

**Building
environment**

Б. Саини

Строительство и окружающая среда



Москва

Стройиздат 1980

Б. Саини

Строительство и окружающая среда

**Исследование
проблем строительства
в районах с сухим
жарким климатом**

**Перевод с английского
М. П. Таут**

**Под редакцией
А. Н. Римши**

Москва Стройиздат 1980

Рекомендовано к изданию Зональным научно-исследовательским и проектным институтом типового экспериментального проектирования жилых и общественных зданий «ТашЗНИИЭП»

Сайни Б. Строительство и окружающая среда: Исследование проблем строительства в районах с сухим жарким климатом. Пер. с англ. / Под ред. А. Н. Римши. — М.: Стройиздат, 1980. — 174 с., ил., — Перевод изд.: *Buildind environment: An illustrated analysis of problems in hot dry lands* / Balwant Singh Saini. — Angus and Robertson.

В книге освещен широкий круг вопросов, связанных с опытом проектно-строительной практики в развивающихся странах Азии и Африки, а также в Австралии и некоторых штатах США. Обобщены научные данные, накопленные за последние десятилетия. Дан анализ архитектурно-планировочных приемов с точки зрения эффективности их применения в условиях сухого жаркого климата.

Книга предназначена для архитекторов-проектировщиков.

Табл. 6, ил. 83, список лит.: 107 назв.



Balwant Singh Saini

Building environment

**An illustrated analysis of
problems in hot dry lands**

**Angus and Robertson in association with
The Royal Australian Institute of Architects**

ПРЕДИСЛОВИЕ К РУССКОМУ ИЗДАНИЮ

В научной литературе СССР и социалистических стран в последнее время появилось немало публикаций по проблемам взаимодействия человека и окружающей его среды. Однако в освещении вопросов строительства и проектирования в условиях жаркого климата имеются пробелы. Между тем необходимость решения этих вопросов становится безотлагательной, так как по оценке экспертов ООН годовая потребность развивающихся стран только в строительстве жилья превышает 20 млн. квартир.

Особенно сложны проблемы проектирования и строительства в районах крайнего юга СССР и в развивающихся странах, расположенных в зонах тропического климата, где активность солнечной радиации, пыльные бури и зной пустыни создают дополнительные трудности при возведении и эксплуатации жилища.

Настоящая книга написана австралийским исследователем Б. Санини. В ней подробно освещены названные проблемы и обобщен опыт практики строительства и проектирования жилых домов в условиях жаркого сухого климата на примерах Австралии и ряда развивающихся стран с учетом местных социологических и демографических особенностей. В книге рассмотрены вопросы выбора строительных материалов, конструкций и архитектурно-планировочных приемов, способствующих снижению отрицательного воздействия на человека местных природно-климатических условий, а также вопросы технологии и организации строительных работ.

Большой объем строительных работ, выполняемых Советским Союзом в порядке интернациональной помощи развивающимся странам, расположенным в районах с жарким климатом, а также недостаток необходимой справочной литературы дают основание считать данную книгу весьма полезной для проектировщиков и специалистов, занимающихся строительством на территориях с жарким сухим климатом.

Канд. архит. *А. Н. Римша*

ПРЕДИСЛОВИЕ

Эта книга написана для архитекторов, строителей, планировщиков и всех тех, кто занимается вопросами строительства и градостроительства в зонах с сухим жарким климатом.

Этот регион занимает более одной пятой всей земной поверхности. Основная своей частью он входит в две узкие полосы между экватором и тропиками Рака и Козерога с некоторыми отклонениями к экватору или в сторону от него. Средняя ежегодная температура здесь превышает $64,6^{\circ}\text{F}$ ($18,1^{\circ}\text{C}$). На приводимой карте, основанной на базе карты, подготовленной для ЮНЕСКО Пиверил Мейгз, показано, что в сумме эти территории составляют примерно одну треть всех стран мира. В эту климатическую зону входят большие территории Австралии, Индии, Пакистана, Ирана, Египта, Судана, Республики Чад и Нигерии и ряд других территорий.

Все эти различные по своим социально-экономическим и культурно-политическим системам районы объединяет климатический фактор: все они расположены в зоне сухого и жаркого климата. Отсутствие влаги обуславливает бедность растительности, а недостаток последней ограничивает развитие животноводства и использование земли, что предопределяет невысокую плотность расселения, особенно в тех районах, где растительный и животный мир составляет основное средство существования. На протяжении трех последних десятилетий наблюдается повышенный интерес к этим неиспользуемым территориям. Недавнее открытие там природных богатств повлекло за собой небывалые темпы развития этих районов.

