильском нагорье, в 965 км северо-восточнее Рио-де-Жанейро, преследовало цель открыть широкое движение в глубь континентальных малоосвоенных, слаборазвитых и малонаселенных районов страны. Новая столица — исключительно административный центр с населением более 500 тыс. жителей (рис. 133, в). Участок площадью 15 000 га почти плоский. Это красное, пыльное чашеобразное плато, окаймленное грядами холмов, расположено на высоте около 1000 м над уровнем моря. Климат в основном тропический, континентальный (жаркая и сухая зима, жаркое и влажное лето), однако температурные условия несколько смягчены высотой над уровнем моря. Растительность — саванная; кристаллические породы нагорья являются прочным основанием для построек.

При планировке и застройке новой столицы был предусмотрен и осуществлен целый комплекс хорошо продуманных мер по преобразованию микроклиматических условий как района строительства в целом, так и в пределах различных зон города (архитекторы Л. Коста и О. Нимейер).

Новая столица раскинулась на плато со спокойным уклоном, полуокруженным огромным искусственно созданным озером. План города напоминает внешние очертания самолета: его крылья отведены под жилые кварталы, группирующиеся вдоль дифференцированной магистральной трассы север — юг, а по главной монументальной оси восток — запад, соответствующей фюзеляжу самолета, расположились ряды 25-этажных зданий ми-

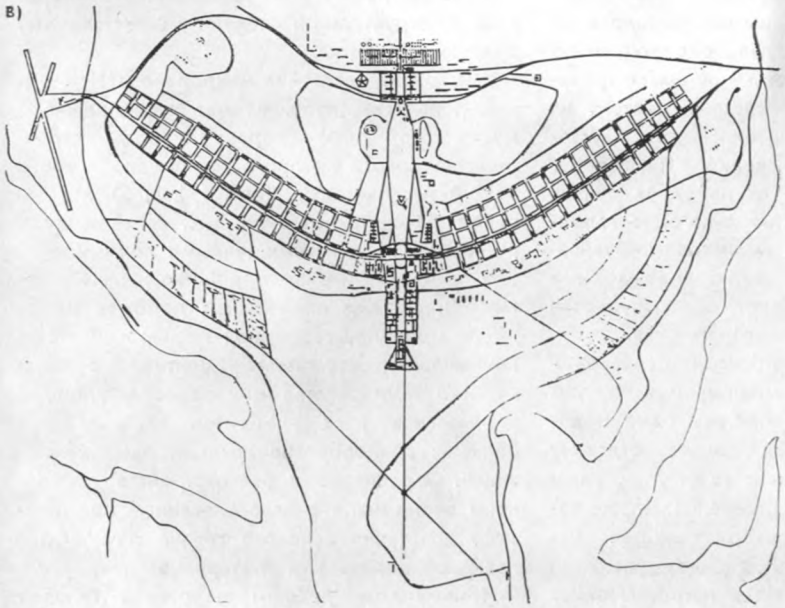




Новая столица Бразилии — г. Бразилиа

133

Общий вид дворца национального конгресса (а); центральная эспланада города (б); генеральный план г. Бразилиа (в). Арх-ры Л. Коста и О. Нимейер



нистерств, площадь трех сил (Дворец Президента, здания Верховного суда и Парламента), а также деловые кварталы, культурно-просветительные учреждения, места отдыха и развлечений (рис. 133, а, б).

На пересечении главных планировочных осей города находится основной транспортный узел с развязкой движения в трех уровнях. Под землей расположились стоянки легковых и грузовых автомашин и междугородный автобусный вокзал.

В планировке города из жилой зоны вынесены на периферию общегородские центры и все правительственные здания. Этим создаются хорошие условия для работы государственных служащих, организуется удобная связь отдельных ведомств, разгружаются транспортные магистрали, жилые кварталы освобождаются от шума и представляется возможность создать выразительный архитектурный ансамбль.

Очень интересно решение жилой зоны, представленной двумя различными типами застройки.

Основной жилой район города, включающий многоквартирные дома, отличается высокой плотностью застройки. Он состоит из системы квадратных или прямоугольных кварталов — суперблоков площадью около 6 га каждый (240×240 м) по два с одной и по одному с другой стороны автомагистрали-бульвара Север — Юг. Последняя состоит из средней части, предназначенной для двустороннего скоростного движения, и расположенных по обе стороны от нее двух других дорог, где осуществляется только одностороннее движение. Под этой магистралью-бульваром, пересекая ее, проходят пешеходные улицы, образующие в своей совокупности планировочную сетку жилого массива.

Кварталы окружены полосой деревьев и кустарников шириной 20 м, причем в каждом блоке преобладает какая-нибудь одна порода деревьев. Эта зеленая полоса отделяет внутриквартальное пространство от улиц, улучшая условия проживания населения. Кроме того, благодаря такому барьеру отпадает необходимость располагать здания фасадами вдоль улиц и обеспечивается неограниченная возможность такой их ориентировки, при которой можно максимально использовать благоприятное воздействие природно-климатических факторов района строительства.

Вся территория внутри кварталов озеленена. Она легко просматривается, так как здания стоят на столбах. Каждый квартал-суперблок вмещает около 3 тыс. человек, расселенных в 5- и 8-этажных многоквартирных домах.

Архитектурно-пространственное решение кварталов достаточно живописно благодаря разнообразной блокировке и размещению зданий. Плитообразная форма зданий одной этажности, поэтажные членения и спокойные пропорции оконных проемов, экранированных солнцезащитными устройствами, — характерные особенности архитектурного комплекса первичной жилой ячейки. Внутри кварталов не допускается автомобильное движение. В пределах каждого квартала предусмотрены начальные школы и площадки для игр. Между кварталами, за пределами зеленого пояса, размещены общественные здания: церкви, магазины, средние школы, кинотеатры и др.

Жилые районы с низкой плотностью застройки не имеют ясно выраженной планировочной структуры и следуют естественному очертанию участка.

Интересна застройка микрорайона № 1 Гавана-дель-Эсте (Куба, климат жарко-влажный муссонного типа) — первая очередь строительства нового крупного городского района на 250 тыс. жителей (рис. 134, а, б). Микрорайон, рассчитанный на 8 тыс. человек, застроен 4- и 11-этажными жилыми домами.

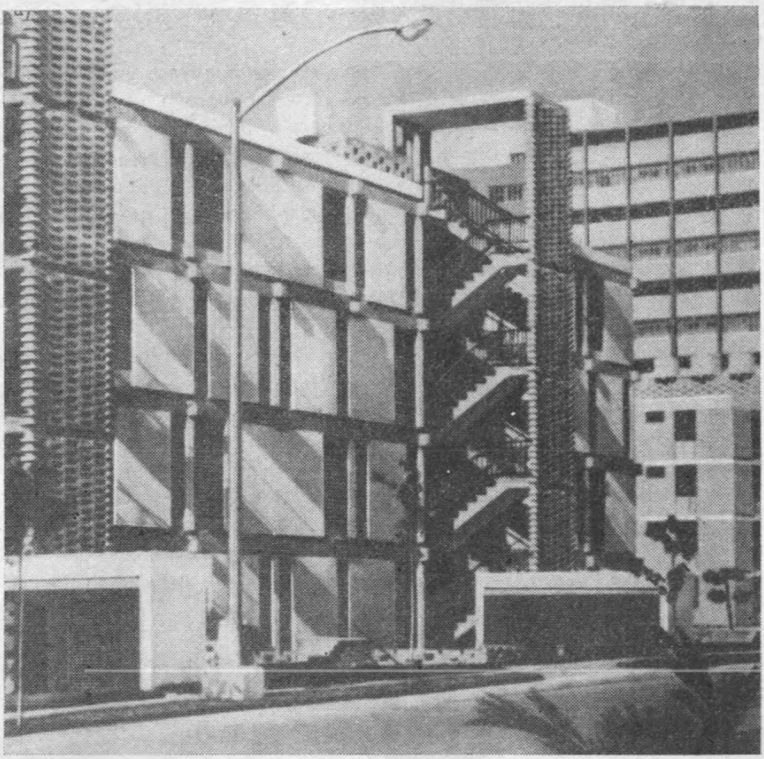
Планировка и благоустройство жилых кварталов и система пешеходных дорожек решены по принципу свободной планировки, обеспечивающей естественную вентиляцию внутреннего пространства микрорайона, удобную взаимосвязь всех элементов застройки и большое разнообразие архитектурных композиций. Озеленение и благоустройство выполнены экономично с использованием контрастного сочетания зеленого газона с групповой посадкой деревьев и кустарников.

Жилые дома решены на основе типовых

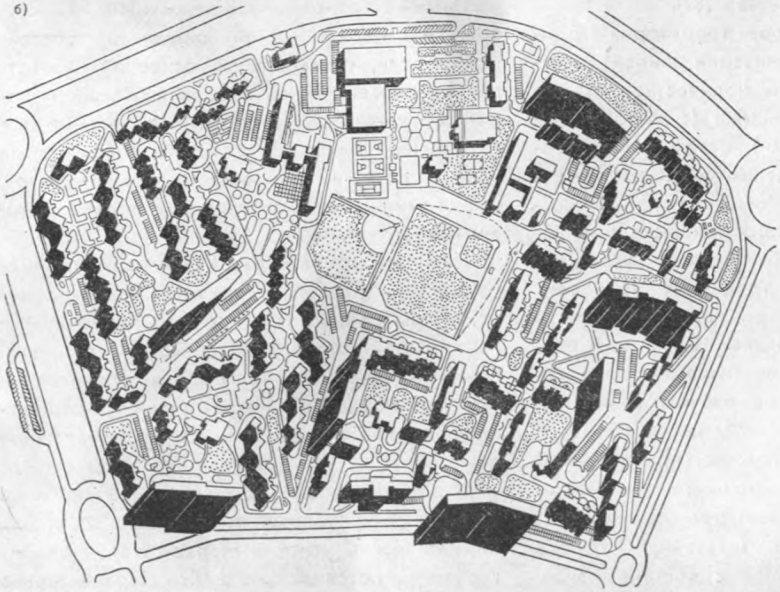
Столица первой социалистической страны Америки

134

Гавана-дель-Эсте.
Куба: а — общий вид жилых домов;
б — генеральный план



б)



секций, состоящих в основном из 3- и 4-комнатных квартир со сквозным проветриванием. Крупнопанельные здания оборудованы разнообразными солнцезащитными устройствами и имеют лоджии, балконы, выносные лестничные клетки, галереи и т. п., придающие им характерный архитектурный облик южного сооружения. Все это дополняется превосходным качеством отделочных работ и удачным сочетанием светотени, цвета и фактуры.

Разнообразие в композиции застройки микрорайона достигнуто благодаря рациональному сочетанию 4- и 9-этажных жилых домов с 1- и 2-этажными зданиями школ, дошкольных учреждений и сооружениями общественного центра.

Заслуживают внимания исследования и практические выводы американского ученого В. Олджией. Подводя итог климатическому анализу двух зон с жарко-сухим и жарко-влажным климатов (городов Финикс, штат Аризона, и Майами, штат Флорида), он наглядно демонстрирует возможные решения планировки и застройки жилых районов с учетом влияния окружающей природно-климатической среды, прибегая лишь к естественным, архитектурно-планировочным и конструктивным средствам регулирования микроклимата места строительства [82].

В исследуемых примерах территория строительства, принцип организации жилой застройки, типы зданий и их количество оставались общими и постоянными (с небольшими неизбежными различиями), с тем чтобы наглядно проследить, к каким видоизменениям приводят только специфические климатические воздействия. Для этого пришлось пренебречь природными особенностями участка и различиями в местных традициях зодчества.

В каждом из примеров площадь участка под строительство составляет 10,50 км^2. В пределах данной территории было выбрано соответствующее место для расположения жилого массива. Ландшафт местности образуют два плато, верхнее и нижнее, разделенные горным склоном юго-восточной ориентации. Нижнюю равнину прорезает русло реки. Здесь же проходит и главная шоссейная дорога, пересекающая территорию с востока на запад, открывая основной доступ в глубь участка.

Общая организация планировочной структуры жилого массива основана на принципах микрорайонирования. В каждом жилом районе насчитывается около 4800 жителей, составляющих группы населения со средним и выше среднего заработком. Средний состав семьи — 3,5 человека. Данный жилой район состоит из четырех жилых колоний с населением 1200 человек каждый и общественного центра.

Жилища включают квартиры из 2, 3 и 4 спальных комнат. Они подразделяются на следующие типы: A — 1- и 2-этажные дома-особняки — 870 домов (60%), A_1 — рядовые дома — 280 (20%); A_2 — многоквартирные дома — 280 (20%). В центральной части каждой жилой колонии размещаются детские сады-ясли дневного пребывания с площадкой для игр; между колониями — учреждения культурно-бытового обслуживания, поликлиники, аптеки и церкви.

Общественное ядро жилого района составляют: C — торговый центр; D — административный центр; E — культурно-просветительный центр; F — район спорта, массового отдыха и развлечений.

Система транспортных коммуникаций состоит из периферийной окружной шоссейной дороги, связанной с основной магистралью; разветвленной сети жилых улиц и дорог, обслуживающих отдельные части жилого массива таким образом, что пешеходные аллеи, ведущие к общественному центру, имеют минимум пересечений с транспортными магистралями.

Ниже приводятся два характерных примера целесообразной организации жилых районов на выбранных участках и их рационального архитектурно-планировочного решения. Климатические условия городов Финикса и Майами выбраны в качестве типичных соответственно для жарко-сухой и жарко-влажной зон.

Ж а р к о-с у х о й р а й о н (на примере климатических условий г. Финикса, 32° с. ш.). Климатические условия жарко-сухого района характеризуются ясным небом, сравнительно

продолжительным периодом перегрева, сухостью воздуха и большой суточной амплитудой колебания температуры. Наивысшая зарегистрированная температура +47°С, наинизшая — 8,89°С. В качестве расчетной для летних условий принята температура 41,1°С (она составляет всего 1% в году), а для зимних — 0°С. Интенсивность солнечной радиации: в июне горизонтальная поверхность получает в среднем 6601—8802 Вт/м² (в сутки) за счет солнечной радиации при ежечасном максимуме около 1100 Вт/(м²·К). Среднегодовое количество солнечных часов — 84% с максимумом (93%) в июне и минимумом (75%) в январе.

Ось господствующего ветра проходит в направлении восток — запад. Наивысшая скорость ветра, особенно благоприятная и полезная для весеннего и осеннего периодов, имеет место в послеполуденное время. Здесь же наблюдаются исключительные по силе ветры. Ветры силой свыше 32,2 км/ч могут принести с собой пыль и песок. Ночные, следующие топографии местности ветры составляют прохладные воздушные потоки, опускающиеся вниз по склону гор. Дневные ветры дуют с юга, юго-запада и юго-востока. Западные ветры превалируют в послеполуденное время и наиболее ярко выражены летом.

Среднегодовое количество осадков около 200 мм. Май и июнь — самые засушливые месяцы. Консервация воды вообще и сбережение дождевой воды в частности являются важной проблемой.

В течение всего года воздух характеризуется большой сухостью. В июне относительная влажность воздуха 10—40%; в январе — 34—70%. Повышенная упругость водяных паров в воздухе имеет место только в августе, достигая 2266,1 Па.

Участок под застройку выбран на нижних частях склона долины (однако выше дна ее), поскольку здесь наблюдаются прохладные воздушные течения. В данном примере была допущена некоторая свобода при организации водных систем с целью обеспечения благоприятных микроклиматических условий во всех частях жилого района. Известно, что водные поверхности смягчают действие высоких температур и за счет охлаждения испарением оказывают благотворное воздействие.

Планировочная ось застройки жилого массива проходит таким образом, что в ранние утренние часы ощутимого холода обеспечиваются теплопоступления, а в жаркий период дня — теневая защита.

Высокие температуры продиктовали использование объемного эффекта (тепловой инерции) в планировочной структуре жилого района, достигнутого высокой плотностью застройки. Поэтому жилые колонии A представляют собой замкнутые композиции. Тот же компактный характер носят архитектурно-пространственные композиции рядовых домов A_1, многоквартирных жилых зданий A_2, общественных комплексов, расположенных в центре жилого района и включающих магазины C, административные D и школьные E здания, зрелищные сооружения, а также территории и площадки для отдыха, игр и спортивных состязаний F (рис. 135, а, б).

На рис. 135, б наглядно прослеживается эта тенденция к объединению в планировочной структуре жилого массива, где здания компактно группируются вокруг озелененных и обводненных участков; при этом достигается настолько высокая плотность застройки, что дома взаимно затеняют друг друга.

Высокая плотность застройки в пределах жилых колоний значительно сокращает протяженность пешеходных путей. Предполагается, что связь с общественным центром жилого района будет организована с помощью автотранспорта, хотя для этого также могут быть использованы пешеходные аллеи.

Объемно-планировочная структура жилых колоний, состоящих из 1- и 2-этажных домов, образует формы, напоминающие солнцезащитные устройства ячеистого типа, где во внутренних дворах всегда поддерживается прохлада. Ось оптимальной ориентации отклоняется на 25° к востоку от юга. Эти сложные жилые комплексы малоэтажной застройки расположены вдоль пешеходных трасс, связывающих общественный центр района с жилыми колониями (микрорайонами). Рядовые дома A_1 составляют компактно сблокированные группы жилищ, ориентированные продольной

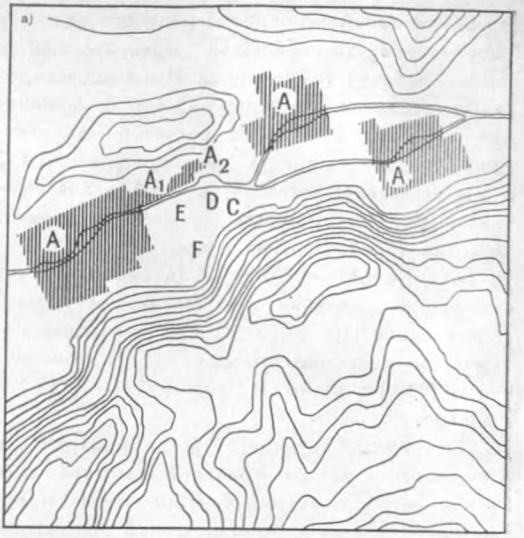
осью в направлении восток—запад. Близ комплекса общественных зданий C размещаются многоэтажные квартирные дома A_2. Восточный и западный фасады зданий имеют глухие стены. Проемы на южном и северном фасадах оборудованы регулируемыми экранами для защиты от солнечной радиации днем и быстрого избавления от дневных теплонакоплений ночью за счет длинноволнового теплового излучения. Во внутреннем дворе квадратного в плане торгового здания размещены различные отделы магазина. Классы школ E раскрыты во внутренние дворики.

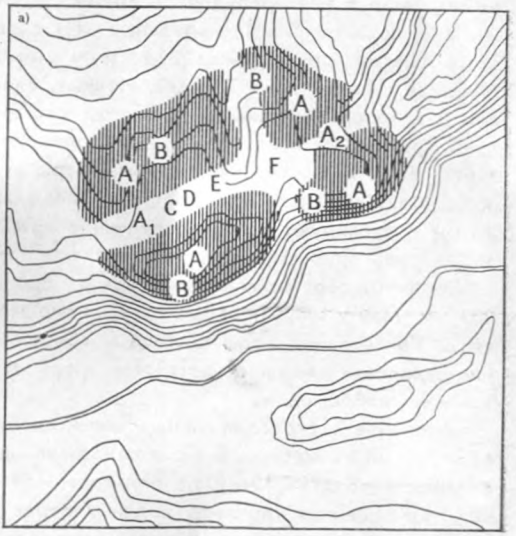
Транспортные магистрали связаны с жилыми массивами сетью коротких тупиковых улиц местного значения; окаймленные зелеными насаждениями пешеходные аллеи ведут к парку и стадиону.

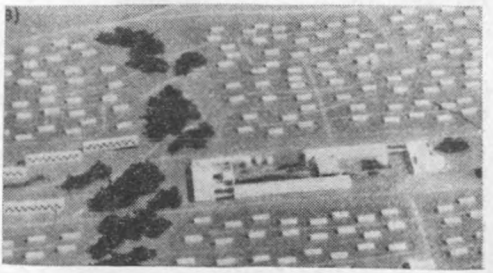
Жарко-влажный район (на примере климатических условий г. Майами, 24° с. ш.). Для жарко-влажной зоны характерны сравнительно высокие температуры в сочетании со значительной относительной влажностью воздуха и высоким давлением водяного пара. Наивысшая зарегистрированная температура +35,56°С; зимой суточные температуры никогда не бывают ниже точки замерзания. Летняя расчетная температура +32,2°С; зимняя +8,33°С (учитывая 1% наиболее низких температур); незначительные амплитуды колебания температуры (среднемесячная 12,2°С; среднесуточная 3,3—7,2°С).

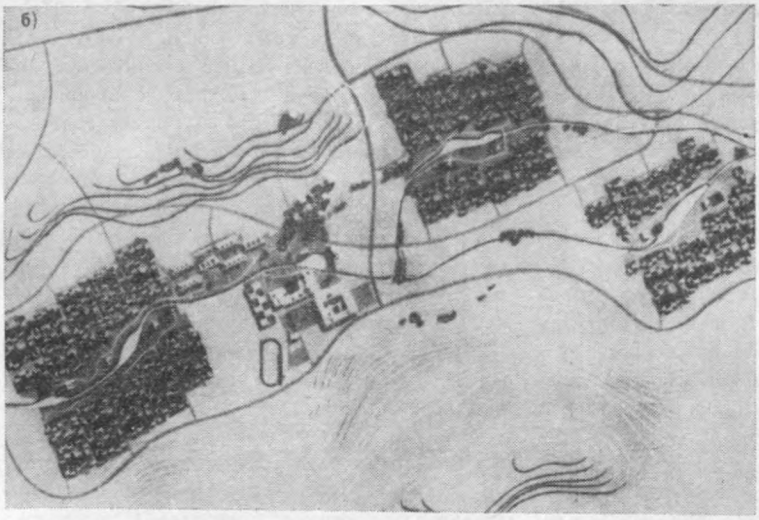
Количество солнечных часов в году — в среднем 66% с максимумом (72%) в марте и апреле и с минимумом (61%) в июне; имеет место большой процент рассеянной (диффузной) радиации. В течение почти всего года требуется защита от солнечной радиации.

По утрам и после полудня дуют восточные ветры со средней скоростью 16,1 км/ч. Бóльшая часть ночи и вечернего времени характеризуется штилевой погодой или незначительными по силе бризами. Зимой ночные ветры намного сильнее и дуют как с северной, так и с восточной четверти горизонта. Северные ветры, как правило, дуют с октября по март. При одновременном воздействии морского бриза и пассата сила ветра может достигнуть 32,2—48,3 км/ч в летнее послеполу-





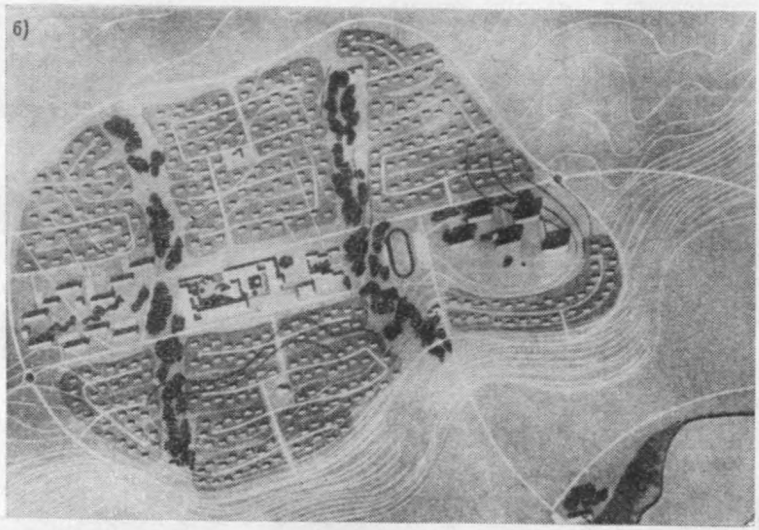




Принципы организации жилых структур городского типа с учетом влияния окружающей природно-климатической среды

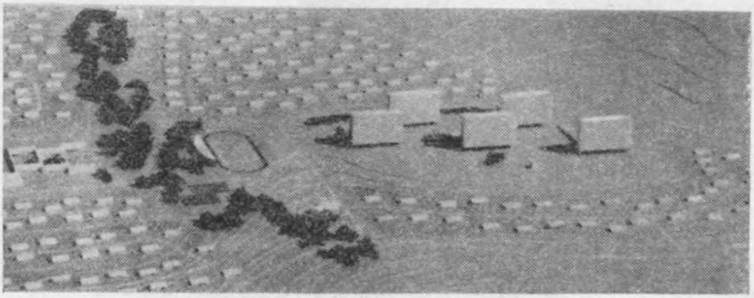
135

Особенности планировки и застройки в условиях жарко-сухого климата: а — выбор участка; б — объемно-планировочная композиция жилого района



136

Особенности планировки и застройки в условиях жарко-влажного климата: а — выбор участка; б — объемно-планировочная композиция жилого района; в — общий вид с южной стороны



денное время и еще больше — в самые жаркие дни.

С востока и юго-востока можно ожидать вторжения ураганов, которые имеют место главным образом в период с сентября по ноябрь. Среднегодовое количество осадков примерно 1500 мм; дожди выпадают в основном в летние месяцы. Обычно сентябрь является самым дождливым месяцем со средним количеством дождливых дней 18.

Среднегодовое давление водяного пара приближается к 2399 Па. С июля по октябрь среднесуточные условия характеризуются упругостью водяных паров в воздухе, превышающей 2666 Па; при отсутствии ветра такие условия (25% от всего периода года) являются труднопереносимыми.

В течение других 50% годового периода наблюдается такое давление водяных паров, при котором необходимо обеспечить движение воздуха для восстановления комфортных теплоощущений.

Наиболее эффективным естественным средством борьбы с отмеченными неблагоприятными условиями жарко-влажных районов является повышение интенсивности движения воздуха. Поэтому под жилую застройку было выбрано верхнее плато, открытое воздействию ветра, а также и верхняя часть склона горы, где можно ожидать более сильных воздушных потоков (рис. 136, *а*).

Ориентация зданий была осуществлена в соответствии с двумя важнейшими требованиями: обеспечения благоприятного воздействия восточного ветра и защиты от солнечной радиации. В планировочной структуре жилого района получил развитие прием строчной застройки зданий в шахматном порядке.

В центре района между домами-особняками *A* размещается сеть учреждений бытового и общественно-культурного обслуживания: магазины *C*, административные здания *D*, спортивные сооружения *F* и школы *E*. К ним примыкают комплексы рядовых A_1 и многоквартирных жилых домов A_2 (рис. 136, *а*, *б*, *в*).

Исходя из основной задачи — эффективного сквозного проветривания дворов, кварталов, микрорайонов и квартир — в районах с жарко-влажным климатом более целесообразна рассредоточенная застройка; это приводит к низкой плотности застройки и низкому проценту использования земельного участка. Относительное удаление микрорайонов-колоний от общественных центров выдвигает требование к сокращению протяженности пешеходных путей. Чтобы найти оптимальное решение, удовлетворяющее этим двум различным требованиям, в данном примере планировки района центрально расположенная открытая территория для размещения учреждений общественно-культурного обслуживания разделена на три части двумя зелеными поясами, с тем чтобы создать хорошо затененные пешеходные каналы.

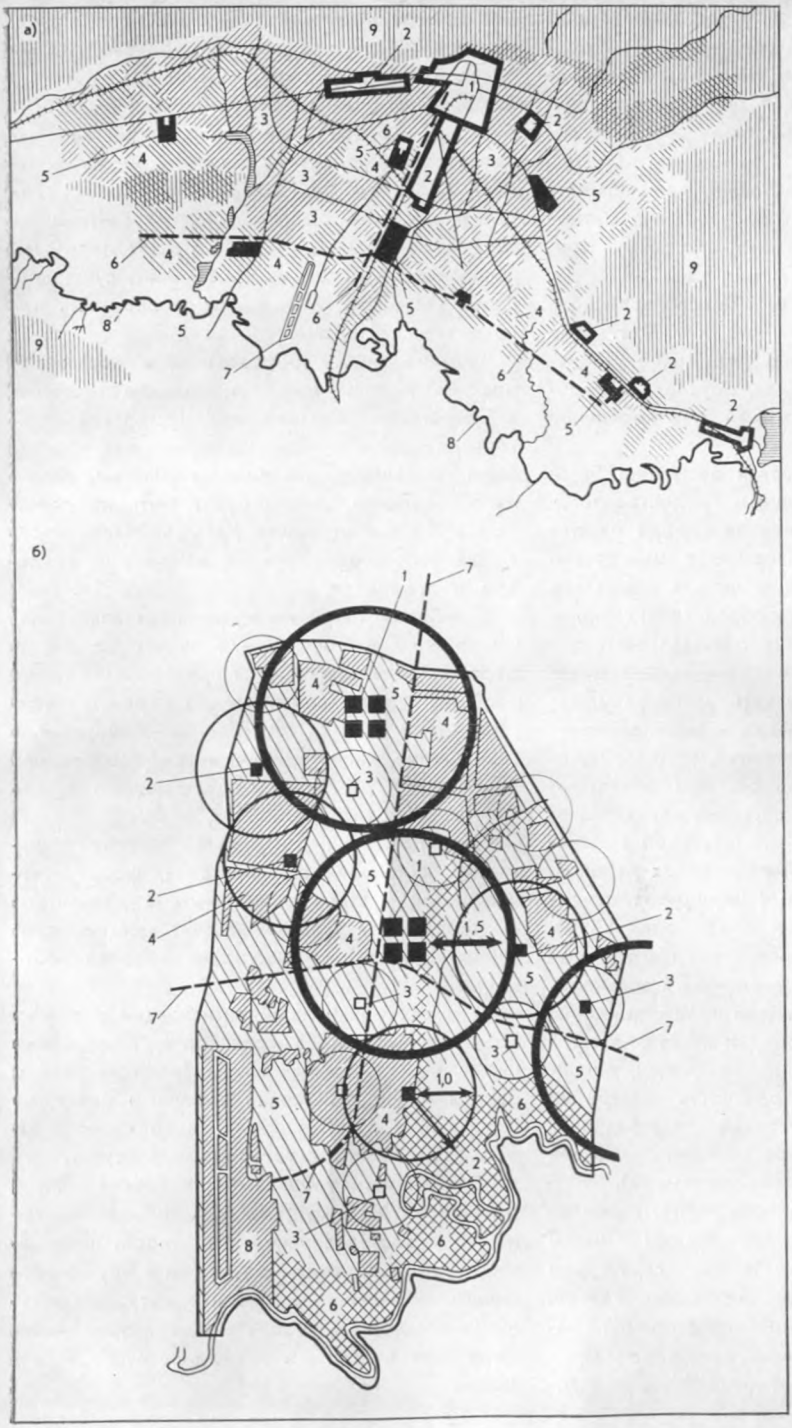
Ввиду отсутствия чрезмерных внешних тепловых нагрузок целесообразны отдельно стоящие здания параллелепипедной формы, что отвечает требованию обеспечения сквозного проветривания.

Жилые массивы, теоретически находящиеся под защитой деревьев с раскидистыми кронами (на рисунках они не показаны), состоят из домов-особняков, расположенных в шахматном порядке (рис. 136, *б*, *в*).

Южный и северный фасады зданий оборудованы солнцезащитными устройствами, пропускающими воздушные потоки. Восточный и западный фасады этих домов имеют глухие стены или экранированы так называемыми «дышащими стенами-экранами». Целесообразна конструкция двойной крыши с вентилируемой воздушной прослойкой.

Естественная вентиляция зданий повышенной этажности эффективнее, чем зданий малоэтажной застройки. Комплекс рядовых домов A_1 состоит, по существу, из отдельно стоящих многоэтажных жилых зданий, расположенных в шахматном порядке и разделенных террасами, обеспечивающими свободный доступ к ним воздушных потоков. Многоквартирные дома A_2 высоки и имеют очень незначительную ширину. Высокие объемы преграждают путь потокам воздуха и создают полезные зоны высокого давления перед зданиями. Для эффективной защиты от солнца помещений и квартир целесообразна плитообразная форма зданий.

Архитектурный комплекс общественного



Градостроительные преобразования столицы Колумбии

137

Развитие г. Боготы:
а — схема генерального плана: 1 — общегородской центр; 2 — новый промышленный комплекс и административный центр; 3 — существующий район; 4 — новый городской район; 5 — новый общественный центр города; 6 — трассы скоростного общественного транспорта; 7 — аэропорт; 8 — река; 9 — горы;
б — схема плана новых районов: 1 — новый общественный центр городского значения; 2 — второстепенный центр районного значения; 3 — центр местного значения; 4 — старая застройка; 5 — новая застройка; 6 — зеленая зона; 7 — трассы скоростного общественного транспорта; 8 — аэропорт

центра С также состоит из открытых свободно стоящих зданий. Они не создают особых препятствий для воздушных течений, а крытые переходы и тротуары для пешеходов, утопающие в зелени, надежно защищают от солнечной радиации.

Богота, столица Колумбии, насчитывает ныне 3 млн. жителей и расположена в котловине на западном склоне Восточных Кордильер на высоте 2650 м над уровнем моря. Развитие промышленности и рост городского населения (предполагают, что к 1990 г. оно достигнет 8,5 млн. человек), особенно усилившиеся с конца 1950-х годов, обусловили необходимость разработки новой планировочной структуры города.

Исторически сложившаяся застройка Боготы не отвечает современным градостроительным требованиям. Разделение города на две обособленные части (северную с многоэтажной жилой застройкой и южную с малоэтажной) территорией общегородского центра, в котором сконцентрирована бóльшая часть учреждений сферы обслуживания и мест деловой активности, а также сеть узких улиц, тянущаяся вдоль гор, привели к крайне неравномерной плотности населения, перенасыщенности центрального ядра столицы объектами промышленного и общественно-обслуживающего назначения, к обременительной маятниковой миграции жителей отдаленных районов, удлиненности транспортных маршрутов, связывающих жилье с местами приложения труда.

В разработанном проекте градостроительного развития Боготы отчетливо проявились характерные для 1970-х годов новые принципы организации городской среды: отказ от жесткой функциональной дифференциации, линейность, плотность и интегральность застройки (на окраины выносятся только те предприятия, которые нельзя расположить вблизи жилья по санитарным соображениям), обособление общественного транспорта, стремление к достижению целостной среды с четко разработанной и легко читаемой структурой пространственных и функциональных связей.

