



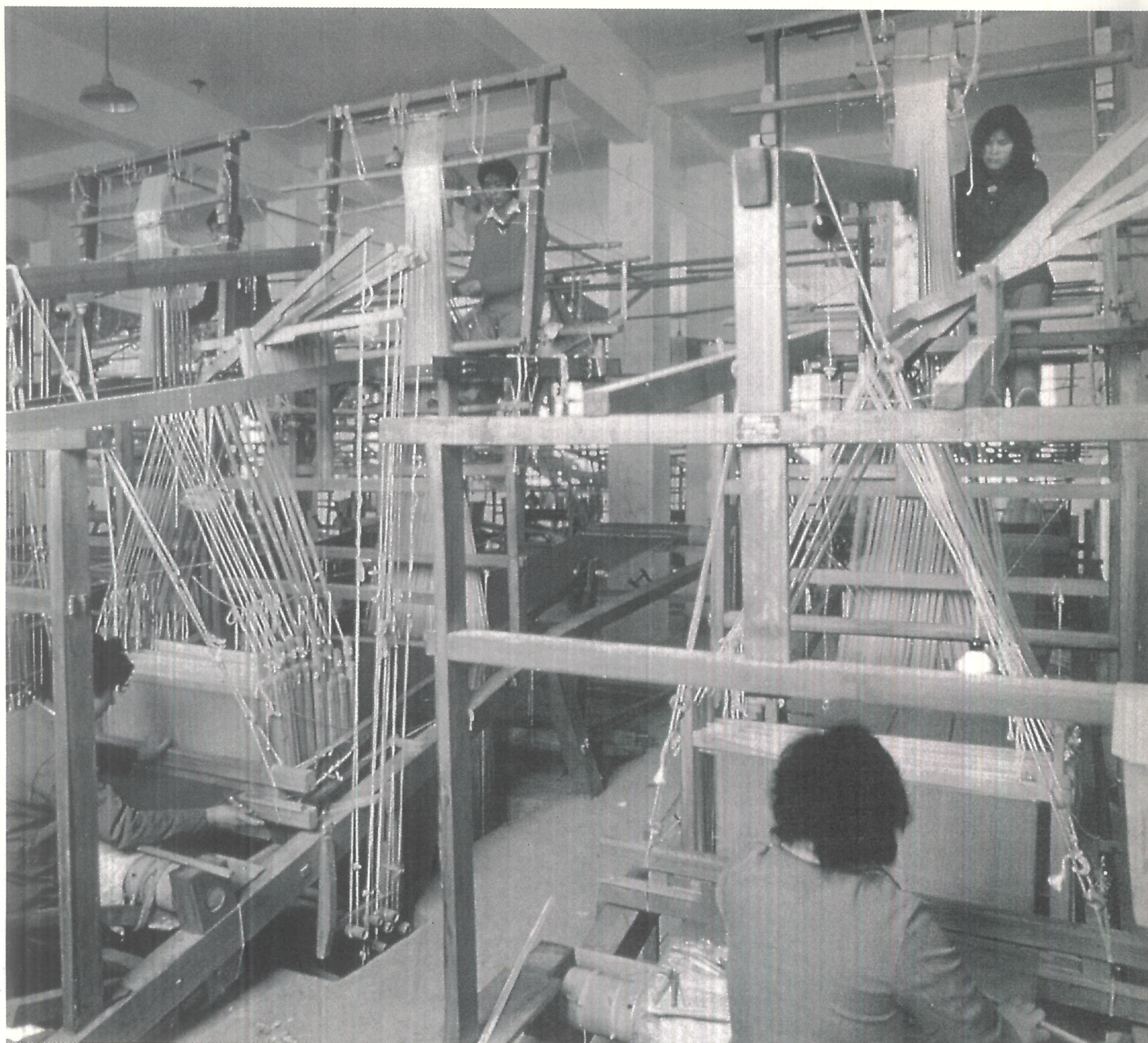
НОЯБРЬ 1988

Курьер

НАУЧНЫЙ ГЕНИЙ ДРЕВНЕГО КИТАЯ

ИСТОРИЯ
ОТКРЫТИЙ
И ИЗОБРЕТЕНИЙ





РОЖДЕНИЕ «ОБЛАЧНОЙ ПАРЧИ»

Эти ткачи работают на станках старинной конструкции, впервые появившихся еще во времена династии Мин (1368—1644). Такие станки (свидетельство высокого уровня технологии старых мастеров) использовались для изготовления тканей со сложным рисунком, особенно многоцветной натуральной парчи с цветочным и «облачным» орнаментом, известной под названием «юньцзинь» («облачная парча»).

Во время работы один ткач сидит внизу и нажимает на педали, а другой, наверху, создает рисунок. Автоматизировать этот процесс оказалось нелегко, поэтому при изготовлении такого вида ткани по-прежнему используются старые, испытанные временем методы.

Научный гений Древнего Китая Роберт Темпл	4
Предвестники современной науки Джозеф Нидем	7
ИСТОРИЯ ОТКРЫТИЙ И ИЗОБРЕТЕНИЙ	
Пятна на Солнце	9
Чугун	10
Карданов подвес	11
Производство стали	12
Цепной насос	13
Кибернетическая машина	14
«Волшебные зеркала»	16
Упряжь	17
Стремена	18
Арочный мост	19
Значение числа π	21
Десятичная система	21
Фарфор	22
Спички	23
Биологическое уничтожение насекомых	24
Нефть и природный газ	25
Механические часы	26
Бумажные деньги	28
Склонение магнитного поля Земли	29
Тачка	29
Лаки	30
Первый контурный судоходный канал	32
Иммунология	34

Тексты ©Robert K. G. Temple

1-я стр. обложки: изображение солнечных пятен на рисунке рукописи императора династии Мин Чжу Гаоцзи (Сюаньцзун) «Заметки об астрономических и метеорологических знамениях» (1425 г.). Считают, что рисунок был сделан самим императором (см. также с. 9).

4-я стр. обложки: китайские литейщики демонстрируют свое мастерство в присутствии императора. Фрагмент иллюстрации из книги XIX в. Национальная библиотека (Париж).

Многие давно уже ставшие привычными вещи — бумага и фарфор, механические часы и конская упряжь, даже технология горячей обработки металла, добыча нефти и газа — впервые появились в Древнем Китае. Прошли века, и происхождение этих и многих других изобретений оказалось преданным забвению. Однако в последние годы технический гений китайского народа стал получать все большее признание. Этому мы во многом обязаны Джозефу Нидему, ученому из Кембриджского университета, более полувека занимающемуся изучением истории китайской науки и техники. Результаты исследований, проведенных им и его коллегами в Кембридже, публикуются в монументальном 25-томном труде «Science and Civilisation in China» («Наука и цивилизация в Китае»). К настоящему времени уже вышло 15 томов.

С разрешения Дж. Нидема американский журналист — популяризатор науки Роберт Темпл написал книгу «China, Land of Discovery and Invention» («Китай: страна открытий и изобретений»), в которой постарался рассказать широкому читателю о результатах этого фундаментального исследования. Все материалы данного выпуска «Курьера ЮНЕСКО» с любезного согласия издательства взяты из его книги. Номер состоит из трех частей: небольшого вступления, в котором Р. Темпл описывает историю работы Дж. Нидема и объясняет ее значение; подготовленный самим ученым краткий анализ социально-экономических предпосылок развития науки и техники; двадцать три очерка о различных открытиях и изобретениях (тексты напечатаны преимущественно в сокращенном виде). Этот выпуск — не только дань гению древнекитайских ученых, но и повод для размышлений о том, какие удивительные открытия таит в себе история науки и техники других цивилизаций, еще ждущая своих исследователей.

Курьер



Осно, открытое в мир

41-й год издания

Публикуется ежемесячно на 35 языках:
русском английском французском
испанском немецком арабском
японском итальянском хинди тамили
иврите персидском голландском
португальском турецком урду
каталанском малайзийском корейском
суахили хорватско-сербском
македонском сербскохорватском
словенском китайском болгарском
греческом сингальском финском
шведском баскском тайском
вьетнамском пунту хауса

Научный гений Древнего Китая

Роберт Темпл

Едва ли не половина важнейших изобретений и открытий, на которых сегодня зиждется наша жизнь, пришла из Китая.

Не придумай древние китайские ученые мореходных и навигационных приборов и устройств, таких, как румпель, компас и многоярусные мачты, не было бы великих географических открытий. Колумб не поплыл бы в Америку, и европейцы не основали бы колониальных империй.

Без китайских стремян, помогающих держаться в седле, средневековые рыцари не смогли бы, сверкая доспехами, мчаться на помощь благородным дамам, попавшим в беду. Тогда не наступил бы век рыцарства. Не изобрели бы в Китае пушки и порох, не появились бы и пули, пробивавшие доспехи и покончившие с рыцарскими временами.

Без китайской бумаги и приспособлений для печати в Европе еще долго переписывали бы книги от руки. Не

было бы и широкого распространения грамотности.

Подвижной шрифт изобрел вовсе не Иоганн Гутенберг, не Уильяму Харви принадлежит открытие кровообращения (китайцы давно предполагали его существование), не Исаак Ньютон открыл первый закон механики. До всего этого впервые додумались в Китае.

Мифы рушатся, когда мы находим истинные истоки многих привычных для нас вещей. С волнением мы обнаруживаем, что цивилизации Востока и Запада *гораздо ближе друг к другу по духу и сути*, чем принято считать: их культуры уже представляют собой результат столь глубокого и мощного синтеза, который пронизал все сферы нашей жизни и стал ее неотъемлемой частью. Современный мир — *это сплав* восточных и западных культурных пластов.

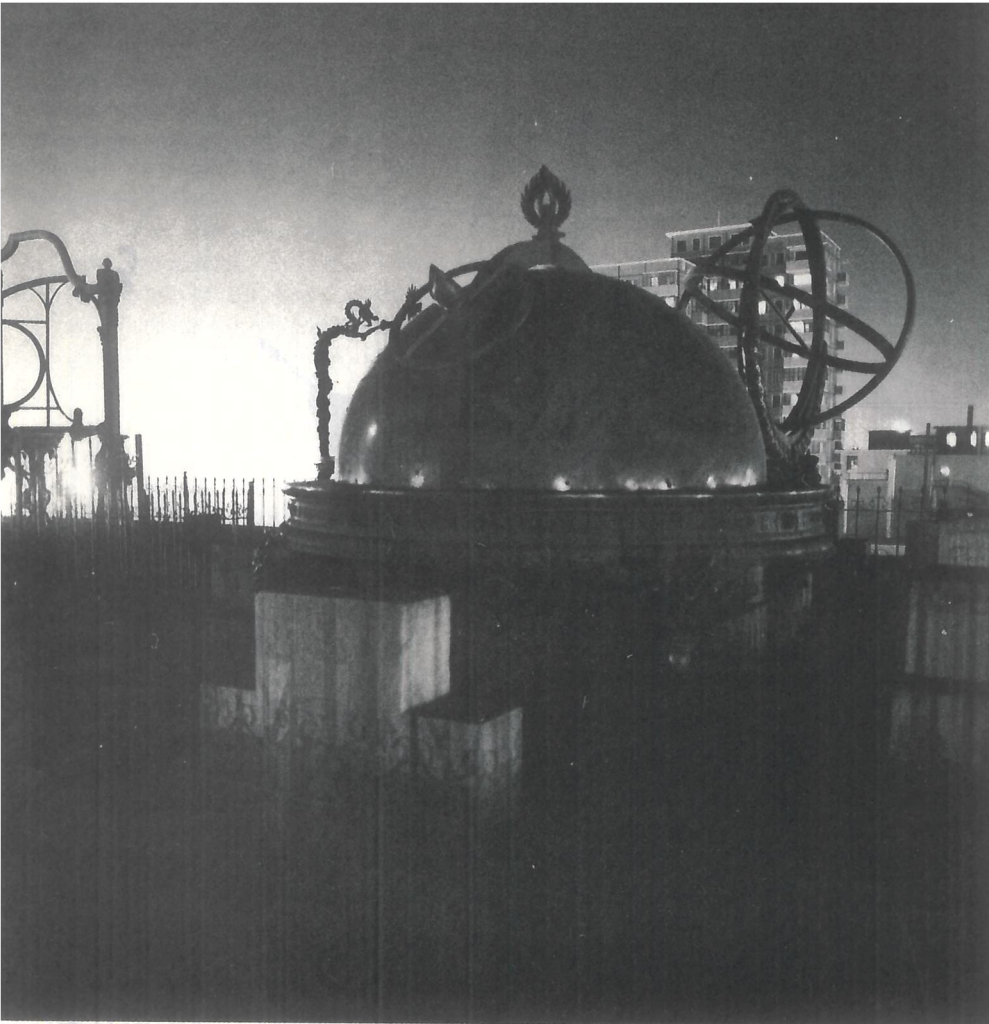
Эта истина открылась благодаря цепи случайных событий в жизни видного английского ученого Джозефа Ни-