Программы строительства для сухих жарких районов непосредственно связаны с направлением их современного и будущего экономического развития и строительства. Следовательно, необходимо дать некоторую общую оценку ресурсам этих районов, включая физические, технические, финансовые и людские, от характера использования которых зависят тип и форма создаваемых поселений. Перечисленные, а также некоторые другие связанные с ними проблемы, составляют содержание главы 1.

Люди — один из главных ресурсов развивающихся районов. Кроме строительства промышленных и торговых зданий в сферу ответственности архитектора, строителя и планировщика входит удовлетворение психологических, физиологических и социальных потребностей людей. В сухом жарком климате эти потребности приобретают особое значение, и без четкого определения специфики условий невозможно вести процесс проектирования и строительства. Эта тема рассматривается в главе 2.

В объемном и градостроительном проектировании для этих районов необходимо не только учитывать потребности людей, но и исследовать климат и его влияние на строительные материалы и конструкции. Наиболее рациональное проектное решение, соответствующее условиям проживания и работы в аридных зонах, фактически подразумевает совершенно новый подход к планировке поселений. Эта проблема составляет основу содержания глав 3, 4, 5.

В сухих жарких районах земного шара, особенно в наиболее отдаленных, возникают многочисленные проблемы, связанные со строительными материалами, техническими средствами, рабочей силой и стоимостью, что заслуживает особого учета в строительной индустрии. Рассмотрению этих и некоторых других трудностей, которые стоят перед строительной промышленностью, посвящена глава 6.

Несмотря на сложность многих проблем, возникающих в местных условиях, перспективы строительства в сухих жарких районах выглядят обнадеживающими. Тем не менее развитие этих районов не сможет осуществляться в нужном масштабе и темпе без детально скоординированных усилий, включающих области социальную и экономическую, а также область науки и техники. В главе 7 рассматривается важность применения некоторых форм комплексного подхода, потребность в котором обусловлена необходимостью обеспечения строгого экологического равновесия в сухих жарких районах.