Основой композиционного построения плана явились две оси развития города — западно-восточная, проходящая от существующего городского центра к западу, и северо-южная, параллельная ленте реки, живописно окаймляющей западные окраины столицы.

Данными планировочными осями были закреплены трассы движения общественного транспорта (скоростных железнодорожных линий), вдоль которых разместились новые городские районы. Последние рассчитаны на 500 тыс. жителей каждый и имеют плотность населения намного выше, чем зоны существующей застройки. Максимальная плотность населения — 178 чел/га.

Помимо жилых образований в новые городские районы вошли комплексы торговли и сферы обслуживания, административно-конторские здания и промышленные предприятия. Было подсчитано, что каждые 200 тыс. активного населения Боготы будут жить не далее чем в 1,5 км от места работы. Жилая застройка запроектирована из домов разных типов и этажности.

Благодаря такой интегральности застройки, укрупнению планировочных жилых единиц и перераспределению мест приложения труда и общественно-обслуживающих учреждений по территории города достигнуты значительное сокращение числа ежедневных перемещений по городу и разгрузка существующего общегородского центра (рис. 137, *а*, *б*).

Непосредственно к водной артерии примыкает обширная зеленая зона, формирование которой стало возможным в результате высвободившейся земли за счет концентрации жилья в линеарной застройке высокой плотности.

В целях дальнейшей активизации развития общественных видов транспорта, сокращения числа индивидуальных автомобилей на улицах Боготы и удобной связи со всеми центрами городского значения проектом предусмотрено расширение сети автобусных маршрутов.

Особенности урбанизации и поиски форм расселения в будущем. Рост народонаселения, быстрое увеличение численности и масштабов городов, усиление их роли в научно-техническом, экономическом и культурном развитии общества приобретают в современном мире социальную и экономическую значимость.

Население мира за последние 40 лет возросло с 2 млрд. до 4 млрд. человек. Предполагают, что к 2000 г. оно достигнет 6,5 млрд. человек, причем его прирост в основном будет идти за счет увеличения численности населения в развивающихся странах.

До 1800 г. ни в одном городе мира не было более 1 млн. жителей. В 1940 г. уже числилось 38 городов с населением свыше 1 млн. человек, в 1950 г. — 71, в 1975 — 181, из них в развивающихся странах — 65. Ничто, по-видимому, не сможет приостановить рост горожан в грядущие годы, ибо, помимо увеличения численности городского населения в результате естественного прироста и в связи с развитием промышленности, усилился процесс массового переселения людей из сельской местности в города. Так, например, в Азии, Африке и Латинской Америке в течение 25 лет около 300 млн. человек в поисках работы покинули деревни и направились в городские образования.

Современная урбанизация тесно связана с научно-технической революцией. Она основывается на усиливающейся в ее эпоху концентрации хозяйства при изменении пространственно-урбанистической формы этой концентрации («точечная» сменяется «ареальной») *.

По определению В. И. Ленина, «города представляют из себя центры экономической, политической и духовной жизни народа и являются главными двигателями прогресса»**. Однако содержание всего многосложного процесса урбанизации, его механизмы и результаты существенно различны в странах с разными социальными системами.

В условиях социализма наличие объективных предпосылок для регулирования урбанизации открывает возможности экономического и социального прогресса. Это достигается благодаря проведению мер, направленных на рациональное размещение производительных сил, перспективному планированию развития народного хозяйства, а также комплексному планированию градостроительства, решению проблем расселения, реконструкции старых и возведению новых городов, жилищного вопроса и др.

Напротив, характерный для капитализма стихийный, неуправляемый процесс урбанизации, противоположность центров и застойной периферии, частная собственность на землю, сохранение в качестве решающего критерия развития максимизации прибыли, социально-пространственная сегрегация населения рождают кризис городов и ведут к обострению в ходе его классовых и расовых противоречий.

Важную роль играет процесс урбанизации в развивающихся странах, в целом способствующий становлению современной экономики, преодолению отсталости и многоукладности, развитию социально-политической структуры общества. Однако он отличается определенной сложностью: быстрой концентрацией в городах сельского населения, ограниченностью материальных ресурсов, несоответствием темпов роста численности городского населения темпам развития экономики; нередкой гипертрофией столиц и их экономической ориентацией на внешний рынок при относительной слабой связи со своей страной.

Интенсивная урбанизация, носящая глобальный характер и проявляющаяся в тесном взаимодействии многих экономико-социальных, идеологических, технических и художественных явлений, не могла не привлечь к себе внимания архитекторов, градостроителей и ученых.

Начиная с 1928 г. регулярно проводились международные конгрессы современной архитектуры, участники которых выдвинули немало интересных и плодотворных идей относительно современных проблем градостроительства и путей их решения.

Так, темой III конгресса (Брюссель, 1930) были рациональные методы застройки; проводился тщательный анализ достоинств и недостатков высокой, средней и низкой застройки. Представленные на нем многочисленные проекты свидетельствовали о стремлении их авторов к обеспечению оптимальных условий инсоляции квартир и максимальной их экономичности*.

* См.: Маергойз И. М., Лаппо Г. М. География и урбанизация. — Вопросы географии, 1974, вып. 96.
** Ленин В. И. Полн. собр. соч., т. 23, с. 341.

* См.: Островский В. Современное градостроительство: Пер. с польск. М., 1979.

В 1961 г. на конгрессе африканских стран в Абиджане были выдвинуты на повестку дня важные проблемы: уничтожение в плане города разделения по национальному признаку, санитарное оздоровление городской территории и ликвидация трущоб, выявление градостроительных и пространственных форм, отвечающих условиям отдельных стран Африки.

Еще в 1950-е годы особенности восстановительного периода определили специфическую направленность развития градостроительства и архитектуры, отличавшихся рационализмом и лаконизмом. Положения «Афинской Хартии» (манифест, составленный рядом прогрессивных деятелей архитектуры в 1938 г.) оставались универсальным руководством для градостроителей и архитекторов, строивших здания, города, города-сады, которые неимоверно разрастались в связи с распылением многоэтажных зданий параллелепипедной формы на громадных территориях, и естественно, были не в состоянии обеспечить жилищем все увеличивающееся количество людей.

Несмотря на отдельные теоретические попытки представить новые пути градостроительства, продолжалось строительство в соответствии с двумя основными положениями: крупный жилой массив на территории с заранее установленной и неизменной плотностью населения и линейный промышленный город. В обоих случаях главные усилия направлялись на то, чтобы попытаться выправить отставание, возникшее из-за развития автомобильного движения (крупные транспортные магистрали, автомобильные стоянки) и роста потребности людей в жилье.

В начале 1960-х годов в градостроительстве происходит заметная эволюция: постепенно расширяется и обновляется арсенал пространственно-композиционных приемов, усиливается интерес к усложненным формам больших зданий, учитывается естественный рельеф местности, улучшаются сфера обслуживания и система общественного транспорта, т. е. меняется сам облик городских образований.

Тем не менее многие отрицательные моменты, выявившиеся в практике строительства крупных жилых массивов, все же остались. Так, сооружения и системы городского движения транспорта, рассчитанные на продолжительный срок эксплуатации, обязывающий опережать развитие общества, не прекращали осуществлять как нечто незыблемое, без учета того, что общество неуклонно развивается.

В области градостроительства требовались новые концепции, динамичные в своей основе, допускающие приспособление, развитие, видоизменение.

Именно в этот период наметились некоторые пути поисков, каждый из которых был в чем-то и плодотворен, и органичен.

Так, в 1950—1960-х годах как следствие ничем не оправданного панического страха перед грядущей перенаселенностью земного шара появилась теория «экистики» греческого архитектора К. А. Доксиадиса [8]. Пытаясь обосновать правомерность неограниченного роста городов, он предлагал создавать в будущем города-гиганты в виде непрерывных полос, протянувшихся вдоль транспортных путей.

Привлекающим внимание оказалось направление утопического проектирования, ставшее наиболее влиятельным в 1960-е годы (правда, в 1970-е годы оно явно пошло на убыль). В это время за рубежом появилось много градостроительных предложений, в которых мечты и фантазия архитекторов, опирающиеся на возможности новейшей техники, нацелены на решение проблемы городов будущего; в них обнаруживается стремление создать такую социальную структуру, разработать такие принципы формирования городской среды, которые отразили бы открытую организацию и естественную мобильность современного общества, найти путь к достижению органической связи архитектурной композиции города с его функциональной системой.

Они также выдвигают идеи резкого увеличения плотности застройки (см. табл. 16); развития городов по вертикали со сложным зонированием и дифференцированным движением; создания мобильных пространственных городских образований и использования подземного пространства, а также взаимосвязи города, сельских поселений и природного окружения.

Высказывается также мысль о том, что, поскольку мы находимся, по существу, в пере-

ходном периоде от жилища прошлого к будущему, когда нет еще рациональных заново осмысленных градостроительных решений, необходимо строить временные города на 10—20 лет. Эти города ближайшего будущего должны быть так задуманы, чтобы их можно было легко переустроить в соответствии с новыми требованиями.

Наконец, во многих градостроительных проектах и предложениях мы сталкиваемся с важным требованием применения индустриальных методов строительства, новейших строительных материалов и конструкций, а также широкого и максимально вариантного использования типовых конструктивных и планировочных элементов.

Среди этих предложений и разработок имеется ряд заслуживающих внимания проектов городов будущего.

К одной из грандиозных идей, развитых архитекторами-новаторами, стремящимися сделать города гибкими, относятся сооружения, касающиеся поверхности земли лишь в минимальном количестве точек и являющиеся искусственными территориями (площадками), несущими объемы зданий. Благодаря этим мощным вспомогательным мегаструктурам каждая отдельная жилая ячейка получает возможность свободно трансформироваться, демонтироваться и развиваться, а город становится многоэтажным со сложным зонированием различных видов городской деятельности и дифференцированным городским движением (рис. 138).

При решении проблем жилища и градостроительства в жарких странах возведение подобных мегаструктур давало бы возможность жителям организовывать созданные таким образом пространства по своему усмотрению.

Проект города будущего, разработанный французским арх. И. Фридманом, задуман в виде пространственной конструктивной решетки (из стали и бетона), поднятой на опорах на высоту 18—25 м, что позволяет освободить от застройки почти всю природную территорию и даже сохранить старый город. Эта гибкая структура может развиваться по вертикали: так, например, верхние платформы этой несущей многоярусной пространственной системы можно использовать исключительно для деятельности человека и удовлетворения его биологических потребностей (организации личной и общественной жизни, пешеходного движения), а нижние — для различных предприятий и системы обслуживания (движения механических средств транспорта, а также складов, магазинов, промышленных предприятий и т. д.).

Полые опоры, отстоящие друг от друга на расстоянии 35—50 м и включающие все вертикальные коммуникации, поддерживают этот воздушный город, 40—50% площади территории которого заняты сквозными незастроенными пространствами, обеспечивая свободный доступ солнечным лучам и атмосферным осадкам к сельскохозяйственным землям и старому городу.

В пространства, заключенные между элементами такой трехмерной решетки, могут быть помещены объемные жилые ячейки с полезной площадью 25 м^2 каждая (62,5 м^3); эти ячейки, способные трансформироваться, расширяться и приспосабливаться к различным условиям, составляют основу жилищ, внутренняя планировка которых остается свободной и может осуществляться в соответствии с пожеланиями самих жителей.

Исходя из того же принципа и стремясь конкретизировать свои теоретические исследования, И. Фридман создает проекты мобильного пространственного города для специфических условий Туниса и Абиджана, а также проекты городов-мостов для Африки (рис. 139). Поскольку в Африке мостов мало, то они и являются узловыми пунктами пересечения линий движения различных видов транспорта: морского, железнодорожного и автомобильного. И. Фридман считает, что если расширить существующие африканские мосты до размеров городов-мостов, то они быстро превратились бы в торговый и индустриальный центры района. Напоминая сначала большие традиционные рынки, они со временем создали бы ядро больших градообразований африканского континента.

Проекты других архитекторов, развивающих идеи различных «парящих жилищ», объ-

единенных в большие комплексы, свидетельствуют о рождении новых своеобразных форм и конструктивных систем (см. табл. 16).

Например, пространственный город с очень высокой плотностью населения французского архитектора П. Мэймона представляет собой комплекс из нескольких пирамид, связанных между собой мостами, дорогами и платформами. Они очень экономичны с точки зрения использования общей площади застройки, ибо каждая пирамида рассчитана на 20 000 жителей, а занимает всего лишь 90 000 м^2.

Конструктивно такая пространственная пирамида состоит из огромной центральной полой колонны, вмещающей все виды вертикальных коммуникаций и все «внутренности» города. Тросы, образуя гигантскую паутину, крепятся к этой вертикальной опоре и поддерживают самонапряженные платформы — территории, где ярусами располагаются жилища, школы, театры, торговые предприятия, сады, общественные комплексы и т. п.

Пространственные города в первых проектах П. Мэймона были задуманы плавающими. Он особенно заинтересовался проблемой г. Токио с 10 млн. жителей, число которых через 20 лет может увеличиться вдвое. Расширяться город имеет возможность только в сторону Токийского залива. К тому же в Японии следует учитывать сейсмику, а также жарко-влажные условия климата.

Известные японские архитекторы Кензо Танге, Курокава и Кикутаке также мечтают о создании искусственных островов у морских ворот Токио (см табл. 16).

Архитектор П. Мэймон предлагает организовать систему городских территорий на плавающих островах диаметром около 500 м каждый. Эти острова связаны друг с другом мостами, автострадами и воздушными линиями метрополитена с большой пропускной способностью. Каждый пространственный городской элемент состоит из кессона, погруженного на глубину 16 м, внутри которого размещены автостоянки, рынки, предприятия, энергетические станции, склады, резервуары и т. п. Под этим техническим подвалом имеется воздушный амортизатор.

Чтобы ослабить воздействие сейсмических толчков, в основании каждого кессона предусмотрен слой ячеистого строения, наполненный воздухом. Благодаря возведению подводных плотин город защищается от штормового нагона (цунами).

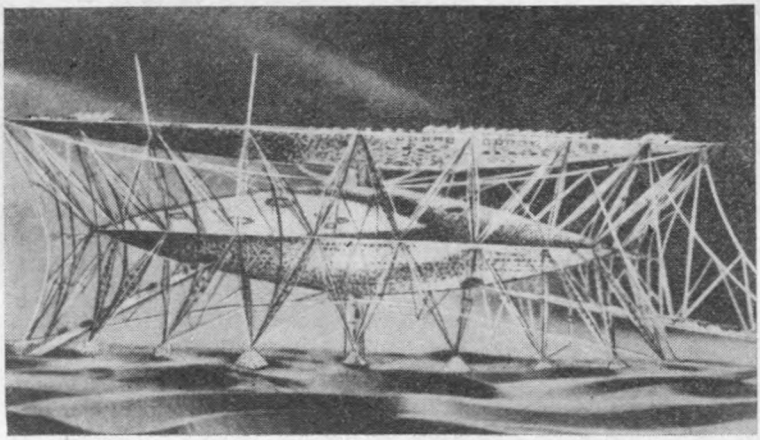
Эти кессоны, составляющие опорную часть городских комплексов, укрепляются на сваях, что гарантирует их неподвижность. Над ними возвышаются пирамиды, крестообразные в плане, включающие жилища, учреждения, здания общественного обслуживания, культурно-просветительные центры, сады и т. п.

П. Мэймон запроектировал также город в Сахаре на несколько тысяч жителей. Компактное размещение всего населения в одном месте позволило создать замкнутое пространство с полным кондиционированием воздуха, превращенное в огромный искусственный оазис (см. рис. 138).

Все это градообразование поднято на столбах над землей, что устраняет опасность песчаных заносов. Конструкция, состоящая из металлических опор, соединенных между собой тросами, поддерживает объем в форме линзы. Связи в «городе» реализуются посредством систем пандусов, лифтов и лестниц, сформированных внутри этих мощных вертикальных стволов. Выходы оборудуются тамбурами, необходимыми во время песчаных бурь.

Во внутреннем пространстве городского организма жилища расположены террасами вокруг искусственно созданного природного ландшафта. Здесь имеется все необходимое для нормальной деятельности: магазины, торговые предприятия, общественные сооружения, площади, улицы и т. д. Под землей находятся огромные склады, доступ к которым осуществляется через вертикальные шахты. Над городом в форме чаши простирается гигантский тент, на котором установлены солнечные генераторы.

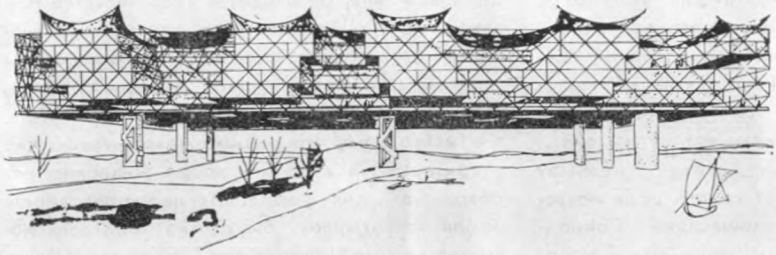
Для снабжения города в Сахаре водой П. Мэймон вновь обратился к традиционным приемам древних цивилизаций — накапливать в ночное время воду, содержащуюся в толще подпочвенного слоя в песке. Основываясь на этом издавна известном принципе, достаточно понизить наружную температуру ограждающих стен и тента, «натянутого» над городской



Развитие науки и техники и рост народонаселения заставляют архитекторов всего мира задуматься над проблемами градостроительства будущего

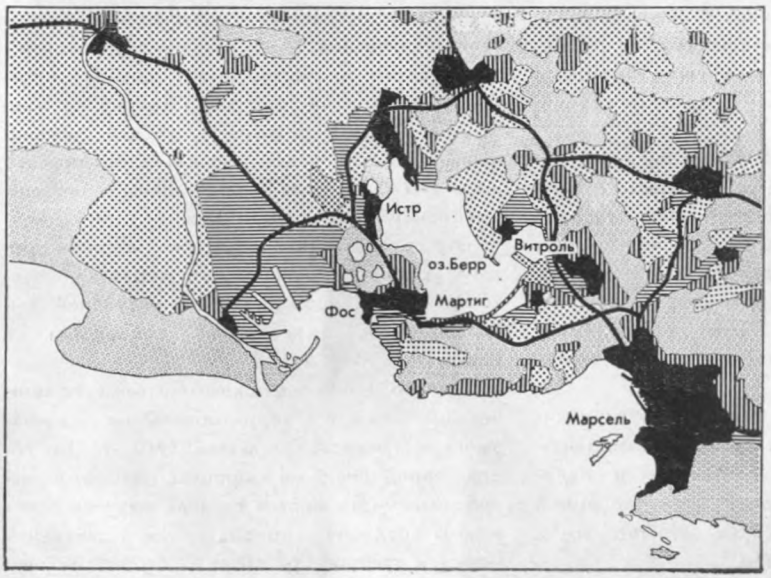
138

Проект города в пустыне. Арх. П. Мэймон



139

Проект города-моста для Африки. Арх. И. Фридман



140

Генеральная схема развития новых городов вокруг озера Бер. Франция. 1970

формацией. В стены заделаны аммиачные трубопроводы так, что сооружение в целом представляет собой колоссальный холодильник.

Ночью пары конденсируются на стенах, после чего вода собирается в колодцы.

Молодой немецкий архитектор Э. Шульце-Филице также занимается вопросами пространственного градостроительства. Используя математические методы исследований, он сумел подойти к решению конкретных задач, учитывая при этом два основных положения: 1) создание архитектуры, воспринимаемой не как нечто застывшее, а как непрерывно развивающееся, динамичное; 2) осуществление массового заводского производства унифицированных деталей, конструкций, блоков и узлов, отвечающих условиям индустриализации строительства. Э. Шульце-Филице разработал проект городской застройки для участков с резким падением рельефа. Благодаря четкой организации предметно-пространственной среды основная несущая конструктивная система приспосабливается к топографическим условиям местности и даже может ее изменять. Пространственный город, следуя рельефу местности, сам формирует своего рода искусственный ландшафт, напоминающий природный, с горами и долинами, ущельями и высокими плато. Общая идея вытекает из принципа создания жилых массивов с очень высокой плотностью застройки типа «касба» (т. е. непрерывный ряд зданий различной высоты с террасами и внутренними двориками средиземноморского типа).

Город архитектора Э. Шульце-Филице — это лабиринт объемно-пространственных структур, сгруппированных по определенной системе жилых ячеек, максимально использующих сборные элементы заводского изготовления, монтируемых и демонтируемых, способных расширяться или стать очень компактными, приспосабливаться и быть многофункциональными (см. табл. 16).

Наконец, в целях оптимизации функционирования существующих и будущих пространственных городов многие архитекторы и градостроители предлагают использовать подземное пространство, являющееся их естественным и необходимым дополнением.

Во Франции Э. Утуджян, возглавляющий «Группу по исследованию и координации подземного градостроительства» и занимающийся этой проблемой с 1933 г., пишет: «...Под землей осваивается новый мир, деятельный и трудолюбивый. На всем земном шаре возводятся крупные объекты или находятся на пути к своему осуществлению. С точки зрения создания временных сооружений, связанных с вопросами городского хозяйства, организации системы скоростного движения транспорта и защиты, подземное градостроительство открывает неограниченные возможности. Однако оно не должно повлечь за собой формирование настоящих пещерных городов, которые были бы местом постоянного проживания населения. Подземное жилище может быть только временным и очень ограниченным» [85]. Следовательно, речь идет о строительстве под землей систем скоростного движения транспорта, автостоянок, гаражей, всевозможных складов, депо, резервуаров, архивов, рынков, заводов, железнодорожных вокзалов и т. п., т. е. всего того, что загромождает городские территории и в то же время жизненно необходимо для городов.Тогда поверхность земли отводилась бы только под сельскохозяйственные территории и места отдыха населения (см. табл. 16). Использование подземного пространства с функциональной и теплотехнической точек зрения для районов с жарко-сухим климатом имеет важное значение. Несмотря на то что эти теории во многом оказались нереальными, носили ограниченный и непоследовательный характер, все же в них были правильно угаданы и названы проблемы сегодняшнего дня.

Эта группа архитекторов-«мечтателей» проявила смелость инженерного дерзания, сочетающуюся с художественной интуицией, интересом к психологии, социологии и науке.

Однако наиболее значительными практическими мерами в территориальном планировании и градостроительстве 1960—1970-х годов, определившими процесс современной урбанизации во многих странах, явились программы создания городов новых, оживления малых и средних, развития «метрополий рав-

новёсия» и преобразования территориальной структуры хозяйства стран в целом.

Об их актуальности свидетельствует и тема состоявшейся в 1976 г. в Ванкувере (Канада) конференции ООН «Проблемы поселений», на которой были намечены пути дальнейшего развития городов во взаимосвязи с решением проблем подъема сельского хозяйства как в индустриально развитых, так и развивающихся странах. Неотложными стали задачи ограничения демографического взрыва и концентрации населения и различных видов деятельности в крупных городах; сохранения плодородных земель для сельского хозяйства; наряду с реконструкцией старых, активизации развития малых и средних городов и строительства новых; создания дополнительно 600 млн. квартир.

Основное назначение новых городов состояло в том, чтобы устранить чрезмерную концентрацию населения и деловой жизни в крупных городах и способствовать равномерному освоению и развитию всей территории страны. В отличие от городов-спутников (жилых массивов, строившихся в непосредственной близости от крупных городов и не обеспечивавших на месте занятости населения) новые города строятся несколько дальше от метрополий (30—50 км) и приобретают административную самостоятельность. Существенно, что при строительстве новых городов ставится задача обеспечения занятости трудоспособного населения и создания разносторонней сферы обслуживания*.

Так, например, создание уникального промышленного комплекса Фос на побережье Средиземного моря близ Марселя (Франция) вызвало необходимость строительства новых городов по берегам озера Бер. Общей целью градостроительного освоения пространства стало расселение в этом урбанизируемом районе около 500 тыс. жителей. Предпочтение было отдано идее создания новых региональных городов, основанных на принципе дискретного развития.

В их планировке прослеживаются общие тенденции развития градостроительства 1970-х годов: создание интегрированных комплексов городской застройки, включающих все функциональные компоненты; системы разнообразных внешних пространств общественного назначения в масштабе, соразмерном человеку; многочисленных озелененных массивов (парков, скверов, пешеходных эспланад, спортивных и игровых площадок, мест отдыха), свободных от загромождения элементами инфраструктуры (паркингов, сети обслуживания, транспорта и др.); обеспечение в городе условий обособленной жизни семьи в сочетании с общественной жизнью коллектива (население комплекса, района, города); стремление максимально разнообразить застройку, расширить «номенклатуру» жилищ от односемейных до многоквартирных коллективного типа; придать городу ярко выраженные индивидуальные черты за счет формирования архитектуры и планировочной структуры, отвечающих специфическим условиям места строительства и требованиям создания целостной и «гуманизированной» городской среды.

Применительно к новым городам на берегах озера Бер программой, в частности, предписывалось наряду с общими установками учитывать природно-климатические факторы Средиземноморья как при строительстве жилых и общественных зданий, так и при организации внешних пространств индивидуального и общественного назначения; сохранение и культивирование естественного ландшафта, вводимого в «ткань» города; предусматривались гибкость и пластичность планировочных решений, резервные участки для дальнейшего развития и определялось направление его экспансии (рис. 140).

В трех крупнейших метрополиях Японии — Токио, Осака, Нагоя — сконцентрировано более $^1/_3$ всего населения страны (36 млн. человек). Для их разгрузки ныне строится 17 новых городов с суммарной численностью их населения 2,5 млн. человек. Они располагаются в радиусе не более 30 км от метрополий, являясь большей частью чисто жилыми образованиями с развитыми сетями обслуживающих учреждений.

Так, строящийся в 30 км к западу от Токио новый город Тама рассчитан на расселе-

* См.: Мерлен П. Новые города. Районная планировка и градостроительство. М., 1975.

ние 410 тыс. жителей и призван выполнять помимо жилых функций роль торгового и культурного центра. Новые города Сенбоку (190 тыс. человек) и Ашийя (73 тыс. человек) предназначены для разгрузки г. Осака, а г. Козойя (100 тыс. человек) — нагойской агломерации. Возведение многих новых городов начинается лишь после окончания строительства вылетной линии метрополитена, связывающей новый город с метрополией.

Сложные ландшафтные условия центральной части Японии предопределили неоднородность рельефа и сложную форму участка большинства новых градообразований. Так, например, г. Тама протянулся с запада на восток на 14 км; территория г. Сенбоку оказалась разделенной на три части двумя долинами с развитым сельским хозяйством и т. п.

В новых городах жилые зоны, как правило, поздразделены на микрорайоны с 12—18 тыс. жителей в каждом; микрорайон включает торговый центр, несколько начальных и одну среднюю школы. В наиболее крупных городах (Тама и Сенри) несколько микрорайонов объединены в жилой район на 40—50 тыс. жителей с центром районного значения, включающим лицей, торговый комплекс, железнодорожный вокзал или станцию метрополитена.

Жилая застройка японских новых городов состоит из многоквартирных (70%) и односемейных домов (30% жилой застройки).

Многоквартирные жилые дома располагаются в основном в центральной части города, односемейные — в периферийных районах.

Средняя плотность населения брутто достигает 130 чел/га.

Новые города должны стать центрами притяжения для небольших населенных пунктов урбанизированных районов, о чем свидетельствует создание в них развитой сети обслуживающих учреждений.

Особое внимание в новых градообразованиях уделено вопросам озеленения. Большинство из них включают микрорайонные парки (площадью 2—6 га каждый), парки районного значения (10—25 га), общегородской парк (до 50 га), иногда решенный в виде зеленого пояса вокруг города. Они дополнены зелеными участками вокруг школ и детских садов, игровыми площадками, озелененными пешеходными аллеями, связывающими жилые группы со школами и обслуживающими центрами.

Новые города строятся и в Австралии. В одном из них, расположенном в 15 км от г. Канберры, население в ближайшем будущем составит 200 тыс. человек. Обращает на себя внимание структура улично-дорожной сети с ее четкой классификацией по функциональному назначению, которая обеспечивает удобные транспортные связи как с центральным деловым районом нового города, так и с ядром агломерации.

Отмечая ряд положительных сторон создания новых городов (достижение более рационального размещения промышленности, меньшей плотности застройки и лучшего санитарного состояния в сравнении с центрами агломерации, высокого качества районной планировки и т. д.), нельзя не указать на значительный ряд негативных моментов в практике строительства их в капиталистических странах. Ожидаемого равновесия в развитии сферы приложения труда и численности населения достичь не удалось. Обнаружился дефицит рабочих мест, прежде всего для служащих, отсутствие необходимого разнообразия занятий, не была устранена обременительная маятниковая миграция. Кроме того, в новых городах испытывается недостаток в общественных и культурных учреждениях, в достаточно развитой сфере обслуживания, а квартирная плата во многих случаях оказалась весьма высокой.

Таким образом, сколь бы удачными ни были в каждом отдельном случае планировки реконструкции чрезмерно разросшихся городов и строительства новых, в целом эта деятельность не в состоянии нормализовать процесс урбанизации в капиталистическом обществе и устранить его негативные последствия*.

Создание в СССР развитого социалистического общества и взятый курс на интенсифи-

* См.: Лебедев П. Н., Сухин В. А. Социальные проблемы урбанизации в капиталистическом обществе. Социальные проблемы планирования социалистического города. — Ученые записки. Л., 1977, вып. XVI.

кацию общественно-экономического развития оказали непосредственное влияние на процесс урбанизации. В соответствии с задачами планомерного развития народного хозяйства в Советском Союзе проводится градостроительная политика сдерживания роста крупнейших центров в целях обеспечения здоровых и благоприятных условий жизни и охраны природной среды путем развития малых и средних городов, а также строительства новых; в них, как правило, осуществляют перемещение отдельных цехов, филиалов и дочерних производств крупных промышленных предприятий большого города.

Такие градообразования вместе с центральным городом составляют современные агломерации и могут быть постепенно преобразованы на более широкой территориальной основе в планово-регулируемые системы группового расселения. При этом преимущественное развитие получают такие малые и средние города, которые занимают выгодное экономико-географическое положение, располагают трудовыми ресурсами, площадками, пригодными для строительства, водными путями, акваториями и т. п. Многие из них становятся центрами организации хозяйства (сельской, местной промышленности и др.), а также культурно-бытового обслуживания населения окружающих районов.

Новые города как форма развития района крупного города возникают в процессе освоения экономического потенциала крупнейших центров и регионов страны. Базой новых городов является строительство новых предприятий добывающей и обрабатывающей промышленности, линий транспорта, центров науки, культуры, отдыха и туризма и т. д. За 50 лет в СССР создано около 1000 новых городов, которые в целом представляют собой города не многофункциональные, а специализированные по народнохозяйственному значению.

Так, строительство и последующее развитие г. Сумгаита — города-спутника Баку оказало положительное влияние на децентрализацию промышленного развития основного города. Районной планировкой Апшеронского полуострова предусмотрено создание здесь еще трех новых городов (Маштаги, Дюбенды и Академгородка).

Вблизи Тбилиси построен крупный спутник Рустави на базе промышленности, тяготеющей к столице республики, а на основе научных и учебных учреждений формируется еще одно градообразование — Сагурамо.

На перспективу 2000 г. новые города, входящие в состав групповых форм расселения и агломераций, приобретают исключительно важное значение.

В развивающихся странах современного мира «демографическому взрыву» сопутствует «взрыв урбанистический». С 1900 по 1970 г. количество городов с населением свыше 100 тыс. человек возросло с 62 до 650, а проживающих в нем жителей — с 17 до 300 млн. человек; годовой прирост населения составляет 4,1%. При этом развитие крупных и крупнейших городов характерно для районов с низким уровнем урбанизации.

По Африке в целом с 1900 по 1970 г. число городов с населением свыше 100 тыс. человек возросло в 25 раз (а в странах Центральной Африки — с 2 до 84 городов).

В странах Латинской Америки интенсивно развиваются крупные и крупнейшие города с населением свыше 1 млн. человек. Причем из общего числа жителей городов (98 млн.) с населением свыше 100 тыс. человек 34 млн. сконцентрировано в четырех городах-гигантах: Рио-де-Жанейро, Сан-Паулу, Мехико и Буэнос-Айрес. В 1975 г. средняя численность их населения достигла 10 млн. человек.

К 1970 г. в странах Азии насчитывалось 30 городов-«миллионеров», в которых проживало 80 млн человек, т. е. около $^1/_2$ жителей городов с населением свыше 100 тыс. человек.

Значительное преобладание темпов роста крупных и крупнейших городов над темпами роста малых является характерной чертой государств этого региона мира. Образование больших городов, городских агломераций и урбанизированных районов ведет к нарушению демографического и экономического равновесия, деградации окружающей среды, возникновению социально-экономических проблем.

В современных странах «третьего мира» наблюдается резкое несоответствие темпов роста численности городского населения темпам развития экономики. Так, если валовой продукт на душу населения в перерасчете на доллары США в странах Западной Европы составляет 1100 долл., то в развивающихся странах Азии, Африки и Латинской Америке — 150—200 долл.

Следует также напомнить об общем невысоком уровне индустриализованности этих государств. Отставание индустриализации от роста городов наглядно даже в более развитых странах Латинской Америки; эта черта была даже названа «латиноамериканским парадоксом развития»*.

В крупных городах большинства развивающихся стран в условиях субтропического и тропического климата резко ухудшается городской микроклимат, а высокая стоимость технического оснащения (кондиционирование и очистка воздуха, вентиляция, водопровод, канализация) задерживают их развитие. Кроме того, относительная примитивность благоустройства, весьма переуплотненный характер застройки, особенно в центральных районах города, слабое развитие внутригородского общественного транспорта приводят к еще большему ухудшению условий жизни в городах.

«В развивающихся странах (кроме, может быть, несколько очень многонаселенных вообще, с обилием городов, подобных Индии или Нигерии) урбанизация выражается главным образом в «гиперразвитии» столиц и быстром разрастании сети малых городов... В 45 развивающихся странах свыше 10% их населения сосредоточено в столицах (норма, близкая к обычной для развитых стран), а в 10 — даже более 25%»**.