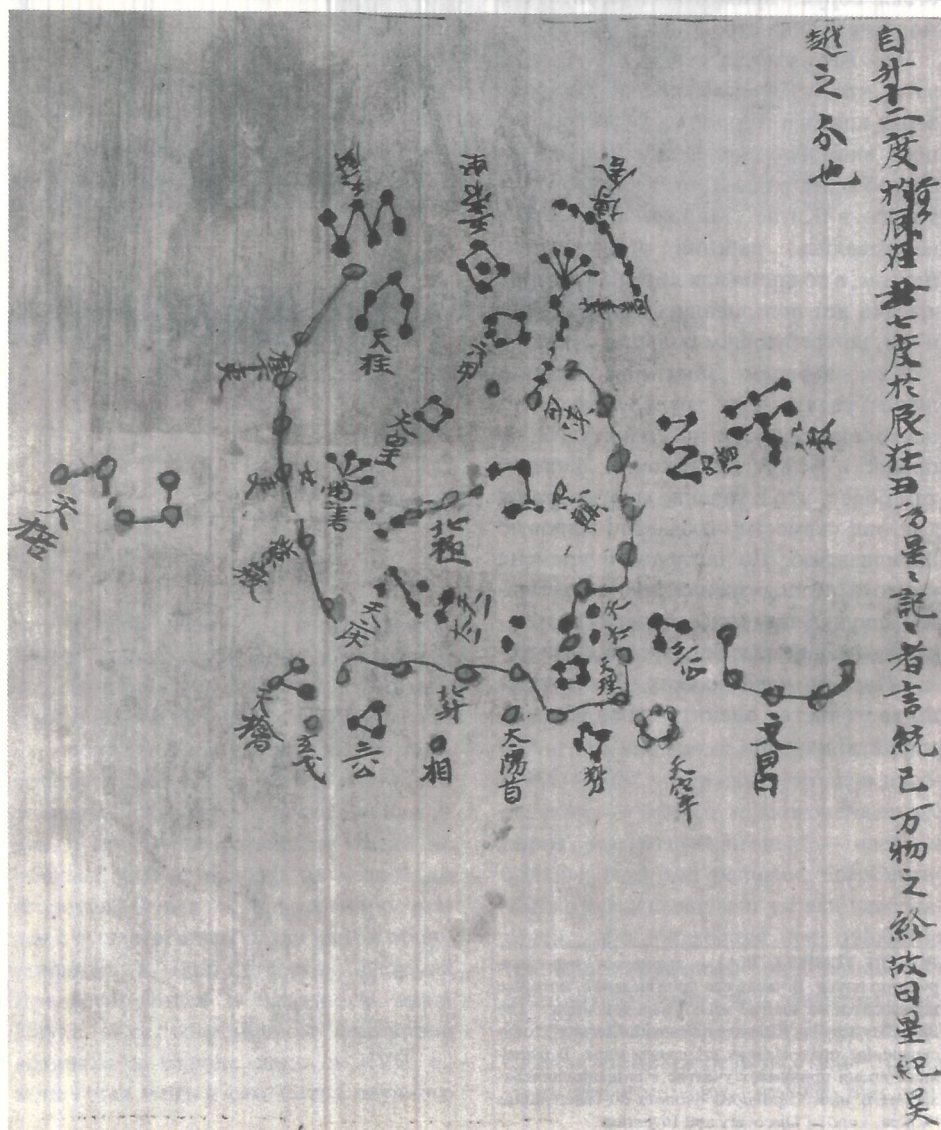
Справа: фрагмент китайской карты звездного неба (940 г.). Всего на карте показано расположение 1350 звезд. Для их изображения использованы три цвета — белый, черный и желтый, — что соответствует традициям трех древних астрономических школ.



Слева: разрыхление земли во времена династии Хань (207 г. до н. э. — 220 г. н. э.). Посадка сельскохозяйственных культур рядами и интенсивное рыхление стали применяться в Китае примерно в 6 в. до н. э.



На фоне неба — силуэты астрономических приборов Пекинской обсерватории, построенной в XV в. Первая обсерватория появилась в Пекине еще во времена династии Цинь (3 в. до н. э.).



дема, автора фундаментального исследования «Наука и цивилизация в Китае». В 1937 г., когда ученому исполнилось 37 лет, он был одним из самых молодых членов Королевского научного общества и довольно известным в Кембридже биохимиком. К тому времени он уже опубликовал много книг, среди которых была история эмбриологии. Случилось так, что у Нидема появились друзья среди китайских студентов, в том числе девушка по имени Лу Гвейдэнь из Нанкина, отец которой передал ей свои удивительно глубокие познания по истории китайской науки. Услышав рассказы о том, что китайцы являются первооткрывателями многих важных вещей, Нидем поначалу не поверил. Но чем глубже он интересовался этой проблемой, тем больше находил тому подтверждений в книгах, которые наспех переводили ему китайские друзья.

По собственному признанию, Нидем заболел этой идеей. Не зная ни слова по-китайски, он принялся изучать этот язык. В 1942 г. его направили в качестве советника по науке в посольство Великобритании в Чунцине. Он получил возможность узнать страну, изучить ее язык, встречаться с учеными и собрать огромное количество бесценных древних китайских научных трудов. После войны он стал заместителем Генерального директора ЮНЕСКО по сектору естественных наук.

В июле 1946 г., выступая с лекцией перед Китайским обществом в Лондоне, Нидем заявил: «Нам просто необходимо хорошее исследование истории науки и техники Китая, вскрывающее социальные и экономические аспекты их развития. Эта книга отнюдь не должна быть сугубо научной, ее цель — широко отразить общую историю развития мысли и идей».

Вернувшись в Кембридж, Нидем приступил к работе и по сей день продолжает осуществлять задуманное. И хотя книга все-таки получается научной, читается она легко. Разумеется, стоит она очень дорого, и даже не все библиотеки



Китайские письма, древнейшие из дошедших до нас, — им более трех тысяч лет. Это предсказания, вырезанные на «волшебных костях» (черепаховых панцирях или лопатках животных). На некоторые ритуальные предметы, обнаруженные близ Аньяна, нанесены названия звезд, а также даты солнечных и лунных затмений. Слева: две «волшебные кости» из Аньяна с надписями астрономического содержания.

могут приобрести ее. Но Нидем никогда не оставлял намерения написать популярный вариант исследования и всегда хотел сделать результаты своего труда доступными широкому кругу читателей. Поэтому, когда в 1984 г. я обратился к нему с предложением популяризировать его полувековой труд, он откликнулся на это с готовностью. Это объяснялось тем, что ученый давно задумал такую книгу, но уже не надеялся самостоятельно воплотить свой замысел.

В 1946 г. в лекции, оказавшейся пророческой, Нидем говорил: «Я думаю, что все живущие на Западе, все люди, принадлежащие к европейской и американской цивилизациям, склонны к подсознательному чувству известного самодовольства, считая, что именно европейская культура и ее продолжение на Американском континенте создали современную науку и технику. В то же время, мне кажется, мои азиатские друзья испытывают некую неловкость из-за того, что их цивилизация оказалась здесь как бы ни при чем».

Мы должны совместными усилиями избавиться от этого предубеждения. Приведу только один впечатляющий пример из истории земледелия: в Европе революция в сельском хозяйстве, заложившая фундамент промышленной революции, произошла лишь благодаря заимствованию китайских технических изобретений и методов обработки земли. Посев злаков рядами, интенсивная прополка, железный плуг, отвал плуга для переворачивания вспаханной почвы и усовершенствованная упряжь — все это пришло к нам из Китая. До появления постромок и хомута

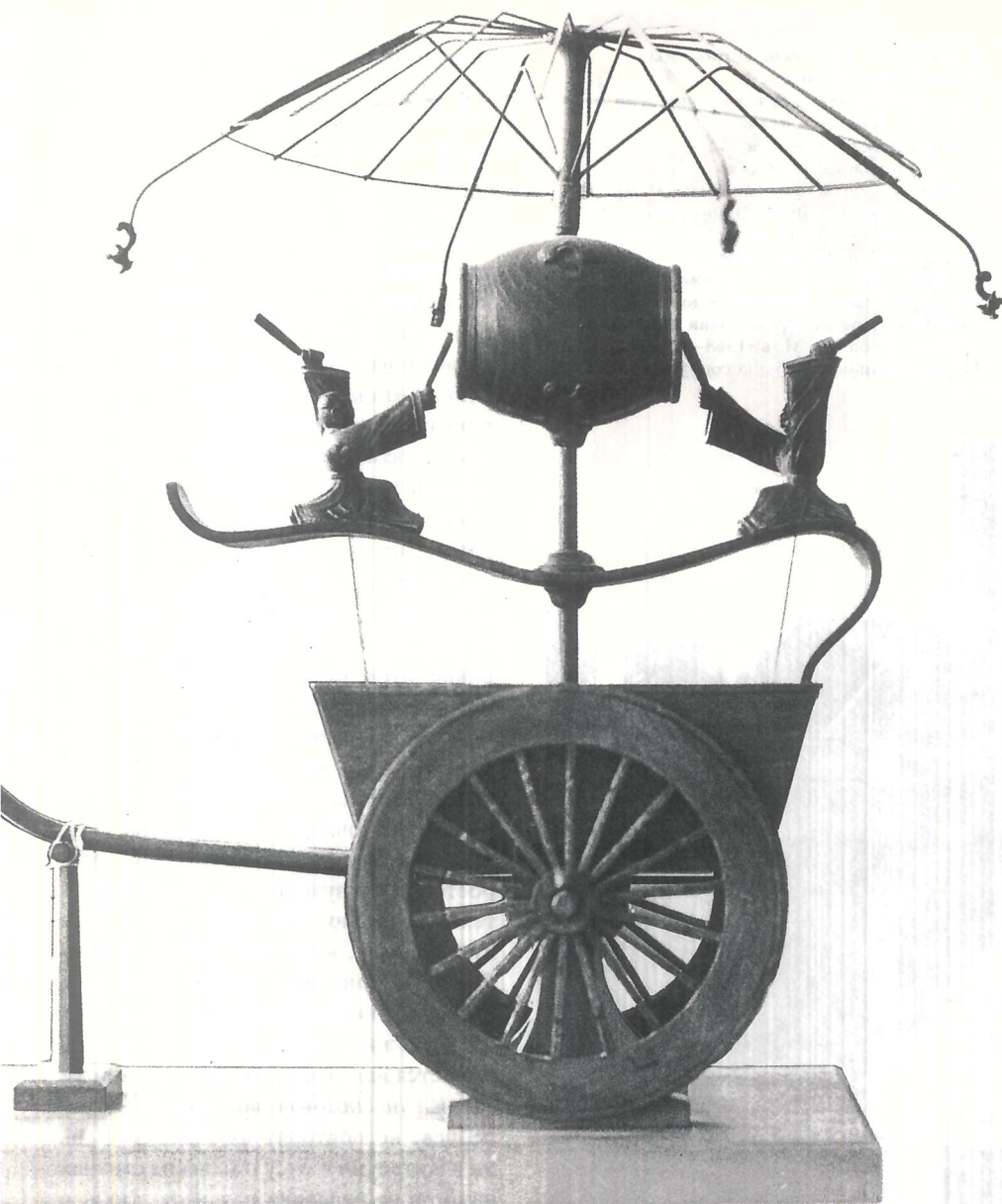
на Западе пользовались примитивными ошейниками, которые душили лошадей чуть ли не насмерть. И хотя в Древней Италии зерна было много, его не могли доставлять в Рим по суше из-за отсутствия сбруи, приходилось возить его морем из таких стран, как Египет.

Что же касается сева, то надо сказать, что в Европе больше половины зерна каждый год попросту пропадало, пока внимание европейцев не привлек способ сеять рядами, идея которого родилась в Китае. Миллионы крестьян надрывались, работая примитивным плугом, в то время как китайцы уже две тысячи лет пользовались приспособлением, не требующим больших усилий.

Всем народам Земли необходимо лучше узнать друг друга, преодолеть психологическую и интеллектуальную пропасть между Востоком и Западом тем более, что в течение многих столетий они совместно создавали мировую цивилизацию. До последнего времени никто и не подозревал, что современная техника является результатом творческих усилий как Запада, так и Востока. Настала пора во всех частях света по достоинству оценить вклад Китая в мировую науку. ■

РОБЕРТ ТЕМПЛ (США) — журналист — популяризатор науки. В числе его произведений, которые переводятся на многие языки народов мира: "The Sirius Mystery" и "Conversations with Eternity", описывающие предсказания в древнем мире. В настоящее время принимает участие в создании телевизионного многосерийного фильма по своей книге "China, Land of Discovery and Invention".

Предвестники



Слева: модель устройства для измерения расстояния (копия, сделанная с оригинала времен династии Тан, VII в.). При движении колесницы один из двух барабанщиков бил в барабан через каждый *ли* (древнекитайская мера длины, соответствующая 500 м).

современной науки

Джозеф Нидем

Необычайная изобретательность, стремление к познанию природы, отличавшие китайских ученых в древности и в средние века, побуждают нас задать два вопроса: почему в свое время Китай настолько опередил в развитии другие цивилизации и почему современный Китай не обогнал другие народы на несколько столетий? Ответ на первый вопрос связан с существенным различием в общественных и экономических системах Древнего Китая и западного мира. Наука в ее современном понимании возникла в Европе лишь в XVII в., когда был найден сам метод научного

поиска. Но открытия и изобретения того времени, да и более поздние, во многом опирались на достижения Древнего Китая.

Английский философ Фрэнсис Бэкон (1561—1626) утверждал, что три изобретения — бумага и книгопечатание, порох, магнитный компас — сделали больше, чем все религии, астрологические предсказания и успехи завоевателей, ибо благодаря им общество трансформировалось и полностью отошло от античности и средневековья. Истоки этих изобретений были, по его словам, «темны и безызвестны». Бэкон умер, так и не узнав, что все они при-

надлежали китайцам. Мы постарались, чтобы восторжествовала справедливость.

На Западе всегда стремятся приуменьшить влияние китайской цивилизации на античную и средневековую Европу. Но случайные свидетельства часто оказываются наиболее убедительными. Например, считается, что первые доменные печи для выплавки чугуна появились в Скандинавии в конце VIII в. Однако в Китае обнаружены сходные по форме печи, относящиеся к VII в. Или: еще в XVII в. стрелки всех магнитных компасов, которыми пользовались топографы и астрономы, указывали не на север, а на юг, как в китайских компасах. Мы еще не можем точно проследить сеть капилляров, по которым знания Востока проникали на Запад. Тем не менее мы всегда исходим из предположения, что чем больше времени прошло между каким-либо открытием или изобретением в одной части света и появлением его в другой, тем меньше вероятность, что повторное нововведение явилось результатом независимого творческого процесса.

А если это так, то напрашивается вопрос: как произошло, что Китай, добившийся таких успехов во времена античности и средневековья, не принял участия в европейской научной революции, ознаменовавшей появление *современной науки*?