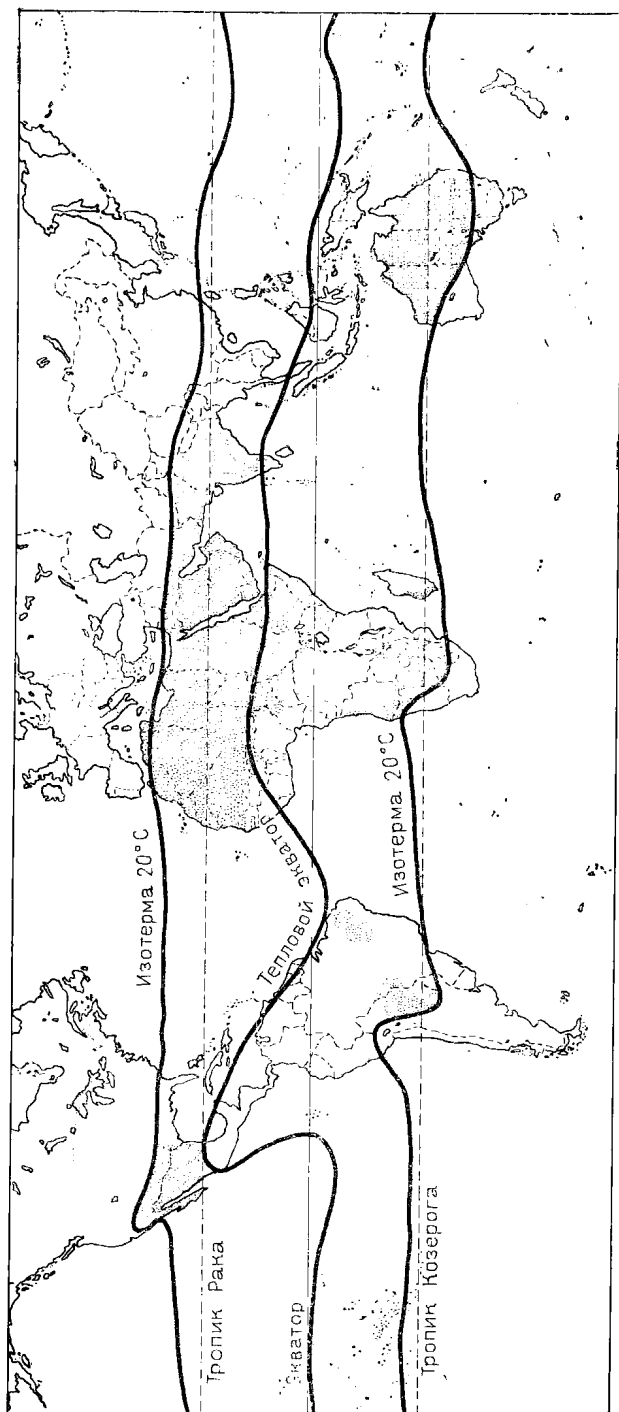


Рис. 1

ГЛАВА 1. РЕСУРСЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ СТРОИТЕЛЬСТВА

К проблемам строительства и планировки в условиях сухого жаркого климата непосредственно относятся формы, размеры и структура поселений, что в свою очередь определяется программой строительства этих районов.

Животноводство и добывающая промышленность считаются здесь основными видами производства, однако в последние годы возникла и начала быстро развиваться новая отрасль — туризм. Структура существующих поселений и их будущее развитие зависят от функционирования этих отраслей, что в свою очередь связано с наличием воды, энергетических возможностей и развитием транспорта. Мы попытаемся проанализировать типы программ, осуществление которых возможно на основе использования имеющихся ресурсов этих районов, и определить примерный диапазон требований к будущему строительству и формированию искусственной среды.

Существуют два важных условия для успешного развития ресурсов: во-первых, оно должно быть легко осуществимо и, во-вторых, экономически эффективно. Если физические условия определяют количественный объем, то экономические условия создают дополнительные требования рентабельности. Различные зоны сухого жаркого климата располагают возможностью использования многих видов богатств, но, прежде чем их использовать, необходимо иметь данные, доказывающие, что производственные затраты могут быть достаточно рентабельными. Необходимо также располагать данными о том, что капиталовложения принесут достаточный доход, который позволит обеспечить приемлемый уровень жизни для тех, кто будет занят в производстве.

Природные богатства в странах с сухим и жарким климатом следует рассматривать на общем фоне особенностей образа жизни, уровня технического развития и экономики каждой отдельной страны.

ОЦЕНКА ПРИРОДНЫХ БОГАТСТВ

По мнению Кристиана и Стюарта, существуют два подхода к освоению развивающихся районов [1]. Один из них заключается в предопределении целей, т. е. в постановке задач, которые обычно диктуются внутренними потребностями страны, и в последующем поиске путей и средств для их решения. Другой путь — это систематическое изучение природных ресурсов с последующей разработкой планов на базе выявленных возможностей экономической и национальной политики. Первый подход уместен для стран, испытывающих острый дефицит в продуктах питания, в промышленных материалах или в экспорте, — таких стран, как Индия или Нигерия, в которых необходима предварительная постановка задач и составление планов. Второй путь подходит для таких стран, как Австралия и США.

За последние два десятилетия наблюдаются значительные успехи в изучении ресурсов и промышленности сухих жарких районов. Многие региональные институты, в значительной степени вдохновленные разработанной ЮНЕСКО программой для аридных зон, проводят тщательные исследования и подготавливают детальные карты, отражающие то, что должно быть сделано для повышения производительности в будущем. Группы специалистов произвели оценку водных и минеральных ресурсов и возможностей сельского хозяйства.

В области сельского хозяйства имеет серьезное значение работа Отделения Института земельных исследований при C.S.I.R.O. в Австралии. Различные природные ресурсы изучаются комплексно; составлена карта почв и ландшафтных характеристик земной поверхности, содержащая основу информации, на которую можно опираться при будущих разработках, планировании и выборе последовательности работ. В Австралии около 2 млн. км² занесено на карту по этому методу; этот же метод принят и Институтом по исследованию аридной зоны в Джодхпуре в Индии. В результате мы располагаем теперь систематической информацией по типам почв и их распределению по климатическим зонам и районам с различной обеспеченностью водными ресурсами. Это важно не только для развития земледелия и скотоводства, но и для планирования в целом, включая создание дорожной сети и поселений. Значение подобного рода информации для строительной индустрии очевидно. И тем не менее подход C.S.I.R.O. хотя и является шагом вперед по сравнению с более ранними разрозненными исследованиями, все-таки еще недостаточно полно позволяет оценить региональные ресурсы. Продуктивность региона не сводится только к использованию самой земли: для реалистической оценки необходимо также учитывать трудовые ресурсы и капиталовложения. Все эти факторы связаны воедино, и использование одного из них всегда требует привлечения остальных.