Миграция и естественный прирост населения ведут к увеличению числа горожан. Причиной массовых переселений людей в города из сельской местности является также сокращение размеров сельскохозяйственных земель, доступных для сельских тружеников с низкими доходами: они не могут применить дорогостоящих методов их обработки.

Так, за период с 1960 по 1970 г. численность жителей Дар-эс-Салама увеличилась в 2,3 раза, Кампалы — в 2,4, Найроби — в 1,6 раза, а их доля во всем городском населении превысила соответственно 40, 60 и 50%. Это объясняется не только концентрацией в столицах промышленности, управленческого аппарата, сферы обслуживания, но и тем, что средняя заработная плата рабочих в крупных городах, как правило, выше, чем в небольших, и значительно выше заработной платы наемных рабочих в сельском хозяйстве.

По типу урбанизации развивающиеся страны условно можно разделить на четыре основные группы.

К первой относятся страны с интенсивным процессом урбанизации, который должен завершиться в XX в. В этих государствах более половины населения — горожане; они меньше связаны с сельским хозяйством, чем жители стран других групп (Аргентина, Мексика, Колумбия, Бразилия).

Во вторую группу входят страны, в которых процесс урбанизации находится в начальной стадии. Более половины всего населения этих стран связано с сельскохозяйственной деятельностью. К концу века в этих государствах урбанизация достигнет уровня развития, характерного для стран первой группы в настоящее время (Алжир, Египет, Корея, Филиппины, Малайзия).

Третью группу образуют страны преимущественно с сельским населением, но процесс урбанизации в них протекает весьма быстро. Даже к 2000 г. в этих странах будут наблюдаться высокие темпы роста сельского населения (Сенегал, Берег Слоновой Кости, Нигерия, Судан, Кения, Верхняя Вольта).

Четвертую группу составляют аграрные страны со слаборазвитым сельским хозяйством, для которых характерны быстрый рост численности городского населения и наличие крупных городов (более 500 тыс. человек) (Пакистан, Индия, Индонезия, Китай). В странах этой группы проблемы урбанизации наиболее сложны — быстрое увеличение числен-

* См.: Машбиц Я. Г. Некоторые особенности урбанизации в Латинской Америке. — Тр. VII МКАЭН. М., 1970, вып. 8.

** Покшишевский В. В. О типологии городов в развивающихся странах. — В сб.: Вопросы географии. М., 1974, вып. 96.

ности населения городов, не подкрепленное их экономическим развитием, приводит к росту безработицы, самопроизвольному сокращению сельскохозяйственных земель, отбираемых городом, ухудшению условий жизни как в городе, так и в деревне.

Если для стран первых трех групп (особенно первой и второй) неотложными задачами становятся стимулирование развития малых и средних городов, сдерживание роста крупных градообразований, уравновешенное развитие сельского хозяйства и промышленности, то для стран четвертой группы более приемлемыми видятся пути развития в первую очередь сельского хозяйства, улучшения условий жизни сельского населения, стимулирования обратной миграции населения из перенаселенных городов в села, а также регулирования развития окружающей природной среды и рациональное ее использование*.

Характерной особенностью растущих городов развивающихся стран является образование и непрерывное расширение на их окраинах обширных «поясов нищеты», бидонвилей (в отличие от капиталистических стран, для которых характерно формирование трущоб преимущественно в центральных частях города).

Чаще всего эти поселения «скваттеров» (стихийно возникшие застройки в черте города), лишенные элементарных санитарных и бытовых условий, располагаются либо в непосредственной близости от центральных городов агломераций, либо вдоль магистралей и около промышленных предприятий. Эти районы характеризуются непрочностью инфраструктуры — они могут так же быстро исчезнуть, как и возникнуть. Разрушительные явления природы — наводнения, землетрясения, ураганы, — как правило, уничтожают прежде всего именно трущобные районы; их ликвидация может быть также связана и с политическими и военными потрясениями, столь частыми в развивающихся странах. В этой непрочности заключается отличие этого типа «трущобной» урбанизации от европейского.

Многие градостроители считают, что сносить трущобы, где ютится множество людей, чтобы переселить на эту площадь гораздо меньшее количество народа, — занятие нерентабельное. Практика показывает, что после сноса трущоб в новые дома на расчищенной площади переселяется лишь незначительный процент населения, а основная часть освободившейся площади вновь загромождается хижинами бездомных, которые селятся здесь в еще большей тесноте. Целесообразность их сноса ставится под сомнение и социологами. Как выяснилось, эти поселения обладают развитой способностью к самоорганизации. Внутри них быстро возникают примитивные системы коммунальных удобств, ремесленные мастерские, мелкие торговые точки. В бидонвилях обычно силен дух сплоченности, который складывается на базе этнической, языковой, профессиональной или иной общности.

«Скваттеры» нередко создают своеобразные гильдии для защиты своих интересов. Развитая традиция помогать соседу всегда облегчает положение тех, кто приезжает в город впервые.

Как полагают многие, лучшее, что можно сделать для обитателей трущоб, — это максимально использовать характерные особенности их поселений. Для этого предлагается улучшить санитарные условия в трущобных кварталах и подвести к ним городские коммунальные удобства; организовать жилищное строительство в порядке самопомощи — правительство приобретает землю и планирует расположение домов, дорог, коммунальных узлов, а строительство временных жилищ осуществляется самими «скваттерами»; использовать новые, более дешевые стройматериалы; строить легкие разборные дома.

Одним из важнейших показателей уровня урбанизации следует считать степень развития систем городов различных размеров и типов, охватывающих основные части территории.

Гипертрофия одного или нескольких центров, типичная для большинства развивающихся стран, затрудняет складывание нормальной иерархии городов, формирование и развитие их систем, ослабляет возможности целенап-

* См.: Cities in developing countries 1975—2000.— Desing, 1976, v. 20, N 4; Gopalaswamy R. Human Settlements in Asie.— Habitat, 1976, v. 19, N 3—4.

равленной региональной политики в общенациональных интересах.

Как правило, для многих крупных городов этих стран характерен низкий уровень развития сети окружающих их поселений городского типа. А между тем такие градообразования небольших размеров привлекают большое число сельского населения, за счет которого ежегодный показатель их прироста составляет 10% и более. Каждые десять лет удваивается численность их населения, которое расселяется преимущественно в пригородных трущобных районах.

Уатс* на примере городов Тропической Азии показал целесообразность развития небольших городов. Постройка однокомнатного жилья в условиях Бомбея и Калькутты требует 6,0—7,5 тыс. рупий**, в малых городах — 2,5—3,0 тыс. рупий. В многомиллионных городах вложения в инфраструктуру становятся очень обременительными; так, в Джакарте 43% вложений уходило на дороги и различные коммунальные устройства. Уатс полагает наиболее рациональным размещение новых крупных предприятий вне старых центров, особенно вне столиц, т. е. во вновь создаваемых поблизости городках; в качестве примера удачного решения он называет строительство индустриального центра Петалинг-Джая около Куала-Лумпур.

В последние годы построено немало новых городов в развивающихся странах: Тема в Гане (арх. Доксиадис), Сан-Педро в Береге Слоновой Кости (арх. Хартье и Догбо), Фрия в Гвинее (арх. Экошар), Куру в Гвияне (SIMKO—CNES) и т. д. Их основное назначение — решение комплексных задач пространственной организации хозяйства, укрепление и развитие градостроительного остова страны. Однако, как выяснилось, большинство из них ничем не отличается от известных европейских прототипов и сталкивается с теми же проблемами, которые существуют в сложившихся городских формациях: образование трущоб, чрезмерное расползание и т. п. Локальность и кратковременный характер административных мер делают их малоэффективными.

На современном этапе территориальное планирование в развивающихся странах начинает постепенно преодолевать не оправдавшую себя ориентацию на европейские модели и во все большей степени основываться на изучении собственных закономерностей развития, комплексном анализе социально-экономических и демографических процессов.

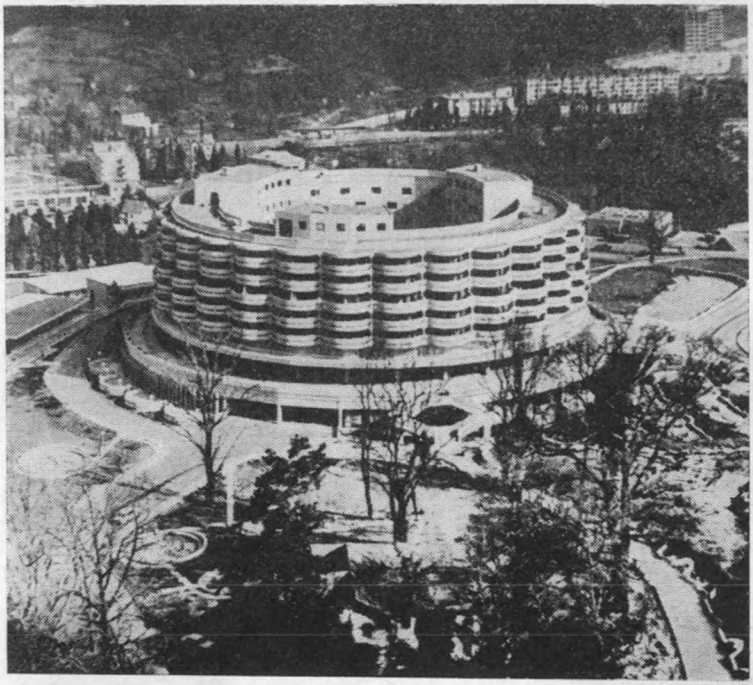
* * *

Характерным явлением послевоенного времени является крайне быстрое развитие многообразных форм организации досуга, в первую очередь возросшие масштабы внутреннего и международного туризма. Отражая ярко выраженную тенденцию развития активного, динамичного массового отдыха, в котором процесс восстановления трудоспособности сочетается с познавательной деятельностью, с установлением новых связей, во многих странах обновляется и расширяется номенклатура материальной базы туризма. Для организации отдыха возводятся новые отели, пансионаты, кемпинги, создаются целые курортные городки на основе государственных долгосрочных программ и научно обоснованных генеральных планов. Для многих стран развитие международного туризма, как одной из существенных статей национального дохода, играет большую роль в сфере их хозяйственной деятельности. Правительства прилагают определенные усилия для урегулирования развития форм отдыха и туризма, выделяя местности наиболее перспективные и связывая направление их экономики с «индустрией туризма». Этими территориями оказываются и глубинные сельские районы, и прибрежные зоны, и горные массивы.

При создании курортно-туристических комплексов стремятся найти новые и экономичные решения, свободные от упрощенчества, присущего многим крупным жилым комплексам «городов для работы». Одновременно все эти сооружения должны быть тесно свя-

* См.: Watts K. Small town development in the Asian tropics. — Town Planning Review, 1963, N 1.

** По курсу Госбанка СССР на 1.1.75 100 индийских рупий равны 8 руб. 88 к.



141

Здание центрической композиции туристического комплекса «Дагомыс» близ Сочи. Арх-ры О. Губаревич, Н. Мордвинцева, М. Орлов; инж. В. Носков, Э. Станулевич



142

Пирамидальная форма одного из зданий курортного городка — марина «Бухта Ангелов» на юге Франции. Арх-ры А. Минангой, М. Маро, Р. Седифи

«Небесные» города

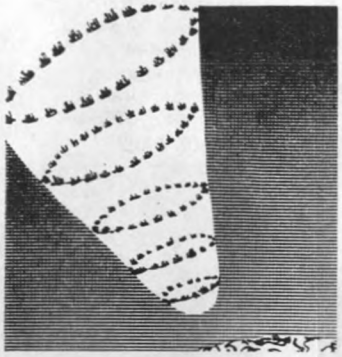
Проект города в воздухе, арх. Г. Крутиков.
«Голос ветра», худ. Рене Магритт.
Летающие города, Бельгия

Фитоморфические структуры

Жилища на деревьях, Заир.
Проект пространственного города, арх. Исозаки.
Центр коммуникаций Яманаси, арх. К. Танге

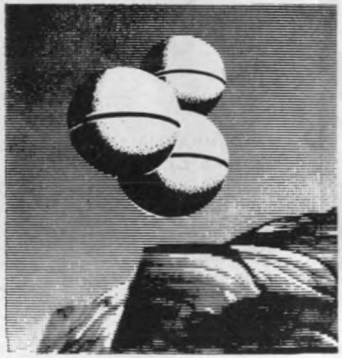
Плавающие города

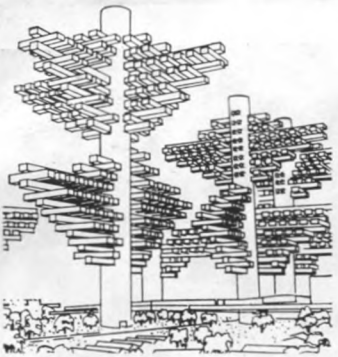
Плавающий город, Китай.
Проект города над токийским заливом, арх. К. Танге.
Порт Камарг, Франция, арх. Ж. Балладюр



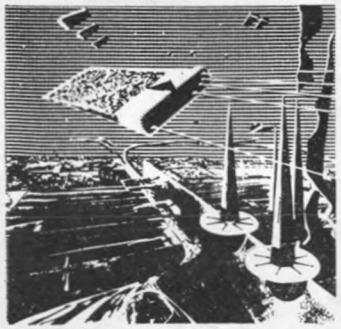
















Города-кратеры

«Театральный» центр близ Куско, Перу. Город-«интра», арх. В. Йонас. Порт Амбонн, Франция, арх. Ф. Лопез

Города-холмы

Можакар — город на склоне горы, Испания. Проект города типа касбы, арх. Э. Шульце-Филице. Жилые образования в Лекат-Баркаресе, арх. Ж. Кандилис

Подземная урбанистика

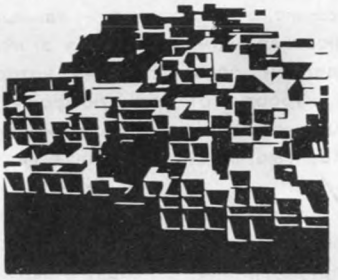
Интерьер подземного храма «Трех всадников», Крым. Проект тотального города, арх. Ж. К. Бернар. Использование подземного пространства в центре района Синдзюку, Токио

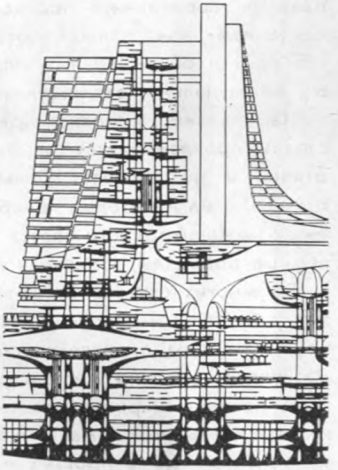




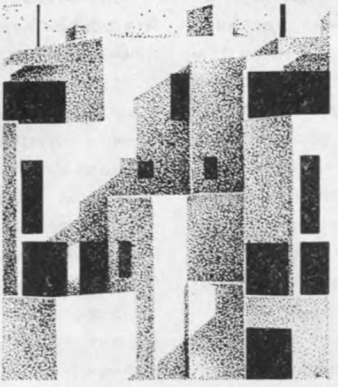


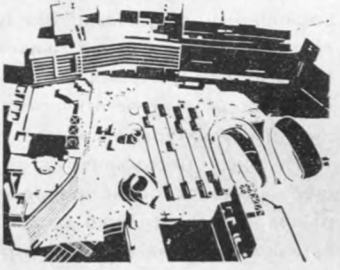












заны с характером окружающей природы и обладать выразительной архитектурной формой. Поэтому здесь активнее проявляется фантазия проектировщиков, чаще используются необычные по пространственно-композиционному построению структуры (рис. 141, 142) (см. табл. 16).

Диапазон их архитектурных решений широк, наряду с ультрасовременными встречаются приемы, основанные на применении богатых национальных традиций и даже носящие театрализованный характер (рестораны, ночные клубы, бары, бывшие мельницы, приспособленные для отдыха).

Особенно широкое распространение получили рекреационные сооружения так называемого «социального типа» (кемпинги, палаточные городки, туристские базы, поселки и дома отдыха для семейных, жилища-лодки, модули-ячейки и т. д.) (см. табл. 16).

При планировке новых курортов отчетливо проявляется принцип функционального зонирования территории с последовательным размещением зон пляжей, отелей, кемпингов, торговых и общественных учреждений, а также коммунально-хозяйственных служб.

Как правило, основная транспортная магистраль прокладывается за пределами зоны отелей и не отрезает больше курорты от пляжей, а на некоторых рекреационных объектах международного класса устраивают подземные подъезды, стоянки и гаражи.

Во многих случаях стремятся разнообразить застройку и сохранить ландшафтные компоненты среды, а также учесть природно-климатические условия места строительства; при этом находят широкое применение здания с криволинейными и ломаными очертаниями плана, точечные дома простых и сложных форм и жилища с внутренними озелененными и обводненными двориками. Важной чертой архитектуры сферы отдыха является взаимосвязь с другими искусствами и перенесение результатов формально-эстетических исканий живописи и скульптуры в архитектуру (табл. 16).

Наконец, несомненно и то, что в настоящее время освоение рекреационных пространств может успешно развиваться лишь при активном участии в таком строительстве различных специалистов и заинтересованных лиц: инвеститоров (государственных и частных организаций), архитекторов, градостроителей, инженеров, экономистов, социологов, гигиенистов, заказчиков, транспортников и др.

3.3. Конструкции и архитектурная форма

Вопросы взаимоотношений конструкции и архитектурной формы, выступившие в последнее время на первый план, связаны с фундаментальными проблемами зодчества. Они продиктованы настойчивыми поисками как пластических возможностей современной архитектуры, так и решений функциональных и технических задач, возникающих в процессе ее развития.

Физико-технические свойства материалов и конструкции из них, стены и крыша, их форма, фактура и цвет, различные солнцезащитные устройства и светопрозрачные ограждения являются одними из главных архитектурных слагаемых, участвующих в формировании внешней оболочки здания.

Пластическая выразительность, тектоничность — важные стороны эмоционального воздействия этого элемента архитектурной композиции, который материализует пространственную форму, включающую как конструктивные, так и неконструктивные компоненты материализации. Существенным критерием художественного качества объекта является масштабность. Она определяет соразмерность формы и ее элементов по отношению к человеку и окружению.

Значительна также роль внешней оболочки и в эффективном контролировании природно-климатических факторов жарких районов, необходимом для повышения уровня комфорта и создания благоприятной среды в организованном внутреннем пространстве сооружения. Теплозащита здания в районе с умеренным климатом сводится к тому, чтобы замедлить потерю тепла помещениями. В зоне с жарким климатом задача заключается в том, чтобы сохранить в них минимально возможную температуру и не дать ей повыситься до уровня наружной температуры воздуха на солнце.

В жарко-влажном климатическом поясе возводят строения на опорах, «облаченные» в легкие ограждения с обширными светопроемами, оборудованными всевозможными мобильными экранами, что связано с дальнейшей оптимизацией условий естественной вентиляции помещений, удалением избыточного тепла с нагретых поверхностей и предохранением от чрезмерной инсоляции, дождя и сырости.

В районах с жарко-сухим климатом, где наружная температура воздуха в течение дня бывает очень высокой и имеют место резкие суточные температурные колебания, а также дуют дневные знойные ветры с песком, целесообразно стены и крышу выполнять из материалов с высокой теплоустойчивостью, которые нагреваются и охлаждаются медленно и тем самым смягчают воздействия меняющихся внешних тепловых нагрузок на температурные перепады внутри здания, т. е. содействуют стабилизации колебаний внутренней температуры.

В своем поступательном движении архитектура в условиях жаркого климата, развивая выработанные в течение тысячелетий приемы и средства осуществления контроля над климатическими факторами, вынуждена была решать и ряд проблем, не имевших аналогий в прошлом и требовавших эксперимента.

Исключительные достижения в области науки и техники последних десятилетий определили резкий переход от строительства зданий из массивных конструкций (камня и кирпича) к новым прогрессивным конструктивным системам — эффективным облегченным конструкциям из искусственных и природных строительных материалов с высокими теплофизико-техническими качествами (железобетон и сталь, синтетические материалы и стекло, асбестоцемент, алюминий и алюминиевые сплавы, цветные металлы, искусственные деревянные конструкции и изделия и др.).

Получила дальнейшее широкое развитие каркасная система конструкций зданий с каркасом малых сечений, с крупноразмерными, многослойными и тонкостенными панелями наружных и внутренних ограждений минимальной массы, в которых несущие и ограждающие функции полностью дифференцированы. Внедряются в практику строительства здания из готовых объемных элементов — блок-комнат или блок-квартир, а также блок-секционный метод, т. е. компоновка зданий из отдельных секций.

Перспективным направлением представляется возведение многоэтажных гражданских зданий на основе монолитного железобетонного ядра жесткости с обстройкой его сборным унифицированным каркасом; использование для большепролетных покрытий сооружений складок, оболочек, вантовых и других пространственных конструкций из железобетона, тонкостенного проката и труб, а также клееных деревянных элементов (см. табл. 21).

В последнее время все более широкое распространение получает и технология, основанная на использовании монолитного и сборно-монолитного железобетона.

Основная тенденция, намечающаяся сейчас в строительной индустрии, связана с поиском единства технологии, конструирования и объемно-планировочных решений. Здесь будет иметь большое значение решение задачи создания материалов с заранее заданными свойствами*.

При этом вместе с облегчением массы зданий и значительным снижением трудоемкости их изготовления возникают сложные проблемы, связанные с обеспечением необходимой звукоизоляции, огнестойкости и оптимального микроклимата в помещениях.

Однако полная дифференциация несущих и ограждающих функций элементов конструкций, особенно в каркасных зданиях, открыла большие архитектурные и функционально-технические возможности. Стала реальной задача трансформации наружных и внутренних стен, перегородок, покрытий и перекрытий, а взаимоотношения между внутренним пространством здания и внешним миром оказались особенно тесными. Связи, основанные на синтезе природы и архитектуры, приобретают теперь качественно новую характеристику,

* См.: Волчок Ю. П., Иванова Е. К., Кацнельсон Р. А., Лебедев Ю. С. Конструкции и форма в советской архитектуре. М., 1980.

стимулируя поиски пластической трактовки форм сооружений в единстве с общим замыслом объемно-пространственной композиции и природным окружением.

Здания с трансформирующимися стенами весьма целесообразны и представляют особую ценность для много- и малоэтажного строительства в жарких условиях. Они позволяют, с одной стороны, осуществлять принцип вариабельной и свободной планировки, а с другой — эффективно преодолевать вредные воздействия и использовать благоприятное влияние окружающей среды жарких районов в процессе эксплуатации зданий.

Правильный учет природно-климатических факторов конкретного района строительства при выборе соответствующей внешней оболочки здания будет способствовать достижению высокого уровня теплового комфорта в помещениях.

Теплозащитные функции ограждающих конструкций. В условиях жаркого климата в результате воздействия солнечного облучения $t_{экв}$ и сравнительно высокой температуры наружного воздуха $t_н$ на внешних ограждениях здания возникают значительные тепловые нагрузки, обусловливающие в той или иной мере теплоприток в помещения.

Солнечное облучение поступает периодически в виде прямой, рассеянной и отраженной радиации. По предложению А. М. Шкловера [9], солнечное облучение выражается так называемой «эквивалентной температурой» $t_{экв}$ (полученной от полной солнечной радиации), равной

$$t_{экв} = \rho I/\alpha_н,$$

где ρ — коэффициент поглощения поверхности ($\rho = 1 - A$, где A — коэффициент интегрального отражения поверхности — альбедо, выраженное в долях единицы); I — напряжение суммарного солнечного облучения данной поверхности, Вт/м²; $\alpha_н$ — коэффициент наружного теплообмена, Вт/(м²·К) [для расчетов его обычно принимают равным 23 Вт/(м²К)].

Суммарная расчетная температура $t_{н.сум}$, в этом случае принимаемая в качестве внешнего теплового воздействия, будет

$$t_{н.сум} = t_н + t_{экв}.$$

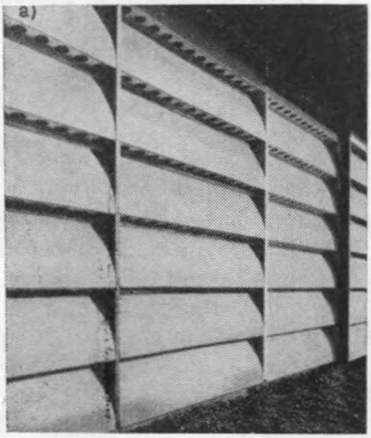
Коэффициент наружного теплообмена $\alpha_н$ при отсутствии ветра будет зависеть от температурного напора между поверхностью ограждения и наружным воздухом (естественная конвекция), а при наличии ветра — дополнительно и от его скорости (вынужденная конвекция).

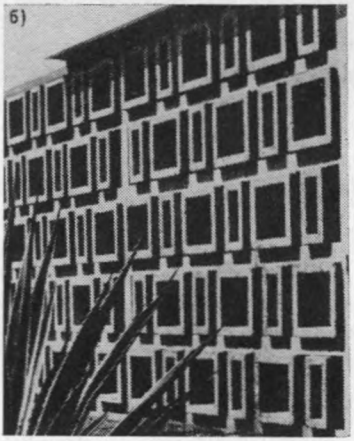
В условиях сильного солнечного облучения и высокой температуры наружного воздуха будут иметь место теплопередача через наружные ограждения внутрь здания, а ночью, т. е. в прохладный период суток, вследствие эффективного излучения температура ограждений, особенно кровли, оказывается ниже температуры воздуха и тепловой поток через перекрытие и стены направляется из помещения наружу.

Контроль за тепловыми воздействиями на наружной поверхности ограждений здания приходится устанавливать в первую очередь. Если температура поверхности ограждения под воздействием солнечного облучения превысит температуру наружного воздуха, то любое движение воздуха у подверженной облучению поверхности будет снижать тепловые нагрузки, создавая тем самым благоприятные в теплотехническом отношении условия.

Эффективность теплообмена (теплоотдачи) может быть повышена за счет рассеяния общего количества радиационной теплоты благодаря увеличению площади облучаемой поверхности путем придания последней той или иной кривизны (например, устройство сводов и куполов) или в результате применения волнистых гофрированных или шероховатых поверхностей (например, устройство на наружной поверхности кирпичной стены чередующихся выступов и углублений), которые одновременно будут повышать скорость конвективной теплоотдачи (рис. 143, а — д).

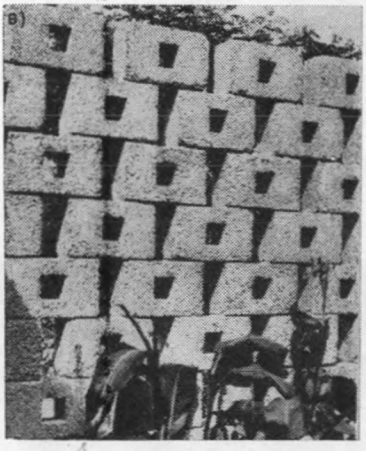
Другим, весьма эффективным средством, содействующим предохранению здания от перегрева в условиях жаркого климата, являются правильный выбор и применение материалов и конструкций ограждений, основанные на их рефлективных, теплопоглощающих и эмиссионных свойствах. Строительные материалы, которые способны отразить значительно больше солнечных лучей, чем поглотить,





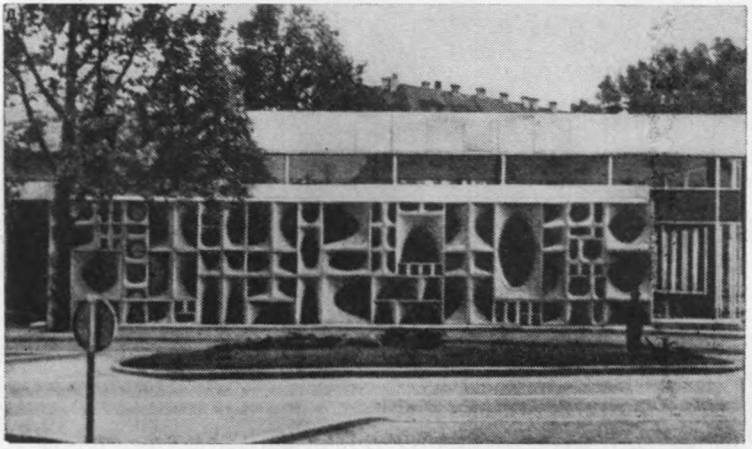
Контроль за тепловыми воздействиями приходится устанавливать в первую очередь на наружной поверхности ограждений. Стена превращается в своеобразный экран, барьер между внутренним пространством и внешней средой, обеспечивающий более эффективный гибкий и всесторонний контроль за климатическими воздействиями

143





Солнцезащитные устройства мобильного типа (а) и различные виды «дышащих» стен (б—д)



а также быстрее освободиться от аккумулированной теплоты излучением, содействуют поддержанию в ограждающих конструкциях сравнительно низких температур.

Солнечная радиация состоит из видимых (длина волны от 0,3 до 0,7 мкм) и коротких инфракрасных излучений (от 1,7 до 2,5 мкм). Поскольку данная лучистая энергия сосредоточивается близ видимой части спектра, то критерием оценки рефлективных качеств материалов служит их цветовая характеристика. Белые материалы могут отразить 90% и более воспринимаемой солнечной радиации, а черные — лишь 15% и менее. С другой стороны, теплообмен внешних ограждений здания с непосредственным окружением происходит в виде теплового излучения, характеризуемого более длинноволновой инфракрасной радиацией (свыше 2,5, обычно от 5 до 20 мкм). Отражательная способность материалов по отношению к длинноволновому инфракрасному тепловому излучению зависит больше от плотности поверхности и молекулярной структуры материала, чем от его цвета.

Таблица 17

Материал и характер поверхности	Отражательная способность, %, при воздействии		Излучательная способность, %
	солнечной радиации	теплового излучения	
Алюминий полированный	85	92	8
Побелка известью	80	—	—
Медь полированная	75	85	15
Хром листовой	72	80	20
Покраска свинцовыми белилами	71	11	89
Белый мрамор	54	5	95
Окраска в светло-зеленый цвет	50	5	95
Алюминиевая окраска	45	45	55
Индийский известняк	43	5	95
Дерево (сосна)	40	5	95
Асбестоцемент после использования в течение года	29	5	95
Красный глиняный кирпич	23—30	6	94
Окраска в серый цвет	25	5	95
Гальванизированное железо после употребления (оксидированное)	10	72	28
Черный материал	3	5	95

В табл. 17 приводятся характеристики некоторых типичных поверхностей материалов в отношении их рефлективной способности и теплового излучения при одновременном воздействии на них солнечной и тепловой радиации. В жарких районах следует одновременно учитывать и рефлективные, и теплоизлучательные свойства материалов.

Если поверхности, подверженные лишь воздействию солнечного облучения в условиях безоблачного неба, имеют побелку известью, окрашены в белый цвет или выполнены из материалов светлых тонов, то они будут иметь более низкую температуру, чем поверхности, выполненные из полированного металла, например из алюминия. Несмотря на то что алюминий обладает более высокими рефлективными качествами по отношению к солнечной радиации, предпочтение все же будет отдаваться эмиссионной способности белой поверхности, которая хорошо отражает солнечные лучи и избавляется от накопленной теплоты излучением в направлении небосвода. Однако если указанные выше материалы будут подвержены воздействию не только прямой солнечной радиации, но и тепловому излучению нагретой поверхности земли, а также и других окружающих предметов (от кото-

рого белая поверхность, имея высокий коэффициент поглощения теплового излучения, не в состоянии быстро избавиться излучением), то полированный алюминий будет иметь более низкую температуру.

Важнейшими требованиями, предъявляемыми к материалам и конструкциям наружных ограждений в части теплозащиты, являются: достаточное сопротивление теплопередаче, обусловленной разностью внутренней и наружной расчетных температур, принимаемых постоянными; достаточная теплоустойчивость по отношению к изменениям внешних тепловых воздействий, так как в натурных условиях они не являются постоянными.

Запаздывание температурных колебаний на внутренней поверхности наружного ограждения против колебаний наружной температуры (сдвиг фаз колебаний) в часах определяется по формулам А. М. Шкловера.

Хотя в жарко-влажных районах и выдвигается требование к наружным ограждениям обеспечивать теплозащиту от солнечной радиации, однако решение этой проблемы никогда не влечет за собой применения конструкций, обладающих большой тепловой инерцией, теплоустойчивостью. Здесь задача ограничивается лишь созданием таких условий, при которых внутренние поверхности наружных ограждений (стен и крыши) никогда бы не нагревались выше температуры наружного воздуха. Следовательно, в этих районах легкие ограждающие конструкции (за иключением, может быть, только крыша, которая должна обладать некоторой теплоустойчивостью) и создание оптимальных условий естественной вентиляции для снижения высокой влажности воздуха и дневных температур могут обеспечить вполне удовлетворительный тепловой комфорт в помещениях зданий.

Совершенно противоположное требование к ограждающим конструкциям выдвигается в жарко-сухих районах, где температура наружного воздуха достигает днем 46°С, а колебания суточной температуры 15—22°С, причем влажность сравнительно низкая. Здесь требуется одновременно на всех внутренних поверхностях наружных ограждений поддерживать такую температуру, которая не превышала бы средней наружной даже в период дневного температурного максимума.

Благодаря тепловой инерции внутренние поверхности массивных наружных ограждений зданий имеют в жаркие дневные часы более низкие температуры, чем облегченные внешние ограждения, не обладающие достаточной теплоустойчивостью. Этим объясняется применение в жарко-сухих районах тяжеловесных массивных наружных ограждений (в основном земляных, каменных и кирпичных) с высокой теплоустойчивостью. Тогда периодические изменения тепловых воздействий на ограждающие конструкции зданий передаются в помещение с затуханием по величине и смещением во времени. И то и другое теплотехническое свойство такого ограждения имеет решающее значение для обеспечения теплового комфорта в помещениях зданий жарко-сухих районов.

Между тем прогресс современной строительной техники и требование всемерного снижения массы ограждающих конструкций обусловили появление целого ряда облегченных многослойных конструкций ограждений, характеризующихся достаточной теплоустойчивостью и сопротивлением теплопередаче. Правда, в этой области должны вестись дальнейшие исследования по их усовершенствованию. Дело в том, что термин «массивное» и «легкое» ограждение следует применять с осторожностью, так как с научной точки зрения главную роль играют здесь не масса материала, а его коэффициент теплоусвоения (показатель, включающий помимо плотности материала также удельную теплоемкость и теплопроводность) и толщина ограждения; тем не менее масса является верным показателем тепловой инерции при условии, если воздушные прослойки не принимать за нулевую тепловую инерцию, ибо они обеспечивают некоторую «теплоустойчивость» [25].