Дело в том, что в Европе XVII в. происходил целый ряд процессов. Научная революция сопровождалась Реформацией и становлением капитализма, набирало силу буржуазное предпринимательство. Особенностью

В древности китайские астрономы считали эту башню, предназначенную для измерения тени в период зимнего и летнего солнцестояния, центром мира. Гномон (столбик-указатель солнечных часов высотой около 13 м) вертикально помещался в нише по центру башни, а тень от него измерялась по 40-метровой горизонтальной каменной линейке (на переднем плане). Дошедшая до наших дней башня реконструирована во времена династии Мин (1368—1644). Первоначально она была сооружена в 1276 г.



современной науки, которая тогда только зарождалась, было использование в естествознании математики и неустанный экспериментирование. Античная и средневековая наука носила ярко выраженный этнический характер, теперь же с природой впервые заговорили на универсальном, международном языке — точном языке чисел. При соответствующей подготовке им мог воспользоваться любой человек независимо от цвета кожи, происхождения и вероисповедания. Так же обстояло дело и с проведением опытов. Математика стала универсальным стандартом, единицей ценностей.

Взгляд человека на первопричину этих явлений зависит от него самого: теолог, пожалуй, поставит на первое

место свободолюбивый дух Реформации, ученый старой школы скажет, что преобразования в науке стимулировали развитие других процессов, марксист увидит в основе всего экономические и социальные причины.

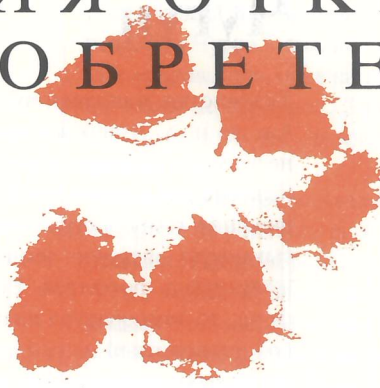
Большое значение имеет коренное отличие европейского феодального общества от китайского. В Европе был развит военно-аристократический феодализм: рыцари, управлявшие крестьянами, в свою очередь находились в подчинении баронов, а над ними всеми царствовал король. Во время войны он нуждался в помощи своих подданных. Вассалы должны были прибыть ко двору с устоявшимся числом воинов. Совершенно иным было феодальное общество Китая, которое с полным ос-

нованием называют бюрократическим. Со времен Цинь Шихуана, первого императора Циньской династии (3 в. до н. э.), старые феодальные кланы преследовались и постепенно уничтожались, а управление осуществлялось с помощью аппарата государственных служащих, по своему масштабу и сложности немыслимого для небольших королевств Европы. Современные исследования свидетельствуют, что на ранних этапах своего становления бюрократическая система Китая во многом способствовала развитию науки и лишь на более поздней ступени она стала активно препятствовать ее прогрессу, не дав совершить того скачка, который сделала Европа. А ведь ни одна страна мира в начале VIII в. не только не смогла бы произвести измерение дуги меридиана, тянущегося с юга на север четыре тысячи километров, или снарядить экспедицию для наблюдения за звездами южного полушария в пределах 20° южной широты, но вряд ли сочла бы это нужным.

Возможно, что-то подобное откроется при изучении истории науки и техники таких великих письменных культур, как, например, Индии и Шри-Ланки. Европа восприняла их наследие и создала универсальную науку, способную служить всем людям планеты. Остается надеяться, что другие цивилизации, унаследовав достижения европейцев, не повторят их ошибок. Ведь ни в Китае, ни в мусульманских странах никогда не отделяли науки от этики, в то время как научная революция в Европе, окончательно сокрушив школу Аристотеля, отбросила и этику; мир стал иным, более опасным. С одной стороны, наука помогала уточнить и разграничить сферы человеческих знаний, с другой — возникла угроза использования великих открытий во вред человечеству. Точным наукам нужен союз с философией, историей, религией, эстетикой; без них они могут стать великим злом. Сегодня нам остается лишь надеяться, что смертельная мощь атомного оружия, вложенного в руки человека современной наукой, останется под контролем здравомыслящих ответственных людей, которые не позволят маньякам выпустить на волю силы, способные уничтожить не только человечество, но и жизнь на Земле. ■

ДЖОЗЕФ НИДЕМ (Великобритания) — исследователь истории китайской науки и техники; директор Научно-исследовательского института в Кембридже, названного его именем. Более 40 лет работает над фундаментальным многотомным изданием "Science and Civilisation in China".

ИСТОРИЯ ОТКРЫТИЙ И ИЗОБРЕТЕНИЙ



Пятна на Солнце

До XVII в. европейские астрономы объясняли появление пятен на Солнце прохождением Меркурия и Венеры. Теория «совершенства небес» категорически исключала предположение, что на солнечном лике могут быть какие-либо изъяны.

В древнем Китае такой узостью мышления не страдали. Поскольку достаточно крупные пятна можно наблюдать и невооруженным глазом. Самым ранним упоминанием о таких наблюдениях считаются записи Гань Дэ, одного из трех первых известных астрономов Древнего Китая, жившего в 4 в. до н. э. Его современники Ши Шэнь и У Сянь составили первый большой звездный каталог. Этот труд с полным основанием можно сравнить с работой древнегреческого астронома Гиппарха, но появился он на два века раньше.

Следующее упоминание о наблюдении за солнечными пятнами относится к 165 г. до н. э. В написанной гораздо позднее энциклопедии «Нефритовый океан» говорится, что именно в том году на Солнце появился иероглиф «ван». Другими словами, это пятно было не круглым, а крестообразным: верхняя и нижняя части его пересекались горизонтальными линиями. По мнению астронома Скоува, это первое солнечное пятно, дата появления которого точно зарегистрирована. Начиная с 10 мая 28 г. до н. э. каждое новое пятно заносится в многотомные официальные летописи императорского Китая. Однако систематические наблюдения за этим явлением начались по крайней мере еще в 4 в. до н. э., но утрата большого числа рукописей, относящихся к тому периоду, лишает нас конкретной информации.

Принято считать, что первым европейским астрономом, наблюдавшим пятна на Солнце, был Галилео Галилей, ему же приписывается изобретение, или по крайней мере первое применение, телескопа. Однако ни то, ни другое не верно. Галилей не изобретал телескопа, а лишь активно и смело отстаивал его пользу для изучения Вселенной. Что же касается солнечных пятен, то самое первое упоминание о них в европейской литературе встречается в работе Эйнгарда «Жизнь Карла Великого» (ок. 807 г.).

Позднее их наблюдали арабские ученые Абу-ль-Фадль Джафар ибн аль-Муктафи в 840 г. и Ибн-Рушд в 1196 г., а также итальянские астрономы в 1457 г.

Нидем насчитал 112 случаев наблюдения солнечных пятен, зарегистрированных в официальных китайских летописях с 28 г. до н. э. по 1638 г. В других китайских источниках также содержатся сотни записей о наблюдении солнечных пятен. Относятся они к самым разным векам и фактически представляют самую раннюю и самую продолжительную в мире серию астрономических наблюдений. ■

Редакция «Курьера ЮНЕСКО» выражает благодарность организаторам китайской научно-технической выставки «Небесный и земной Китай. Пять тысяч лет изобретений и открытий» за их помощь в подготовке этого номера. Выставка открыта в Королевских музеях искусства и истории в Брюсселе с 16 сентября 1988 г. до 16 января 1989 г.

Чугун

Технология выплавки чугуна была известна в Китае по крайней мере с 4 в. до н. э. В чем же причины его технического первенства? Их было несколько. Страна располагала высококачественными огнеупорными глинами для кладки печей. Китайцам были также известны способы понижения температуры плавления железа: они добавляли в него так называемую «черную землю», в которую входило большое количество железистых фосфатов. Если в шихту внести таким образом до 6% фосфора, то температура плавления снижается с обычных 1130° до 950°. Такой технологией пользовались вплоть до VI в., когда стали применяться усовершенствованные доменные печи.

Каменный уголь, позволяющий обеспечивать высокую температуру, стали использовать в качестве топлива с IV в., а возможно, и раньше. Один из методов выплавки чугуна состоял в следующем: железная руда укладывалась штабелями в вытянутые в форме трубы плавильные тигли, которые обкладывались каменным углем. Затем уголь поджигали. Такая технология наряду с прочим исключала присутствие серы.

Широкое распространение чугуна в Древнем Китае повлияло на многие сферы жизни. Из него делались лемехи для плугов, мотыги и другие сельскохозяйственные орудия. Появились железные ножи, топоры, стамески, пилы, шила. В чугунах готовили еду, даже игрушки стали делать из чугуна. В гробницах периода династии Хань (2 в. до н. э. — II в. н. э.) были обнаружены чугунные фигурки различных животных. Были также найдены чугунные формы (4 в. до н. э.) для отливки различных предметов, например мотыг и топоров, из железа и бронзы.

Мастерство в выплавке чугуна позволяло китайцам изготавливать горшки и лотки с очень тонкими стенками, чего не удавалось добиться с помощью других технологий. Это было особенно важно для массового производства соли методом выпаривания, для которого подходили только такие лотки. Для получения рассола, из которого добывали соль, стали бурить глубокие скважины и наткнулись на природный газ. Энергия сжигаемого газа в свою очередь шла на выпаривание больших количеств рассола. Добыча соли вместе с производством железа была монополизирована династией Хань в 119 г. до н. э. Так выплавка чугуна стимулировала развитие соляной и газовой промышленности.

Достижение древней китайской металлургии — 13-метровая чугунная пагода Юцюань в Даньяне (провинция Хубэй). Это старейшее из дошедших до наших дней сооружений такого рода возведено в 1061 г.



В 3 в. до н. э. китайцы открыли способ выплавки ковкого чугуна путем отжига (подвергая его воздействию высокой температуры около недели). Чугун становился менее хрупким и не раскалывался от резких ударов. Это означало, например, что сильные удары лемеха о камни стали не страшны. Такой чугун по эластичности напоминал ковкую сталь, но в то же время обладал гораздо большей прочностью и твердостью.

Некоторые древнекитайские изделия из чугуна настолько удивительны, что в их реальность невозможно поверить даже увидев собственными глазами. Например, чугунная пагода (см. фото на с. 10).

Но, пожалуй, самым величественным сооружением из чугуна является восьмиугольная колонна, так называемая «Небесная ось, знаменующая добродетель Великой династии Чжоу с ее сонмом земель». Она была построена по приказу императрицы У Цзэтянь в 695 г. на чугунном фундаменте, окружность которого равна 51 м, а высота — 6 м. Сама колонна имела 3,6 м в диаметре и 32 м в высоту. На ее вершине был расположен «облачный свод» (высота — 3 м, окружность — 9 м), который в свою очередь венчали четыре бронзовых дракона (каждый высотой 3,6 м), поддерживающих позолоченную жемчужину. На сооружение этой конструкции пошло 1325 т металла. Самое крупное цельнолитое сооружение из чугуна (пагоды явно не были цельнолитыми) было воздвигнуто по приказу императора Шицзуна (поздняя династия Чжоу) в честь его похода на татар в 954 г. Это необычное шестиметровое изваяние, известное под названием «Великий лев Цзанчжоу» (провинция Хэбэй), сохранилось и поныне. Толщина его стенок составляет от 4 до 20 см. ■



Латунная тибетская лампа в форме шара. Она подвешивалась на четырех отдельных, сцепленных друг с другом кольцах, благодаря чему всегда сохраняла вертикальное положение.

Карданов подвес

«Карданов подвес», или универсальный шарнир, получил свое название по имени Джероламо Кардано (1501—1576), который, однако, не только не изобрел его, но даже и не претендовал на авторство: он просто описал это устройство в своей получившей широкую известность книге «De subtilitate rerum» («Хитроумное устройство вещей», 1550 г.). Универсальный шарнир появился в Европе в IX в., а в Китае был изобретен еще во 2 в. до н. э.

Этот механизм лежит в основе конструкции современных гироскопов, применяющихся в авиации и столь необходимых в самолетовождении, в частности при полете в режиме «автопилот». Те, кто когда-то видел крытые цыганские повозки XIX в., замечали на их стенках устройства, удерживающие лампы в вертикальном положении даже при самой сильной дорожной тряске. Соединенные между собой, эти медные кольца могли вращаться в любом направлении, однако закрепленная в центре лампа никогда не переворачивалась. В этом и заключается основная идея карданова подвеса: несколько колец, расположенных одно внутри другого, соединяются в двух противоположных точках, что дает им возможность вращаться относительно друг друга. Если в центре колец поместить груз, например лампу, то он будет сохранять вертикальное положение. Какие бы движения ни совершали кольца, лампа останется неподвижной, поскольку кольца гасят колебания. К XVIII в. китайские мореплаватели уже использовали компасы, закрепленные на «кардановом подвесе». На показания таких приборов не влияла морская качка.

Первое письменное упоминание об этом приспособлении встречается в *Оде к красавицам*, которую датируют приблизительно 140 г. до н. э. Более чем три столетия спустя, около 189 г., механик Дин Хуань изобрел этот механизм вторично.

Карданов подвес появился в Европе через 1100 лет после его изобретения. А еще через 800 лет известный ученый Роберт Гук и другие изобретатели стали использовать этот принцип не для стабилизации центрального элемента, а для приложения внешних сил. Этому западному изобретению дали название универсального шарнира. Именно оно легло в основу механизма силовой передачи современных автомобилей. ■

Производство стали

Китайцы первыми научились не только выплавлять чугун, но и получать из него сталь. Эта технология, которая была подробно разработана по крайней мере уже ко 2 в. до н. э., легла в основу бессемеровского процесса, открытого на Западе в 1856 г. Однако в 1852 г. Уильям Келли, житель маленького городка неподалеку от Эддивилла (штат Кентукки), опередил Генри Бессемера. В 1845 г. Келли пригласил в Кентукки четырех китайских специалистов по выплавке стали и перенял у них технологию производства, применявшуюся в Китае на протяжении более двух тысячелетий, внося несколько собственных усовершенствований.