В Австралии, Аргентине и США характер сельскохозяйственного землепользования складывался под влиянием условий, в основе которых лежали скорее коммерческие интересы, чем поиск средств к существованию. По причине недостатка рабочей силы труд в значительной степени был механизирован, что обеспечило высокий уровень его производительности. А это означало, что большое число рабочих оказалось свободным для участия во вторичных и третичных отраслях промышленности. Механизация труда, обусловленная недостатком рабочей силы, оказала влияние на размеры ферм, что привело к низкой плотности населения в сельских поселениях.

В Австралии первичные сельскохозяйственные поселения состоят в основном из одной фермы, исключение, возможно, составляют пастбищные территории, где постоянно используется наемный труд.

В полуаридных зонах земного шара довольно высокая плотность населения обуславливалась сочетанием животноводства с возделыванием проса, сорго и арахиса. Однако большая часть земель в этих районах имеет очень скудную почву, и до последнего времени, несмотря на технические достижения, обеспечивающие развитие ирригации, эти земли не привлекали земледельцев, оставаясь в распоряжении скотоводов и горняков (рудокопов). Большая часть земель в полуаридной зоне Австралии и Северной Африки имеет невысокую плотность выпаса.

Экологическое равновесие между почвой, растительностью, водой и человеком крайне неустойчиво, особенно в сухих жарких районах. В некоторых частях этой зоны для обеспечения существования одной семьи, занимающейся скотоводством, практически необходимо иметь достаточное количество земли. Вероятно, можно улучшить пастбищные условия за счет дополнительных капиталовложений на водоснабжение и создание загонов для скота, а также увеличения транспортных средств и повышения профессионального уровня используемого труда. Однако биологический потенциал земель в полуаридных зонах и возможности содержания скота за счет выпаса крайне низки, вследствие чего малочисленное население разбросано на обширных территориях.

Пастбищные территории не были собственностью вплоть до XIX в., когда распространение политического влияния Запада принесло с собой концепцию частной собственности. Такое ограничение возможности кочевья явилось серьезным испытанием для населения. В некоторых районах, например в Центральной Индии, проблема продолжает усугубляться традиционными правилами наследования, что приводит к раздроблению земельных хозяйств до пределов, исключающих эффективность их использования. Такие традиционные процессы, вероятно, могут быть ограничены, а продуктивность земель увеличена за счет создания свободных форм кооперативных объединений, особенно на вновь освоенных территориях.

В некоторых случаях возникновению постоянных поселений способствовала ирригация. Так, на протяжении многих поколений Западный Пенджаб характеризовался низкой стабильностью и постоянно был ареной вооруженных столкновений. После первой мировой войны британская колониальная администрация приступила к строительству плотин и ирригационной сети, используя водные ресурсы имеющихся крупных рек. Этот район был предоставлен для заселения демобилизованным солдатам, которые вскоре превратили его, по существу, в основную базу по производству продуктов питания для всей страны.

В качестве более ярких примеров обводнения пустынь можно назвать ирригационные работы в Рио-Гранде и Пекосе в шт. Нью-Мексико и Техасе, в долинах Хила и Солт-Ривер в шт. Аризона,

а также в долинах Сан-Хоакин, Сакраменто и Империял-Валли в Калифорнии. Но в этом кроется и опасность. Затопление водой, вызванное несовершенством дренажной системы, может привести к минерализации почвы и отложению солей на поверхности. Так, в Ираке примерно на трех четвертях всех орошенных земель засоленность почвы приобрела угрожающие размеры из-за плохой дренажной системы, регулирующей поливы и уровень грунтовых вод. Та же судьба постигла Менеменскую низменность в Турции и районы Восточного Пенджаба. В странах, бедных реками, используют воду артезианских колодцев.