Кроме того, учитывая, что ограждающие конструкции оказывают некоторое сопротивление теплопереходу, но не могут полностью его предотвратить, а также необходимость обеспечения оптимальных условий естественной вентиляции и лучистого теплообмена в прохладное время суток для снятия тепло-

поступлений с внутренних поверхностей ограждений из-за их тепловой инерции, целесообразно применять системы откидных или поднимающихся вертикальных ограждений в пределах этажа.

Архитектурно-конструктивные элементы зданий. Стены. В прошлом стационарные стеновые конструкции так или иначе ограничивали возможности естественного регулирования микроклимата архитектурной среды. С появлением стальных и железобетонных каркасных, в том числе консольных конструкций, разнообразных искусственных материалов и новых методов строительства функция стены как несущего элемента отпадает. Динамические преобразования последней позволяют реагировать на изменения в функциональном процессе и на изменения, происходящие в естественной и искусственной среде, окружающей здание, и, кроме того, успешно решать разнообразные архитектурно-художественные задачи. Например, перепланировку внутри здания можно реализовать перестановкой сборно-разборных, передвижных объемных или плоскостных перегородок, устанавливаемых на свободной от несущих конструкций площади. Различные положения подвижных вертикальных ограждений могут менять аэрацию, освещенность и эстетическую характеристику внутреннего пространства сооружения.

Ненесущая фасадная стена превращается в своеобразный экран, барьер между внутренним пространством и внешней средой, позволяющий осуществлять более эффективный, гибкий и всесторонний контроль за климатическими воздействиями. Причем экран прочный, легкий и тонкий и при надобности трансформируемый отвечает всем теплотехническим требованиям.

В жарких районах стена-экран служит преградой (или своеобразным фильтром) для таких важных природно-климатических факторов, как ветер, дождь, влажность, насекомые, пыль, высокие наружные температуры, инсоляция и яркий естественный свет. Солнечные лучи целесообразнее перехватить прежде, чем они достигнут основной конструктивной оболочки здания, а контролирование яркого естественного света легче всего вести с ее внутренней стороны.

В жарко-влажном климате основная функция стен — не препятствовать вхождению воздушных потоков любой интенсивности в помещения и в то же время предотвратить поступление прямой солнечной радиации и косого дождя; их следует возводить из малотеплоемких материалов.

П. Л. Винер и Л. Л. Серт разработали конструкцию так называемой «дышащей стены» [3]. Она представляет собой перфорированный экран из блоков со сквозными отверстиями. Ограничивая внутреннее пространство здания, такая стена-ширма допускает проникновение воздушных потоков, усиливая эффект проветривания и одновременно действуя как гаситель лучей солнца под низкими и высокими углами. Она также защищает от косого дождя. Дышащие стены-экраны могут быть изготовлены из сборного железобетона, бетона, керамики, алюминия, а также из бамбука и др.

Существует много типов дышащих стен, отличающихся друг от друга в зависимости от назначения помещения, природы и качества применяемого материала, интенсивности и направления превалирующих ветров, ориентации данного вертикального ограждения и требуемой степени художественно-пластической выразительности.

В последние годы наблюдается использование орнамента в рисунке дышащих стен, что вызвано повышенным интересом к национальным традициям искусства и применением сборных конструкций (см. рис. 143). Таким образом, дышащие стены наряду с выполнением чисто климатических функций имеют большое эстетическое значение, придавая фасадам богатую по пластике и разнообразную по форме структуру.

Весьма возможно, что вместе с воздушными потоками, входящими в помещения, особенно ночью, могут проникнуть москиты. Защиту от них осуществляют оборудованием проемов специальными противомоскитными сетками-экранами из нержавеющих материалов. Но последние снижают интенсивность входящих воздушных потоков и рассматрива-

ются многими как элементы, отрицательно сказывающиеся на психическом состоянии людей и обусловливающие ухудшение санитарно-гигиенических качеств внутреннего воздуха [79]. Новые противомоскитные сетки из латуни загромождают светопроем на 20—25%, а из нейлона — на 50%, но после оксидирования сетка из латуни почти на столько же загромождает проем, что и сетка из нейлона. В жарких районах, очевидно, более благоприятными являются прикроватные противомоскитные сетки, поскольку они не препятствуют охлаждению внутренних поверхностей ограждений зданий в прохладное время суток.

Штормы и сильные тропические ливни, имеющие место в большинстве стран жарковлажных районов, создают реальную угрозу зданиям открытого характера. Для их защиты была предложена трансформируемая стена, сочетающая стеклянную поверхность с деревянными раздвижными щитами, позволяющими диафрагмировать поверхность окон.

Представляет интерес решение архитекторов А. Раймонда и Л. Радо, построивших здание на о. Гуам*. Они предложили горизонтально скользящие противоураганные ставни, которыми во время шторма можно полностью прикрыть поверхность стен здания. Существует много других примеров такой трансформации наружных ограждений.

В многоэтажных зданиях наряду с системой откатных и раздвижных стен-экранов вполне возможны и другие виды трансформации, например откидные и поднимающиеся панели наружных ограждений, а также трансформация стен поворотом вертикальных панелей.

При создании комфортной среды в жарко-сухом климате предпочтение отдается снижению перегрева, а не проветриванию.

В противоположность вышеуказанным стенам-экранам здесь мы обнаруживаем традиционное применение в основном массивных сплошных панелей стен. Они предназначены для надежной и совершенной защиты от горячих потоков воздуха, пыли, песка, насекомых, яркого дневного света и, наконец, самое главное — для эффективного контролирования теплового воздействия солнечного облучения, высоких температур воздуха и их периодических резких суточных колебаний. Эти последние функции наружных ограждений в большой степени зависят от природы применяемых материалов, конструктивного решения стен и от их режима эксплуатации.

Известно, что тяжелые с высокой теплоемкостью стеновые конструкции защищают от дневной жары и являются достаточно эффективными в отношении повышения прохлады в помещениях за счет их теплоустойчивости.

* Гуам — остров в западной части Тихого океана, самый крупный в группе Марианских островов. Владение США.

Таблица 18

Вид и толщина ограждающей конструкции	Время запаздывания теплопоступлений, ч
Крыши	
Плоская из желтой сосны толщиной 2,5 см с гидроизоляционным слоем и гладкой черной отделкой поверхности	1
Плоская толщиной 10 см с армированной черепицей, гидроизоляцией и слоем шлака	2,15
Плоская бетонная толщиной 15 см с гидроизоляцией и слоем шлака	5
Бетонная плита толщиной 20 см, расположенная горизонтально	6
Стены	
Деревянная чистая обшивка толщиной 2,5 см, стойки 5×10 см, сетка под штукатурку и штукатурка	2
Оштукатуренная кирпичная толщиной 33 см	12

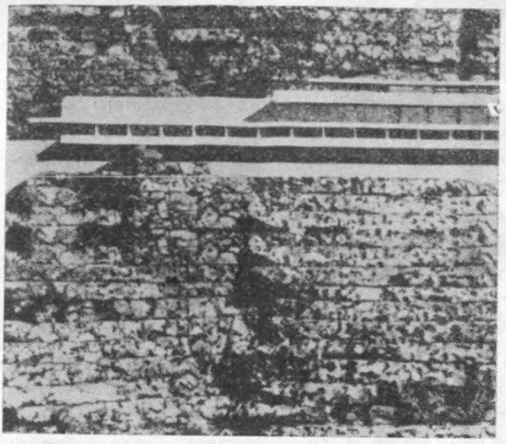
Однако такие материалы аккумулируют теплоту и удерживают ее некоторое время. В табл. 18 приведены некоторые значения времени запаздывания теплопоступлений через различные наружные ограждающие конструкции здания. Они наиболее целесообразны в жарко-сухих и горных районах, где имеют место большие суточные колебания наружных температур (включая солнечное облучение), а по ночам бывает прохладно и даже холодно.

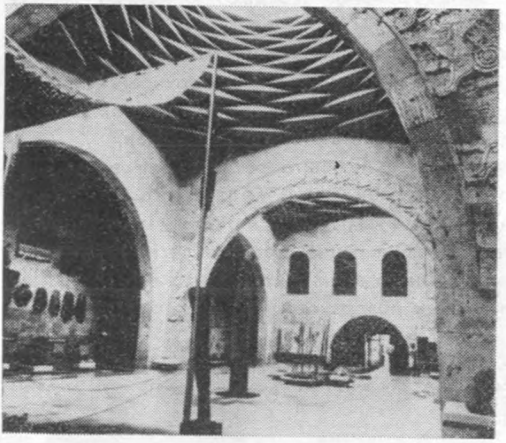
В жарких странах существует целый ряд сравнительно недорогих местных строительных материалов, пригодных как для конструкции стен, так и крыши здания. К ним относятся, например, солома, тростник, бамбук, грунт, местный камень и т. п. Ограждающие конструкции могут быть выполнены либо целиком из одного материала, либо из нескольких, быть простыми по своей форме или сложными, включая в свой состав различные вяжущие материалы. Как правило, такие материалы имеют небольшую прочность и поэтому недолговечны. Но поскольку они представляют собой дешевый местный строительный материал, из которого сравнительно легко можно осуществить несложный конструктивный элемент здания, то их с успехом продолжают применять, используя и современные технические возможности, особенно при массовом строительстве жилищ сельского типа.

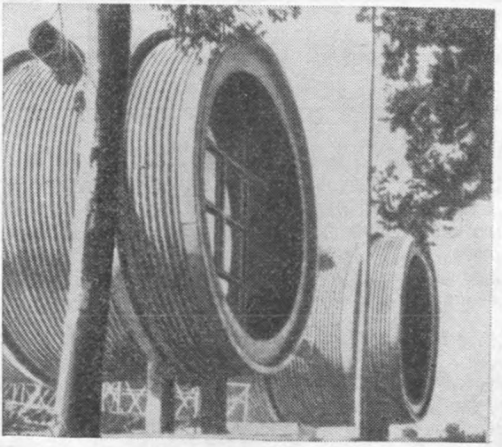
Наиболее распространенным и дешевым строительным материалом в жарких странах (главным образом в жарко-сухих) является грунт. Возводимые из стабилизированного грунта ограждающие конструкции обладают хорошими теплотехническими качествами и надежно предохраняют помещения от климатических воздействий.

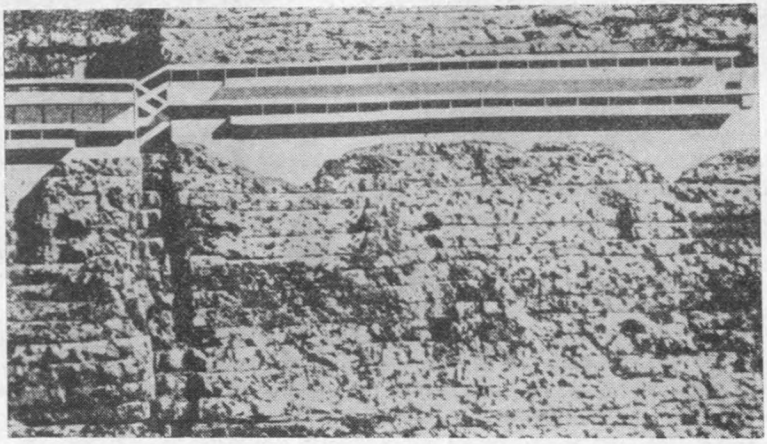
Так, например, кирпич-сырец был применен для возведения здания кооперативной фермы в Шандлере (штат Аризона, США, 1937). Стены этой постройки с наружной стороны были покрыты слоем цементной штукатурки, а с внутренней — гипсовой.

Конструкция из аналогичного материала определила характер построек в деревне Нью-Гурна (Египет). Масса земли, расположенная ниже дневной поверхности, сохраняет





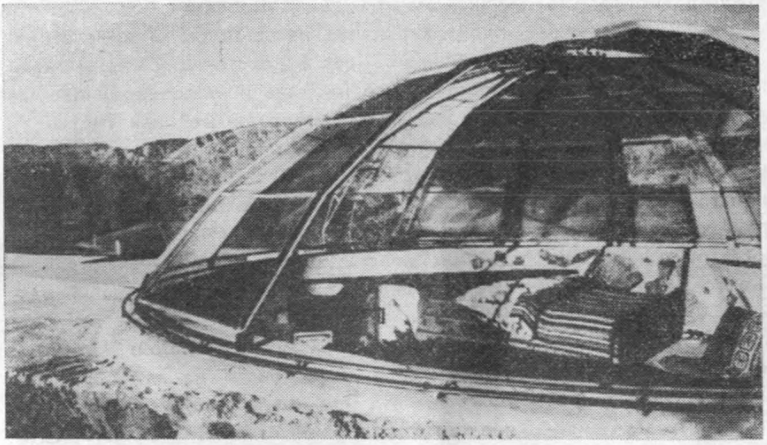




В последнее время известные архитекторы пропагандируют литосферный тип зданий, а также и различные пластмассы, используемые в ограждающих конструкциях

144

Гостиница «Мачу», высеченная в скале. Перу. Арх-ры Швейкер и Элтинг

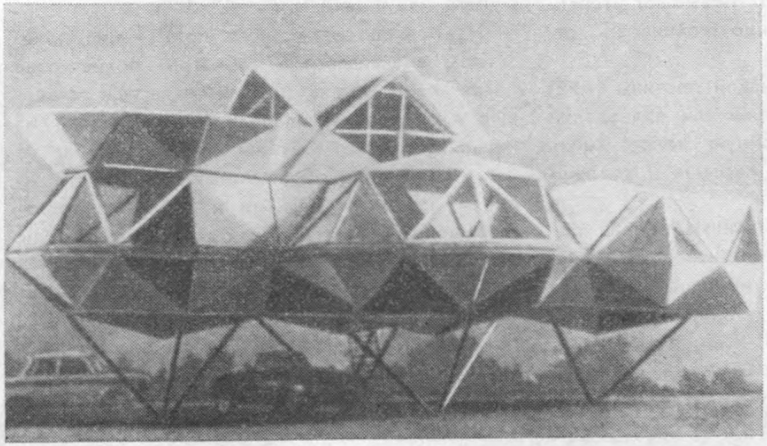


145

Интерьер музея в Тбилиси

146

Жилой дом литосферного типа в пустыне. Аризона, США. Арх-ры П. Солери и М. Милльс



147

Здания детского учреждения в виде тюбинговых оболочек. Япония, 1972

148

Комплекс жилищ «Алмаз» на берегу моря. Арх. П. Мэймон

температуру, приближающуюся к среднегодовой, способствуя поддержанию прохлады днем и благоприятных условий в вечернее и ночное время. Поэтому древние племена, населявшие жарко-сухие районы, часто строили заглубленные в землю жилища.

В последнее время известные архитекторы пропагандируют литосферный тип зданий различного назначения (рис. 144, 145). В 1951 г. архитекторы П. Солери и М. Миллс построили так называемый «дом пустыни» (штат Аризона, США, жарко-сухой район). Его помещения целиком заглублены в землю. Жилище имеет покрытие в виде полусферы, состоящее из двух трансформируемых светопрозрачных оболочек (рис. 146) [67].

В СССР архитекторы южного города Алаверди (Армянская ССР), террасами спускающегося на склоне ущелья р. Дебет, соорудили кинотеатр. Три четверти помещений упрятано в скале, а на поверхность выведено только стеклянное фойе.

Ослабить влияние температурных колебаний наружного воздуха и теплового потока, проходящего через конструкцию, на температуру внутренней поверхности наружного ограждения здания можно не только применением однородной массивной структуры, но также многослойной оболочки с воздушными прослойками, например стены из пустотелого кирпича или двойные стены. Воздушные прослойки и ячейки можно заполнять термоизоляционным материалом (стекловатой, пробкой и т. п.), что значительно повышает теплозащитные качества и теплоустойчивость ограждения.

На строительстве Асуанской плотины (АРЕ) советские специалисты применили для зданий жилого поселка многослойную конструкцию, состоящую из двух слоев кирпича и воздушной прослойки между ними.

Стены жилых и общественных зданий поселка и порта Ходейда (Йеменская Арабская Республика) были запроектированы и выполнены из цементно-песчаных блоков размером 40×20×20 см с пустотами, обеспечивающими достаточную теплоустойчивость ограждающих конструкций.

Происшедшие за последние десятилетия решительные преобразования в методах строительства, конструирования ограждений облегченного типа из традиционных и новых материалов, основываясь на принципе применения каждого строительного материала в условиях наиболее полного использования его свойств, внесли много нового в область гражданского строительства. В частности, они способствовали созданию многослойной структуры стены минимальной массы: материалы, обладающие достаточной механической прочностью, воспринимают нагрузки, а материалы с высоким термическим сопротивлением (оргалит, гипсовые плиты, пеностекло и др.), но малой прочностью, вместе с устройством воздушных прослоек повышают теплоизолирующие качества стены и ее теплоустойчивость [86]. В конструкцию стены включаются также плотные и влагонепроницаемые материалы, рассматриваемые как гидро- и пароизоляционные прослойки.

В настоящее время в СССР и особенно за границей довольно широкое распространение получили пластмассы, применяемые в ограждающих конструкциях, полах и как отделочные материалы при строительстве зданий различного назначения. Трехслойные плиты и панели ограждений обычно состоят из тонких наружных обшивок (листы из алюминия, асбестоцемента, стеклопластика) и легкого, более толстого среднего слоя (пенопласты, соты из древесноволокнистых плит, сотопласты из бумаги или ткани) (рис. 147, 148).

На основе совместного применения полиэстера, плексигласа и губчатого полистирэна изготовляют очень легкие навесные стеновые многослойные панели. Масса панели из пластмасс может быть снижена до 20 кг на 1 м^2. Появление облегченных панелей ограждений позволяет перейти к созданию трансформируемых наружных стен в жарко-сухих условиях. Во всяком случае, в последнее время в жарких районах при строительстве гражданских зданий наблюдается стремление всемерно укрупнить сборные элементы мобильного типа, осуществить более широкую и гибкую трансформацию наружных вертикальных ограждений.

Французским архитектором П. Мэймоном выполнен макет дома-дачи для выходных дней на берегу моря, все размеры которого подчинены системе стандартов. Дом может видоизменяться в зависимости от запросов потребителей. Несущими конструкциями служат подкосы, которые заанкериваются в земле, поэтому жилище не нуждается в фундаментах. Откидные панели, укрепленные на шарнирных петлях, довольно эффективны для регулирования микроклимата и защиты внутреннего пространства от неблагоприятных внешних условий и в случае необходимости могут полностью экранировать оконные проемы. Для возведения дома предлагаются самые разнообразные материалы: сталь, пластмассы, алюминий, легкие сплавы и др. (рис. 148).

Пластика, фактура и цвет поверхностей ограждения. Одним из актуальных вопросов современной архитектуры являются поиски композиционных решений внешней оболочки здания и, в частности, выразительной пластики фасадной стены, в которых нашли бы четкое и ясное отражение конструктивная основа сооружения и природа используемого строительного материала.

В жарких районах, в зависимости от структуры архитектурного объекта и методов строительства (в сборном железобетоне заводского изготовления, в монолите или с применением пространственных конструктивных систем), сложились три основные концепции тектонической трактовки фасадной стены: массивной, тяжеловесной конструкции с тщательной ее моделировкой, выявлением фактуры и цвета поверхности; каркасной структуры, характеризующейся четким выделением из фасадной плоскости горизонтальных или вертикальных элементов, и стены-мембраны, легкой, гибкой и эластичной по форме.

Первая концепция нашла наиболее яркое проявление в постройках Ле Корбюзье 1950-х годов: в капелле Нотр-Дам-дю-О в Роншане и в ансамбле правительственных зданий в Чандигархе (Индия). Для них присущи мощная и вместе с тем тонко нюансированная пластика фасадной поверхности, контрастное сопоставление материалов различной фактуры, сочетание сборных гладких элементов с выделяющимися скульптурно-пластическими конструкциями, сочная полихромия.

Данную линию развивают и необруталисты (Институт Марчионди в Милане 1959 г., арх. В. Вигано; жилой дом Харуми в Токио, 1958 г., арх. К. Маекава), стремящиеся создать постройки, эстетические свойства которых определяют подчеркнуто тяжелые формы и нарочито грубые поверхности обнаженных структур (рис. 149).

Применение в строительстве бетона и железобетона привело к новым достижениям в области эстетики поверхности. Специальная обработка бетона металлическими щетками, пневмоинструментом, пескоструйными аппаратами и просто водой позволяет выявлять на нейтральном фоне цементного камня фактуру заполнителя — щебня, стекла, керамики и др. Неограниченные возможности открываются и благодаря способности бетона воспринимать фактуру опалубки. При отливке конструкций в металлических формах поверхности становятся гладкими. Более новым приемом является создание грубой фактуры с помощью элементов нестроганой дощатой опалубки, а также благодаря введению в опалубку соответствующих форм. Интересны поиски, связанные с использованием в качестве опалубки волнистых листов, мелких дощечек типа паркетной или бочарной клепки, соединяемых в шпунт и внахлестку (рис. 150).

В жарко-сухой зоне целесообразно предусматривать гладкие стены с очень небольшими углублениями и высеченными в них линиями и фигурами. Придавая наружным поверхностям определенную фактуру и устраивая на них выступы и впадины, достигают пластической выразительности, основанной на сочетании света и тени.

Архитектурная композиция зданий с каркасом, выведенным наружу, — концепция, получившая наиболее широкое развитие в жарких районах. Выступающие из плоскости фасадной стены элементы (они используются, как правило, в качестве «солнцерезов») могут иметь следующие варианты: равноценная трактовка горизонтальных и вертикальных членений и акцентирование либо вертикальных, либо горизонтальных членений.

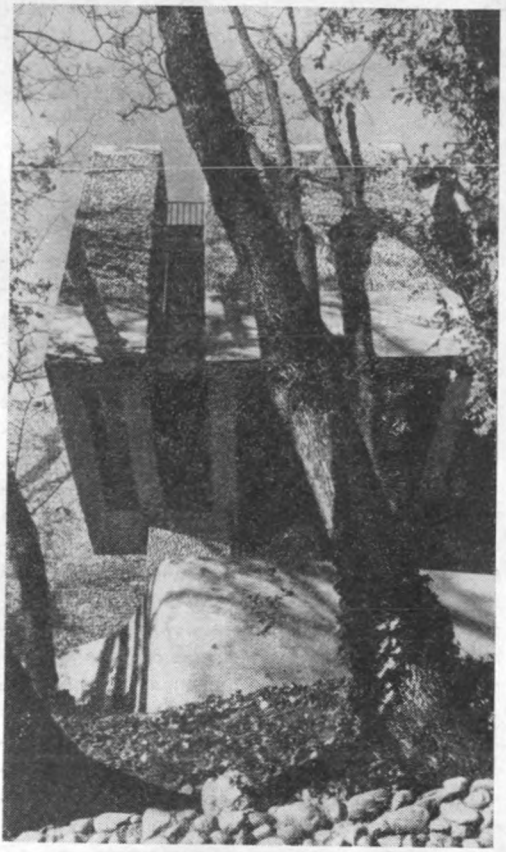
Тектонические свойства очень жестко диктуют выбор пропорций современных железобетонных сооружений с узким и широким шагом опор. Это связано с тем, что пропорциональность полносборных крупнопанельных зданий зависит не только от их тектонического строя, но также и от параметров изделий и технологических требований строительной индустрии.

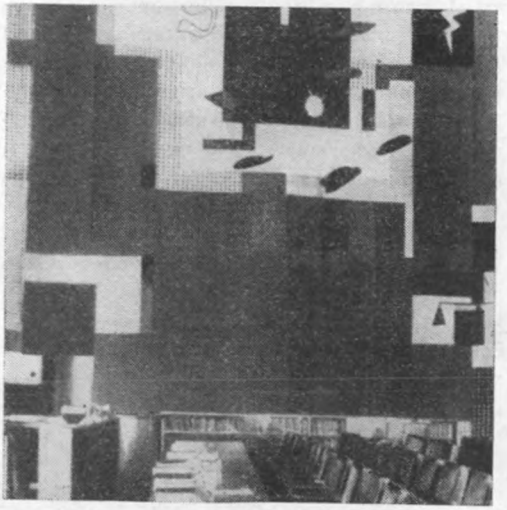
Более широкий круг использования пластических возможностей «стержневых структур» имеется в комбинированной системе: монолитный железобетонный каркас с различным заполнением. Так, в застройке жилых районов Рима, Флоренции применяют серый железобетонный каркас с заполнением его альвеол плоскостями из ярких материалов (лицевой кирпич, керамическая или бетонная плитка), подчеркивающими геометрическую четкость конструктивного решения зданий.

Концепция стены-мембраны связана с особенностями композиционного построения зданий со «скрытым» каркасом. Вместо игры масс, характерной для первой концепции, здесь на первый план выступает игра плоскостей. Именно плоскости, а не масса определяют в этом случае объем, причем пространство вовлекается в композицию как полноправный ее элемент [60]. Остекленная поверхность окон находится заподлицо с фасадной стеной, образованной навесными панелями небольшой толщины. Здесь явно выражено стремление не обнажить конструктивную систему, а лишь дать информацию о ее существовании и особенностях. Такая информация может быть представлена в форме, напоминающей телосложение человека, в котором скелет угадывается под телесной оболочкой.

Наиболее удачным примером композиции подобного типа является здание Центра искусств Согетсю (арх. К. Танге) (см. табл. 21).

Ограниченный плоскостями объем установлен на опоры и кажется парящим в воздухе. Его пластическая выразительность достигнута благодаря таким тектоническим свойствам внешней оболочки, как непрерывность и эластичность ее поверхности, напоминающей легкую и тонкую эпидерму. Световые проемы, предусмотренные лишь в тех местах, где это





Применение в строительстве бетона и железобетона привело к новым достижениям в области эстетики поверхностей

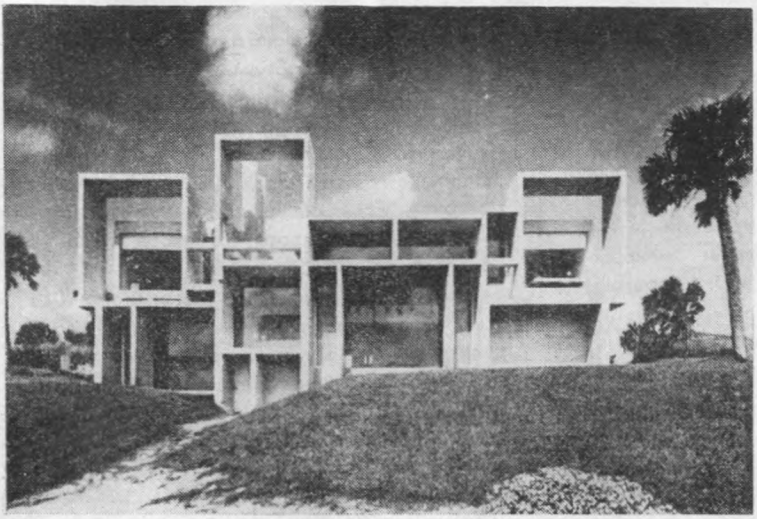


149

Фрагмент фасада Национальной школы искусств в Ницце. Франция

150

Административное здание в Абиджане. Берег Слоновой Кости. Арх-ры Дюшарм, Миност и Ларра



151

Настенные ковры в в залах Верховного суда в Чандигархе. Индия.
Арх. Ле Корбюзье

152

Жилой дом
во Флориде. США.
Арх. П. Рудолф

необходимо, имеют только геометрический контур и «лишены» глубины. Отсюда и кубические формы объемов, и отсутствие светотеневых контрастов, и сдержанность пластики в современной архитектуре.

Цвет — одно из самых сильных декоративных средств. С его помощью можно подчеркнуть фактуру и пластичность материала, композиционную структуру сооружений и его тектонику. В жарких районах целесообразно применять наружные поверхности светлых тонов, известковую побелку и другие облицовочные материалы с высокими рефлективными качествами. И чем больше поверхность наружных стен будет походить на зеркало, тем эффективнее отражение солнечной лучистой теплоты. Следовательно, здесь предпочтительны глазурованные плиты, кафель, мозаика и др. Такое благоприятное сочетание цвета и отделочных материалов открывает широкие возможности в области синтеза архитектуры, монументальной живописи и скульптуры. Выполняя функциональную роль рефлекторов, такие поверхности приобретают большое эстетическое значение.

С наибольшим размахом искусство монументальной росписи применяется в архитектуре Мексики. С именем прогрессивных художников этой страны Альфаро Сикейроса, Диего Ривера и других связаны крупные успехи мексиканской архитектуры (например, университетский городок в Мехико).

Успешны также поиски новых форм синтеза искусств архитекторами и художниками Франции, Италии, Бразилии, Кубы и других стран в условиях жаркого климата.

Как правило, цветовые решения зданий в тропиках должны быть более насыщенными и яркими, чем в странах с умеренным климатом. Под воздействием инсоляции покрасочный слой, если он не выполнен из керамических плиток или мозаики, блекнет и отлетает. Обесцвечивающее и сглаживающее действие солнечного облучения препятствует выявлению фактуры материала. Но этого можно избежать, если цветные поверхности располагать в тени. В условиях тени яркие цвета проявляют себя во всей полноте и могут быть устойчивыми на протяжении достаточно длительного эксплуатационного срока.

В жарко-сухих районах для отделки поверхностей ограждений предпочитают яркие холодные тона. Алый и оранжевый цвета применяются редко. Светлая окраска поверхностей пастельного характера, обладающая высокими отражательными свойствами и устраняющая блесткость, будет наилучшим решением для стен здания и обработки поверхностей внутреннего пространства.

Высокой степени художественно-декоративного убранства интерьера можно добиться, применяя настенные ковры. Речь идет о шерстяных коврах, которыми завешиваются с давних пор внутренние поверхности наружных стен жилищ жарко-сухих районов. Они одновременно повышают теплозащиту ограждений (рис. 151).

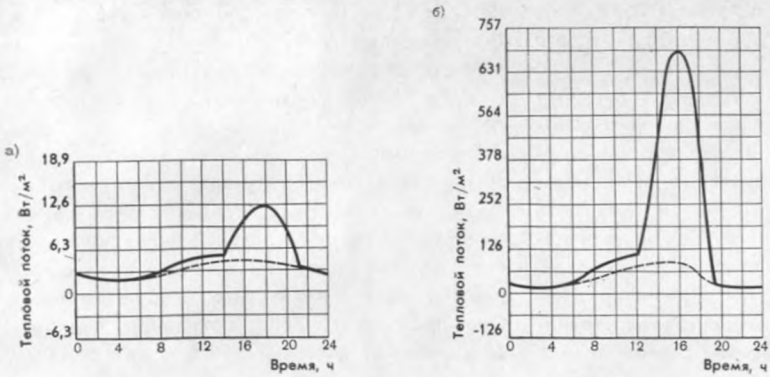
Светопрозрачные стеклянные ограждения. Сплошная стеновая панель является непрозрачной защитной преградой, поэтому необходимо предусматривать светопроемы для естественного освещения помещений, свободного обзора из них, а также вентиляции. В настоящее время светопрозрачной средой в таких проемах является стекло. Научные достижения еще более расширили сферу применения этого эффективного строительного материала. В современных зданиях окна заменяются целиком светопрозрачным вертикальным ограждением, создавая условия ничем не ограниченного обзора из помещений, ощущение свободы и большие возможности для формирования новых пространственных композиций (рис. 152).

Однако в районах с жарким климатом стекло не совсем подходящий строительный материал. Если обычная стена передает некоторую часть теплоты, то через стекло она проходит почти полностью.

Доходящая до земной поверхности через атмосферу часть лучистой энергии солнца делится на три зоны: ультрафиолетовую (длина волн 290—380 нм*), видимого света (380—750 нм) и инфракрасную (750—3000 нм). На долю ультрафиолетового излучения приходит-

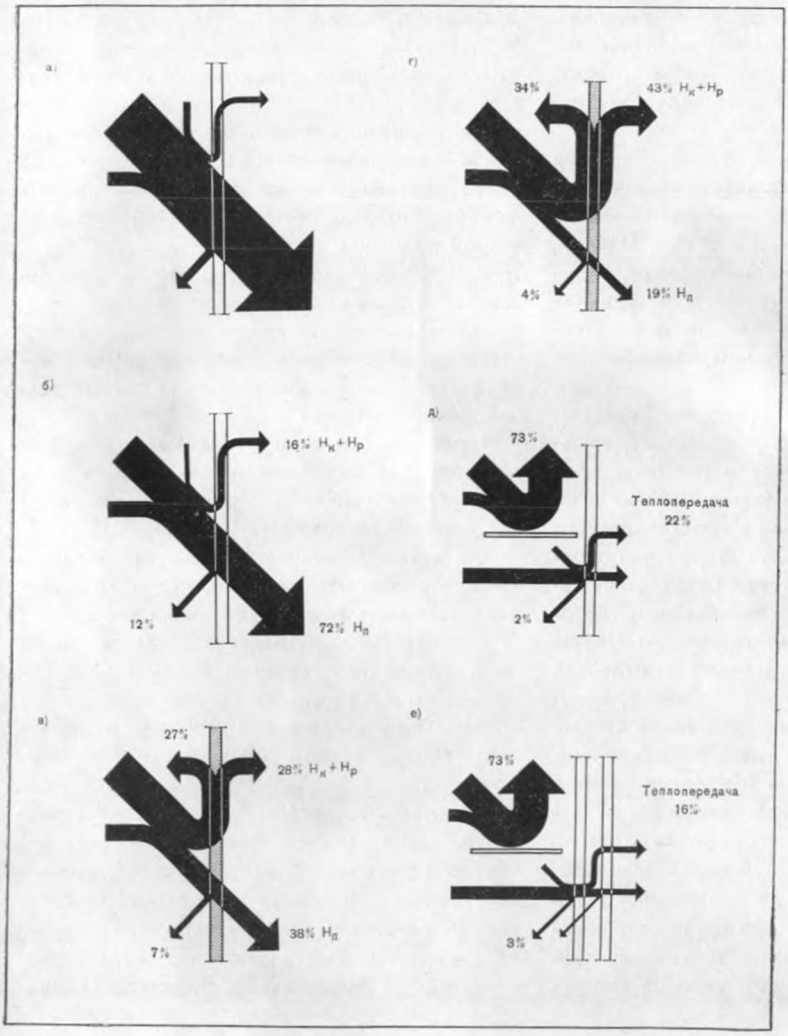
* 1 нм (нанометр) = 10^{-9} м.