Расплавленный и застывший в слитках металл имеет определенное количество углерода. В зависимости от его содержания металл подразделяется на чугун и сталь. Хрупкость чугуна объясняется значительным содержанием углерода (до 4,5%). Его частичное или полное удаление из металла называется процессом обезуглероживания. Вывод большей части углерода дает сталь, вывод практически всего углерода — ковкую сталь. Последнюю китайцы широко использовали главным образом при строительстве крупных мостов и акведуков.

Висячие мосты были изобретены в Китае, причем звенья их цепей часто делались из ковкой стали вместо плетеного бамбука. Чугун называли «сырым железом», сталь — «великим железом», а ковкую сталь — «созревшим железом». Китайцы хорошо понимали, что при «созревании» железо теряет какой-то важный компонент, и описывали этот процесс как «потерю животворных соков». Однако, не зная химии, они не могли определить, что это углерод.

Китайцы не являются родоначальниками производства стали, однако именно они изобрели два способа ее получения, первым из которых был процесс обезуглероживания путем вдвухания в чугун кислорода (окисление), о чем свидетельствует произведение китайской классики «Хуайнаньцзы» (около 120 г. до н. э.).

Этот способ называли также методом стократной очистки, поскольку его повторяли многократно и сталь раз от раза становилась все прочнее. Высоко ценились мечи из такой стали. Клинок, как правило, делали из мягкой ковкой стали, а наварное лезвие — из твердой. Содержание углерода регулировалось количеством кислорода, вдвухаемого в расплавленное железо.

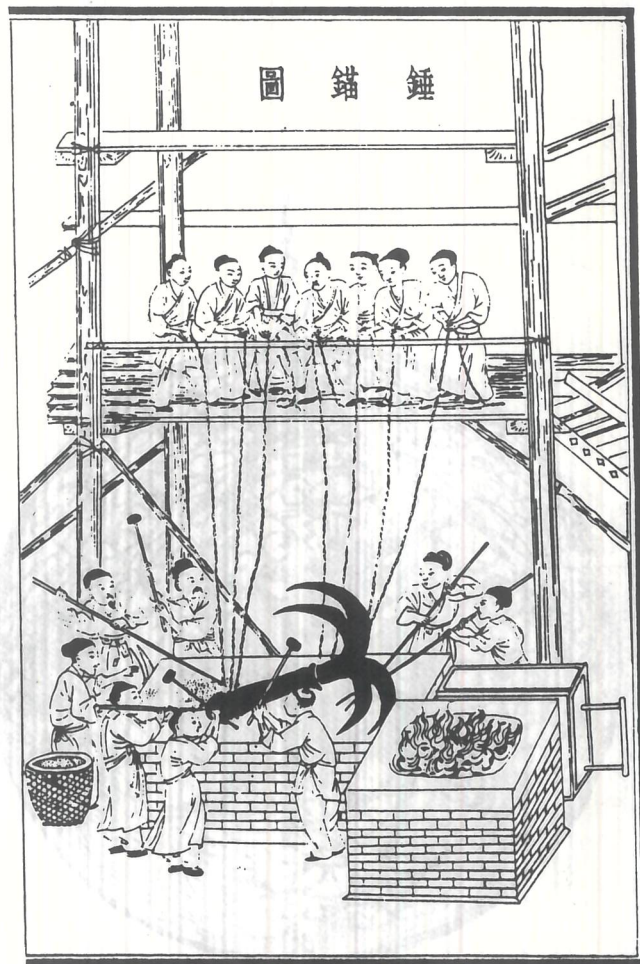
Итак, большое содержание углерода придает стали твердость, но одновременно и хрупкость. Она может содержать от 0,1 до 1,8% углерода. Китайцы могли определять качество стали лишь опытным путем, в зависимости от того, сколько раз она «очищалась». Если требовалась очень мягкая сталь, они вдвухали больше кислорода. В Древнем Китае практиковался широко известный метод закаливания стали — отжиг, то есть мгновенное охлаждение раскаленного докрасна или добела металла в жидкой среде. Это дает возможность сохранять внутреннюю металлическую микроструктуру, которая нарушается при медленном остывании в естественных условиях. Однако медленное остывание стали (отпуск) обладает другими преимуществами. Искусные китайские мастера знали бесконечное множество способов придавать металлу требуемые качества.

Приблизительно в V в. в Китае был разработан процесс «сплавления» металлов, при котором чугун и ковкая сталь плавилась для получения «нечто среднего», то есть новой стали. В сущности, тот же процесс разработали Мартен и Сименс в 1863 г. Китайцы применяли его уже в течение 1400 лет.

Этот метод широко практиковался еще в VI в., о чем свидетельствует относящееся к тому периоду его описание: «Цю Хуайвэнь делал также сабли и из «многосуточного железа». Метод заключался в совместной плавке самого чистого чугуна и положенных на него слитков стали в течение нескольких дней и ночей, после чего они превращались в сталь».

В 1637 г. Сун Инсин подробно описал эту технологию:

«Метод получения стали состоит в следующем. Ковкая сталь расплющивается в пластины или бруски шириной в палец и длиной около 4 см. Их заворачивают в листы ковкой стали. Сверху плотно укладываются чугунные чушки. Затем всю печь замазывают землей (или глиной) и начи-



Кузнецы, выковывающие якорь весом в несколько тонн (китайская гравюра XVII в.).

нают раздувать меха. При достаточной температуре чугун меняется [то есть плавится], а затем, капая и стекая, проникает в ковкую сталь. Когда оба металла образуют единое целое, сплав вынимают и отковывают. Затем его опять плавят и отковывают. Все это повторяется много раз».

В наше время на металлургическом заводе в Корби (Великобритания) с успехом были проведены эксперименты по воспроизведению древнекитайских методов выплавки стали. В результате получили однородную сталь, которая характеризовалась равномерным распределением углерода из чугуна и идеальным смешением чугуна и ковкой стали. Температура нагрева составляла 975° , а изъятый металл отковывался ручной кувалдой. Затем его нагревали в течение 8 часов при температуре 900° . Результаты превосходили все ожидания. ■

Цепной насос

Цепной насос с квадратными лопатками — одно из полезнейших изобретений древних китайцев, причем оно настолько широко распространилось по всему миру, что о его происхождении мало кто помнит. Насос представляет собой замкнутую цепь с укрепленными на ней квадратными лопатками для подъема воды, земли или песка.

С его помощью можно поднимать огромное количество воды. Оптимальный угол наклона цепи около 24° . В зависимости от того, насколько хорошо укреплены лопатки (это важно, чтобы не проливалась вода), и от устойчивости всей конструкции высота подъема может достигать 5 м.

В средние века насос был несколько модифицирован и использовался не только для воды, но и для земли и песка, став таким образом первым в мире транспортером.

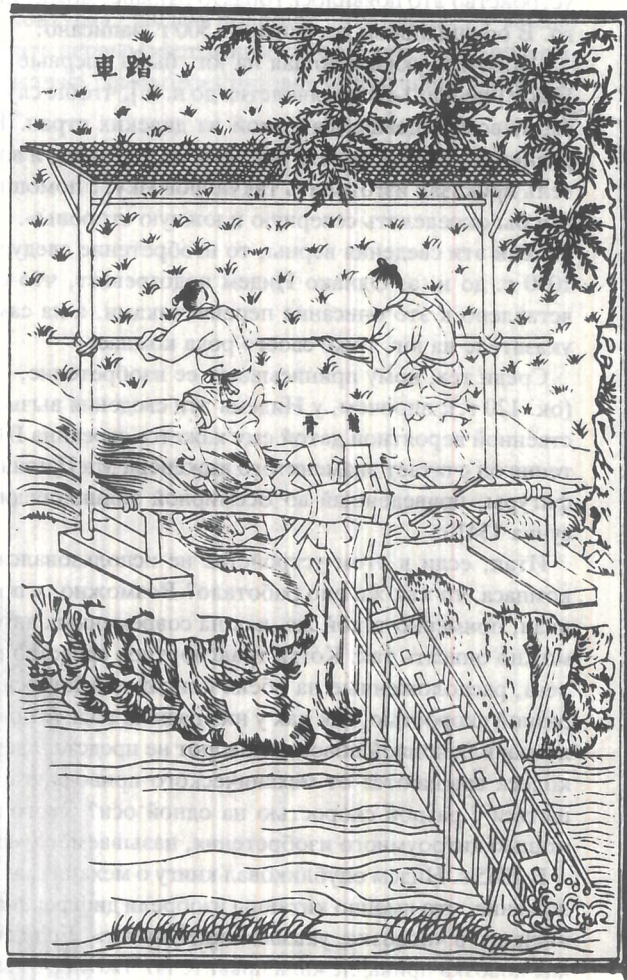
Нам неизвестно, кто и когда именно изобрел его. Принято считать, что он появился в I в. до н. э., хотя, возможно, это произошло на несколько веков раньше. Философ Ван Чун упоминает о нем около 80 г. в своей книге «Критические рассуждения». Век спустя в конструкцию насоса были внесены существенные изменения. Об этом стало известно из исторической хроники, рассказывающей о нехватке воды в столице империи — Лояне. Известно, что знаменитый министр, евнух Чжан Жэн (ум. в 189 г.), заказывал инженеру Би Ланю различные приспособления для нужд столицы:

«Затем он попросил Би Ланя... сделать цепные насосы с квадратными лопатками и всасывающие насосы, которые установили к западу от моста за Воротами мира, для полива улиц города, идущих с севера на юг. Это позволяло жителям экономить свои деньги [раньше им самим приходилось добывать воду и для улиц, и для себя]...»

Цепные насосы приобрели типовой вид в 828 г. Хроника того времени гласит:

«Во второй год периода правления Тайхэ, во второй месяц... дворцовые мастера создали новый цепной насос, и император приказал людям Цин Чжао Фу изготовить большое число таких машин для орошения и установить их вдоль канала Чжэн Бай».

Насосы использовались при строительстве, для осушения и орошения земель, подачи питьевой воды. Они были настолько удобны, что сановники и послы из соседних стран постепенно ввели их и у себя на родине. ■



Подъем воды для орошения полей в Китае XVII в. с помощью цепного насоса, приводимого в действие педальным механизмом.

Кибернетическая машина

Не позднее III в. в Китае появился навигационный «кибернетический прибор», в котором использовался принцип обратной связи. Назывался он «повозка, указывающая на юг». Это устройство не имело ничего общего с магнитным компасом и представляло собой именно повозку (3,3 м в высоту, столько же в длину и 2,75 м в ширину), увенчанную нефритовой фигурой «мудреца». Его простертая рука всегда указывала на юг, куда бы ни поворачивала повозка. Даже если она ездил по кругу, фигура вращалась и рука все равно была протянута по направлению к югу. Как удалось добиться такого результата в III в.? А ведь не исключено, что устройство это появилось гораздо раньше, может быть за 1200 лет до этого. В официальной летописи от 500 г. записано:

«Повозка, указывающая на юг, была впервые построена правителем Чжоу [начало 1-го тысячелетия до н. э.], чтобы служить проводником посылам, возвращавшимся домой из далеких стран. На наших бескрайних равнинах легко потерять направление на запад и восток, и потому правитель приказал изготовить такую повозку, с помощью которой послы могли бы определять северную и южную стороны».

Если эти сведения верны, то изобретение следует отнести примерно к 1030 г. до н. э. Однако Нидем подозревает, что слово «повозка» было вставлено в это описание переписчиками, а на самом деле речь шла об указателе на юг, тоже своего рода компасе.

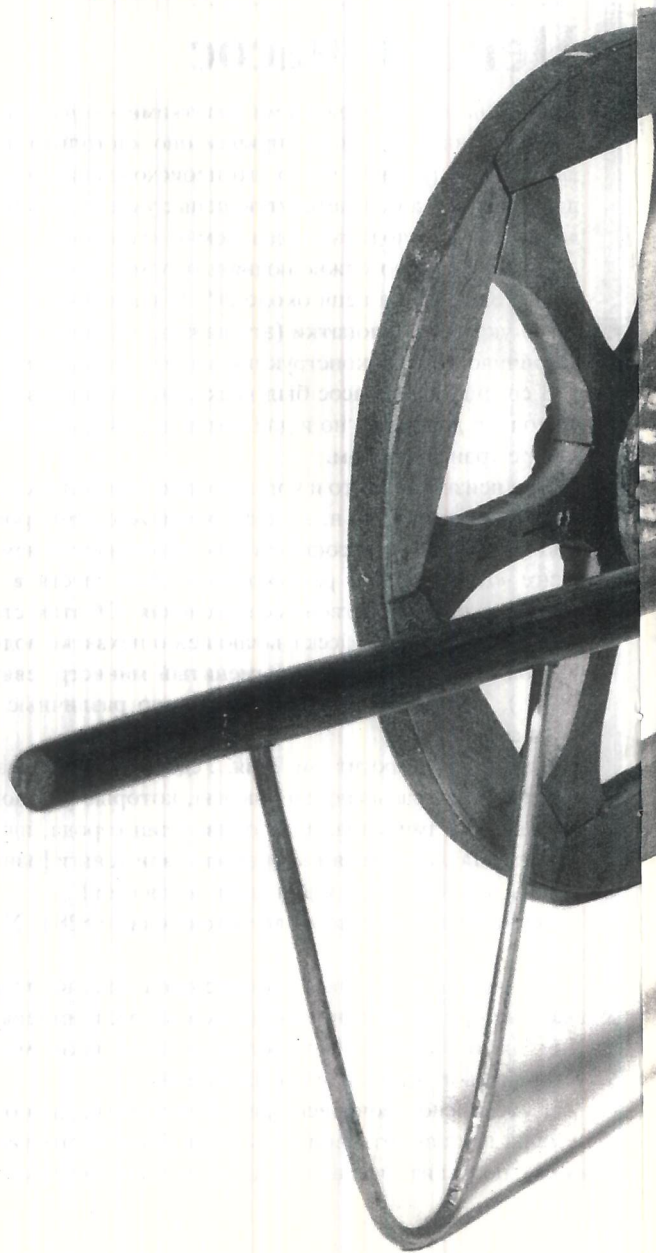
Среди тех, кому приписывают ее изобретение, — астроном Чжан Хэн (ок. 120 г.); впрочем, у Нидема эти сведения вызывают сомнения. Единственной вероятной датой ему кажется середина III в., а автором изобретения он считает знаменитого инженера Ма Цзюня. Рисунок нефритовой фигуры, приведенный во Всемирной энциклопедии (1601) — копия рисунка 1341 г.