Чтобы разрешить проблемы неустойчивости в скотоводстве и в связанных с ним производствах, обеспечить постоянный доход и создать в поселениях скотоводов городские удобства и обслуживание, Джонсон [3] предлагает своего рода кооперативную систему, при которой люди расселяются в нескольких центрах и совместно используют свои ресурсы. Однако практическое осуществление этой идеи потребовало бы как политических, так и экономических мероприятий. Возможно, что технические достижения и прогресс в экономике торговли смогут либо улучшить положение в существующих рамках, либо радикально изменить ориентацию людей, занимающихся животноводством.

ДОБЫВАЮЩАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

Бесспорным и, вероятно, самым ценным богатством сухих жарких районов являются нефть и полезные ископаемые. Крупные месторождения в арабских странах, Ираке, Западном Техасе и Западной Австралии, которые не эксплуатировались должным образом вплоть до конца второй мировой войны, в значительной степени обусловили естественное благосостояние этих районов.

Открытие нефти в Сахаре в 1950 г. повлекло за собой рост новых городов Хасси-Месауд и Эджеле. Открыты месторождения серебра на севере Мексики, меди в Неваде и Атакаме, урана в шт. Юта и Нью-Мексико. Этот перечень открытий полезных ископаемых может быть успешно продолжен, если включить в него растворимые в воде вещества, такие, как соль, гипс, нитраты, фосфаты и бура (одно из богатейших мировых месторождений последней найдено в пустыне Мохава в Калифорнии). В районе залежей железа в Западной Австралии, протяженность которых составляет примерно 300 миль (482,8 км), а ширина 10 миль (16,1 км), по недавним изысканиям предполагаются запасы, по крайней мере, 15 млн. т руды с более чем 50%-ным содержанием железа. Это привело к значительному развитию разработок и превратило добывающую промышленность в одну из главных отраслей промышленности в Австралии.

Причин для такого увеличения добычи много. Одна из них заключается в том, что развитие промышленности во многих странах породило большую потребность в полезных ископаемых. Теперь вместо одиночек-предпринимателей или небольших экспедиций

изысканиями занимаются компании, обладающие крупным капиталом и использующие современную технику и механизированный транспорт. Вокруг наиболее важных месторождений стала концентрироваться обрабатывающая промышленность и выросли большие города, несмотря на неблагоприятные условия окружающей среды. Выплавка руды и производство изделий из нее обычно тяготеют ближе к местам потребления, чем к источникам сырья. Таким образом, рудничные поселения, где живут горняки и их семьи, представляют собой островки поселений капитального и временного характера.

Плотно сгруппированных поселений, связанных с добывающей промышленностью, в сухих жарких районах так мало и они так широко разбросаны, что нет достаточных оснований для строительства крупных экономических центров.