Благодаря научным достижениям появились неограниченные возможности применения строительного стекла



153

Теплопередача через деревянную (а) и стеклянную (б) панели



154

Теплопоступления через различные типы стекла и виды стеклянного ограждения (одинарное и двойное остекление): а — стекло обыкновенное; б — стекло зеркальное толщиной 6,5 мм; в — теплопоглощающее стекло; г — дымчатое стекло; д — солнцезащитный экран и зеркальное стекло; е — то же и двойное остекление ($H_к + H_р$ — конвекция и рассеянное тепловое излучение; $H_п$ — пропущенное тепловое излучение)

ся 2—4% общей тепловой энергии излучения, видимого света — 44—46%, а инфракрасного излучения — 50—52%.

Обычное оконное стекло почти полностью непрозрачно для биологически ценных ультрафиолетовых лучей солнца, но хорошо пропускает видимые и инфракрасные лучи, которые являются основной причиной перегрева помещений. Проникнув внутрь здания, эти последние нагревают поверхности стен, пола, потолка и находящихся в помещении предметов, превращая их в источник распространения длинноволновых тепловых лучей (длина волн 7000—14 000 нм), не пропускаемых стеклом. Они создают так называемый «тепличный эффект», и при отсутствии солнцезащитных устройств большие поверхности остекления еще более способствуют перегреву помещений.

На графиках рис. 153, а, б для сравнения показаны кривые теплопередачи через деревянную стенку и через стеклянную панель на западной стороне здания 21 июля (г. Майами, Флорида, США). Как видно из графиков, через стеклянную панель поступает в помещение приблизительно в 30 раз больше радиационной солнечной теплоты, чем через обычную стену. Однако можно уменьшить внешние тепловые нагрузки, если предусмотреть соответствующую окраску стекла, увеличить содержание в нем окиси железа или повысить процент содержания щелочи (здесь мы уже имеем дело с так называемым теплопоглощающим стеклом). Побеленное с двух сторон или окрашенное в другой цвет стекло будет отличаться более повышенным сопротивлением теплопередаче, а также ослабит яркий свет (то же самое обеспечивается и стеклом с отделкой «под мороз»); но, следуя этому приему, понизится качество видимости через такое стекло, а в целом светозащита будет неэффективна.

Солнцезащитные стекла и изделия из него подразделяются на теплопоглощающие и теплоотражающие. Теплопоглощающее стекло оказывает высокое сопротивление теплопередаче, поскольку благодаря увеличенному содержанию окиси железа оно поглощает большое количество тепловых инфракрасных лучей. Кроме того, оно на 30% меньше пропускает естественный свет и обеспечивает эффективный контроль за ярким светом при сохранении хорошей видимости из помещений.

В последние годы за рубежом применяют различные виды теплопоглощающего стекла. В зависимости от преимущественного введения в стекло окисей никеля, кобальта, хрома, меди, металлического селена стекло может приобретать серую, зеленую или бронзовую окраску. Так, противоактиничное стекло (калорекс) имеет зеленовато-голубую окраску. Оно пропускает 22% солнечного тепла и 60% видимых световых лучей, в то время как обыкновенное стекло пропускает солнечной радиации 82%, а видимых световых лучей — 85%. Низкая пропускаемость ультрафиолетовых лучей снижает эффективность этого вида стекла.

Антисолнечное стекло обладает более высокой пропускаемостью естественного света и соответственно солнечной теплоты, пропуская 70% видимых световых лучей и 40% солнечной радиации.

В СССР освоено производство теплопоглощающего стекла, окрашенного в массе окисями железа. Выпускаемые некоторыми отечественными заводами стекла характеризуются значительным поглощением в инфракрасной области спектра.

Теплопоглощающие стекла имеют тот недостаток, что они сами нагреваются, и если окно не вентилируется хорошо, то действуют как сильный тепловой излучатель.

Частичное затенение плоскости антисолнечного стекла нежелательно, ибо в этом случае оно может треснуть по линии тени.

Более сильное нагревание теплопоглощающего стекла по сравнению с обычным оконным вызывает большое тепловое расширение, поэтому при установке его нужно оставлять достаточный зазор между рамой и стеклом.

Стоимость теплопоглощающего стекла пока сравнительно высокая, а его применение наиболее эффективно при устройстве двойного остекления. Используя совместно затеняющие устройства и двойное остекление, можно снизить теплопоступления через такие проемы на 80%. Эффективным средством солнце-

защиты является двойное остекление, включающее наружную стеклянную панель из противосолнечного стекла и расположенные в пространстве между двумя стеклянными панелями венецианские жалюзи светлого цвета, которые можно поднимать и опускать.

Особенно целесообразны спаренные переплеты из теплопоглощающего стекла в зданиях с кондиционированием воздуха. На рис. 154 приведены схемы различных по материалу стеклянных панелей и видов остекления на западном фасаде здания (40° с. ш., 3 ч дня, 1 августа) [77], позволяющих оценить их с теплотехнической стороны и с точки зрения использования в жарких условиях.

Теплопоглощающее стекло, понижающее интенсивность прямой солнечной радиации, применяют и для устройства светопрозрачных навесов мобильного типа. Верхнеподвесная стеклянная панель ограждения может быть поднята или опущена в зависимости от различных углов падения и интенсивности солнечных лучей. Солнцезащитные навесы из стекла подобного типа, примененные в верхней части окна, особенно целесообразны для южных фасадов.

Теплоотражающие стекла получают нанесением различных покрытий на его поверхность, чаще всего металлических, обладающих большой селективностью отражения. Значительная часть тепловой солнечной энергии может быть отражена такими стеклами как в инфракрасной области спектра, так по всему спектру.

Во второй половине 1970-х годов в Западном мире, особенно в США, получили широкое распространение сооружения, относимые к категории так называемой «зеркальной архитектуры»; как правило, это крупные коммерческие здания. Наружные стены их выполнены из поляризованного стекла, которое при дневном свете кажется прозрачным изнутри и зеркалом снаружи. Металлический каркас стекол по возможности скрыт за стеклянными панелями, а фасад кажется гигантским цельным зеркалом. Здание с такими зеркальными фасадами воспринимается как монолит, айсберг. Его масштаб кажется чудовищным, подавляюще монументальным. В то же время зыбкие, непрерывно меняющиеся отражения придают ему некую жутковатую ирреальность*.

Наиболее последовательно разрабатывает идею «зеркальной архитектуры» архитектор Сезар Пелли, по проектам которого сооружено несколько крупных коммерческих зданий в Лос-Анджелесе.

«Растворение» в ландшафте стало едва ли не главным аргументом в пользу зеркальных монументов, развитие которых явилось своего рода антитезой крупным зданиям, заслужившим в последнее время скверную репутацию. Их «иллюзорная» дематериализация казалась лучшим выходом. При этом стены из светоотражающего зеркального стекла способствуют не только улучшению микроклимата помещений, но и обеспечивают существенный экономический эффект, обусловленный снижением эксплуатационных затрат на кондиционирование (см. табл. 15).

Солнцезащитные устройства. В архитектурно-строительной практике жарких стран в зависимости от расположения затеняющих элементов относительно светового проема различают следующие основные типы солнцезащитных устройств: горизонтальный, вертикальный, ячеистый (комбинация двух первых) и панельный («дышащая» стена) (см. табл. 19). Затеняющие устройства проектируют в соответствии с траекторией движения солнца, инсоляцией, психофизиологическим воздействием естественного освещения, климатическими особенностями, а также архитектурными требованиями, техническими возможностями и экономической целесообразностью.

Любая солнцезащитная конструкция должна подвергнуться оценке с точки зрения ее отражательной и теплопоглощающей способности, теплопроводимости, а также расположения близ основной стеновой панели. При этом немаловажное значение имеет и такой факт, является ли подобное устройство стационарного или мобильного типа. Его эффективность во многом зависит также от того, для

* См.: Иконников А. В. Время сомнений в архитектуре США. — США, экономика, политика, идеология. М., 1979, № 8.

какой ориентации фасадов оно предназначено.

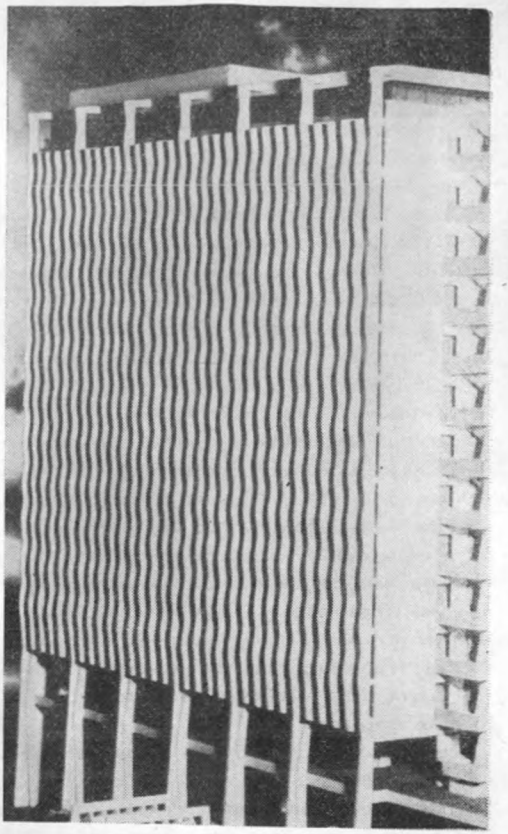
Правильно выбранная конструкция затеняющего устройства и материал, из которого она изготовлена, могут хорошо защитить от инсоляции фасад определенной ориентации. Элементы солнцезащиты выполняют из различных материалов: бетона, железобетона, металла, алюминия, дерева, стекла, керамики, асбошифера и др. Ребра-стенки современных солнцезащитных устройств, часто называемые «солнцерезами», могут располагаться либо перпендикулярно, либо под различными углами к плоскости фасада здания, быть небольших или крупных размеров. Для достижения равноценного затеняющего эффекта, который обеспечивают широкие ребра-стенки, более узкие ребра должны размещаться ближе друг к другу (рис. 155, 156).

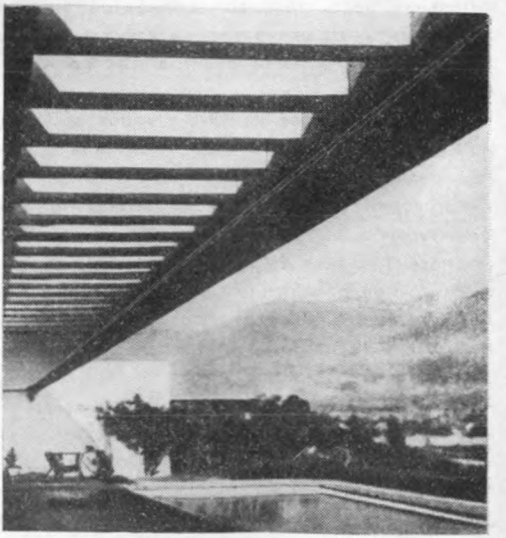
Затеняющее устройство стационарного типа проектируется с учетом оптимальных углов падения солнечных лучей и хорошо функционирует лишь в определенные периоды года.

Наипростейшей формой солнцезащитного устройства является свес крыши. В одноэтажных зданиях он затеняет как стены, так и проемы в них. Вынос свеса крыши всегда делают равным половине высоты стены, которую он защищает (рис. 157). Однако такой горизонтальный тип солнцезащиты становится неприемлемым для зданий в два этажа и более, а также для предохранения западных и восточных фасадов, поскольку для последних большую опасность перегрева представляют низкие лучи солнца в вечерние и утренние часы [79].

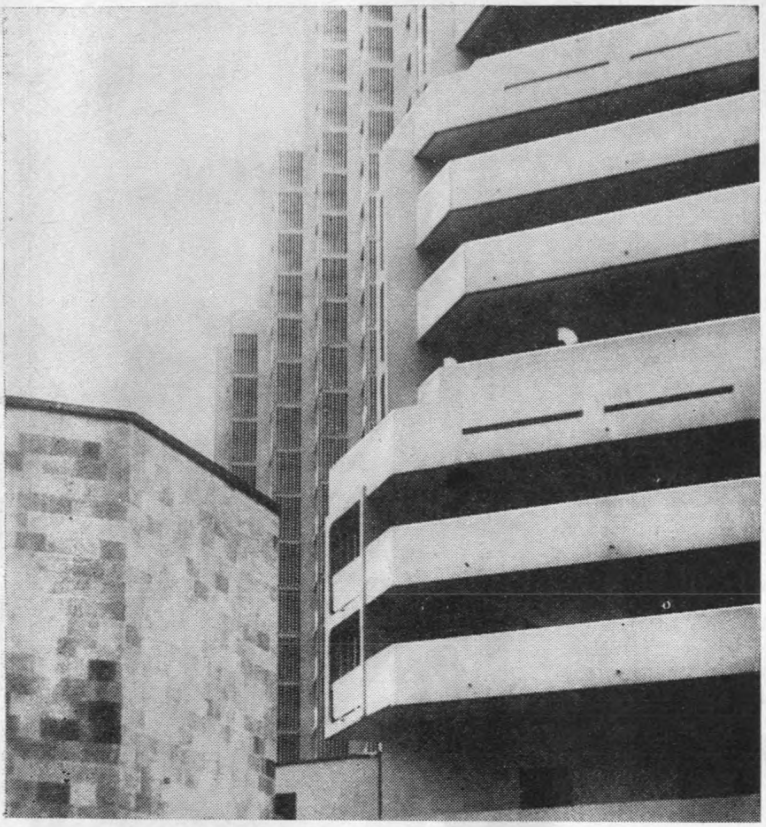
Экранирование северных и южных стен зданий сравнительно легко осуществить применением карнизов, кровельных свесов, козырьков и пр. Так как выступающие затеняющие устройства, закрепленные на здании, сами нагреваются, то желательно, чтобы в их самых высоких частях были оставлены отверстия для выхода теплого воздуха и тем самым созданы условия свободной циркуляции воздушных масс вдоль фасада здания.

Козырьки бывают глухие, в форме сотов, решетчатые (из параллельных брусков, расположенных прямо или наклонно) и т. д. Устройством решетчатых козырьков или ко-





Эффективность различных типов солнцезащитных устройств во многом зависит от того, для какой ориентации фасадов они предназначены

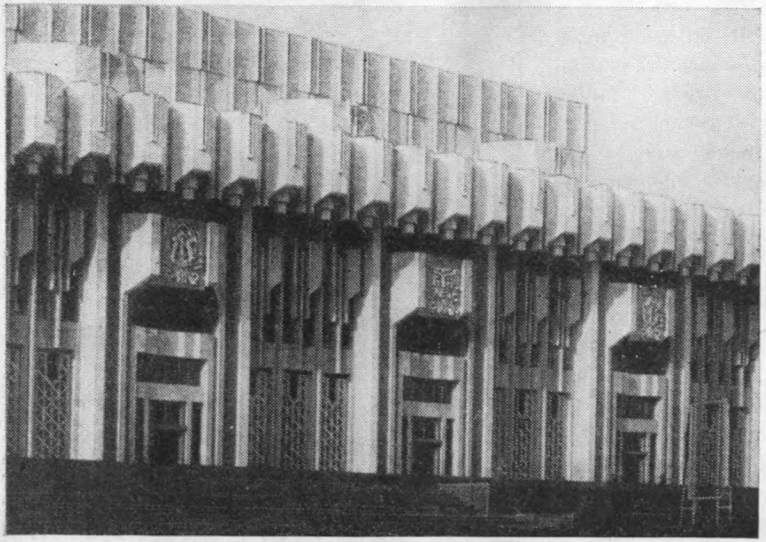


155

Солнцерезы вертикального типа в административном здании. Арх. Б. Зерфюсс

156

Различные виды солнцезащитных устройств в туристическом комплексе «Дагомыс» близ Сочи



157

Солнцерез горизонтального типа сооружения в Пасадене. Арх. Р. Нейтра

158

Дворец Дружбы народов СССР им. В. И. Ленина в Ташкенте. Арх-ры В. Шестопалов, Е. Суханова, Е. Букина, Е. Шумов, Ф. Турсунов

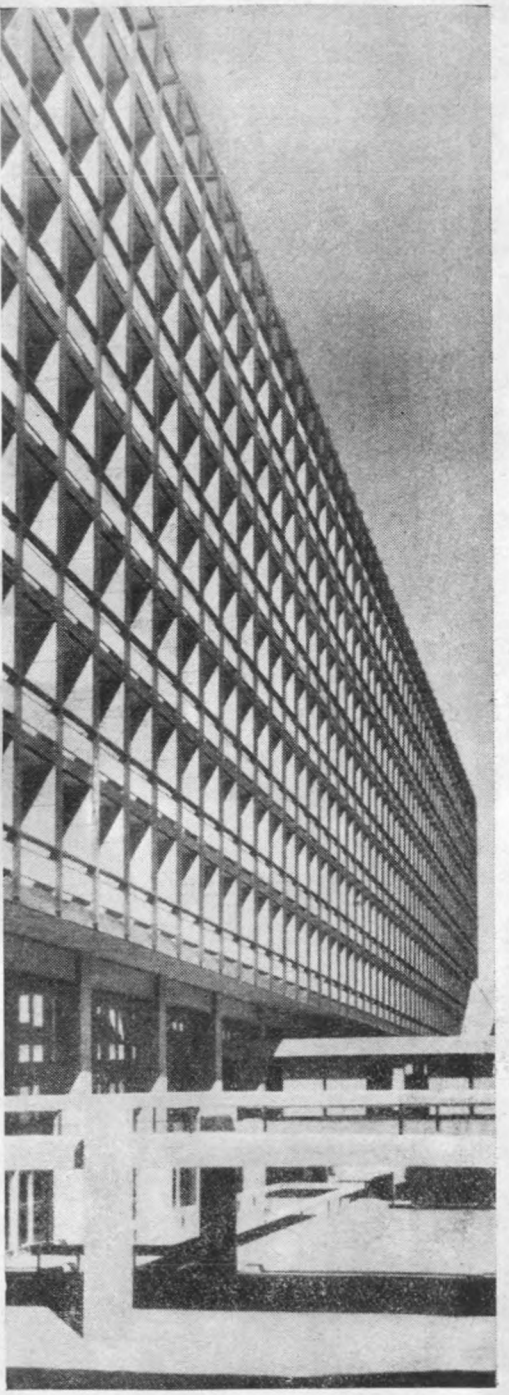
зырьков в форме сотов, которые не препятствуют движению нагретого солнцем воздуха вдоль фасада вверх и одновременно защищают проемы от солнечных лучей, можно повысить комфортность микроклимата внутри здания. Жалюзи, свисающие с козырьков, сплошной или дырчатый экран, параллельный стене, отсекают солнечные лучи, падающие под низкими углами (рис. 158).

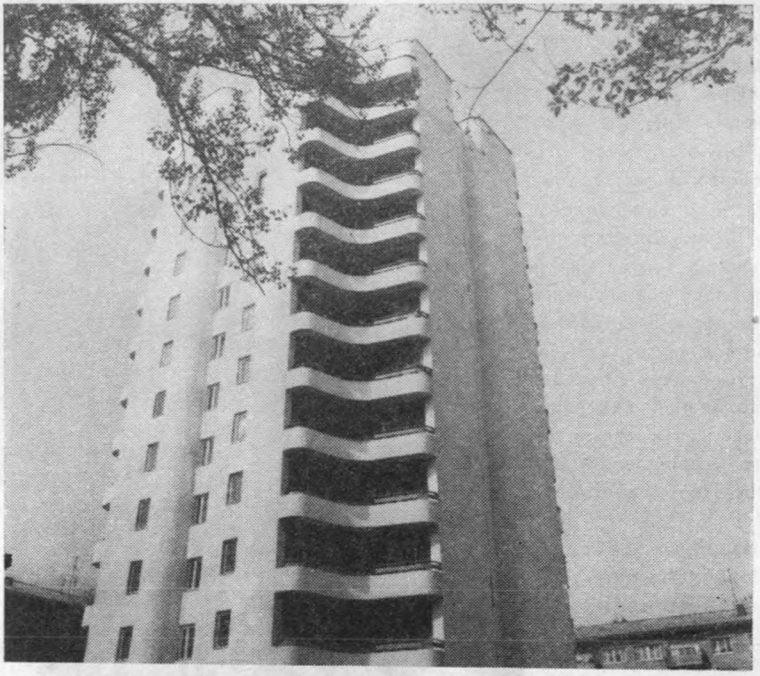
Горизонтальные экраны-навесы особенно эффективны на стене, расположенной параллельно экватору, или одновременно на северной и южной стенах зданий, находящихся в районах близ экватора.

Помимо отмеченных выше широкое применение имеют и временные солнцезащитные устройства (жалюзи, шторы, маркизы и т. п.).

Вертикальные стационарные экраны в виде выступающих ребер наиболее целесообразны для западных и восточных стен их устанавливают перпендикулярно плоскости фасада или под углом к ней. Однако даже подвижные экраны не дают полной защиты от лучей солнца с низким углом падения в течение всего года. Вертикальные ребра отделяются от стены с целью устранения между ними теплообмена. Регулируемые вертикальные ребра могут затенять всю поверхность стены или раскрываться в различных направлениях в зависимости от положения солнца (см. рис. 155).

Западные и восточные стены можно полностью экранировать с помощью солнцезащитного устройства ячеистого типа. Обычно его размещают от плоскости фасада на расстоянии не менее 5 см для циркуляции воздуха. Ребра могут быть взаимно перпендикулярны или же поставлены под углом друг к другу, регулируемыми, частично регулируемыми или стационарными. Экраны ячеистого типа благодаря высокому коэффициенту затенения являются наиболее эффективными для жаркого климата. Ими можно защитить от солнца не только отдельные остекленные проемы, но и целиком весь фасад здания. Их часто выполняют в виде тонких стенок-ребер из бетона, образующих решетчатую конструкцию с большими или небольшими ячейками. При небольших по размерам ячейках они





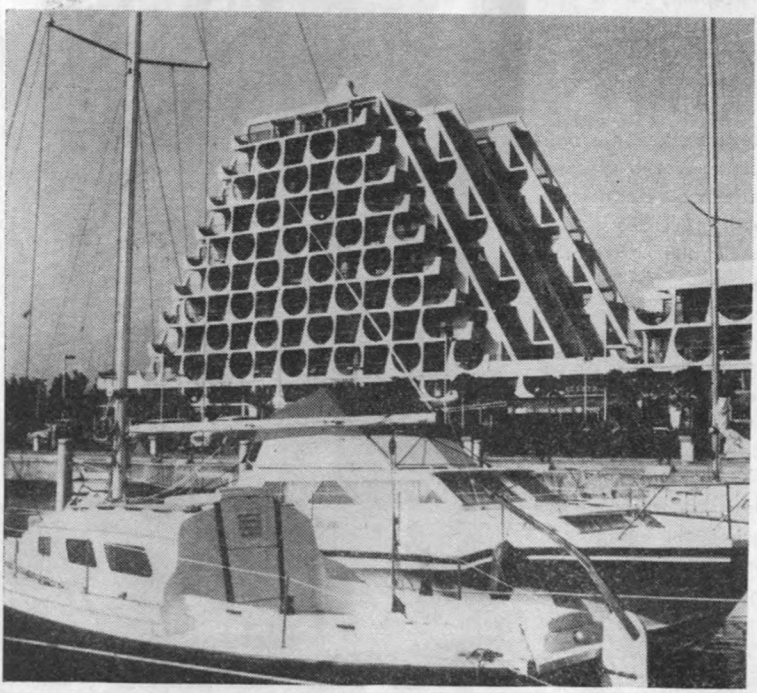
Горизонтальные солнцезащитные устройства наиболее эффективны на фасадах, расположенных параллельно экватору. Западные и восточные стены могут быть совершенно затенены благодаря использованию экранов ячеистого типа

159

Здание муниципалитета в Токио. Япония. Арх. Кензо Танге

160

Многоэтажный жилой дом в Алма-Ате



161

Криволинейные очертания ячеек солнцезащитного экрана в домах курорта Гранд-Мотт на юге Франции. Арх. Ж. Балладюр

ведут себя как плохая стена и ухудшают естественную вентиляцию. При слишком крупных ячейках такая экранирующая структура ненадежно защищает от инсоляции. Для создания оптимальных форм затенения она, как правило, должна иметь некоторую глубину.

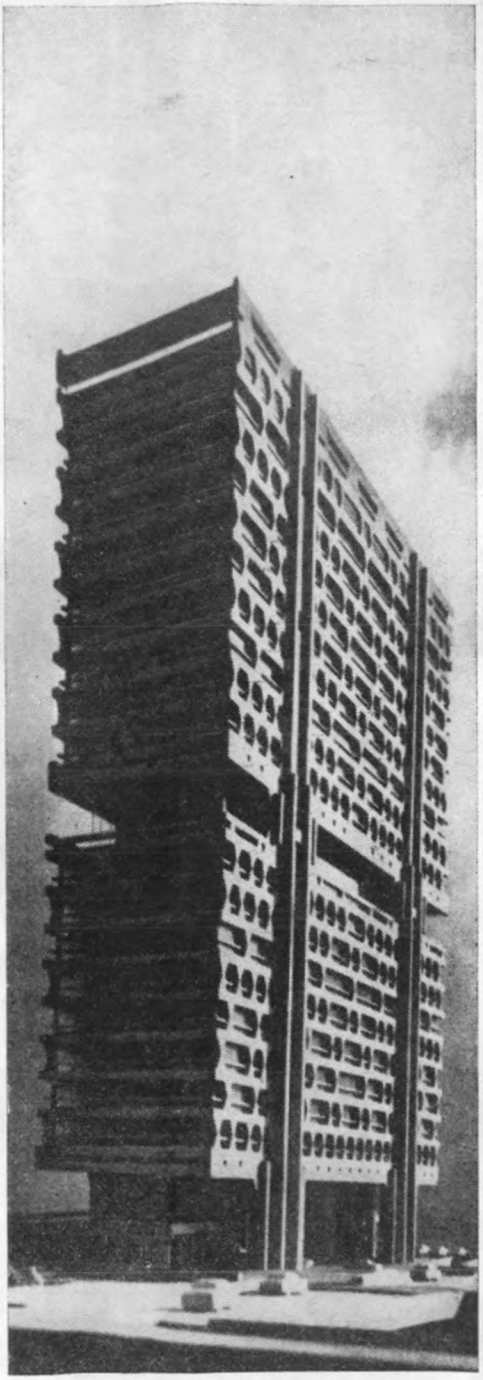
Солнцезащитные устройства ячеистого типа, у которых все ребра перпендикулярны фасаду здания, являются более благоприятными в отношении обеспечения вентиляции и защиты от воздействия теплового излучения конструкции. Однако часть солнечной радиации будет все-таки отражаться внутрь здания. Чтобы понизить теплопоступления в помещения за счет рассеянной солнечной радиации, целесообразно не окрашивать в светлые тона ребра солнцезащитного устройства, а оставлять бетонную поверхность необработанной после снятия опалубки.

При устройстве солнцезащитных элементов в пределах высоты этажа проблема оптимизации условий естественного проветривания больше не выдвигается (рис. 159) [69].

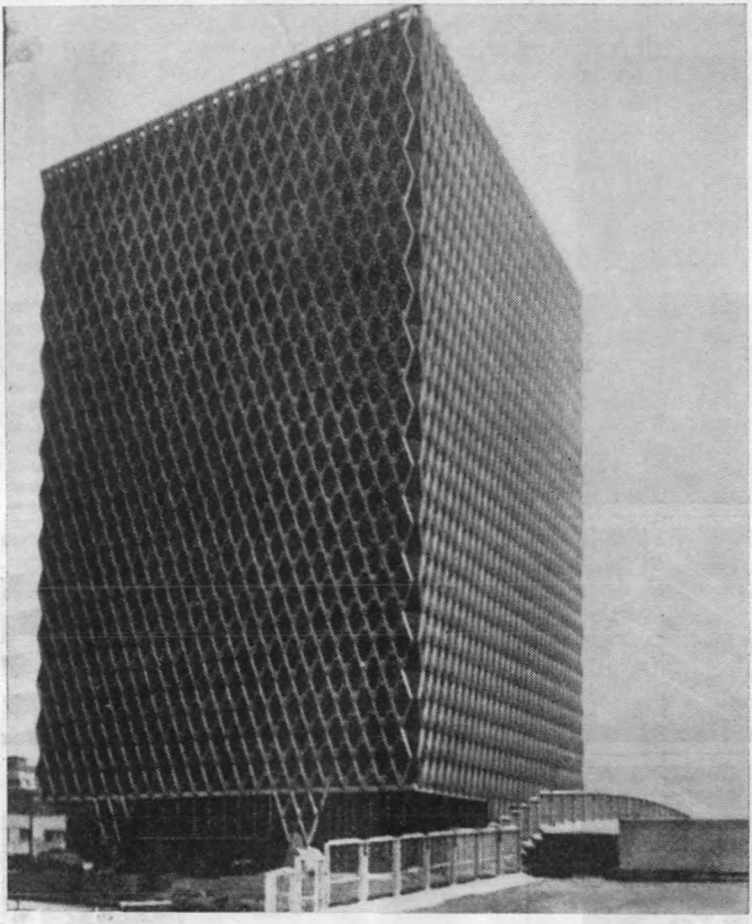
В табл. 19 приведены возможные варианты затеняющих устройств. Пунктирные линии указывают углы, под которыми солнечные лучи будут перехватываться. По этим углам вычерчивается характеристика затенения (см. третью колонку табл. 19).

Панельный тип солнцезащитного устройства (так называемая дышащая стена, о которой уже говорилось выше) — это фактически сооружение дополнительной стены из специальных декоративных панелей; они могут быть узорчатыми, решетчатыми, ячеистыми и т. п. В случае когда эти панели глухие, они предусматриваются откидными или раздвижными.