Итак, если в этом устройстве не использовался принцип магнитного компаса, то как же оно работало? Возможно, у повозки был дифференциал, примерно такой же, как на современных автомобилях. Его работу можно описать так. Когда транспортное средство проходит поворот, колеса, расположенные на обоих концах каждой оси, должны вращаться с разной скоростью, так как у них разный радиус поворота. Для ручной тележки или конной повозки поворот не представляет затруднений, но если колеса вращаются от механического привода, то как заставить их вращаться с разной скоростью на одной оси? Этого можно добиться с помощью хитроумного изобретения, называемого «дифференциалом».

В 1965 г. Нидем опубликовал книгу о механизмах, где высказал предположение, что именно китайцы изобрели дифференциал и впервые применили его в «повозке, указывающей на юг». Если считать, что первая такая повозка принадлежала правителю Чжоу (1-е тысячелетие до н. э.), то изобретателями дифференциала следует считать китайцев; однако у нас все же больше оснований полагать, что первое подобное устройство было изготовлено во II или III в. В этом случае изобретателями дифференциала следует признать греков. В 1975 г. профессор Дерек Прайс опубликовал свою книгу «Gears from the Greeks» («Зубчатые колеса в Греции»), в которой убедительно доказал, что греки знали о дифференциале примерно с 80 г. до н. э. Прайс называет его «одним из величайших фундаментальных изобретений механики всех времен». Вероятно, что оно попало в Рим, а оттуда в Китай, хотя вполне возможно, что китайцы изобрели дифференциал для «повозки, указывающей на юг» независимо от греков.

Устройство повозки требовало уникальной точности. Нидем ссылается на Коулза, который в книге «The Historical and Scientific Background of Automation» («Исторические и научные основы автоматизации») писал, что «различие в длине окружности внешних колес всего в 1% приведет к изменению направления, указываемого нефритовой фигурой, на 90% на расстоянии всего лишь в 50 раз большем, чем расстояние между двумя колесами». Повозка будет все больше уклоняться в сторону, на которой расположено колесо меньшего диаметра (это явление называется «относительным проскальзыванием»). Итак, разница в размере колес должна была составлять гораздо меньше 1%, с той же точностью нужно было изготавливать шестеренки для дифференциала. Это свидетельствует о та-

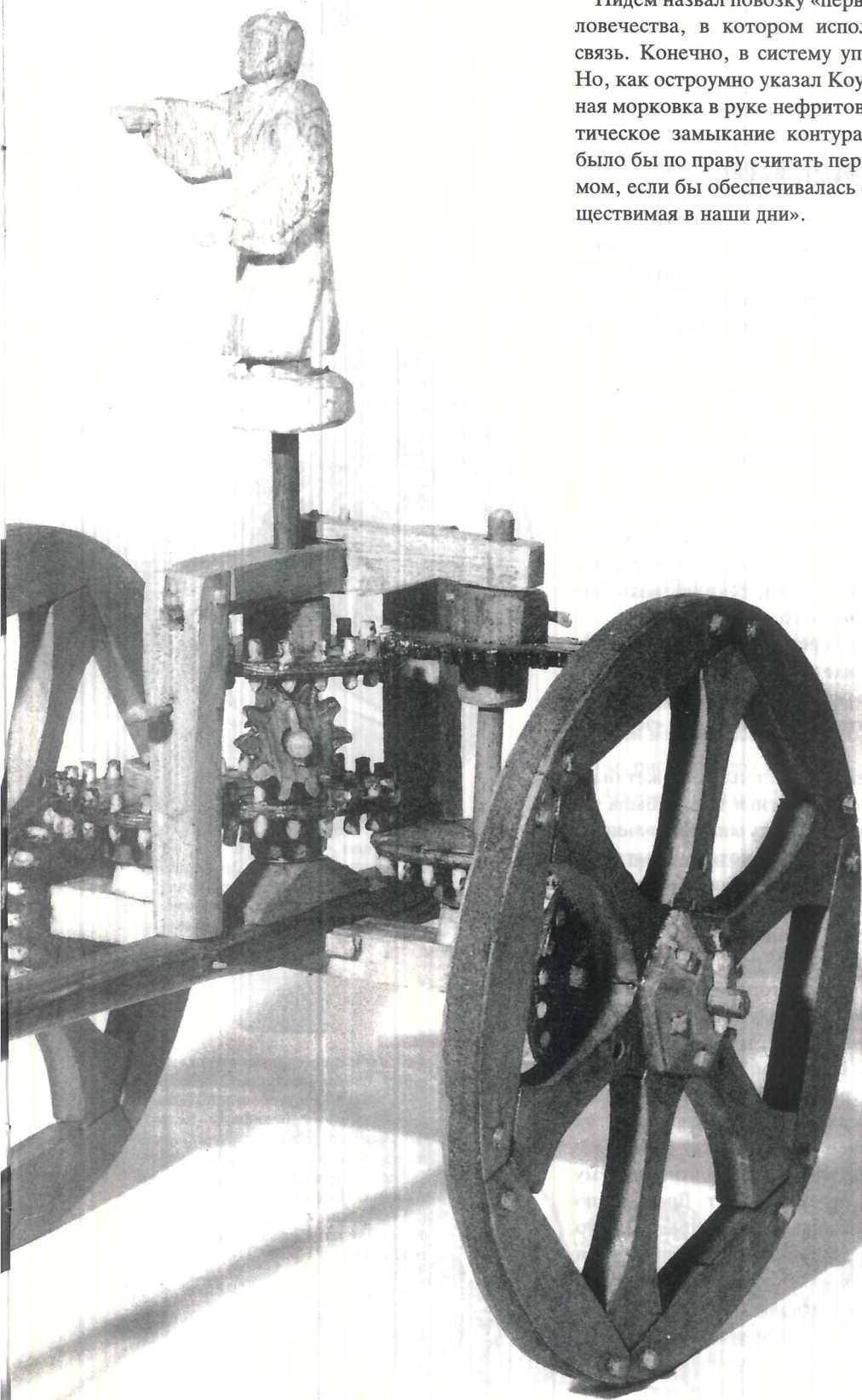
Модель «повозки, указывающей на юг», выполнена по описаниям, относящимся к III в. Благодаря сложной системе передач рука фигурки всегда показывает на юг независимо от направления движения.



ком уровне мастерства, что к нему никак не применимы определения «древний» или «примитивный».

В «повозке, указывающей на юг», дифференциал использовался в обратном порядке по сравнению с современным автомобилем. Сегодня дифференциал служит для передачи усилия на колеса и приведения в движение автомобиля, а в повозке, которую тянули животные, оно шло от колес и использовалось для постоянной корректировки положения указующей руки. Таким образом, дифференциал в этом механизме постоянно поворачивал фигуру так, что она всегда показывала на юг.

Нидем назвал повозку «первым механизмом-гомеостатом в истории человечества, в котором используется полная отрицательная обратная связь. Конечно, в систему управления следует включать и погонщика. Но, как остроумно указал Коулз, его вполне могла бы заменить аппетитная морковка в руке нефритового «мудреца», что обеспечило бы автоматическое замыкание контура». Нидем полагает, что «повозку можно было бы по праву считать первым настоящим кибернетическим механизмом, если бы обеспечивалась самокорректировка управления, легко осуществляемая в наши дни». ■



«Волшебные зеркала»

«Волшебные зеркала», которые входят в число удивительнейших предметов, созданных в этом мире, подтверждают мысль о том, что Китай — страна чудес. Мы знаем, что они существовали уже в V в., хотя точное время их появления неизвестно. В книге «История древних зеркал», относящейся примерно к VIII в., раскрывался их секрет и описывался способ их изготовления, но, к великому сожалению, она была утрачена, по-видимому, еще тысячу лет назад.

После того как в 1832 г. «волшебные зеркала» привлекли к себе внимание Запада, десятки видных ученых пытались раскрыть их тайну. Однако лишь только через сто лет, в 1932 г., английский физик Уильям Л. Брэгг выдвинул убедительную теорию их построения.

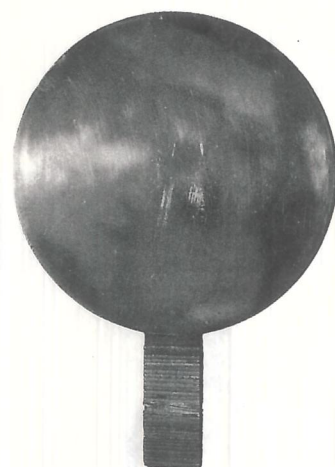
Что же представляет собой «волшебное зеркало»? Его оборотная сторона покрыта отлитыми из бронзы рисунками и иероглифами, а иногда и тем и другим. Выпуклая отражающая сторона отлита из светлой бронзы, отполированной до блеска. При разном освещении, если держать зеркало в руке, оно ничем не отличается от обычного.

Однако под яркими солнечными лучами через его отражающую поверхность можно «смотреть насквозь» и видеть узоры и иероглифы на оборотной стороне. Каким-то таинственным образом массивная бронза становится прозрачной, что и объясняет китайское название — «зеркало, пропускающее свет».

Читатель, конечно, запротестует, ведь ни один металл не может быть прозрачным. Это верно, но в технологии изготовления зеркал была какая-то хитрость, в течение столетия сбивавшая с толку западных ученых. Даже самые ранние из дошедших до нас объяснений, которые пытались дать китайцы, — это всего лишь различные предположения. Одно из них содержится в увлекательной книге Шэнь Гуа «Раздумья об озере снов», появившейся в 1086 г. Даже этот автор считал, что «волшебные зеркала» изобрели в далекой древности. Он писал:

«Есть «зеркала, пропускающие свет», на задней стороне которых нанесено около двадцати старинных иероглифов, не поддающихся расшифровке. Если на такое зеркало упадет солнечный свет, то все они «проступают» на лицевой стороне и отражаются на стене дома, где их можно отчетливо видеть... В моей семье имеются три таких зеркала с иероглифами на оборотной стороне. Есть такие зеркала и в некоторых других семьях, где их бережно хранят. Все они очень схожи между собой, все очень древние, и все пропускают свет. Однако мне не понятно, почему другие (даже очень тонкие) зеркала света не пропускают. Древние, по всей вероятности, действительно обладали особым искусством... Те, кто стремится разгадать эту загадку, считают, что при отливке более тонкая сторона остывала первой, а сторона с узорами, будучи более толстой, остывала позже, так что в бронзе образовывались мелкие трещинки. Таким образом, хотя иероглифы нанесены на заднюю часть зеркала, на передней его части имеются тончайшие сквозные линии, которые не видны невооруженным глазом».

Дело, конечно, не в скорости остывания, но Шэнь Гуа был прав, предполагая, что блестящие, полированные поверхности зеркал имеют незаметные для глаза незначительные отклонения. Нидем так рассказывает об экспериментах, проведенных европейскими учеными: «Тщатель-



Вверху: полированная отражающая поверхность. Внизу: задняя сторона бронзового «волшебного зеркала» с рисунками и иероглифами. Если направить отраженный зеркалом луч на неосвещенную стену, то в круге света проступает обратная сторона зеркала. На фотографии представлен его японский вариант. Иероглифы означают название одной из пьес театра Но.

ное и всеобъемлющее исследование с помощью оптических опытов показало, что «волшебные зеркала» репродуцировали узор задней стороны благодаря очень незначительным выпуклостям на их поверхности: более толстые части оказались слегка более плоскими, чем тонкие части, и даже иногда несколько вмятыми».