ВОДА И ЭНЕРГИЯ

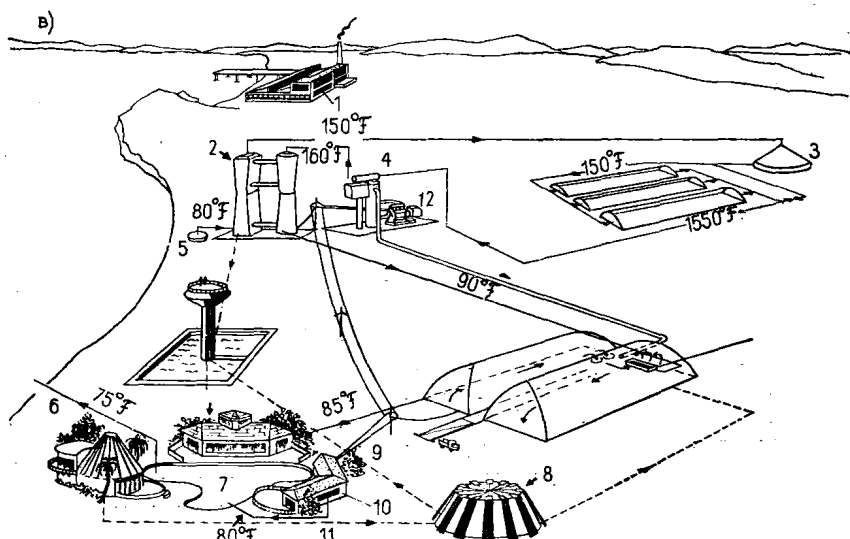
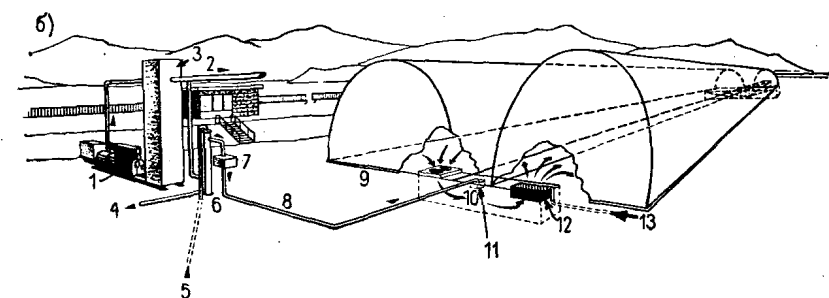
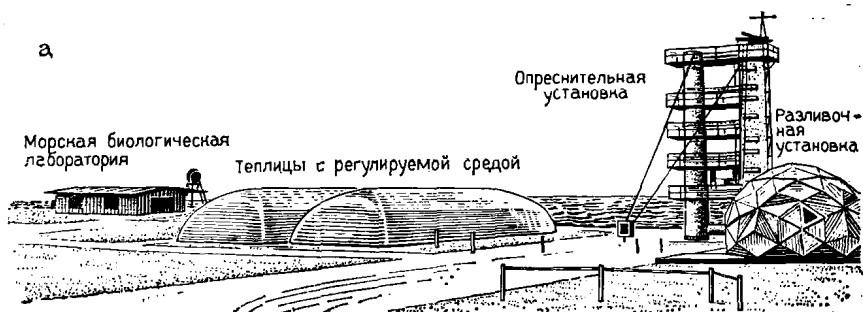
Любые планы строительства в сухих жарких районах должны ставить целью полную интеграцию первичных, вторичных и третичных отраслей промышленности. Водные и энергетические ресурсы играют существенную роль на всех стадиях. Однако на первой стадии ощущается наибольшая потребность в водоснабжении, необходимом для становления первичного производства: создания ирригационной сети с целью обеспечения продуктивного землепользования. Таким образом создаются благоприятные условия для второго и третьего этапов строительства.

История изобилует описаниями методов, с помощью которых люди прошлых цивилизаций в аридных зонах использовали ограниченные запасы воды: хорошо известным примером служат оросительные системы в Месопотамии и в долинах Нила и Инда. Помимо многочисленных сооружений для сбора ливневых и паводковых вод, традиционным средством обеспечения постоянного

Рис. 2. Исходя из предположения, что значительная часть пустынных побережий мира, простирающихся на 20 тыс. миль, при наличии основных жизненных удобств может стать продуктивной, Лаборатория исследования среды при Аризонском университете в г. Тусоне разработала комплексную систему закрытой среды для производства воды, энергии и пищевых продуктов. Избыточное тепло от движка электрического генератора используется для опреснения морской воды; опресненная вода в свою очередь используется для орошения в теплицах из надувных пластмассовых оболочек. Установка в Пуэрто-Пеньяско на побережье Калифорнийского залива

a — общий вид; *б* — схема теплиц с регулируемой средой: 1 — генератор мощностью 60 кВт; 2 — отработанные газы; 3 — блок теплообменника на отработанных газах; 4 — отработанная вода; 5 — питьевая вода; 6 — газоочиститель; 7 — активизированный древесный уголь; 8 — поступление CO_2 в теплицы; 9 — вентиляторы; 10 — воздух; 11 — нагнетающая воздуходувка (вентилятор); 12 — уплотнение (компрессия); 13 — морская вода к перфорированной трубе; *в* — комплексная система установки регулирования среды для производства воды, энергии и пищевых продуктов; 1 — фабрика рыбной муки; 2 — опреснительная установка; 3 — аккумулялирование тепла; 4 — блок теплообменника на отработанных газах; 5 — колодец морской воды; 6 — отводящая труба (выпуск); 7 — резервуар с соленой водой; 8 — установка для очистки воды; 9 — очищенная вода; 10 — установка для нагрева и охлаждения; 11 — отработанная вода; 12 — дизель-электрическая установка

водоснабжения в большинстве аридных районов было создание глубоких колодцев. Одной из остроумных систем водоснабжения, созданных в Северной Персии, была древняя «фоггара», или «канат», когда вода подавалась самотеком. Система представляла собой постепенно снижающийся туннель в несколько миль длиной, ко-



торый вел по склону аллювиальных отложений к водоему, где создавалось водное зеркало.