Глубокие ячеи, стоящие независимо от основной конструкции, — существенная черта и поздних построек Ле Корбюзье. Так, в обоих зданиях французского посольства в Бразилии такие перфорированные отдельно стоящие структуры восстанавливают промежуточное пространство между наружной и внутренней средой, утраченное с заменой массивной стены непроницаемой плоскостью стены-мембраны. Они также как бы возвращают последней и ее материальность, но не через массу, выраженную в толщине, а через объем откры-



Роль солнцезащиты может играть непосредственно сама перфорированная фасадная стена, став несущей конструкцией здания

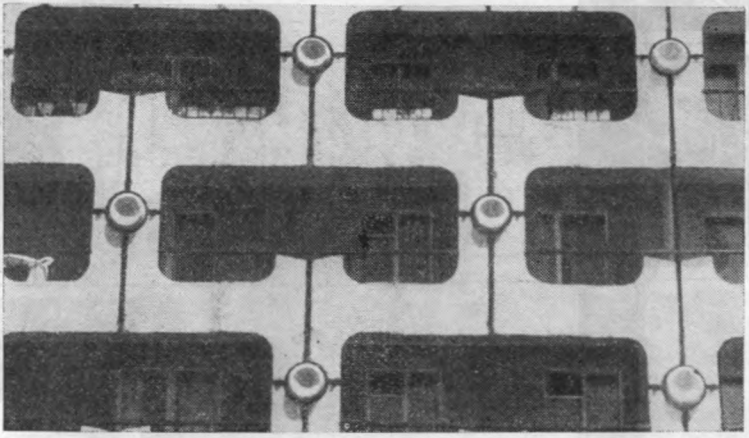


162

Административное здание с несущей фасадной стенкой в виде жесткой решетки. Япония. Арх. Кензо Танге

163

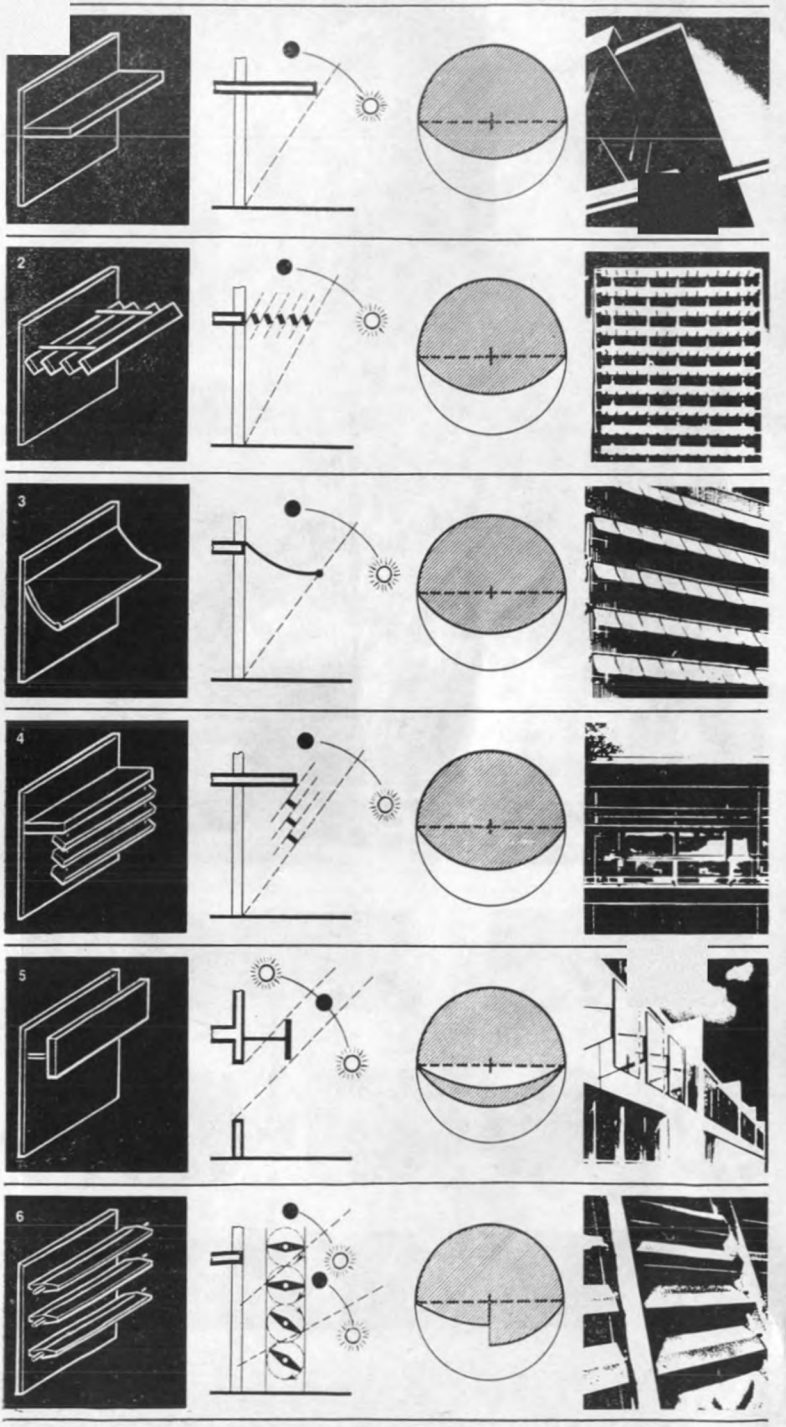
Здание фирмы «Интернейшил бизнес мэшинс» в Питтсбурге. США

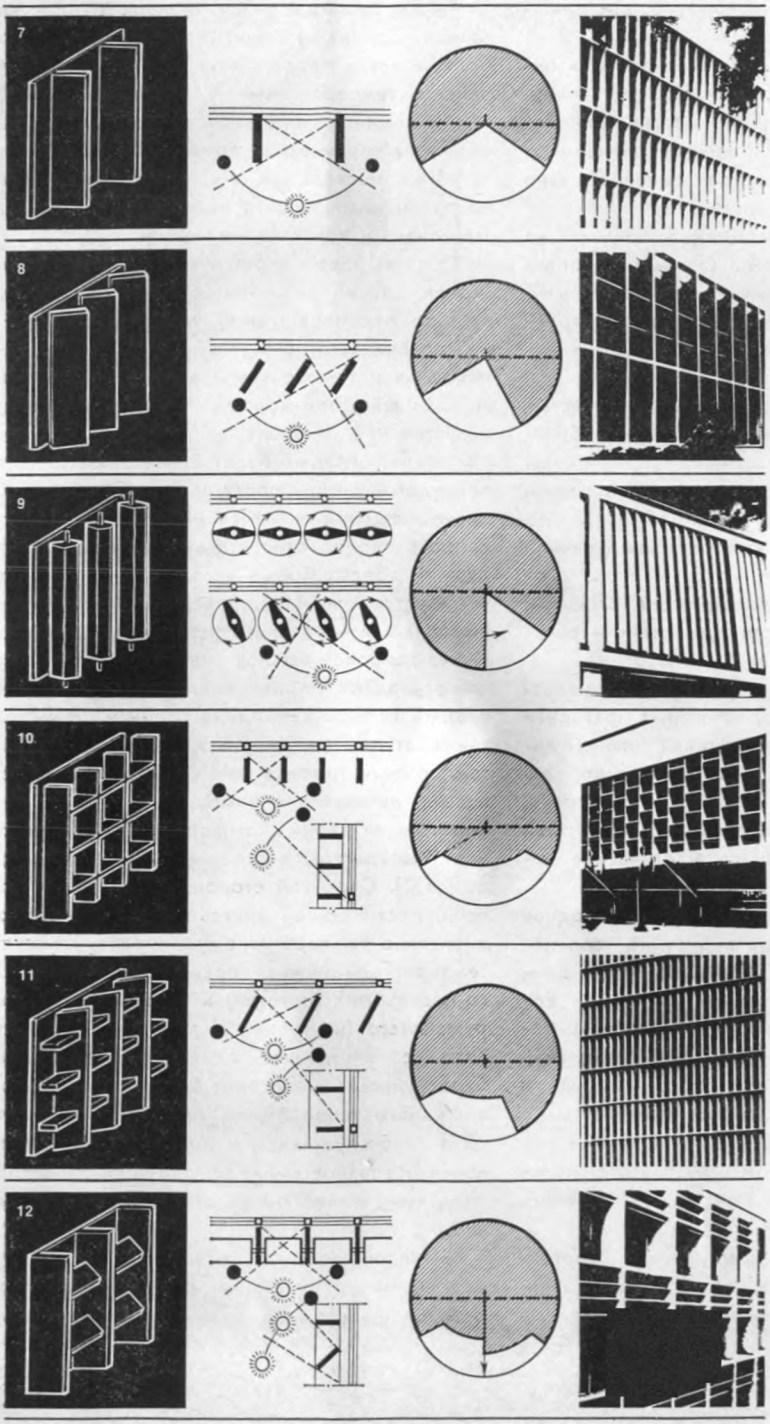


164

Рисунок солнцезащитных устройств жилого дома во Фрунзе. 1978. Арх-ры Д. Мухамадиев, В. Кузнецов, А. Солтобаев

1—6 — горизонтальный тип; *7—9* — вертикальный тип; *10—12* — ячеистый тип; *1* — козырьки; *2* — жалюзи; *3* — парусиновые тенты; *4* — жалюзи, свисающие с козырьков; *5* — сплошной или дырчатый экран; *6* — регулируемые жалюзи





7 — вертикальные ребра; *8* — косо направленные ребра; *9* — регулируемые ребра; *10* — решетки; *11* — решетки с косо направленными вертикальными ребрами; *12* — решетки с наклонными горизонтальными ребрами

тых с фасада крупных ячеек солнцерезов панельного типа, заключающих в себе ограниченное плоскостями ребер пространство [60].

Хотя солнцезащитные устройства горизонтального, вертикального, ячеистого и панельного типов, возведенные из бетона или железобетона, и нашли широкое применение в строительстве, однако всегда целесообразно выполнять их из более легких материалов с небольшой тепловой инерцией, например из дерева или асбестоцемента (алюминия следует избегать по указанным выше причинам, однако можно осуществить защитные устройства ячеистого типа из алюминия, окрашенного с двух сторон).

Стационарные солнцезащитные устройства, как правило, являются экономичнее мобильных. Однако последние более эффективны в отношении регулирования солнечной радиации и защиты от дождя (рис. 160, 161).

В настоящее время уже положено начало созданию навесных стен, которые дадут возможность совмещать конструкции стены и солнцезащитных устройств при полной трансформации их в пределах высоты этажа.

Роль солнцезащиты может играть непосредственно сама перфорированная фасадная стена, став несущей конструкцией здания. Укрупненные ячейки такой решетки, разнообразные по очертаниям и пластической трактовке, являются важным средством архитектурной выразительности, повышают эстетические качества зданий (рис. 162, 163).

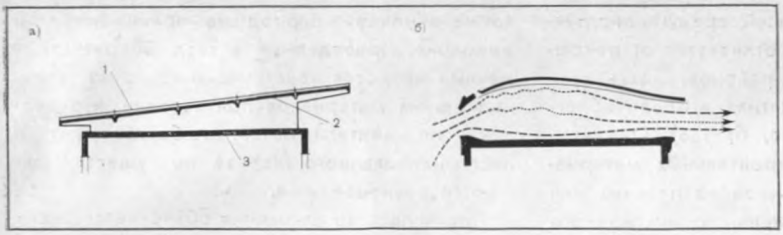
В странах с жарким климатом в последнее время стали использовать в рисунке солнцезащитных устройств различные элементы, придающие постройке местный колорит. Его пытаются выразить орнаментом, узором решеток, деталями (рис. 164, см. также рис. 143). Солнцерезы подчеркивают горизонтальный и вертикальный ритмы, создают контрасты с гладкой стеновой поверхностью, вносят в архитектуру многообразие и игру светотени. Наконец, они помогают выявить и оттенить функциональную характеристику здания.

Разумное сочетание пластической выразительности и функциональной целесообразности солнцезащитных устройств будет способствовать повышению качественного уровня архитектуры гражданских зданий (табл. 19).

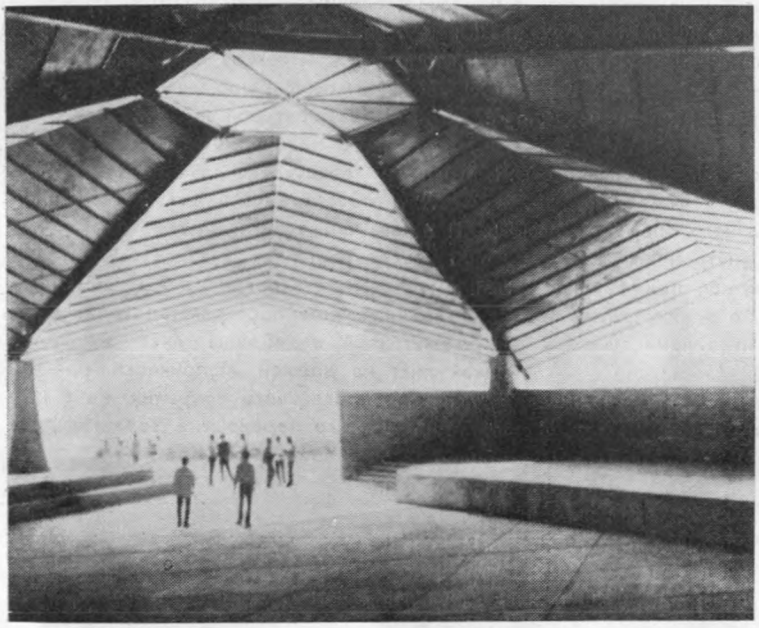
Типы покрытий. В жарких районах крыша здания независимо от ориентации больше всего подвергается солнечному облучению, температурным воздействиям, а в жарко-влажном климате служит защитой от обильных тропических дождей. Предотвратить пагубные последствия этих воздействий можно путем надлежащего выбора и применения материала и конструкции крыши.

При выборе конструктивного решения крыши весьма важно исходить из температурного перепада между температурой нижней поверхности покрытия или чердачного перекрытия и температурой внутреннего воздуха. С одной стороны, когда эта разность будет значительной, средняя лучистая температура в помещении также будет более высокой. Это приведет к дискомфорту, как только вентиляция помещений окажется недостаточной, особенно в период относительно спокойной воздушной среды. Кроме того, возможно, что температура нижней поверхности покрытий (крыши) или чердачного перекрытия (потолка) имеет наиболее важное значение для ночного комфорта, что оправдывает наше стремление уделять больше внимания средней лучистой температуре (установлено, что повышение температуры потолка на 1°С оказывает на человека, лежащего в помещении, то же влияние с точки зрения комфорта, что и повышение температуры внутреннего воздуха от 0,3 до 0,5°С). С другой стороны, количество теплоты, поступающей внутрь здания, пропорционально температурному перепаду между температурой нижней поверхности чердачного перекрытия (потолка) и температурой окружающего (внутреннего) воздуха. Часть теплоты с внутренней поверхности покрытия будет унесена непосредственно за счет конвективного теплообмена, остальная будет отдана лучеиспусканием и поглотится окружающими поверхностями, где, обратившись в теплоту, тоже пойдет на нагрев внутреннего воздуха.

В жарко-влажных условиях в связи с обильными тропическими дождями, высокой влажностью воздуха и меньшими тепловыми



В жарких районах крыша больше всего подвергается солнечному облучению, температурным воздействиям, а в жарковлажном климате должна служить защитой от обильных тропических дождей

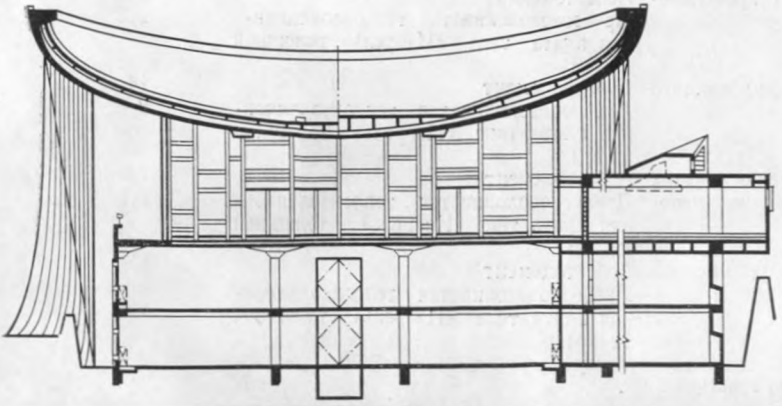


165

Облегченные покрытия зданий: а — крыша с экраном-кровлей из алюминия; б — двойная крыша; 1 — солнцезащитный экран из алюминия; 2 — легкая изоляция; 3 — бетонная плита

166

Аудиториум лицея в Бамако. Республика Мали. Арх-ры И. Зейферт, К. Корнелли, Ж. Димитриевич



167

Разрез здания гольфклуба в Тоцуке. Япония. Арх. Кензо Танге

воздействиями окружающей среды конструкция крыши существенно отличается от покрытий зданий жарко-сухих районов. Здесь наиболее целесообразна скатная крыша облегченного типа (рис. 165, *а, б*; 166). Она конструируется из легких строительных материалов с кровельной оболочкой из плоских или волнистых листов алюминия, оцинкованного железа или асбестоцементных листов, обладающих хорошими отражательными качествами, с чердачным перекрытием из легких теплоизоляционных материалов или без него. Такая крыша практически очень мало аккумулирует теплоту и через 1—2 ч после захода солнца приобретает температуру ночного воздуха.

В табл. 20 даны некоторые значения температурного перепада между температурой нижней поверхности чердачного перекрытия (потолка) и температурой внутреннего воздуха для различных типов крыш, примененных в жарко-влажных районах, в ясную погоду и в период максимальной инсоляции (между 11 и 13 ч дня).

Поскольку в другие часы дня температурный перепад будет сравнительно небольшим, то его значения в начале и в конце дня, а также в ночной период не принимаются во внимание. Приведенные в табл. 20 расчетные данные касаются конструкций крыш из типичных легких материалов при условии, что чердаки не вентилируются. Асбестоцемент и лист оцинкованного железа, по существу, являются равноценными.

Преимущество алюминия объясняется очень слабой эмиссионной способностью его нижней поверхности. Термическое сопротивление чердака (воздушной прослойки) с алюминиевой кровлей будет в пять раз выше, чем с кровельным покрытием из других материалов.

Очевидно, можно было бы понизить перепад между температурой нижней поверхности чердачного перекрытия и температурой внутреннего воздуха в случае применения кровли из асбестоцемента или из оцинкованного железа благодаря укладке поверх чердачного перекрытия теплоизоляционного слоя, например слоя стекловаты, или, еще лучше, введя в чердачное пространство в качестве промежуточной мембраны лист алюминия. Такой лист не должен соприкасаться ни с элементами кровельного покрытия, ни с настилом чердачного перекрытия, создавая две изолированные воздушные прослойки.

Таблица 20

Материал кровли	Материал чердачного перекрытия (потолка)	Температурный перепад, °С
Новый лист оцинкованного кровельного железа	Асбестоцемент	3,5
	Древесноволокнистая теплоизоляционная плита типа «Изорель» толщиной 12 мм	2,5
Лист оксидированного оцинкованного кровельного железа	Асбестоцемент	14
	Древесноволокнистая теплоизоляционная плита типа «Изорель» толщиной 12 мм	8
Серый асбестоцемент после нескольких месяцев пребывания в условиях непогоды	Асбестоцемент	13
	Древесноволокнистая теплоизоляционная плита типа «Изорель» толщиной 12 мм	7,5
Алюминий после нескольких месяцев пребывания в условиях непогоды	Асбестоцемент	4
	Древесноволокнистая теплоизоляционная плита типа «Изорель» толщиной 12 мм	3

Примечание. Чердаки не проветривались.

Данная теплоизоляция будет отличаться более высокими качествами, чем применение алюминия как кровельного покрытия. Однако это повлечет за собой более высокую стоимость, несмотря на то, что алюминиевый лист можно изготовить очень тонким, порядка 0,2 мм (стоимость листа алюминия почти пропорциональна его толщине).

Для повышения теплозащитных качеств чердачного перекрытия экономически целесообразно применять древесноволокнистые плиты типа «Изорель», бумажно-альролевую отражательную изоляцию, мипору, керамзит насыпной, маты из стекловолокна, плиты из минеральной ваты, цементный фибролит, пеностекло (М200), пенополистирол, керамзитобетон.

Вентиляция чердака способствует значительному снижению теплопоступлений внутрь здания. Об этом свидетельствуют результаты опытов, проведенных в лабораторных условиях. При хорошо проветриваемом чердаке и в случае применения кровли из асбестоцемента или из оцинкованного кровельного железа, но без устройства промежуточного экрана-мембраны из алюминия внутри чердака количество теплопоступлений в помещения, по существу, уменьшится вдвое по сравнению с невентилируемым чердаком [69].

При использовании алюминиевой кровли или крыши с экраном из алюминия, помещенным в чердачное пространство, повышаются защитные качества. При этом активное проветривание чердака обеспечивает почти полную защиту от воздействия солнечной радиации.

При конструировании двойной крыши, односкатной и двускатной, должны быть предусмотрены вытяжные вентиляционные отверстия в самой высокой части ската для выхода из чердака нагретого воздуха.

Верхние вентиляционные отверстия следует устраивать на подветренной стороне здания, с тем чтобы одновременно использовать действия теплового и ветрового напоров. В период относительно спокойной воздушной среды вентиляция под действием теплового напора несколько усиливает эффект проветривания чердака. Однако она не в состоянии настолько уменьшить теплопоступления внутрь зданий, насколько это возможно при действии ветрового напора. Как бы ни была эффективна вентиляция чердака, необходимо, чтобы воздушный поток, входящий в его пределы, «омывал» нижнюю поверхность покрытия чердака и верхнюю поверхность чердачного перекрытия, создавая условия вынужденной конвекции. В этом отношении более целесообразна односкатная крыша, устройство которой позволит также предотвратить скопление горячего воздуха в чердаке (или в воздушной прослойке крыши), избежать применения дорогостоящего конька, присущего двускатным крышам, при этом дождевые коллекторы будут располагаться не с двух, а лишь с одной стороны здания.

Удачное решение покрытия с точки зрения регулирования воздушных потоков показано на рис. 165, *б*.

За последние десятилетия в тропических странах получили широкое распространение железобетонные и бетонные конструкции двойных крыш с воздушной прослойкой (рис. 167), расширевшие теплозащитные и эстетические возможности архитектуры.

По существу, в условиях жарко-влажного климата кровля из алюминия даже без вентиляции чердака обеспечит вполне приемлемый комфорт в помещениях, в то время как в жарко-сухих районах потребуется повысить и теплозащитные качества чердачного перекрытия, и условия вентиляции чердака при наличии кровли из алюминия, асбоцемента, оцинкованного железа и даже при устройстве в чердаке промежуточной мембраны-экрана из алюминия.

В жарко-сухом климате в связи с большими внешними тепловыми воздействиями, резкими колебаниями суточной температуры и незначительным количеством дождевых осадков крыша должна быть, как правило, простой по своей конструкции, обладать высоким теплозащитным качеством и теплоустойчивостью. Кроме того, во избежание растрескивания и разрушения конструкционных материалов под влиянием температурных колебаний целесообразно предусматривать температурные швы в крышах (особенно протяженных

зданий) и применять эффективные термоизоляционные материалы.

В современном строительстве для жарких сухих районов массивные сплошные конструкции крыш лишь в редких случаях могут рассматриваться как желательные из-за большой массы и высокой стоимости конструкции, а также возможности растрескивания в результате периодического сжатия и расширения (в этих условиях разница между дневными и ночными температурами весьма значительна).

На крыше можно устраивать неглубокие бассейны с водой, что заметно уменьшит теплопоступления в помещения в течение года, или создавать такие условия, чтобы вода постоянно разбрызгивалась по всей кровле и последняя благодаря испарению оставалась бы сравнительно прохладной. Толщина слоя воды 2,5 см на поверхности плоской крыши уменьшает теплопередачу через крышу в помещение на 35% от общего количества теплоты, поступающего через аналогичную конструкцию, но без слоя воды. В наливных крышах вода должна оборачиваться; в противном случае она будет источником распространения москитов и других насекомых.

В уникальном здании музея в Ахмедабаде (арх. Ле Корбюзье, 1957) оригинальное решение получила плоская крыша. На ней 45 водохранилищ по 50 м² каждое образовали обширный сад с большим водным зеркалом, в котором посетители этого учреждения культуры могут прогуливаться по мостикам и площадкам. Глубина воды почти 40 см. Благодаря внесению специальных удобрений водяная растительность богата листьями и цветами.

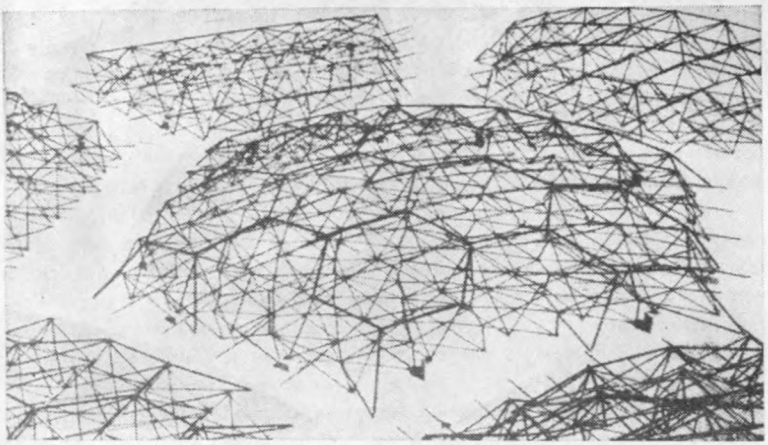
Наряду с водоналивными чрезвычайно эффективными в теплотехническом отношении являются крыши-сады. Слой грунта на ее поверхности стимулирует повышение сопротивления теплопередаче ее конструкций, а посадка растительности — комфортности микроклимата. Данный прием особенно целесообразен для жарко-сухих районов, поскольку его преимущество заключается не только в том, что он способствует эффективному охлаждению как самой конструкции, так и помещений, расположенных под ней, а также увеличению времени запаздывания теплопоступлений из-за тепловой инерции, но и в надежном предохранении и защите конструкции крыши от периодического температурного объемного расширения и сжатия вследствие больших колебаний суточной температуры. Однако большая стоимость таких крыш не позволяет пока рекомендовать их для массового жилого строительства.

Наиболее приемлемым и целесообразным решением становится конструкция двойной крыши с применением железобетона, бетона и других новых материалов. К сожалению, в жарко-сухих районах данный тип крыши — явление редкое. В начале 1939 г. А. Рот выполнил проект загородной виллы для г. Гизе (Египет) [87]. Верхняя конструктивная оболочка крыши этой постройки, выполняющая, по существу, функции защитного зонта, воспринимает тепловые нагрузки и избавляет от солнечного воздействия основной настил крыши. Воздух, заключенный между этими оболочками, может свободно циркулировать, унося с собой избыточное тепло.

В 1946 г. арх. Р. Нейтра построил жилой дом в пустыне (Калифорния). Открывающаяся с крыши панорама бескрайних равнин, с одной стороны, и мощных горных хребтов — с другой, обусловила устройство на плоской крыше удобных мест для обзора местности и отдыха. Эксплуатируемая крыша частично перекрыта. С двух сторон на крыше имеются ветрозащитные стенки, состоящие из регулируемых вертикальных алюминиевых пластинок. Такие трансформируемые экраны имеют чрезвычайно большое значение в данных климатических условиях, когда раскаленный воздух часто сменяется холодными сильными ветрами, дующими из пустыни.

С точки зрения обеспечения дневного комфорта, облегченные покрытия из легких теплоизоляционных материалов уступают крышам с чердачным перекрытием, выполненным из сплошных плит со значительной толщиной, обладающих теплоустойчивостью. Последние аккумулируют своей нижней поверхностью, подобно другим внутренним поверхностям ограждений помещения, теплоту, поступающую внутрь здания.

Профессор Ж. Дрейфюс, работавший мно-



Геодезические купола открыли безграничные возможности перекрывать не только отдельные жилые здания, но и целые города и даже районы

168

Складной сетчатый купол



169

Ремонтный завод в Луизиане. США. Инж. Б. Фуллер

го лет в странах Западной Африки, полагает, что для жарко-сухих условий наиболее целесообразны «массивные» крыши, к которым он относит обычные скатные крыши с чердачным перекрытием из бетонных плит толщиной не менее 10 см, а также и совмещенные покрытия — крыши-террасы с воздушными прослойками [69].

В случае устройства плоской крыши ее наружную поверхность выгоднее побелить известью. В связи с эффективным теплоизлучением ночью в направлении к небосводу побелка является более целесообразной, чем алюминиевая кровля. В этом случае плита покрытия должна обладать достаточной теплоустойчивостью.

Одним из вариантов современного решения железобетонной конструкции двойной крыши с вентилируемой воздушной прослойкой является покрытие зонтичного типа над зданием Верховного суда в Чандигархе (Индия, арх. Ле Корбюзье).

Архитектор Ж. Балладюр в курортном комплексе Гранд-Мотт (1966—1976) на средиземноморском юге Франции построил девятиэтажные дома-пирамиды, имеющие ступенчатое завершение по торцам, где поэтажно расположены террасы-сады. Залитые солнцем и наполненные свежим воздухом, они являются непосредственным продолжением квартиры, играя ту же роль, что и внутренние дворики-сады вилл (см. рис. 161).

В последнее время за рубежом была проделана интересная экспериментальная работа по улучшению качеств строительных материалов, разработке и применению новых форм конструкций, пригодных для крыш экономичных зданий, располагаемых в тропиках. Сюда относятся усовершенствование тонких бетонных сборных оболочек для массового жилищного строительства и уникальных сооружений в Колумбии, Израиле и Индии; крыши из плит, изготовленных из выжатого сахарного тростника, пропитанного битумом, и известково-цементные крыши на Ямайке.

Чрезвычайно сложные по своим очертаниям формы покрытий современных железобетонных и металлических сооружений (решетчатых, складчатых конструкций, тонкостенных оболочек двоякой кривизны, вантовых систем) открывают не только широкие функционально-технические возможности, но и создают новые средства художественной выразительности и гармонии.

Характерным примером взаимосвязи тектоники и пропорциональности в современной архитектуре может служить выразительная и сложная композиция здания плавательного бассейна в Олимпийском комплексе Ёёги в Токио (авторы арх. Кэнзо Танге и инж. Есикацу Цубои) как в отношении своего архитектурного образа, так и смелого инженерного решения интерьера. Гармоничность его общей объемно-пространственной композиции основана на пропорциях золотого сечения (см. табл. 21).

Неотложной задачей сегодняшнего дня является разработка и изготовление на заводе таких конструктивных систем, которые можно было бы легко транспортировать и быстро монтировать в условиях любой страны и климата.

Геодезические купола (советский инж. М. С. Туполев, американский инж. Б. Фуллер), открывшие безграничные возможности перекрывать города и даже целые районы (которые в будущем можно полностью климатизировать), становятся пригодными и для создания жилищ, собираемых в очень короткие сроки (рис. 168, 169). Такие сборные конструкции в форме самонесущих сводов сегодня выполняют из различных металлов, пластмасс, картона, стекловолокна, бамбука. Обладая сравнительно небольшой массой, они свободно доставляются самолетом в любую точку земного шара и даже могут быть спущены на парашютах в труднодоступные районы. Так, например, первый из геодезических куполов диаметром 4,5 м был задуман Фуллером для торговой ярмарки в Кабуле (Афганистан) и смонтирован на месте за 48 ч. Начиная с 1958 г. Фуллер занимался исследованием строительства жилищ из местных материалов. Так, им разработан проект бамбукового геодезического купола диаметром 66 м для Японии. Другой купол-жилище диаметром 6,71 м, который может быть упакован в комплекте с необходимым санитарно-техническим

оборудованием и установлен тремя рабочими за день, собирается из многослойных панелей толщиной 12,7 мм, нарезаемых специальными машинами. Панели состоят из внутреннего слоя «стиромуса» (вспененного стирола), помещенного между двумя слоями крафт-бумаги. Изолирующие свойства и долговечность таких панелей очень велики как в тропическом, так и в полярном климате.

Недавно в Африке произвели интересный эксперимент, создав двойную крышу-тент в виде большого зонта. Организация же остальной части жилища была предоставлена самим потребителям.

Итак, основные требования к решению внешней конструктивной оболочки зданий в условиях жаркого климата сводятся к следующему.

Жарко-сухой район. 1. Очень толстые и тяжеловесные конструкции ограждений, обладая большой тепловой инерцией, смягчают воздействие чрезмерных внешних тепловых нагрузок. Однако более важным является изыскание путей снижения теплопоступлений через наружные ограждения в жаркое время дня, которые должны одновременно характеризоваться малой теплопроводностью и большой теплоустойчивостью. Современные возможности строительной техники позволяют создавать конструкции облегченных многослойных панелей наружных стен и покрытий, отличающиеся высокими теплотехническими качествами.

2. Функции солнцезащиты должна выполнять сама конструкция стены с хорошими рефлективными и теплопоглощающими характеристиками. Нецелесообразно применять экранирующие устройства типа солнцерезов на внешних вертикальных ограждениях зданий, поскольку они могут оказаться дополнительными источниками теплоотдачи в результате нагрева солнечными лучами.

3. Основные светопроемы лучше предусматривать на южном и северном фасадах здания и только ограниченное количество — на восточном. Они должны быть небольшими, расположены высоко и иметь внешнее затенение. При этих условиях достигаются требуемый уровень освещенности и защита помещений от яркого света и солнечной радиации — прямой и отраженной. В проемах полезно устраивать регулируемые жалюзи или смоченные тонкие экраны.

4. Повышение качества архитектуры тесно связано с широким внедрением систем откидных или поднимающихся до горизонтального положения (в пределах этажа) наружных панелей стен. Трансформация стен поворотом горизонтальных панелей особенно полезна для многоэтажных зданий с каркасным остовом, поперечными несущими стенами и из объемных элементов типа «труба».

5. Двойная крыша с вентилируемым пространством весьма эффективна в этих условиях, хотя не исключено и применение конструкций крыши из теплоемких материалов с покрытием грунтом, а также и крыши с устройством на ней мелких бассейнов или с приспособлениями для разбрызгивания воды по ее поверхности.

6. Наружные поверхности стен и крыши лучше всего окрашивать в белый цвет.

Жарко-влажный район. 1. Вертикальные ограждения рекомендуется делать из малотеплоемких материалов. Целесообразны стены из легких конструкций, ширмы-экраны, «дышащие стены», обеспечивающие проникновение различных воздушных потоков и предохраняющие от солнечной радиации, дождя и насекомых. Западный и восточный фасады должны быть оборудованы солнцеломами для защиты от сильной солнечной радиации.

2. Требуется создать конструкцию трансформируемой стены комплексного характера, включающей противосолнечные устройства ячеистого типа или солнцерезы, оконные проемы, жалюзи, противомоскитные сетки-экраны и др. Трансформация внешних вертикальных ограждений предполагает оптимизацию внутренней окружающей среды и может быть различных видов: раздвижные или откатные стены или экраны, откидные или поднимающиеся панели ограждений, а также трансформация стен поворотом вертикальных панелей в зданиях каркасных и с поперечными несущими стенами.

3. Преимущество получает двойная крыша с вентилируемой воздушной прослойкой. Верхняя оболочка должна быть водонепроницаемой и обладать повышенной отражательной способностью. Большой свес крыши в малоэтажном доме — достаточно надежная защита от дождя и яркого света небосвода.

4. Светлая окраска пастельного характера с высокими отражательными качествами, устраняющая блесткость, — наилучшее решение для наружных стен и обработки поверхностей внутреннего пространства.

5. Фундаменты, так же как и все ограждающие конструкции здания, должны быть предохранены от влаги, плесени, грибков, термитов и других насекомых и грызунов.

Вопросы архитектурной формы. В современных условиях большой теоретический и практический интерес приобретают вопросы архитектурной формы, через динамику преобразований которой находят выражение социальные, идейно-художественные, конструктивно-технические, экономические и другие аспекты развития зодчества.

Первый ряд факторов в развитии этого сложного и многообразного диалектического единства, определяющего создание формы, составляют социальные задачи, претворенные в назначении, функции сооружения. Данный аспект архитектуры как искусства связан с совокупностью материальных и духовных потребностей человека и органическим соединением в объектах утилитарных и духовных ценностей — общекультурной, эстетической и в значительной степени идеологической.

Техника определяет конкретные пути решения задач зодчества, процесс развития языка новых тектонических форм, связанных с новыми материалами и конструкциями. Экономические ресурсы общества устанавливают пределы реально осуществимого и целесообразного в данной исторической ситуации*. Эти формирующие факторы не исключают существования внутренне присущих архитектуре закономерностей формообразования; последние определяются как объективными свойствами человеческого восприятия, так и культурой, принятыми ею эстетическими ценностями.

Сегодня антагонизм между социализмом и капитализмом приобрел характер глобальной идеологической борьбы двух систем. В эту борьбу прямо или косвенно оказались вовлеченными современные архитектура и градостроительство, отражающие и испытывающие ее влияние. Буржуазные политики в последнее время прямолинейно декларируют роль архитектуры как средства пропаганды идей, образа жизни капиталистических стран. Однако несмотря на быстрый рост формальных средств зодчества, разнообразие пространственных решений сооружений, расширение арсенала материальных средств и возросший уровень технического совершенства, развитие архитектуры и градостроительства свидетельствует о безысходности и пессимистичности идей капиталистической системы, где отсутствие общезначимого социального идеала рождает противоречие между изобилием средств и ограниченностью целей, на которые эти средства расходуются. Напротив, утверждаемые социалистической системой жизненность и убежденность в неисчерпаемости возможностей человека, общественная собственность на средства производства, единая социальная, культурная и техническая политика, плановое развитие строительного производства вселяют твердую уверенность в том, что все богатства архитектурных форм для создания гармонично целостной жизненной среды могут быть использованы.

В последние десятилетия расширяется строительная деятельность во многих развивающихся странах, особенно нефтедобывающих. В ряде государств Азии, Африки и Латинской Америки, где сильны освободительные идеи и движения, архитектура стала выполнять новые социально-политические функции наглядного и понятного массам символа прогресса, а также подтверждения самобытности культуры и права на самостоятельность в борьбе с ассимилирующим влиянием активно насаждаемой культуры империалистических держав. В некоторых из этих

* См.: Иконников А. В. Архитектура и ее социальное назначение. — Архитектура СССР, 1977, № 5.