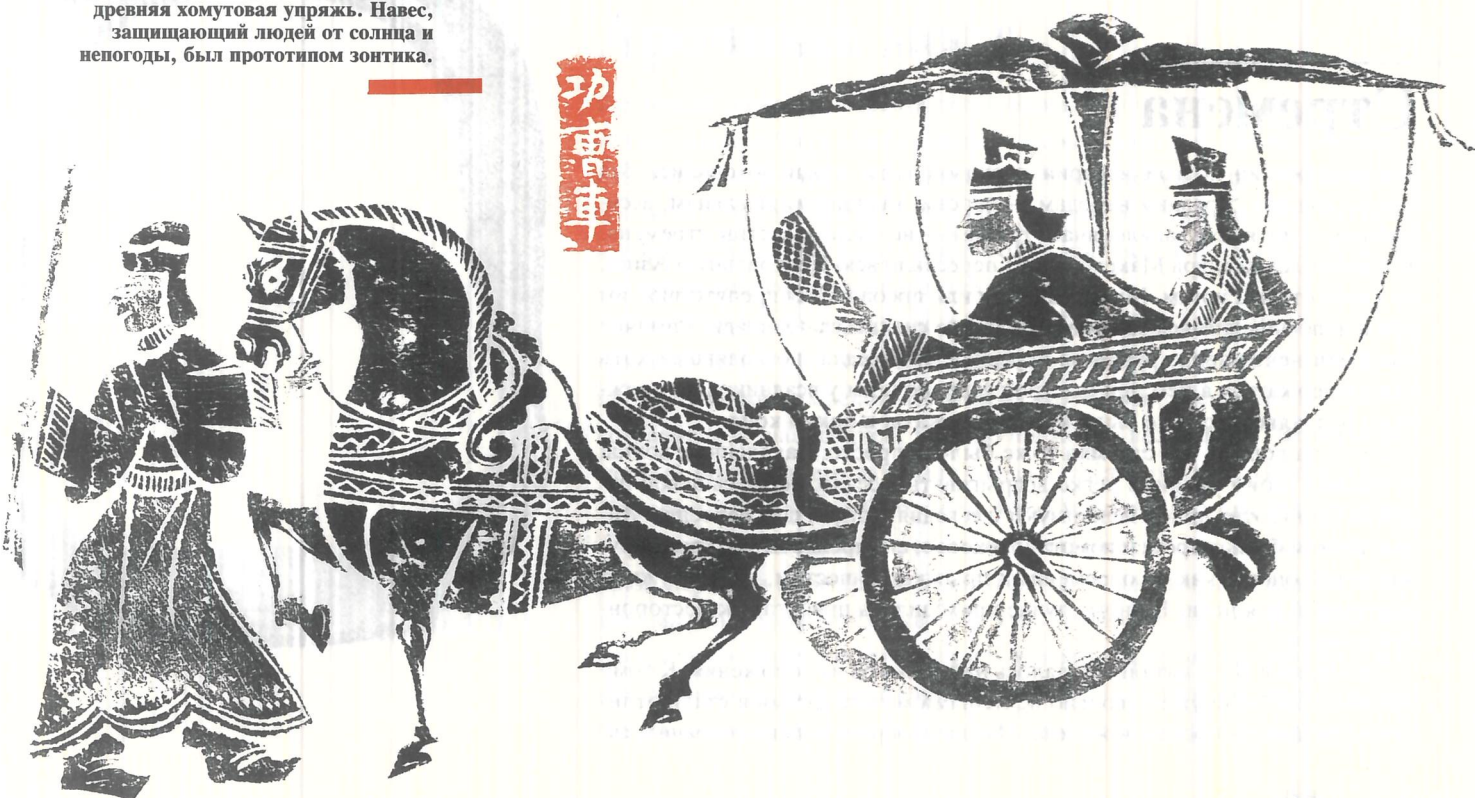
Отражающая сторона зеркала с узором на тыльной части отливалась плоской, а выпуклость образовывалась позднее, когда с помощью шлифовального инструмента сглаживались неровности. Затем поверхность полировалась для придания ей блеска. В результате вызываемого этим сильным давлением тонкие участки поверхности становились более выпуклыми, чем толстые. Наконец, накладывавшаяся на поверхность ртутная амальгама создавала дополнительное давление, что приводило к выпячиванию отдельных более тонких частей. В результате на участках, соответствующих иероглифам, на оборотной стороне зеркальной поверхности образовывались вмятины, но они были настолько малы, что оставались незаметными. А когда зеркало отражало на стену яркий солнечный свет с получающимся в результате увеличением всего узора, возникал эффект репродуцирования узоров, как бы проходящих сквозь массивную бронзу под действием световых лучей. Как сказал разгадавший в 1932 г. эту тайну Уильям Л. Брэгг, «они становятся видимыми только благодаря эффекту, производимому увеличением изображения». Это открытие Нидем по праву называет «первым шагом на пути к изучению мельчайшей структуры металлических поверхностей».

Упряжь

Вплоть до VIII в. на Западе единственным видом упряжи были подшеек и подпруга. Пользоваться ими было неудобно, поскольку при малейшем усилии подшеек начинал душить лошадь. С такой нелепой упряжью лошадей нельзя было запрягать в повозку. Даже всадник, пустив коня галопом, рисковал его задушить.

Читая о Древнем Риме, мы поражаемся тому, какое значение придавалось ввозу зерна из Египта. Без него римлянам грозил голод. Почему? Что происходило с урожаем в Италии? Почему благоденствие Рима зави-

На рисунке времен династии Хань (ок. I в. до н. э.), полученном притиранием с кирпича, изображена древняя хомутовая упряжь. Навес, защищающий людей от солнца и непогоды, был прототипом зонтика.



село от египетских кораблей? Ответ прост: в те времена не существовало упряжи, с помощью которой можно было бы впрячь лошадей в повозки и перевезти зерно из провинции в столицу.

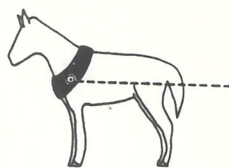
Примерно в 4-м столетии до н. э. китайцам удалось сделать рывок вперед. На лаковой шкатулке тех времен изображена лошадь в упряжи, где твердый хомут поперек груди животного постромками соединяется с оглоблями. Вскоре он был заменен гораздо более удобным грудным ремнем — «постромочной упряжью». Шею лошади больше не стягивал ремень, и основная нагрузка приходилась на грудь и ключицы.

Для установления относительной эффективности различных видов упряжи были проведены опыты. Две лошади в упряжи из подшейка и подпруги могут везти груз весом полтонны. А в мягкой хомутовой упряжи одна лошадь везет груз в полторы тонны. Эффективность упряжи с постромками ненамного ниже.

Нидем считает, что изобретению последней в Китае способствовало два фактора. У китайцев, монголов и гуннов, населявших пограничные с пустыней Гоби районы, лошади в упряжи с подшейком не могли тащить груз по вязкому песку. Кроме того в Древнем Китае были люди, занимавшиеся буксировкой лодок вверх по течению; их опыт наглядно показывал все неудобства шейного ремня.

Самой рациональной оказалась хомутовая упряжь (см. рисунок). Первым свидетельством ее существования в Китае можно считать изображение на древнем кирпиче, скопированное притиранием (4—1 вв. до н. э.). Из этого можно заключить, что хомутовая упряжь была изобретена здесь самое позднее в 1 в. до н. э. Следовательно, появилась она в Китае на тысячу лет раньше, чем в Европе, и спустя столетие после постромок.

Через некоторое время китайцы пришли к еще более простому виду хомутовой упряжи: идущие от хомута постромки стали крепить непосредственно к повозке. Именно в таком виде этой упряжью пользуются сегодня по всему миру. ■



Мягкий хомут.

Бронзовое стремя (VI—VII вв.).

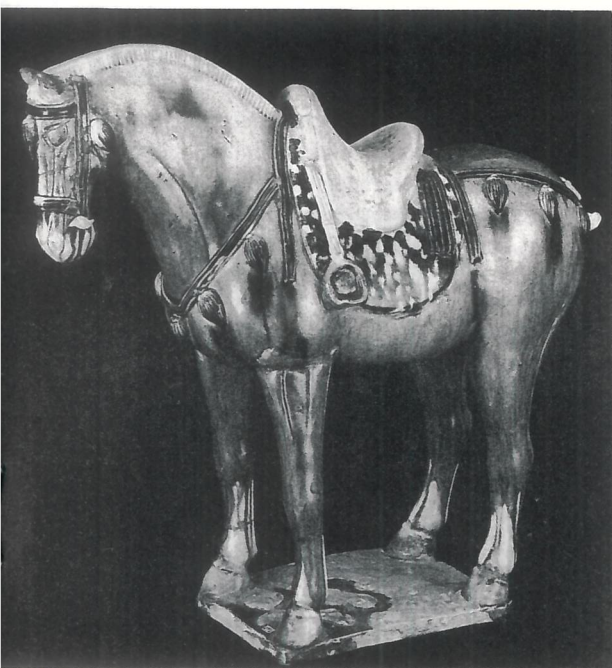


Стремена

На протяжении долгой истории верховой езды люди обходились без опоры для ног. Древним народам — персам, мидийцам, римлянам, ассирийцам, египтянам, вавилонянам, грекам — не были известны стремяна. Всадники Александра Македонского пересекли всю Центральную Азию, не давая отдыха ногам. Мчась галопом или преодолевая препятствия, им приходилось цепляться за гриву, чтобы не свалиться с лошади. Римляне изобрели нечто вроде ручки на передней луке седла, позволявшей хоть как-то держаться в нем при быстрой езде, но ноги у всадников по-прежнему болтались, если не были крепко прижаты к бокам коня.

Сесть на лошадь без стремян тоже было непросто. Закаленные воины гордились своим умением легко вспрыгивать в седло, держась левой рукой за гриву; этот прием используют и сегодня, когда ездят без седла. Кавалеристам былых времен помогало и копьё, его древко играло роль пружинистой опоры как в современных прыжках с шестом, либо служило подставкой для ноги. В ином случае приходилось прибегать к посторонней помощи.

Примерно в III в. китайцам удалось найти выход из положения. К тому времени они были уже довольно искусными металлургами и стали отливать стремяна из бронзы и железа. Имени изобретателя не сохранилось.



Фарфоровая
фигурка скакуна
(период
династии Тан,
618—907 гг.).



Бронзовая
деталь уздечки
(Китай,
5 в. до н. э.).

По-видимому, толчком к их созданию послужила случайно возникшая идея садиться в седло, поставив ногу в веревочную или ременную петлю. Разумеется, для езды такое приспособление не годилось, поскольку при падении было трудно высвободить ногу, а перспектива волочиться по земле за скачущей лошастью, естественно, не сулила ничего хорошего. Впервые такие петли могли появиться в Китае, Индии или у кочевников соседней с Китаем Центральной Азии. Таким образом, вполне вероятно, что изобрели стремяна жители степей, всю жизнь проводившие в седле. В III в. в Китае научились отливать металлические стремяна совершенной формы. Самое раннее из дошедших до нас изображений стремени на глиняной фигурке всадника, обнаруженной в одном из захоронений в Чанша (Хунань), относится к 302 г.

На Запад это изобретение принесли с собой воины племени жуань-жуань, которое стало известно под именем аваров. Успех их кавалерии объясняется тем, что она была оснащена литыми железными стремянами. Примерно в середине VI в. авары осели между Дунаем и Тиссой. К 560 г. они представляли серьезную угрозу для Византийской империи, которой пришлось полностью реорганизовать свою кавалерию, чтобы противостоять им. В 580 г. император Марк Тиберий издал военный устав «Strategikon», в котором были изложены основы кавалерийской техники. Там же подчеркивалась необходимость использования железных стремян. Это было первое упоминание о них в европейской литературе.

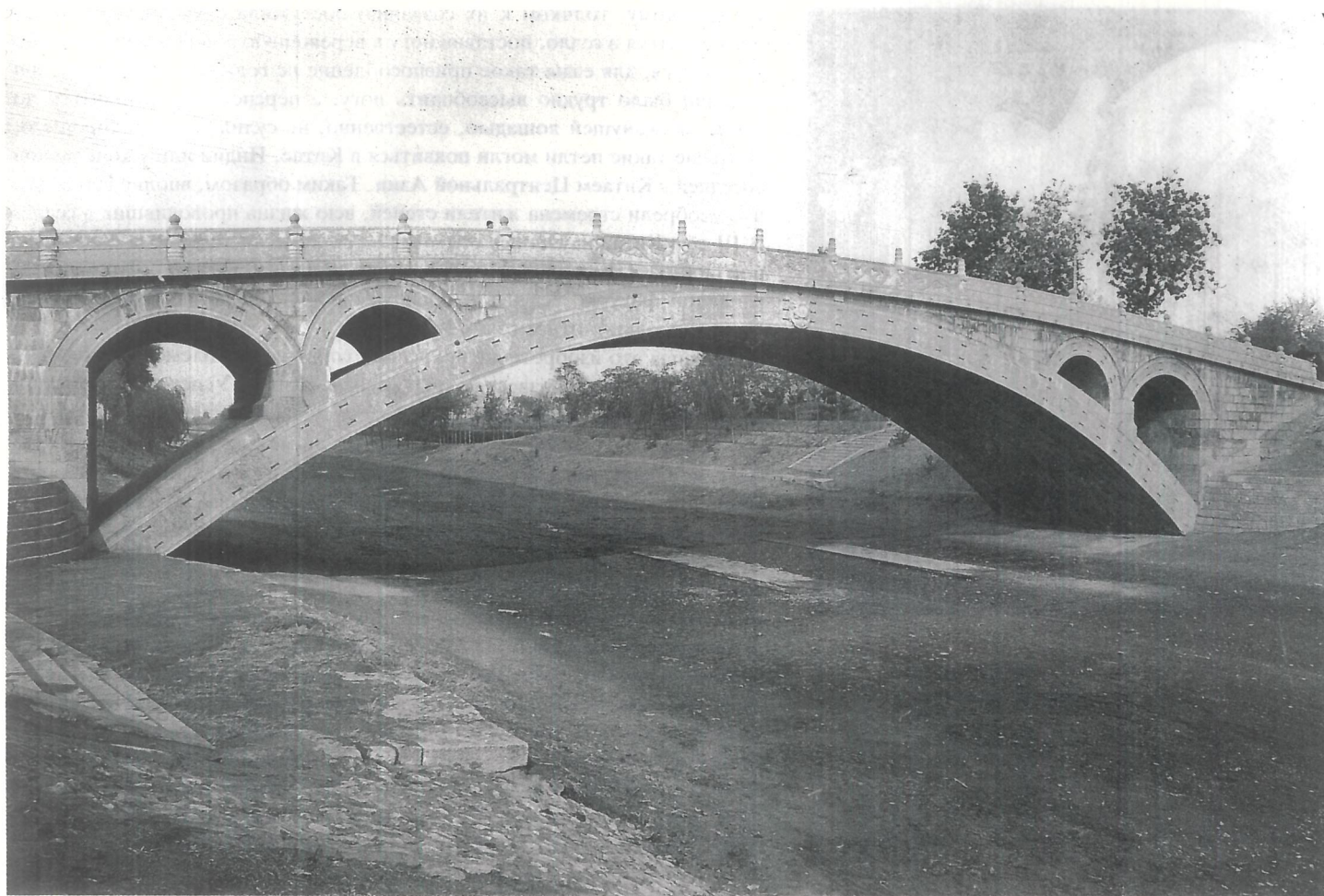
Впоследствии стремяна — благодаря викингам, а может быть, и лангобардам — распространились по всей Европе. Одно детское стремя аварского типа было даже обнаружено во время раскопок в Лондоне, куда его занесли викинги. Однако у европейских народов (за исключением византийцев и викингов) по не совсем понятным причинам распространение стремян проходило очень медленно. По всей видимости, в регулярных армиях европейских государств они появились лишь в раннем средневековье. Возможно, это объясняется недостаточным развитием металлургии. Долгое время стремяна приходилось не отливать, а выковывать, что, естественно, сдерживало их массовое производство. ■

Арочный мост

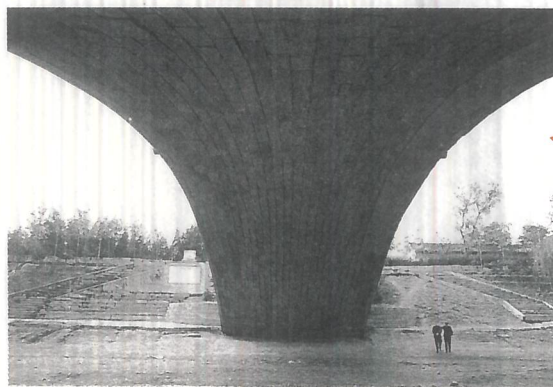
Китайский инженер, первым осознавший, что арочный мост не обязательно должен быть полукруглым, а может быть и пологим, совершил настоящий переворот. Представим себе гигантский круг, зарытый в землю так, что на поверхности видна только его верхушка. Этот сегмент и образует пологую арку. Такие мосты прочнее полукруглых, а на их строительство уходит меньше материалов.