Существует мнение, что только в одной Сахаре имелось 3 тыс. миль (4 828 км) таких «канатов».

В настоящее время ощущается очевидная необходимость проведения капитальных исследований в отношении возможностей переброски пресной воды от надежных источников, расположенных в местах, где регулярно выпадает значительное количество осадков, в районы, остро нуждающиеся в воде. В 1966 г. Миллард Смит предложил идею подачи воды в районы внутренней Австралии по подводным пластмассовым трубам из р. Морхэд. Этот проект предусматривал сооружение примерно 280 миль (450,6 км) подводных акведуков, и, по мнению Смита, это гарантировало бы круглогодичное снабжение пресной водой в объеме примерно 1 млн. куб. футов (28 300 м³) ежедневно при скорости всего 1,67 фут/с (0,5 м/с). Он предполагал, что благодаря малым потерям за счет испарения применение пластмассовых труб может оказаться эффективнее системы открытых водотоков, используемых в настоящее время в большинстве аридных зон внутренней Австралии.

В некоторых местах с сухим жарким климатом встречаются участки с эпизодическим выпадением обильных осадков, и там, видимо, можно делать запасы воды. Ученые, занимающиеся ядерной физикой, предложили производить под землей ядерные взрывы в целях создания большого кратера или серии кратеров для накопления воды: это можно считать приемлемым для таких территорий, где грунт не позволяет возводить плотины. Бэрн выдвинул идею создания ядерных станций двойного назначения [5], которые будут служить не только для производства электроэнергии, но и работать как опресняющие установки. По некоторым данным, ряд таких реакторов двойного назначения мощностью 100—250 тыс. кВт уже сооружается в Калифорнии и в других районах США. Строительство дешевых ядерных установок во многих местах аридной зоны земного шара, обеспечивающих производство энергии рядом с источником сырья, сможет изменить в целом концепцию регионального строительства.

Тем не менее необходимы и другие дешевые способы опреснения воды. Реальные возможности для этого освещены в докладе Ходжеса о проекте для Пуэрто-Пеньяско в Калифорнийском заливе в Мексике [6]. Проект предлагает сложную дизель-электрическую систему, в которой выхлопные газы (обычно выбрасываемые) и нагретая вода из радиаторов гусеничного дизель-генератора мощностью 60 кВт поступают в теплообменник. Морская вода, пропускаемая через теплообменник, нагревается до 160° F (71,1° C) и поступает в конденсационную башню (испаритель). Около 10% нагретой воды испаряется, конденсируется в змеевике, охлаждаемом морской водой из расположенной вблизи градирни, и скапливается в резервуаре для пресной воды.

Неиспарившаяся морская вода из испарителя, имеющая теперь температуру около 90° F (32,2° C), используется для регулирования теплового режима и влажности в размещенных рядом оранжереях. Двуокись углерода из выхлопных газов пропускается через теплицы, в которых выращиваются овощи и другие культуры, необходимые для местного потребителя.

Добыча пресной воды в Пуэрто-Пеньяско, по приводимым данным, составляет примерно 6000 галлонов (27 276 л) в день. Опреснители меньшего масштаба уже начинают входить в употребление в отдаленных районах многих развивающихся стран и применяются в отелях, на рабочих участках, для военных установок и в поселениях. Используя непроизводительное тепло от дизель-генераторов или других источников тепла, например от охлажденного отработанного пара или электроэлемента, можно обратить соленую или солоноватую воду в питьевую воду. В типовой установке дизельный механизм, развивающий эффективную мощность до 250 л. с., дает достаточное количество непроизводительного тепла, что позволяет в результате охлаждения водяной рубашкой получать почти 1000 галлонов (4546 л) пресной воды ежедневно. Установка состоит из элементов, которые могут либо собираться в дизель-генератор, либо в домашний водонагревательный котел. Эти элементы можно также использовать как транспортабельную, легко монтируемую сборную установку, применяемую для производства электроэнергии, питьевой воды, для снабжения жилья горячей водой.

Солнечная энергия. Небольшие опреснительные установки, предназначенные либо для других целей, либо работающие непосредственно на высококачественной энергии в виде топлива или электричества, дороги в эксплуатации и часто сложны в монтаже при отсутствии квалифицированных специалистов. Использование же гелиоопреснителей представляет собой достаточно дешевый способ.