стран складываются оригинальные архитектурные школы*.

Архитектура, решая в органической связи с социальными условиями развития общества и его духовными стимулами задачу организации гармоничной среды для жизни и деятельности, пользуется своими средствами создания языка художественной выразительности. Главные из них — формирование пространства и тектоника (т. е. художественное выражение «работы» конструкции в архитектурной форме). Эти два средства взаимосвязаны — материальная оболочка и формируемое ею пространство образуют неделимое целое.

В эпоху научно-технического прогресса проблемы взаимодействия конструкции и архитектурной формы стали немыслимы вне сферы его общих достижений. Одной из насущных задач явилась разработка новых, перспективных инженерно-технических и архитектурных форм гражданских зданий на основе развивающихся современных методов строительства и новых средств выразительности.

Углубление научно-технической революции, внедрение в строительство новых материалов (сталь, железобетон, алюминий, синтетические материалы и т. п.), конструкций и методов расчета сделали не только возможным, но и экономически целесообразным сложнейшие пластически богатые формы материальных структур. Формирование последних в единую целостную систему стало вестись по определенным правилам, диктуемым законами механики, свойствами строительных материалов, технологией, а также функциональными и эстетическими требованиями, предъявляемыми к архитектурным объектам.

Небывало расширился арсенал приемов организации архитектурного пространства. В области эстетики появилось стремление выразить идею возможности развития и изменения объемно-пространственной композиции художественного произведения. Легкость и динамичность форм, высотность и большепролетность сооружений, широкое использование ограждающих и несущих поверхностей со сквозной перфорацией в виде решеток, применение стекла и пленочных материалов, трансформируемых внешних ограждений, облегчающих связь архитектуры с окружающей природой, — все это сегодня прочно вошло в круг отличительных признаков современных архитектурных объектов. Расширение сферы градостроительства отразилось и в архитектуре, в которой акцент перенесен с отдельных зданий на их группы. Особую значимость приобретают комплексность (ансамблевость) строительства, художественная выразительность всей предметно-пространственной среды.

В этих условиях наряду с функционально-конструктивной оправданностью архитектурной формы и логикой архитектурно-пространственных композиций большую роль начинает играть учет эмоциональных потребностей человека.

На протяжении многовековой истории архитектуры возможности объемно-пространственного решения здания всегда ограничивались строительной техникой. Появление в наше время различных пространственных конструкций, оболочек-скорлуп, висячих покрытий привело к совершенно иному соотношению между потребностью в величине пространства и возможностью его осуществления. Гиперболические параболоиды, коноиды, седловидные покрытия и другие дают практически бесконечное число объемно-пространственных решений. В этой связи ограничивающими стали не столько возможности строительной техники, сколько особенности психофизиологии восприятия человека. Центр тяжести в вопросах формообразования перемещается в область изучения объективных закономерностей восприятия формы человеком. Функционально-конструктивная целесообразность новой формы все более корректируется этими закономерностями. Это важно еще и потому, что целый ряд рациональных в конструктивном отношении форм (например, некоторые виды висячих покрытий) может вызвать у человека отрицательную эмоцию.

Продуманное решение композиции, рациональность, прогрессивность используемых конструкций являются и основным залогом

* См.: Хайт В. Архитектура Запада: конец 1960—1970-е годы. — Архитектура СССР, 1975, № 10.

экономичности сооружения. Экономичность — это обобщенный показатель качества архитектуры. Степень «пользы» и «красоты» находится в прямой зависимости от экономичности здания в широком смысле слова [24].

Формы и структуры современной архитектуры утверждаются ныне в самых широких географических границах, изменяя облик всей новой предметно-пространственной среды не только в индустриально развитых, но и во многих развивающихся странах Азии, Африки и Латинской Америки. Их появлению и быстрому распространению мы в первую очередь обязаны железобетону, изобретенному в середине XIX в. и открывшему новые возможности в архитектурно-строительной практике. Многообразие объемно-пространственных композиций и конструктивных решений, удобство и экономичность возведения, долговечность, разнообразная фактура поверхности и пластичность несущих и ограждающих стен — таковы основные достоинства этого материала.

В последнее время наряду с полносборным домостроением одним из направлений технического прогресса в строительстве явилось широкое внедрение конструкций из монолитного и сборно-монолитного железобетона. Это в значительной степени было связано с увеличением объема строительства и ростом этажности гражданских зданий, повышением требований сейсмостойкости, с внедрением новых видов опалубки и изготовлением на заводах блоков арматурных каркасов. В постановлении Совета Министров СССР «О некоторых мерах по повышению технического уровня производства железобетонных конструкций и более эффективному использованию их в строительстве», принятом в январе 1977 г., указано, что в ряде случаев допускалась необоснованная замена монолитных железобетонных конструкций сборными, что влекло за собой увеличение сметной стоимости строительства.

Уже к 1980 г. объем монолитного железобетона возрос до 120—125 млн. м^3, в то время как выпуск сборных железобетонных конструкций предполагалось довести до 135 млн. м^3. Монолитные жилые и общественные здания возводятся с применением скользящей, объемно-приставной, крупнощитовой и других эффективных опалубок; они позволяют снизить стоимость строительства на 10—15%, а капитальные вложения уменьшить на 20—25% при одинаковых суммарных затратах труда на заводе и строительных площадках*.

Однако для понимания задач современной архитектуры знания одних этих преимуществ и возможностей железобетона в гражданском строительстве недостаточно. Как уже отмечалось выше, создание архитектурного произведения связано не только с применением нового материала и конструкций, которые служат лишь средством, важными слагаемыми, определяющими общий уровень качества объектов, но и с архитектурной формой — этим художественным символом идейно-эстетических устремлений эпохи, с образованием целостной системы языка архитектурной выразительности, с углублением ее социального и идеологического содержания, выходящего за пределы чисто утилитарных интересов.

Архитектура железобетонных сооружений прошла в своем развитии сравнительно короткий путь, а накопленный опыт оказался слишком незначительным, чтобы добиться решения такой сложной проблемы, как разработка основных принципов архитектурного формообразования, тесно связанных с конструктивно-техническими особенностями железобетона.

Итак, материал — новый, однако в художественно-эстетическом отношении еще не совсем освоенный, несмотря на высокие прочностные качества и долговечность конструкций, выполненных из него. К тому же и техника строительства, основанная на применении этого материала, также находится на стадии становления.

Сейчас, когда архитектура творчески осваивает методы массового индустриального домостроения и приемы возведения сооружений из монолитного и сборно-монолитного железобетона, значительно возросло внимание и к средствам ее выразительности, пре-

* См.: Евдокимов Н. И., Мацкевич А. Ф., Сытник В. С. Технология монолитного бетона и железобетона. М., 1980.

терпевающим принципиальную перестройку. Эта перестройка происходит в очень концентрированные сроки. Поэтому проблема архитектурной формы приобрела за последнее время большую и социальную значимость.

В поисках закономерностей формообразования и нового языка художественной выразительности особый интерес вызывает сравнительный анализ формальных мотивов зодчества прошлого и форм и структур современных. Это позволяет, с одной стороны, вскрыть существенные различия между ними, а также и то, что их объединяет, а с другой — определить некоторые тенденции развития архитектурной эстетики железобетонных сооружений.

Архитектонические формы. Сначала архитекторы придавали железобетону, используемому как материал-заменитель, классические формы архитектуры Древней Греции. В этом образце «тектонического стиля», как обычно утверждают, достигнута наивысшая степень гармонии между технически целесообразной конструкцией и визуально воспринимаемой формой. Их обращение к этому источнику основывалось на ошибочном представлении, что конструкции из железобетона и из естественного камня выполняют одинаковую статическую работу (см. табл. 21).

В результате в железобетонных сооружениях стали применять все основные элементы древнегреческой архитектуры: стоечно-балочную систему, перекрытия по балкам, колонны, увенчанные капителями и наделенные базой, утонение ствола колонны. Однако такие формы были чужды железобетону; они не согласовывались ни с вутами, ни с малым сечением колонны, высота которой порой в сорок раз превышала ее диаметр, что свидетельствовало о большом сопротивлении на продольный изгиб и сжатие этого элемента. Кроме того, интерколумний, очень небольшой в классических колоннадах, приобретал значительные размеры, поскольку железобетонной балкой можно было перекрывать большие пролеты. Вот почему архитектор должен обладать новым чувством статики, которое способствовало бы рождению форм, органически связанных с особенностями железобетонных конструкций, являющихся, по существу, монолитными, а составляющие их элементы — непрерывными и жестко сопряженными друг с другом.

Язык художественной выразительности в зодчестве классического периода Древней Греции, где господствовали принцип дифференциации несущих и несомых частей, антропоцентрическая концепция, согласно которой элементы здания уподоблялись мускулам в работе, и получили развитие тонкие пластические модуляции (утонение ствола колонны, энтазис, легкая выпуклость верхней грани стилобата и т. п.), этот «образный» язык, ставший достоянием прошлого, не смог ответить на предъявляемые требования. Он не способен выразить монолитизм, присущий железобетонным формам и структурам.

Нервюрообразные структуры. Первые железобетонные сооружения испытали на себе сильное влияние не только форм классической, но и готической архитектуры. Последняя, как и зодчество Древней Греции, в конструктивном отношении являлась рационалистической, ибо для зданий применяла систему несущих элементов — арочно-нервюросводчатую с аркбутанами. Сближало их также и то, что они создавали архитектурные формы сооружения, используя непосредственно пластические качества основного материала (камня), из которого осуществлялись несущие конструкции.

Однако с художественной стороны готика существенно отличалась от архитектуры греческих построек, структура которых как бы олицетворяла архитектуру «мускулов». В готическом храме конструктивный остов «костляв, обнажен» и содействовал формированию архитектуры «каркаса». В одном случае определяющей была концепция «пластики», а в другом — идея конструктивизма.

В произведениях готики был ясно выражен основной замысел — добиться наилучшего результата при минимальном расходе материала. Это достигалось применением стрельчатых арок, распор которых воспринимался с помощью вынесенных за пределы внутреннего пространства контрфорсов и

аркбутанов; использованием для внутренних стволов тонких колонок, собранных в пучок и переходящих в систему нервюр крестовых сводов.

Они позволили исключительно ярко выразить в архитектуре идею победы духа над материей, порыв к небу, возвышение к бесконечному. Отсюда и устремленность пространственных, архитектурных форм собора ввысь, и растворение массы, дематериализация его внешней оболочки и других составных элементов, и, наконец, желание заставить работать материал даже на растяжение, о чем свидетельствуют необычно задуманные выступающие ключевые камни сводов (см. табл. 21).

Так, религиозный, доходящий до экстаза дух эпохи готической архитектуры породил смелые конструктивные системы. Полагали, что готика, с эстетической точки зрения, стремилась создать с помощью используемой техники иллюзию обладания монолитной архитектурной массой и непрерывной структурой. Однако это был всего лишь искусный конструктивный прием и реальные возможности не позволяли готике прийти к «монолитизму». В этом легко можно убедиться: если убрать хотя бы одну колонку из каркаса готического собора, то последний рухнет. Напротив, если то же самое проделать с железобетонным каркасом, то этого не произойдет; во всяком случае, полного разрушения не последует. Различия между ними весьма существенны.

Если в готике панели сводов опирались на нервюры, то в оболочках из железобетона они работают совместно и органически связаны с ребрами-нервюрами, являясь средством художественной выразительности тонкостенного несущего элемента с криволинейной поверхностью.

Стрельчатый свод подпирался аркбутанами, воспринимавшими его распор, в то время как очертания параболического свода следуют даже линии действия сжимающих сил. Вообще говоря, такая железобетонная конструкция способна ослаблять действия изгибающих моментов и создавать монолитные структуры.

Таким образом, применительно к железобетонным сооружениям архитектурно-конструктивные особенности готического стиля нас не могут полностью удовлетворить.

Однако древние греки и творцы готики, развивая системы несущих элементов, пришли к ясной и простой ритмичной сетке каркаса, имеющей важное значение для организации внутреннего пространства. Такая сетка обусловливает прочность здания, поскольку усилия в каркасной структуре распределяются по определенным правилам, а конструкция в целом благодаря закономерному повторению пространственных ячеек, облегчается. С другой стороны, появляется возможность многократного использования опалубки и снижения общих затрат на строительство.

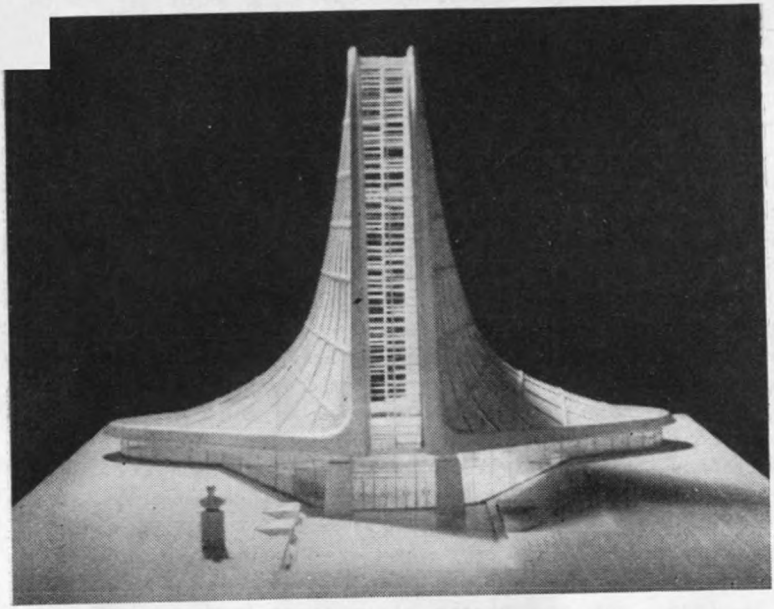
Наконец, сетка каркаса предопределила введение системы модульных отношений, которые позволили не только стандартизировать и унифицировать строительные элементы, но и установить простые, легко воспринимаемые глазом архитектурные пропорции. Таким образом, появившись как следствие практической необходимости, она приобрела и большой художественный смысл (см. табл. 21).

Вышеизложенное послужило основанием для широкого внедрения в практику строительства современных сооружений и особенно многоэтажных зданий несущих каркасов из монолитного железобетона, обладающих большой пространственной жесткостью. Для жилых и общественных зданий большой этажности оказалось целесообразным применение конструктивного остова с пространственными связевыми элементами в виде монолитных жестких ядер-сердечников, монолитных и сборно-монолитных диафрагм жесткости, рамного железобетонного каркаса в сочетании с балками-стенками или плоскими монолитными безбалочными перекрытиями.

Получают признание и связевые элементы в виде решетчатых безраскосных или раскосных ферм, жестко скрепленных в углах и образующих как бы внешний короб-оболочку, в которую заключено здание. Такие сетчатые оболочки, выведенные на фасад здания, определяют его архитектурный облик (см. рис. 162, 163).

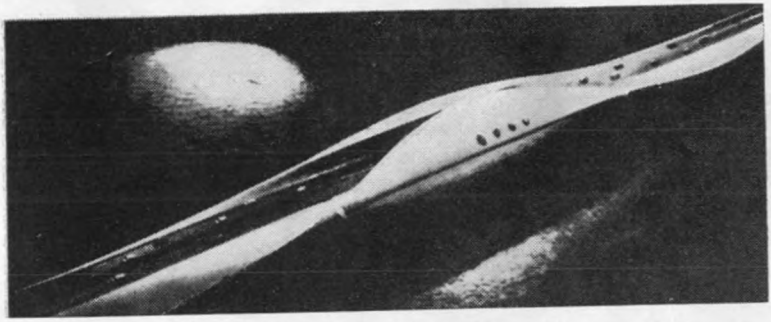
Фитоморфические формы. Формы растительного мира первыми вошли в

Роль достижений современной техники в сложении новых форм и структур в архитектуре



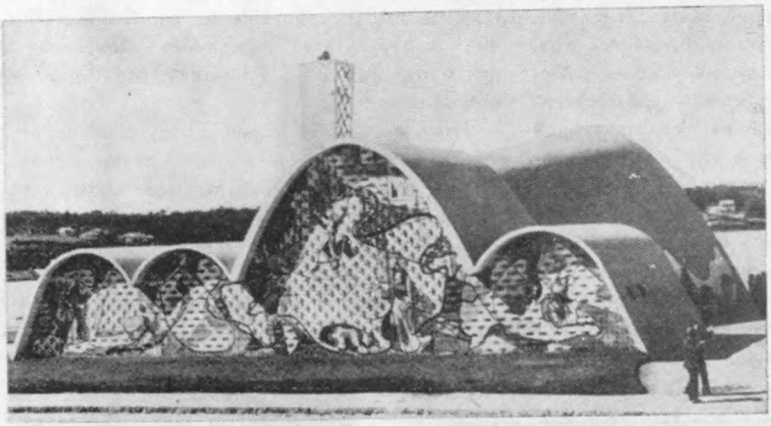
170

Вантовая система покрытия музея. Арх-ры В. Фирсанов, А. Лисицын, А. Дрыга, В. Таллеров



171

Проект большепролетного железобетонного моста. Арх. Паоло Солери



172

Церковь в Пампула. Бразилия. Арх. О. Нимейер

словарь архитектурного языка как символы-образы, поскольку во все времена архитектуру особенно привлекали такие свойства растений, как непрерывность, прочность и эластичность их волокон — формализованных моделей недосягаемых конструкций. Кроме того, их свободный порыв, легкость, с которой они устремляются ввысь, вселяют уверенность в возможность преодоления сил тяготения. Однако из-за прерывистости, которая была характерна для конструкций зданий в архитектуре прошлого, имитация форм растений ограничивалась лишь внешним подражанием. Египтяне в период Нового (1580—725 гг. до н. э.) и Позднего (1050—332 гг. до н. э.) царств уменьшили размеры абаки настолько, что их колонны получили свободное завершение в виде раскрытой чаши цветка лотоса, за гранью которой не видна была верхняя часть вертикальной опоры, непосредственно воспринимающая нагрузку плит потолка. Тем не менее стволы колонн были очень толстые, оставляя впечатление не активной, а инертной массы. Древние греки подчеркивали рост ствола с помощью таких средств, как утонение и каннелюры; таким образом, они не колеблясь увеличили размеры абаки для обеспечения большей площади опоры балки, но у них растительная форма стала архитектоничной. Готическая архитектура, используя нервюрообразные структуры и аналитический метод, больше всего приблизилась к растительным формам, поскольку она следовала принципу «достижение наилучшего результата при минимальном расходе материала» (см. табл 21).

А. Гауди (Испания) проектировавший здания главным образом из камня, еще на рубеже XIX—XX вв. в поисках новых художественных средств достиг высокой архитектурной выразительности. На основе глубокого изучения форм органической природы ему удалось создать пространственные непрерывные пластически разнообразные структуры. В богатстве примененных Гауди композиций, в стремлении к выразительной живой пластике объемов (правда, не связанной с законами тектоники) было предвосхищено то обновление архитектурного языка, который начал активно развиваться только с 30-х годов (см. табл. 21).

Внешнее подражание растительным формам имело место и в железобетонных сооружениях. Например, в Музее общественных работ в Париже арх. О. Перре применил фитоморфические капители и колонны с утонением книзу, по аналогии с микенскими. Такая форма капителей была вызвана необходимостью обеспечить плавный переход от ствола колонны к квадратному завершению, представлявшему собой орнамент в виде листьев. И сам термин «грибовидная плита» указывает на то, что она имеет сходство с формой гриба. Спиралевидная башня в Университетском городке в Каракасе производит впечатление, что она вырастает из земли, извиваясь в пространстве (см. табл. 21).

В действительности основой для возникновения всех форм растительного характера в архитектуре железобетонных сооружений явилась техника, а не чистое подражание. Именно возможности нового материала позволили создать смелые консольные конструкции, лестницы, обвивающие вертикальную опору или нависающие с одним косоуром, спиралевидные оболочки, складчатые покрытия и самонесущие парящие в воздухе тонкостенные оболочки.

Однако нет ничего удивительного в том, что эти конструкции имеют сходство с моделями флоры: спиралевидными стеблями, консольными структурами, мембранами, складками листьев, ветвями деревьев и т. п. Они обусловлены общим свойством, присущим железобетону и органическому миру растений, — сопротивляемостью на сжатие, изгиб и растяжение. В результате рождаются конструкции, как и организмы в природе, отличающиеся непрерывностью.

Итак, железобетонные сооружения склонны имитировать растительные мотивы, но «изнутри». Именно техника открывает возможности развития архитектуры в железобетоне в направлении к эстетике форм «растительного мира».

Висячие покрытия двоякой кривизны напоминают огромные листья, образующие волнообразные поверхности (рис. 170, 171). Красивый потолок Дворца спорта в Риме (арх. П. Л. Нерви) утверждает эстетику «разветвле-

ния». В неосуществленном проекте Ф. Л. Райта из скального массива пирамидальной формы консольно выступают три чашеобразные структуры, имитируя формы кактуса или скалы с налипшими на ее поверхность ракушками (см. табл. 21).

Архитектор Эро Сааринен в здании аэровокзала Кеннеди близ Нью-Йорка также стремился отразить формы орла с распростертыми крыльями, что явилось неоправданным притязанием, поскольку архитектуре чужды зооморфические структуры. Вот почему его эстетическая концепция нам представляется сомнительной.

В архитектуре «фитоморфической» сооружения обретают формы, приближающиеся скорее к живой природе, чем к «чистой геометрии». Создание произведений основано на закономерностях формообразования органического мира, а не на законах природы неорганической. Если в последней все части связаны между собой механически, искусственно, то в живом организме они словно вырастают из единого целого, а не являются простым соединением отдельных элементов, образующих целое.

По существу, растение, пуская ростки, уже в своем зародыше содержит все присущие ему элементы, чтобы дальше развиваться и выжить.

Эти элементы — органически связанные между собой неделимые члены, которые можно раскрыть только через посредство организма в его единстве. Такое замечательное свойство приобретено также и железобетонными сооружениями, во всяком случае с технической точки зрения, и это было достигнуто впервые в истории архитектуры.

Необходимо добиваться, чтобы все компоненты, тесно взаимодействующие с целым, были ярко выражены и в эстетическом плане.

Вот что писал по этому поводу Ф. Л. Райт: «...Вся классическая архитектура была соединением соединений... Почему же не позволить стенам, потолкам, полам зрительно восприниматься как составные части единого, чтобы их поверхности переходили одна в другую? Добиться непрерывности в целом, ликвидируя все конструктивные детали так, как Луис Салливен уничтожил фон в своем орнаменте во имя органического смысла целого... Представьте теперь, что здание в целом смогло бы вырасти из окружения, подобно тому, как растение вырастает из почвы, и все же обладало бы свободой быть самим собой, жить своей собственной жизнью соответственно Человеческой Природе»*. И далее он отмечает: «С тех пор я сконцентрировал свое внимание на пластичности как физической непрерывности, используя ее в качестве практического принципа, действующего внутри истинной природы самого здания, в попытках совершенствовать великое явление, называемое архитектурой. Каждая истинная эстетика причастна к природе, так что этот эстетический идеал должен неизбежно проникать в фактическое строительство самого здания в качестве строительного принципа». *

Монолитные формы. Из истории развития строительного искусства нам уже известны примеры, когда люди стремились использовать и выразить такое важное свойство камня, как его монолитность. При этом в сооружениях тектоническая трактовка монолитности была различна в зависимости от того, применялся ли естественный или иксусственный материал.

Еще в период первобытнообщинного строя и зарождения классового общества появились литосферные типы жилищ и искусственные пещеры, подземные гробницы и храмы, высеченные в скалах.

Когда в строительную практику древнего Рима была внедрена бетонная техника в сочетании с арочно-сводчатыми конструкциями, то возводимые своды и купола, например в Пантеоне, при взгляде на них изнутри воспринимались как бы высеченными из целого монолита.

Однако в вырубленных в склонах гор храмах, внутреннее пространство которых получалось в результате удаления известного количества материала, остававшаяся масса скального грунта была инертной; напротив, в римской архитектуре, где развитие получила идея «строительства» в пространстве природы, стены и своды хотя и были еще тяжеловесными,

* Мастера архитектуры об архитектуре. М., 1972.

но архитектурная масса начала приобретать активность. Еще бóльшую активность мы обнаруживаем в византийском зодчестве, когда строили действительно более легкие своды из кирпича с заполнением пустот известью.

Принцип монолитности, положенный в основу развития тектонических структур в византийском зодчестве, обусловил отказ дифференцировать несущие элементы зданий даже снаружи (в противоположность древнеримской архитектуре), а в стенах и оболочках сводов — почти от всякого декора.

Следуя эллинистическим традициям, византийцы не применяли и выступающих контрфорсов для погашения распора сводов, а скрывали их в теле ограждающих стен.

Благодаря умелому сочетанию пространственных элементов (сводов), взаимно нейтрализующих боковой распор, они достигли утонченного равновесия сложных сводчатых систем. Однако купола еще опирались на колонны или отдельно стоящие столбы, и «в эстетическом плане» обнаружвается концепция «господства несомых элементов над несущими».

Тем не менее византийское и поствизантийское искусство явилось историческим прецедентом развития двух современных тектонических концепций в архитектуре: с одной стороны, эстетики «эпидермы», легких, статически инертных и ненесущих ограждений, особенно ярко выраженной в зданиях на опорах, а с другой — эстетики «мембраны», легкой, полностью активной массы в тонкостенных железобетонных оболочках-скорлупах, прочность и жесткость форм которых достигается при минимальном расходе материала (см. табл. 21).

Эстетика поверхности, которую утверждало византийское зодчество, предопределила отказ от расчленения фасада по высоте здания, обычно практиковавшегося в архитектуре классического периода и эпохи Ренессанса; деление его на основание, тело и венчающую часть, равно как и отступ этажей, считалось недостатком, в то же время прорезной орнамент, обрамление проемов и декор нашли широкое применение. Вообще говоря, толстые стены, выявляемые средствами пластики, отступали перед поверхностью целиком гладкой, изменяя характер фасадов; их третье измерение (толщина стены) едва улавливалось. И масса в византийской архитектуре XI в. превратилась в тонкую эпидерму, в эластичный пузырь, натянутый на пространство.

В произведениях поздневизантийского гражданского зодчества выразительность такой поверхности усиливалась за счет отсутствия на фасадах ренессансных декоративных колонн и несовпадения вертикальных осей расположенных друг над другом оконных проемов. В целом доминировали глухие участки поверхности между этажами, а относительно небольшие размеры оконных проемов, смещенных относительно друг друга, не нарушали композиционного единства фасада. Кроме того, оконное заполнение, как правило, устраивалось в плоскости фасада. Такое решение фасадной поверхности принимало облик натянутой эпидермы, местами продырявленной проемами (см. табл. 21).

Несмотря на это, в византийском зодчестве тонкостенные наружные ограждения были вполне прочными, чтобы обеспечить устойчивость вышерасположенных участков стен, а простенки в горизонтальном ряду окон были всегда достаточно широки, чтобы распределить усилия, используя для этого деревянные связи и разгрузочные арочные конструкции. Углы, как правило, были усилены.

Однако сегодня уменьшение толщины стен технически и экономически необходимо, поскольку это снижает массу здания и затраты на изготовление стеновых ограждений, которые становятся легкими, статически инертными и ненесущими.

Их тектоническим средством художественной выразительности явились непрерывность и эластичность. Фасад представлен как бы в виде оболочки, натянутой на внутреннее пространство здания кожи; устроенные в ней световые проемы имеют геометрические очертания и предусмотрены только в тех местах, где необходим естественный свет. И если сооружение, будучи установленным на опоры, зрительно кажется парящим в воздухе (см. табл. 21), то это связано с трактовкой стены в качестве тонкой дематериализованной по-

верхности, отделяющей внутреннее пространство от наружного. Ее наличие вселяет в нас уверенность в том, что если мы прорвем ее, нарушив гармонию фасада, то здание все же не потеряет устойчивости и не упадет. Это обстоятельство должно послужить для архитектора новым импульсом к творческому поиску оригинальных решений, основанных на эстетике поверхности ненесущего тонкостенного ограждения.

В противоположность рассмотренной выше тектонической концепции эстетика «мембраны» утверждает новые возможности архитектуры железобетонных сооружений, представляющих собой целостные, полностью активные структуры. Особенно это относится к скорлупам в форме жестких тонкостенных оболочек, развертывающихся в пространстве как самонесущие трехмерные системы. Более того, они составляют единое целое даже с их точками опоры (см. табл. 21) и настолько глубоко взаимно проникают друг в друга, что различие между несущими и несомыми элементами исчезает (рис. 172).

Как известно, в классической архитектуре Древней Греции были достигнуты гармоническая соразмерность и уравновешенность несомых и несущих частей сооружения; в византийском зодчестве первые заметно преобладали над вторыми, а в готике — наоборот.

Однако в архитектуре железобетонных сооружений особенности статической работы конструкции как целостной системы позволяют одним частям выравнивать перенапряжения, возникающие в других; в результате различие между несущими и несомыми элементами исчезает и отчетливо начинают проявляться такие свойства материала, как пространственная жесткость и непрерывность. Следовательно, развитие архитектурной формы, совершенствование ее эстетических качеств тесно связаны с усилением активности массы, что вполне под силу современной технике.

Применение тонкостенных оболочек в виде складок с прорезями и проемами способствует созданию ощущения легкости, «воздушности» сооружения. Такие непрерывные пространственные структуры обладают многими преимуществами при выявлении толщины оболочки и придании масштабности произведениям архитектуры. В противном случае они будут выглядеть некрасивыми.

В результате поверхность, несмотря на незначительную толщину, становится активной, по крайней мере в отношении работы конструкции (см. табл. 21).

Кристаллические структуры. Поиски средств архитектурной выразительности железобетонных сооружений связаны также и с исследованием кристаллических структур неорганической природы.

Эстетика «кристалла» является полной противоположностью той, что утверждает красоту форм царства живых организмов.

Если кристаллы увеличиваются в размерах за счет простого добавления, то растения вырастают из почвы вследствие роста клеток, тканей и органов. Кристалл выражает компактность массы, а своей геометрией также и единообразие формы, особенно в своем наиболее чистом виде.

Скальные породы в естественных условиях формируются путем кристаллизации, и архитектура в процессе развития не пренебрегала и этим источником эстетического вдохновения. В мусульманском искусстве сталактиты, исполненные в гипсе, обретали форму кристаллов; хотя они и выглядят подвешенными, однако их компоновка и взаимосвязь напоминают кристалл.

Из железобетона можно создавать формы сталактитов, поскольку материал сопротивляется растягивающим усилиям. Однако для этого потребуются значительные затраты на изготовление опалубки. Вот почему в грибовидных структурах предпочли придать кристаллические формы уширениям в местах примыкания колонн к плитам перекрытия.

В построенной по проекту арх. Ллойда Райта, сына знаменитого мастера, вилле (Лос-Анджелес, Калифорния, США) необычное сочетание блоков, предназначенных для кладки стен, позволило создать интересную по замыслу композицию: она основана на комбинации форм сталактитов и кристаллов (см. табл. 21) [78].

Эстетика «кристалла» распространяется и на формы железобетонных складок, очерта-

ния которых бывают самые разнообразные: параллельные, веерообразные в плане, взаимнопересекающиеся на определенных отрезках и др. Они могут служить как вертикальными, так и горизонтальными ограждениями здания, позволяя перекрывать обширные пространства самых сложных очертаний (рис. 173, 174).

Особенно выразительны и эффектны встречные, вклинивающиеся друг в друга на всем протяжении конструкции складок; такие легкие прочные пространственные системы имитируют кристаллические структуры (см. табл. 21).

Усиление прочности через форму. Создание современных железобетонных скорлуп-оболочек основано на известном в прошлом принципе: прочность и жесткость таких легких поверхностей возрастают благодаря свойствам формы.

Стрельчатая форма сводов готических соборов ослабила действия распора; прочность купола была обусловлена его конфигурацией. Листовое железо, обычно имеющее склонность провисать под действием собственной массы, становилось жестким, как только его сгибали сводиком. Двутавровый профиль повысил прочностные качества обычной балки.

Однако всем этим конструкциям не удалось утвердить решающего значения формы в усилении их жесткости и прочности.

Разумеется, материал каждого элемента в отдельности становился более однородным и монолитным, тем не менее эти свойства не распространялись на все сооружение в целом, конструкция которого оставалась слабой.

Монолитность, непрерывность кривизны и толщины (или постепенное их нарастание или убывание), свойственные современным тонкостенным железобетонным оболочкам, позволили последним через разнообразие их форм наращивать прочность и жесткость таких пространственных структур, заставить работать целиком за счет равномерного распределения напряжений по всей поверхности. Весьма важно очертание их формы, стремящейся приблизиться к кривой давления.

Аналогично работают сложные пространственные формы лепестков цветов, яичной скорлупы, панциря черепахи, устричных раковин, хотя материалы, из которых природа их создала, отнюдь не отличаются большой прочностью.

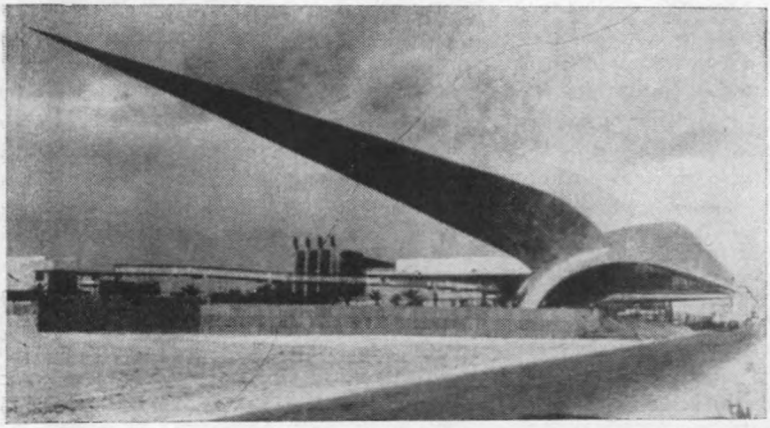
Рассмотрим характерные примеры применения тонкостенных поверхностей криволинейного очертания, чтобы ясно представить, как может разрешаться проблема взаимосвязи конструкции и архитектурной формы в современных условиях.