Это открытие было сделано в Китае в VII в. Его автор Ли Чунь — основатель целой строительной школы, влияние которой ощущалось на протяжении многих веков. Первый из его мостов, построенный в 610 г., сохранился до наших дней, и им по-прежнему пользуются. Великий каменный мост (как его называли) перекинулся через реку Цзяо в районе Чжаосянь в предгорьях Шаньси, на окраине Великой китайской равнины.

В конструкции моста были использованы четыре небольшие сквозные арки, первые в мире арочные антрвольты — новшество, имевшее большое значение в строительстве. Ли Чунь установил, что, расположив их с двух сторон моста, можно решить одновременно несколько проблем: пропуск паводковых вод уменьшает опасность разрушения моста при внезапном наводнении, снижается общий вес конструкции, что уменьшает



Великий каменный мост через реку Цзяо на севере Китая. Построен в 610 г., восстановлен в XX в.



вероятность ее погружения в речные берега, экономится значительное количество материалов.

Протяженность Великого каменного моста 37,5 м. Пролет самого большого из сохранившихся древнеримских арочных мостов (моста св. Мартина близ Аосты) равен 35,5 м, а обычный римский арочный мост имеет пролет длиной от 18 до 25 м, арки же римских акведуков — в среднем 6 м.

Самый известный пологий арочный мост в императорском Китае, часто называемый мостом Марко Поло, потому что подробно описан им, был построен в 1189 г. через реку Юндин у города Лугоуцяо, к западу от Пекина. Он состоит из 11 пологих арок, длина пролета каждой из них в среднем 19 м, а общая протяженность моста — 213 м. По этому мосту, который Марко Поло считал «самым замечательным в мире», сегодня движется поток современных грузовиков и автобусов. ■

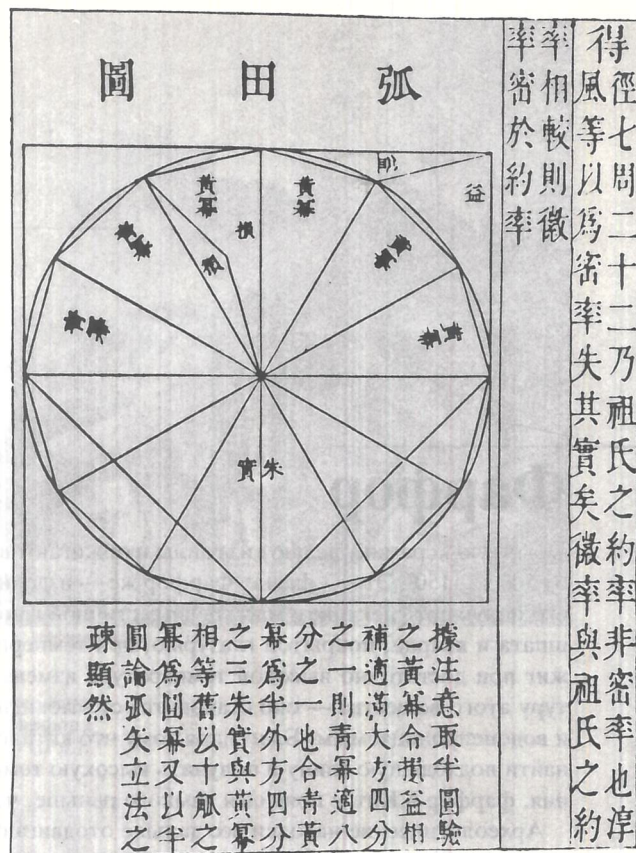
Значение числа π

Иррациональное число π представляет собой бесконечную периодическую дробь. Оно выражает отношение длины окружности к диаметру, которое не может быть представлено целым числом. (Число π необходимо для вычислений площади круга или объема сферы.) Его значение до третьего знака было вычислено Архимедом. Птолемей уточнил его до четырех десятичных знаков, после чего в течение 1450 лет в Европе им никто не занимался. В то же время оно продолжало по-прежнему интересоваться китайских математиков.

Одним из древних способов уточнения его значения было вписывание в окружность многоугольников со все увеличивающимся числом сторон, с тем чтобы их площадь (которую можно вычислить) все больше приближалась к площади круга. Поскольку для вычисления площади круга применялась формула, содержащая π , то математики стремились найти наиболее точное значение этого числа. (Измерив диаметр, они вписывали в окружность многоугольник, площадь которого была известна; единственным неизвестным было число π , которое можно было вычислить, имея эти данные.) Архимед довел число сторон многоугольника до 96 и установил π между 3,142 и 3,140.

Китайские математики применяли тот же способ. Лю Хуэй (III в.) начал с многоугольника со 192 сторонами, а закончил многоугольником, в котором было 3072 стороны, что еще больше приближало его к площади круга, в результате для π было получено значение, равное 3,14159. Так китайские математики превзошли греческих.

Однако подлинным достижением стали результаты вычислений, сделанных в V в. отцом и сыном, Цзу Чунчи и Цзу Гэньчи. С помощью неизвестных нам методов вычисления они получили «точное» значение π до десятого знака: 3,1415929203. Известно, что окружность, которой они пользовались для вписывания многоугольников, имела 10 футов в диаметре. Полученное ими значение π было записано в летописи тех времен, однако труды этих математиков бесследно исчезли. Прошло девять веков, и математик Цзао Цзинь (ок. 1300 г.) решил проверить этот результат. Воспользовавшись многоугольником с 16384 сторонами, он подтвердил значение π , вычисленное математиками Цзу.



Диаграмма, иллюстрирующая метод китайского математика Лю Хуэя (264 г.) для вычисления значения числа π .

Десятичная система

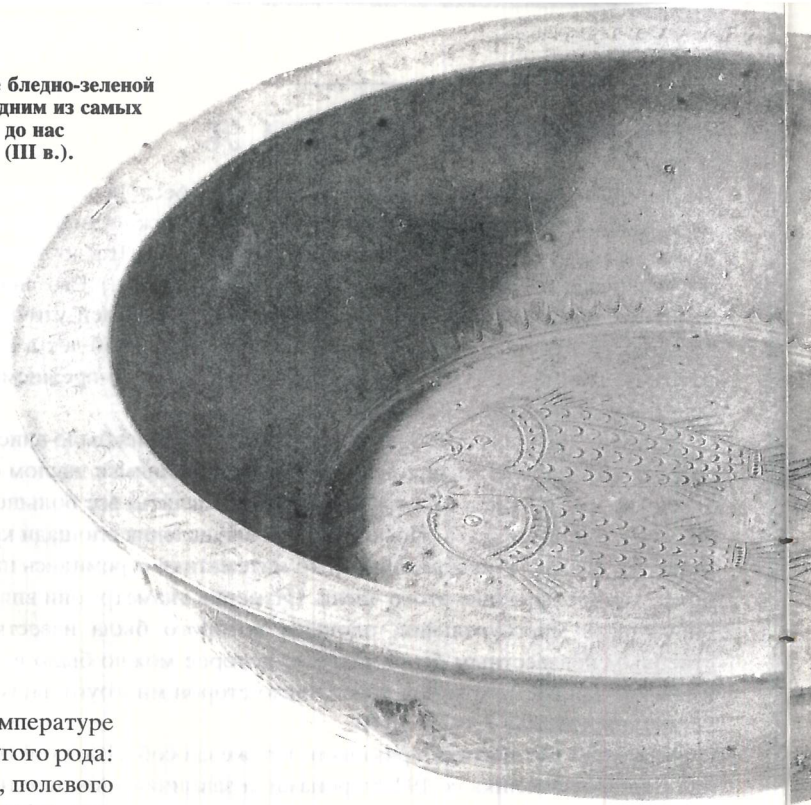
Десятичная система, основополагающая для всей современной науки, впервые возникла в Китае. Можно найти свидетельства, подтверждающие ее применение начиная с 14 в. до н. э., в период правления династии Шан, хотя, очевидно, изобрели ее гораздо раньше.

Примером использования десятичной системы в Древнем Китае может служить надпись, датированная 13 в. до н. э., в которой 547 дней обозначены как «пять сотен плюс четыре десятка плюс семь дней».

При счете китайцы складывали счетные палочки на специальных досках с ящичками. Чтобы «зафиксировать» на такой доске цифру 10, нужно было положить во второй ящичек справа одну палочку, а первый оставить пустым, тем самым обозначив ноль. Число 11 получали, добавив одну палочку в пустующий первый ящичек. А чтобы вышло 111, в три первых ящичка клали по одной палочке. С древнейших времен *позиционная* система счисления понималась буквально: китайцы действительно клали счетные палочки в отведенные им ящички.

Со временем десятичная система стала основой математики, которая дала китайцам огромное преимущество, заложив основу большинства их достижений.

Это блюдо, покрытое бледно-зеленой глазурью, является одним из самых древних из дошедших до нас фарфоровых изделий (III в.).



Фарфор

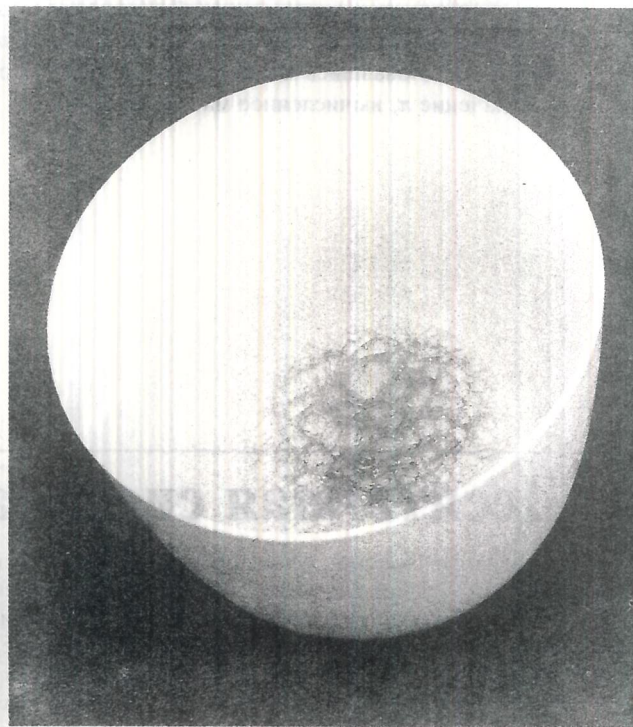
Обычную керамику делают из глины и обжигают в печи при температуре от 500 до 1150°. Это — фаянс. Фарфор же — изделие совсем другого рода: его получают спеканием массы из пластичной глины, каолина, полевого шпата и кварца, покрытой глазурью, при температуре около 1280°. Обжиг при достаточно высокой температуре изменяет физическую структуру этого вещества — оно становится стекловидным, просвечивающим и водонепроницаемым. Благодаря тому что китайским мастерам удалось найти подходящую глину и получить высокую температуру для ее спекания, фарфор в Китае появился намного раньше, чем в других странах.

Археологические находки все дальше отодвигают дату появления первых изделий из фарфора, в настоящее время считается, что это I в.; во всяком случае, уже к III в. фарфор был широко распространен.

К началу правления династии Сун (960—1279) фарфоровое производство достигло своих вершин. К этому времени изготовление фарфора уже носило высокоорганизованный характер, в нем были заняты сотни тысяч людей. Существовала определенная специализация: одни рабочие занимались промывкой глины, другие — нанесением глазури, третьи поддерживали огонь в печах и т. д. Одна из найденных при раскопках печей для обжига могла вместить одновременно 25 тыс. фарфоровых изделий. Она была построена на склоне холма, небольшой наклон примерно в 15° уменьшал скорость распространения пламени. Устройство печей было сложным и весьма оригинальным. Некоторые из них топили дровами, другие — древесным углем, причем в них обеспечивалась нисходящая тяга. В процессе обжига соблюдалась максимальная точность. Во время правления династии Мин (1369—1644), когда был особенно распространен знаменитый сине-белый фарфор, нужный блеск кобальтовой краски можно было получить только при определенных температурах и при восстановительном пламени.

Секреты производства фарфора строго охранялись, и европейские путешественники, такие, как Марко Поло, могли только любоваться и восхищаться им. В Европе XV в. изделия из фарфора оставались большой редкостью. Их преподносили в дар монархам. Только в 1520 г. первый образец каолина был завезен португальцами в Европу. Европейцы считали, что стоит найти залежи белой глины, как они сами смогут изготавливать фарфор. Однако для этого одного каолина оказалось недостаточно.