В большей части районов с сухим жарким климатом большое количество солнечных дней позволяет эффективно использовать солнечную энергию. Суть вопроса состоит в том, как наиболее экономично аккумулировать солнечную энергию с целью превращения морской воды в питьевую, а также для подогрева ее в бытовых целях — для отопления и охлаждения.

Основные проблемы использования энергии солнца для нагревания воды, отопления или охлаждения воздуха в жилье уже решены и разработаны рекомендации по применению этой энергии в промышленности; остается решить вопрос о производстве и продаже соответствующего оборудования. За последние два десятилетия проведено много исследований по проблеме использования солнечной энергии. Перегонные установки построены в Испании и на Эгейских островах. В Австралии, в самой ее северной части, имеется крупная установка по использованию солнечной энергии на опаловых рудниках в г. Кубер-Педи. До недавнего времени этот городок, насчитывающий всего 250 постоянных жителей, не имел свежей питьевой воды, кроме той, которая доставлялась авто-

цистернами за тысячу километров. Чтобы решить эту проблему, Отделение водного хозяйства и водоснабжения создало несколько гелиоустановок; каждая из них представляет собой водонепроницаемый контейнер, дно которого выстлано черным полиэтиленом с целью максимального поглощения солнечной энергии. Предусмотрено небольшое пространство для сбора водяного пара, который конденсируется на относительно холодной поверхности. Такая установка предусматривает первоначально испаряющую поверхность площадью примерно 38 000 кв. футов (3530 м²) и среднюю производительность 3500 галлонов (15 911 л) пресной воды ежедневно в любое время года и как максимум 6000 галлонов (27276 л) ежедневно в жаркий период. Стоимость установки 67 тыс. долл. Установка в Кубер-Педи в настоящее время расширилась до 75 000 кв. футов (6968 м²). Стоимость такой питьевой воды в данном районе 4 долл. за 1000 галлонов (4546 л); цена высокая по сравнению со стоимостью воды в уже сложившихся центральных поселениях и недорогая по сравнению с расходами на доставку воды издалека.

Экономичность использования гелиоустановок для получения воды на сельскохозяйственные нужды будет зависеть от местных условий и от стоимости возможных источников воды; но там, где приходится доставлять воду регулярно с больших расстояний, гелиоустройство себя оправдывает.

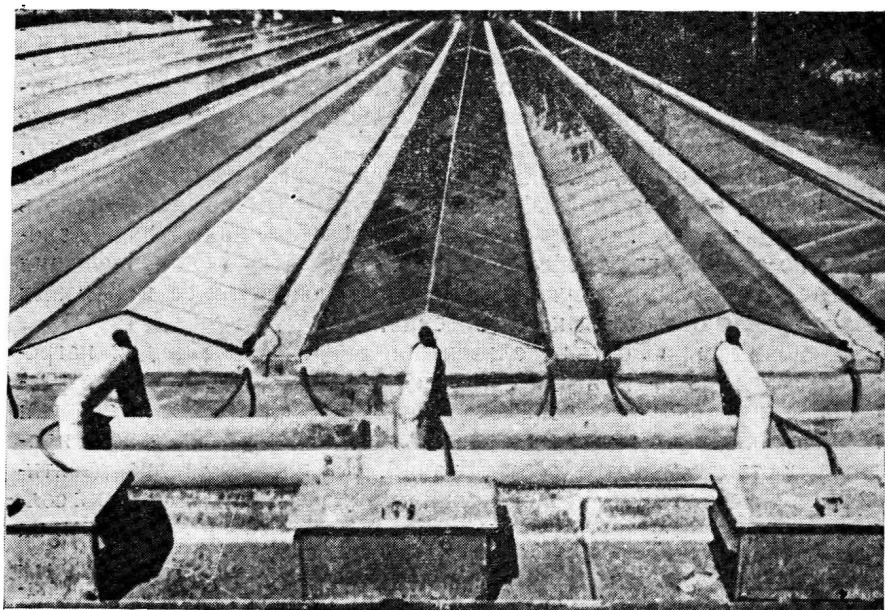


Рис. 3. Прототип системы солнечного опреснения при полевой станции Отделения машиностроения С. S. I. R. О. Гриффит, Новый Южный Уэльс