В новаторском произведении, созданном по замыслу О. Нимейера, — церкви в Пампула (Бразилия) (см. рис. 172) — форма единого пространственного покрытия образована большой центральной и тремя дополнительными параболическими оболочками. Развертываясь в поперечном направлении и взаимно проникая друг в друга, они начинаются от самого основания, как бы вырастая непосредственно из земли. Обращает на себя также внимание и оболочка, охватывающая пространство Дворца спорта Реколетос в Мадриде (Испания, арх. Зуазо, инж. Торроха). Она включает ленточные окна, которые решены в виде щелей в единообразной мембране. Создается ощущение, что масса развертывается в пространстве, принимает формы в зависимости от выдвигаемых требований. Приведенные примеры указывают на новые возможности железобетона в создании пространственных структур, несущих, монолитных и всецело активно работающих (см. табл. 21).

Другая их отличительная особенность состоит в том, что отпала необходимость в промежуточных связующих элементах при переходе от одной формы к другой, который ныне совершается непосредственно.

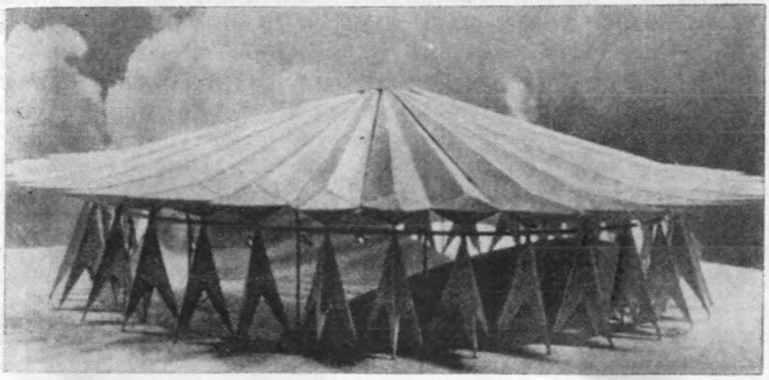
Итак, конструктивная оболочка зданий становится все более и более легкой, невесомой и «воздушной», а заключаемое ею пространство сообразуется с ней и формируется ею же. Пространство оказалось органически связанным с замыслом конструктивной формы; прежде такое было невозможным, поскольку несущие элементы, преимущественно прямолинейные, подчинялись закономерностям конструирования. Разумеется, пространство приобретало более важное значение, когда ограничивалось сверху сводами или куполами, од-

Поиски новых средств архитектурной выразительности, равно как и умелое использование арсенала выработанных веками приемов — одна из актуальных задач архитектора



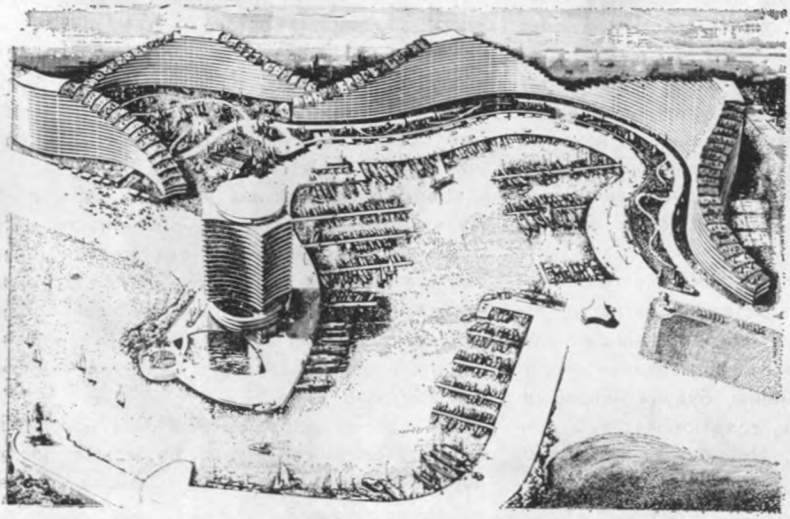
173

Консольное сооружение из тонкостенной железобетонной оболочки на Международной выставке в Брюсселе. 1958. Инж. Падуарт



174

Стадион на 20 тыс. человек с трансформируемой кровлей. Арх-ры М. Гречина, А. Заваров; инж-ры И. Церковный, А. Белов



175

Панорама курортно-туристического комплекса — марина «Бухта Ангелов» на юге Франции

нако еще и тогда оно в значительной степени предопределялось конструкцией здания и не играло главенствующей роли в формообразовании. И только с момента, когда разграничивающая пространство конструкция позволила подбирать для нее форму, повышающую ее прочность и жесткость, стало возможным полнее учитывать и требования организации пространства.

Такие конструкции не без основания были названы пространственными. В них целое господствует над частями, а структура и конфигурация элементов обусловлены их формой в пространстве. Подобные конструктивные системы рождаются в пространстве, а последнее — вместе с ними и через них.

Большую роль начинает играть художественная пластика всего сооружения, пластика в пространстве. Речь больше не идет о комбинации конструктивных элементов. В прошлом замысел архитектора рождал композицию, основанную на ритмической канве, которую ему предписывали размеры, отвечающие техническим возможностям эпохи. На стены укладывались главные балки, по ним второстепенные, а затем само перекрытие. Благодаря такой последовательной соподчиненности второстепенных элементов главным создавалось целое сооружение из различных компонентов.

Сегодня такое логическое разделение на части излишне, поскольку возводят легкие здания, прочность которых достигается главным образом через форму, а не за счет массы конструкций. Следовательно, монолитность и жесткость конструкции выдвигаются на передний план как свойства, определяющие архитектурно-художественные качества сооружения, в то время как в прошлом этим целям служили массивность конструкции, специфика работы несущих и несомых элементов.

В наше время на смену эстетике тяжести и массивности приходит эстетика легкости, эстетика поверхности. В соответствии с новыми закономерностями формообразования несущие и несомые элементы, будучи непрерывными и однородными, создают жесткую конструктивную систему. Утверждается эстетика непрерывности и интеграции составных компонентов сооружения. Композиции строятся на контрастах, основанных на сопоставлении линий очертаний объемов. Формы и структуры становятся «невесомыми», динамичными и самонесущими. Легко поддающаяся формованию мембрана изгибается, обвивается, подвешивается и развертывается в пространстве, которое также становится непрерывным.

Обогащение формальных средств современной архитектуры благодаря применению все более сложных по конфигурации поверхностей и других пространственных конструкций вносит много нового в развитие архитектурной формы, приближающейся к естественному многообразию природных форм.

Как уже отмечалось выше, история архитектуры дает нам немало примеров подражания формам живой природы. Однако такая имитация была чисто внешней и касалась в основном отдельных элементов: колонн, фриза, орнамента и т. п. Напротив, архитектурная композиция здания в целом зависела от подразделения на части его конструкции и общего облика, определяемого его отдельными формами, подобно тому, как в Древнем Египте архитрав прямолинейных очертаний поддерживался колоннами фитоморфического характера.

Такое противоречие было преодолено в дорическом храме Древней Греции за счет применения курватур, энтазиса, утонения и других «оптических корректив». Таким образом, композиция обретала непрерывность, монолитность и единство живого организма. Однако это было достигнуто лишь благодаря внешнему сходству и ряду искусственных приемов, таких, например, как имитация колонной формы растения.

Сегодня подражание изживает себя, потому что непрерывность и монолитность материала стали реальностью, так же как и целостное единство, во всяком случае с технической точки зрения. Достижение идейно-художественного единства для нас не менее важно, и его значение в искусстве ныне еще более возросло.

Но как же добиться общности материально-технической структуры? Ее можно достигнуть с помощью тектоники, выявления пласти-

ки формы и широкого использования средств архитектурной композиции, связанных с закономерностями восприятия.

Однако язык выразительности современной архитектуры не может быть идентичен языку зодчества прошлого. Речь уже больше не идет о том, чтобы выразить победу над силами тяготения, преодолевая тяжесть и подчеркивая значение легкости. Сегодня задача заключается в том, чтобы выразить прежде всего победу легких «воздушных» форм над неизменяемостью и затем победу над дифференциацией элементов сооружения, подчеркивая значение непрерывности и однородности материала и того факта, что прочность пространственных систем в значительной степени обусловлена свойствами формы.

Взаимоотношения между формой и конструкцией диалектичны, они образуют неразрывное единство. В этом находит яркое проявление важнейший для понимания процесса взаимодействия техники и архитектуры закон непрерывного развития техники как реальности, оказывающей «революционизирующее» влияние на более консервативные архитектурные формы. Однако последние не пассивно следуют за техникой, они обладают относительной самостоятельностью и могут оказывать воздействие на конструкции, способствуя их развитию или, наоборот, сдерживая его.

Развитие и совершенствование современных пространственных систем типа железобетонных тонкостенных оболочек-скорлуп и висячих покрытий ярко отражают и процесс обратного влияния архитектурной формы на конструкции, прочность и жесткость которых повышаются благодаря свойствам формы.

Противоречивое, диалектическое взаимоотношение формы и конструкции является одним из внутренних источников развития системы языка современной архитектуры.

Как уже отмечалось выше, железобетонные сооружения существенно отличаются от каменных тем, что представляют собой целостную монолитную конструктивную систему. Разумеется, это касается единства материально-конструктивной основы, а не художественно-композиционного.

Единство художественного характера связано с архитектурным стилем эпохи, с определяющей его системой признаков, находящихся в сложной, неявной, но неизбежной зависимости от материальной и духовной деятельности людей*. Оно требует, чтобы все стороны архитектурной композиции образовывали в совокупности такую целостную художественно-выразительную систему форм, которая зрительно воспринималась бы как выполняющая нечто большее, чем только чисто конструктивные функции, потому что она является символом идейно-эстетических устремлений эпохи.

И это справедливо не только в отношении архитектуры классического периода Древней Греции, но и зодчества других эпох, как, например, готики и византийского, в котором, чтобы преодолеть массивность конструкции, было ярко выражено стремление к дематериализации и освобождению от излишней массы, а также к разработке внутреннего пространства как самостоятельной архитектурной задачи.

Создание гармоничных структур, лёгких, прочных и непрерывных — новая проблема современности.

Для ее решения важное значение приобретает художественный метод, основанный на взаимодействии тектоники и организации пространства.

Художественному освоению пространственных конструктивных систем будут способствовать и общие принципы композиции и средства гармонизации: масштабность, пропорции, пластика материала, контраст, ритм, цвет и т. д.

Отражая культурно-исторические особенности общества, характер происходящих в нем социально-функциональных процессов, архитектура рассчитывает и на эстетическое восприятие, и на ансамблевую связь с родственными видами искусств, с природно-климатическими условиями, с ландшафтом. Этого не следует забывать при овладении закономерностями формообразования и решении проблемы архитектурного языка как средства общения между людьми.

* См.: Иконников А., Степанов Г. Основы архитектурной композиции. М., 1971.

Поиски новых средств архитектурной выразительности, так же как и умелое использование арсенала выработанных веками приемов, — задача архитектора, который должен добиваться определенного эстетического воздействия новой системы архитектурных форм, вызывая чувство гармонии, красоты и возвышенности.

* * *

Результаты исследования сравнительным методом форм и структур в архитектуре позволили установить некоторые направления развития архитектурной эстетики железобетонных сооружений.

В зависимости от идейно-эстетических устремлений общества различных эпох в архитектуре доминировала либо эстетика дифференциации, либо эстетика интеграции форм. Архитектура античности принадлежит к первой категории, а византийское зодчество — ко второй.

В архитектуре Древней Греции явно обнаруживается стремление подчеркнуть значение несущих элементов сооружения, используя пластику форм для создания гармоничных по пропорциям архитектурных произведений.

Византийское зодчество, напротив, выдвигало на первый план архитектурную массу, где несущие элементы не дифференцированы, а главный акцент переносило на замкнутое внутреннее пространство, охватываемое материальной оболочкой, превращенной в тонкую эластичную эпидерму.

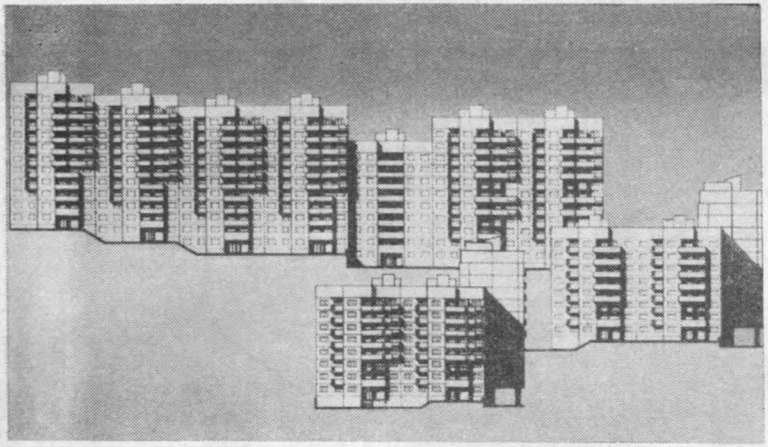
Архитектура монолитных железобетонных сооружений также относится ко второй категории. Однако по своему характеру она коренным образом отличается от всех прежних аналогичных форм, ибо ее произведения создаются не путем простого механического сложения составных элементов, а как бы в результате их естественного развития, вырастая один из другого, подобно живым организмам в природе.

С технической точки зрения, архитектура железобетонных сооружений стремится к целостным, статически полностью активным монолитным конструкциям, основываясь на принципе достижения наилучшего результата при наименьшем расходе материала, а также используя форму для повышения прочности и жесткости таких пространственных систем.

В эстетическом отношении, несмотря на господствующий абстракционизм и геометризм форм, в архитектуре железобетонных сооружений получает воплощение принцип непрерывности и взаимопроникновения различных элементов единого целого. Она стремится выразить идею легкости неизменяемых и самонесущих структур, в которых дифференциация несомых и несущих элементов исчезает (см. табл. 21). Следовательно, наблюдается тенденция к эстетике динамичности и интеграции форм, когда пространство и масса становятся равноценными. Более того, пространство или система пространств становится выразителем основного идейно-художественного содержания произведения архитектуры. Отсюда проистекает современная склонность к объединению внешнего и внутреннего пространства. Их равноценность приводит в конечном итоге к взаимопроникновению массы и пространства, находя свое воплощение в зданиях на опорах, в ограждениях со сквозной перфорацией и в свободно раскрытых системах архитектурных ансамблей (рис. 175).

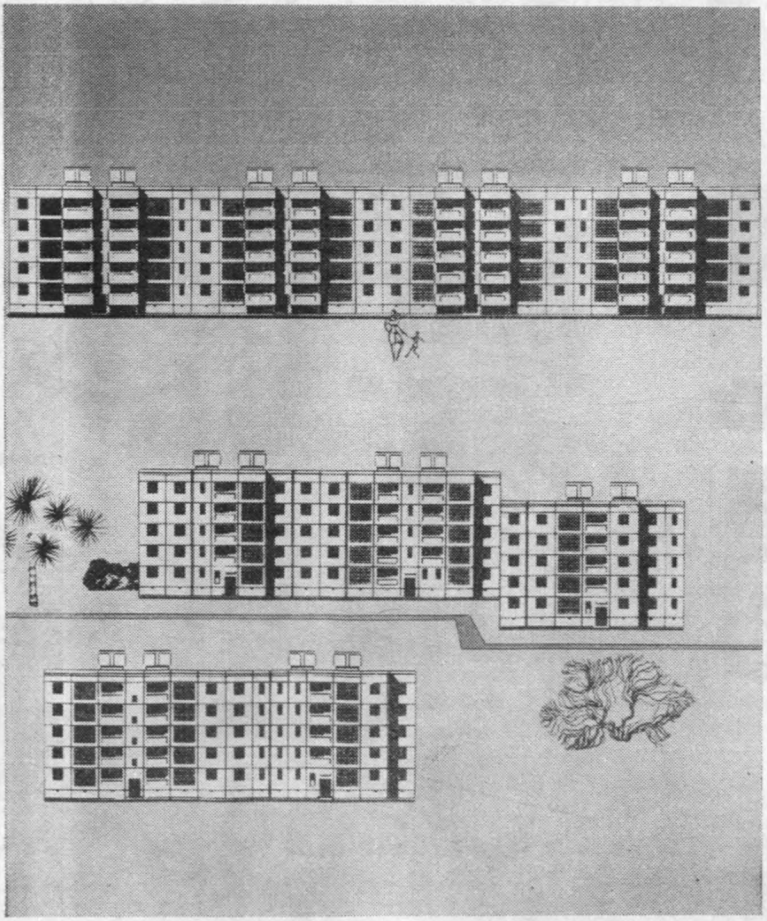
Однако выявление частей в целостной композиции, основанное на принципе единства в многообразии, также служит важнейшим средством выражения идейного содержания произведения. И этот принцип при создании архитектуры монолитных железобетонных сооружений нельзя недооценивать, чтобы не допустить окончательного «растворения» формы (см. табл. 21).

Архитектура сооружений из сборного железобетона вновь позволит элементам произведения, органически связанным между собой и с целым, стать различимыми и откроет новые возможности для формирования характерных и оригинальных структур. Короче говоря, господствующая сегодня в архитектуре эстетика интеграции форм в принципе не означает, что необходимость в их расчленении полностью отпала, поскольку эстетика дифференциации, преобладавшая в античном зодчестве, не свидетельствовала о дезинтеграции формы произведения [55] (рис. 176, 177; табл. 21).



176

11-этажные блок-секционные жилые дома в г. Титограде. Югославия. Арх-ры Л. Врангель, Н. Розанов, В. Чашкин, А. Цетлин; инж-ры Ю. Березовский, А. Маевская, Г. Мостаков, А. Розенфельд



177

5-этажные блок-секции для условий районов Кубы с сейсмичностью 8 баллов. Арх-ры Л. Врангель, Н. Розанов, А. Свешников; инж-ры В. Кирюшин, Г. Мостаков, А. Розенфельд

1. Архитектонические формы

Дворец в Кноссе, Крит. Парфенон, Афины, Греция. Технологический институт в Канпуре, Индия. Центр коммуникаций в Кофу, Япония

2. Нервюрообразные структуры

Хижина из костей мамонта, УССР. Собор Альби, Франция. Часовня в Барселоне, арх. А. Гауди. Вокзал в Неаполе, архитекторы Э. Кастильони и др.

3. Фитоморфические формы

Храм Исиды в Фивах, Египет. Церковь «Саграда фамилиа» в Барселоне, арх. А. Гауди. Проект клуба в Голливуде, арх. Ф. Л. Райт. Проект павильона «Роза», арх. М. Матеев

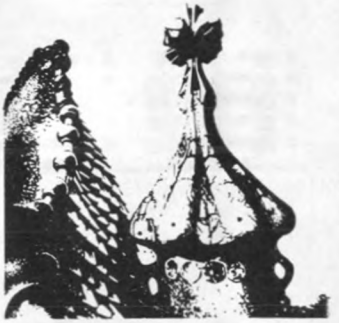


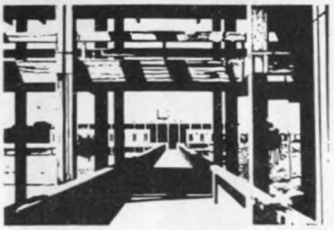


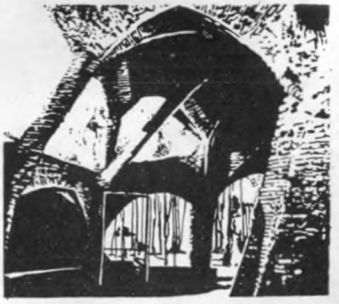




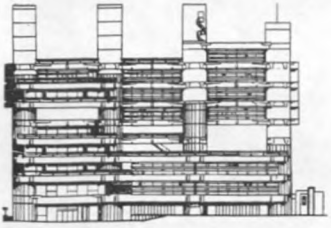




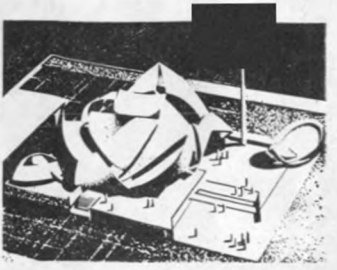












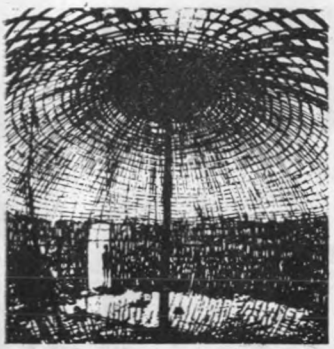
4. Монолитные формы : а) эпидермы б) скорлупы

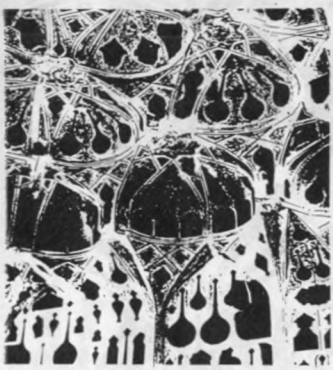
5. Кристаллические структуры

а) традиционный тип дома в Аддис-Абебе, Эфиопия. Интерьер дворца Али-Капу в Исфахане, Иран. Центр искусств Согетсю, Япония, арх. К. Танге

б) мечеть Хайдеркхана в Багдаде, Ирак. Проект театра в Дакаре, архитекторы А. Блок и др. Вилла на берегу моря, арх. С. Хохаузер. Покрытие в виде оболочки

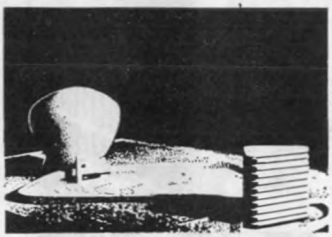
Дворец Аббасидов в Багдаде. Вилла Совден в Лос-Анджелесе, арх. Л. Райт. Музей в Каракасе, арх. О. Нимейер. Проект города будущего, арх. Паоло Солери























6. Сопротивляемость по форме

Минарет аль-Мальвия в Самарре. Собор «Саграда фамилиа» в Барселоне. «Куранты» Университета в Каракасе, Венесуэла, арх. К. Р. Вильянуэва



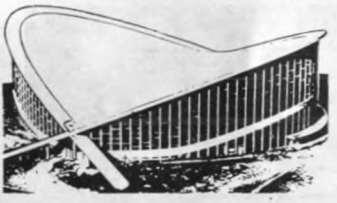


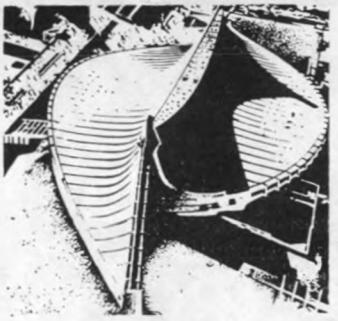


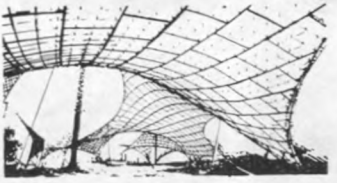
7. Вантовые системы

Мост из лиан, Африка. Арена Ралей в Северной Каролине. Покрытие зала Ёёги в Токио, арх. К. Танге. Вантовая система, архитекторы Г. Бениш и Фрей Отто









8. Грибовидные формы

Минарет мавзолея Мусы аль-Кадима в Багдаде. Дворец в Турине, Италия, инж. П. Л. Нерви. Водонапорные башни в Кувейте. Город «Интра», арх. В. Йонас









Литература

1. Маркс К., Энгельс Ф. Соч. 2-е изд., т. 23.

2. Ленин В. И. Полн. собр. соч., т. 29.

3. Аронин Д. Э. Климат и архитектура. М., 1954.

4. Архитектура домов повышенной этажности республик Закавказья/Под ред. канд. арх. К. А. Биркая. Тбилиси, 1980.

5. Архитектура Запада. Т. 1 и 2. М., 1972, 1975.

6. Бартенев И. А. Форма и конструкция в архитектуре. М., 1968.

7. Бархин М. Г. Архитектура и город. М., 1979.

8. Бунин А. В., Саваренская Т. Ф. История градостроительного искусства. Т. 2, М., 1971.

9. Васильев Б. Ф. Натурные исследования температурно-влажностного режима жилых зданий в жарком климате. М., 1968.

10. Веймарн Б., Каптерева Т., Подольский А. Искусство арабских народов. М., 1960.

11. Витрувий. Десять книг об архитектуре. М., 1936.

12. Волчок Ю. П., Иванова Е. К., Кацнельсон Р. А., Лебедев Ю. С. Конструкции и форма в советской архитектуре. М., 1980.

13. Воронина В. Л. Конструкции и художественный образ в архитектуре Востока. М., 1977.

14. Воронина В. Л. Современная архитектура стран тропической Африки. М., 1973.

15. Всеобщая история архитектуры/Под ред. Б. П. Михайлова. Т. I и II. М., 1958.

16. Всеобщая история архитектуры/Под ред. А. В. Иконникова, Ю. Ю. Савицкого, Н. П. Былинкина, С. О. Хан-Магомедова, Ю. С. Яралова, Н. Ф. Гуляницкого. Т. XI. М., 1973.

17. Гамбург П. Ю. Расчет солнечной радиации в строительстве. М., 1966.

18. Гидион З. Пространство, время, архитектура: Пер. с нем. М., 1975.

19. Горомосов М. С. Микроклимат жилищ и его гигиеническое нормирование. М., 1963.

20. Грушка Э. Развитие градостроительства. Изд. Словацкой Академии наук. Братислава, 1963.

21. Гусев Н. М., Дунаев Б. А., Оболенский Н. В. Руководство по проектированию солнцезащитных средств. М., 1972.

22. Гусев Н. М. Основы строительной физики. М., 1975.

23. Дунаев Б. А. Инсоляция жилища. М., 1979.

24. Едике Ю. История современной архитектуры: Пер. с нем. М., 1972.

25. Ильинский В. М. Строительная теплофизика. М., 1974.

26. Кандилис Ж. Стать архитектором: Пер. с франц. М., 1979.

27. Киселевич Л. Н., Коссаковский В. А., Ржехина О. И. Жилищное строительство в условиях жаркого климата за рубежом. М., 1965.

28. Колпаков Г. В. Улучшение микроклимата в условиях летнего перегрева. М., 1962.

29. Лавров В. А. Памятники культуры в планировке и застройке городов. М., 1969.

30. Ле Корбюзье. Архитектура XX века. М., 1970.

31. Лицкевич В. К. Учет климатических условий при проектировании жилых зданий в различных районах СССР. М., 1975.

32. Масетти С. Крупные жилые комплексы. М., 1971.

33. Межевич М. Н. Социальное развитие и город. Л., 1979.

34. Мерлен П. Новые города: Пер. с франц. М., 1975.

35. Михайлов Б. П. Витрувий и Эллада. М., 1967.

36. Морозов А. П., Василенко О. В., Миронков Б. А. Пространственные конструкции общественных зданий. Л., 1977.

37. Новое строительство в Ташкенте/Под ред. И. А. Мерпорта. — Сборник. М., 1976.

38. Островский В. Современное градостроительство: Пер. с польск. М., 1979.

39. Перцик Е. Н. Районная планировка. М., 1973.

40. Покшишевский В. В. О типологии городов в развивающихся странах. — В сб.: Урбанизация мира. М., 1974, вып. 96.

41. Проблемы повышения качества архитектуры. Киев, 1979.

42. Редер Д. Г., Черкасова Е. А. История древнего мира. Ч. I. М., 1979.

43. Смоляр И. М. Новые города. М., 1972.

44. СНиП II-А.6—72. Строительная климатология и геофизика. М., 1972.

45. СНиП II-60—75. Планировка и застройка городов, поселков и сельских населенных мест. М., 1976.

46. СНиП II-Л.2—72. Общественные здания и сооружения. Нормы проектирования, общая часть.

47. СНиП II-3—79. Строительная теплотехника. М., 1979.

48. СНиП II-Л.1—71. Жилые здания. М., 1978.

49. Суздальцева А. Я. Бетон и архитектурная форма. М., 1972.

50. Суханов И. С. Лучистая энергия солнца и архитектура. Ташкент, 1973.

51. Тваровский М. Солнце в архитектуре: Пер. с польск. М., 1977.

52. Тонев Л. Композиция современного города. София, 1973.

53. Филиппович И. Н. Обзор практики проектирования и строительства в условиях жарко-влажного климата. М., 1973.

54. Фирсанов В. М. Создание новых курортно-туристических центров на юге Франции. — В сб.: Расчетные методы в строительстве. М., 1978.

55. Фирсанов В. М. Эстетика дифференциации и интеграции форм в архитектуре. — Материалы IX научно-технической конференции ВЗИСИ, ч. III. М., 1972.

56. Фирсанов В. М. Архитектура гражданских зданий в условиях жаркого климата. М., 1971.

57. Халпахчьян О. Х. Гражданское зодчество Армении. М., 1971.

58. Хорев Б. С. Проблемы городов. М., 1975.

59. Циркунов В. Ю. Об эстетической природе зодчества. М., 1970.

60. Эрн И. В. Последние работы Ле Корбюзье. М., 1977.

61. Яралов Ю. С. Национальное и интернациональное в советской архитектуре. М., 1972.

62. Bernatzik H. A. Die neue grosse Völkerkunde. Frankfurt/Mein, Herkul, 1954.

63. Breese Gerald. Urbanisation et tradition. Tendences actuelles, édition-inter-nationales, Paris, 1969.

64. Candilis G. Recherches sur l'architecture des loisirs. Eyrolles editeurs, Paris, 1973.

65. Davidson Basil. African kingdoms. TIME-LIFE books edition, Nederland, 1967.

66. Daria Sophie. Le Corbusier. Sociologue de L'urbanisme, Paris, 1964.

67. Dictionnaire de L'architecture moderne. Fernand Hazan éditeur, Paris, 1964.

68. Dollfus Jean. Les Aspects de L'Arc-

ecture Populaire dans le Monde. Albert Mo-icé, Paris, 1954.

69. Dreyfus J. Le confort dans l'habitat pays tropical. Éditions eyrolles, Paris, 1960.

70. Egli Ernst. Geschichte des städtebaues. Eugen Rentsch verlag, Erlenbach-Zürich und Stuttgart, 1962.

71. Firsanov V. M. Cours d'urbanisme et d'amenagement du territoire. Édition de L'Université nationale du Zaire, Kinshasa, 1974.

72. Floyd T. B. Town planning in South Africa. Pietermaritzburg shuter and shooter, 1960.

73. Fry Maxwell, Drew Jane. Tropical architecture in the dry and humid zones. B. T. Batsford LTD, London, 1964.

74. Geiger Rudolph. The Climate Near the Ground. Harvard University Press, Cambridge, 1950.

75. Jencks Charles. Architecture 2000: predictions and methods. London, 1971.

76. Kultermann Udo. Neues Bauen in Afrika. Verlag Ernst Wasmuth Tübingen, Neue Ausgabe, 1963.

77. Lee Douglas H. K. La construction en climat chaud. Centre Regional d'Éditions Techniques, Paris, 1953.

78. Michelis P. A. Esthétique de l'architecture du béton armé. Dunod, Paris, 1963.

79. Miles Danby. Grammar of architecture design with special reference to the tropics. Oxford University Press, London, 1963.

80. Mindlin Henrique E. Neues Bauen in Brasillen. München, Callway, 1956.

81. Oakley David. Tropical houses. B. T. Batsford LTD, London, 1961.

82. Olgyay Victor. Design with climate. Princeton University Press, Princeton, New Jersey, 1973.

83. Petherbridge P. Natural Lighting Prediction and the Design of Window System for Tropical Climates. Watford, 1959.

84. Potvin J. Tendences de l'urbanisme au Japan. CSTC, Rev., 1978, XII, N 4, p. 16—20.

85. Ragon Michel. La cité de l'an 2000. Édition Casterman, Belgique, 1968.

86. Roston R. M. Light cladding of building. London, 1964.

87. Roth Alfred. La nouvelle architecture — Die neue Architectur — The new architecture. 4 édition, Zürich, 1948.

88. Rowland Benjamin. Art and Architecture of India. Penguin Books, 1953.

89. Straaten J. F. Thermal Performance of Buildings. Amsterdam — London — New-York, 1967.

90. Theile Albert. Les arts de l'Afrique. Arthaud, Paris, 1963.

91. Yaglou C. P. Method for Improving the Effective Temperature Index, HeatingPiping and Air Conditioning. ASHVE Journal Section, p. 131, september, 1947.

92. Yoshida T. The Japanese house and garden. Architectural Press, London, 1955.

93. Architecture d'aujourd'hui, Architectural Review, Urbanisme, Architectural Design, Architectural Forum, Habiter, Bauwelt, Habitat, Parametro, Werk-oeuvre, Technique et Architecture, Architecture, 1970—1980.

Оглавление

	Предисловие	3
	Введение	5
Глава 1.	**Исторический обзор (развитие архитектурных концепций строительства в жарких странах)**	7
Глава 2.	**Климатические условия**	49
	2.1. Географическое расположение и основные природно-климатические факторы жарких районов Земли	49
	2.2. Окружающая среда и средняя лучистая температура	54
	2.3. Эффективная и результирующая температуры	58
	2.4. Биоклиматическая карта	60
	2.5. Основные типы и разновидности жаркого климата	64
Глава 3.	**Некоторые вопросы архитектуры и градостроительства**	70
	3.1. Общие и частные требования к проектированию гражданских зданий	72
	Термические факторы окружающей среды и объемная форма зданий	72
	Условия затенения и защита от яркого естественного света	85
	Аэрация зданий и застройки	91
	Высота и форма помещений	102
	Интерьер и оборудование	108
	Частные требования к проектированию и примеры современной композиции зданий	110
	Искусственный климат помещений	140
	Использование солнечной энергии в условиях жаркого климата	142
	3.2. Характерные черты планировки и застройки городов	146
	Выбор территории для строительства с учетом влияния микроклимата и топографии местности	148
	Водоотвод и борьба с эрозией почв	150
	Планировочная структура города и его функциональная организация	152
	Окружающая среда, этажность зданий и плотность застройки	155
	Городская сеть улиц	157
	Общественные центры города	159
	Примеры удачного использования природно-климатических факторов в современном градостроительстве жарких стран	164
	Особенности урбанизации и поиски форм расселения в будущем	176
	3.3. Конструкции и архитектурная форма	192
	Теплозащитные функции ограждающих конструкций	194
	Архитектурно-конструктивные элементы зданий	198
	Вопросы архитектурной формы	226
	Литература	245