Бесчисленные эксперименты, обжиг различных глин и твердых материалов в конечном счете дали совершенно неожиданный результат. Ученые и ремесленники начали замечать, что при остывании расплавленные минералы могут кристаллизоваться. До этого западные ученые полагали, что кристаллы образуются только в жидкостях. Примерно к середине XVIII в. в Европе начало все более утверждаться мнение, что, возможно, горные породы Земли образовались в результате охлаждения расплавленных масс лавы. В 1785 г. геолог Джеймс Хаттон выдвинул совершенно новую теорию геологической истории Земли, основанную на этой идее. Так одно из величайших научных открытий явилось прямым следствием попыток европейцев найти секрет производства фарфора. ■



Чаша из белого фарфора, покрытого сетчатой эмалью, династия Тан (618—907 гг.).



Традиционные печи
для обжига фарфора
(картина конца XVIII в.).

Спички

Считается, что первые спички обязаны своим появлением осаде императорского дворца, происходившей в 577 г. в недолго просуществовавшем северном царстве Ци. Когда у них вышел весь трут, придворные дамы вынуждены были искать другие средства, чтобы разжечь огонь, приготовить пищу и обогреться.

Первые спички изготавливались из серы. Вот как описывает их Тао Гу в своей книге «Записки о чудесном и неведомом» (950 г.):

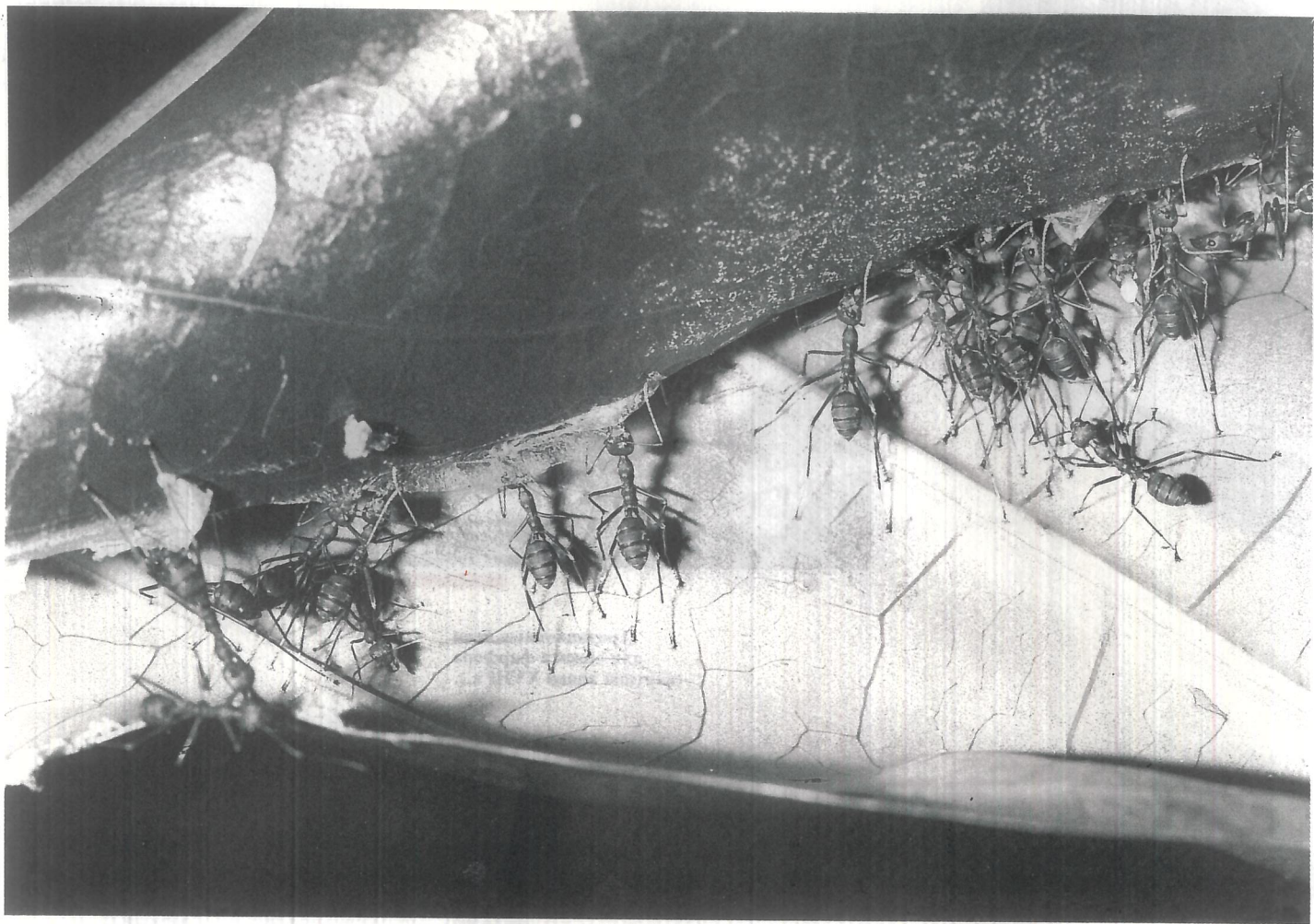
«Иногда ночью нужно срочно зажечь свет. Чтобы разжечь лампу, требуется некоторое время. Но кто-то придумал окунать маленькие сосновые палочки в серу и, высушив, держать их наготове. Стоит чиркнуть палочкой, как вспыхивает пламя размером с пшеничный колосок. Сначала это чудесное изобретение называли «рабом, приносящим огонь», а потом, когда его начали продавать, появилось новое название — «зажигательная палочка».

Первые известия о появлении спичек в Европе относятся к 1530 г. Завезти их могли путешественники времен Марко Поло, поскольку доподлинно известно, что уже в 1270 г. или около того спички продавались на улицах Ханчжоу.



Уличный торговец
благовониями и спичками
(картина конца XVIII в.).

Биологическое уничтожение насекомых



Насекомоядные муравьи на протяжении многих веков использовались в Китае для защиты цитрусовых деревьев от вредителей.

Вот уже 1700 лет китайцы ведут борьбу с насекомыми-вредителями, используя методы биологического контроля, когда одно насекомое уничтожает другое. Один из наиболее ярких примеров — защита мандариновых деревьев с помощью желтых муравьев. Вот как рассказывается об этом в «Описании растений и деревьев южных районов» (304 г.): «Мандариновое дерево дает плоды исключительно сладкого и тонкого вкуса... Народ цзяоши [Тонкин] продает на рынках [насекомоядных] муравьев в тростниковых корзиночках. Муравьиные гнезда напоминают коконы шелкопряда. Корзиночки продаются вместе с ветками и листьями, к которым они прикреплены. Муравьи эти красновато-желтого цвета, крупнее обычных. Они не трогают плодов мандаринового дерева, а уничтожают насекомых, которые ими питаются. Если южные мандариновые деревья не охранялись бы этими муравьями, все их плоды были бы поражены многочисленными вредными насекомыми».

На Западе эти биологические меры борьбы с сельскохозяйственными вредителями впервые привлекли внимание благодаря публикации 4 апреля 1882 г. материала на эту тему в газете «Норт Чайна Геральд». Но только когда в 1910-е годы цитрусовые плантации Флориды оказались пораженными некрозом плодовых деревьев, министерство сельского хозяйства США в 1915 г. послало в Китай специалиста по физиологии растений. Там он и узнал об использовании желтых муравьев. В 1958 г. китайский ученый Чэнь Шоуцзянь рекомендовал возобновить изучение их жизнедеятельности. Использование муравьев на китайских мандариновых плантациях продолжается и по сей день. ■

Нефть и природный газ

Даже по самым осторожным оценкам, природный газ использовался в Китае для отопления и освещения уже к 4 в. до н. э. Время от времени он вырывался из пробуренных для откачки солевых растворов глубоких скважин. Порой эти скважины вообще давали *только* метан, за что были названы «огненными колодцами». Уже к 1 в. до н. э. китайцы бурили скважины глубиной более ста метров для извлечения рассолов, а систематическое глубокое бурение непосредственно для добычи природного газа началось во II в. н. э.

Чжан Цюй писал в своей «Летописи страны к югу от горы Хуа» (347 г.):

«В том месте, где река, текущая из Бупу, соединяется с рекой Хуоцзинь, есть огненные колодцы. По ночам зарево освещает все небо — местные жители, чтобы добыть огонь, зажигают от него головни из очагов. Через короткие промежутки времени раздается шум, похожий на раскаты грома, и ослепительное пламя освещает местность на несколько десятков *ли* вокруг. Для «удержания света» здесь пользуются трубами из бамбука, с их помощью газ переносят из одного места в другое, иногда на расстояние в день пути от скважины. Это пламя не оставляет пепла и горит ярко».

По бамбуковым трубам, которые прокладывали под дорогами или устанавливали на подпорках, солевой раствор и природный газ перегоняли на многие километры.

Добыча и использование природного газа ставили ряд проблем, которые с успехом решались в Древнем Китае. В книгах довольно подробно рассказывается о сложных приспособлениях для контроля за его горением. Из «огненных колодцев» он попадал в большую деревянную камеру, напоминающую конусообразную бочку, врытую в землю на глубину около 3 м. По подземной трубе в камеру подавался воздух. От этого большого «карбюратора» отводились трубы к коническим бочкам меньшего размера, установленным на поверхности. Через отверстия, которые можно было открывать и закрывать, в них попадал воздух. Постоянный контроль за составом воздушно-топливной смеси обеспечивал регулировку всего «двигателя». При падении давления смеси создавалась опасность выбросов пламени и взрывов, для их предотвращения приоткрывали отверстие главной камеры. Чрезмерное обогащение смеси также грозило возгоранием, поэтому избыточный газ отводился по трубам, «устремленным в небо».

Факелы высотой менее 50 см использовались для освещения в некоторых городах провинции Сычуань. Здесь пользовались газом и для отопления жилищ, но как это делалось, нам неизвестно. Для приготовления пищи в то время вряд ли существовали настоящие газовые плиты, скорее всего, для этого приспособляли отопительное устройство.

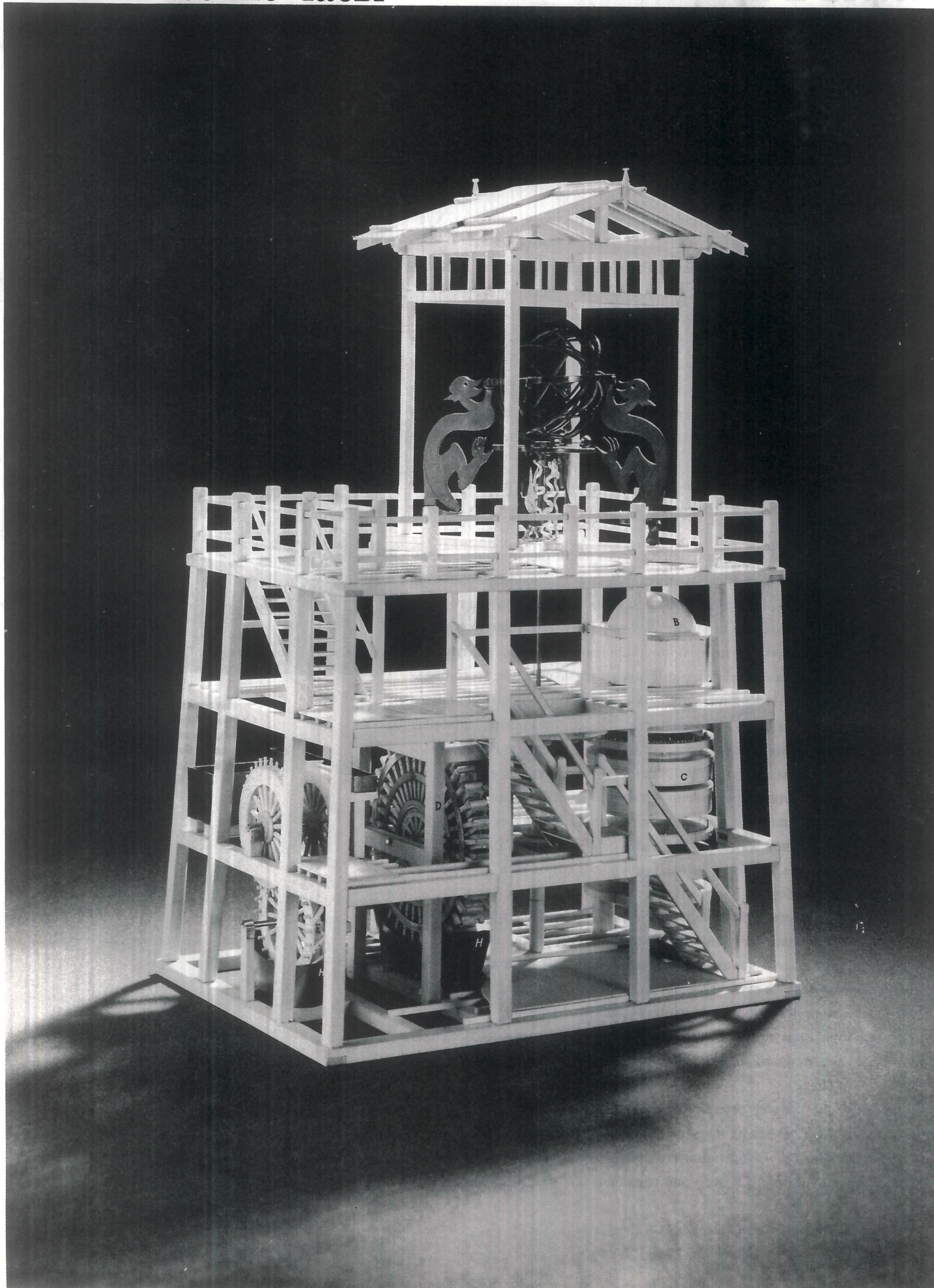
Другим мобильным источником тепла были нефтепродукты, получившие название «каменный лак», поскольку по виду напоминали лак, сочащийся из камней.

Их применение в быту ограничивалось нефтяными светильниками и факелами. В то же время их широко использовали для разрушения горных пород. Например, чтобы очистить гавань от камней, их поливали горячей нефтью, в результате чего они раскалывались на части. ■

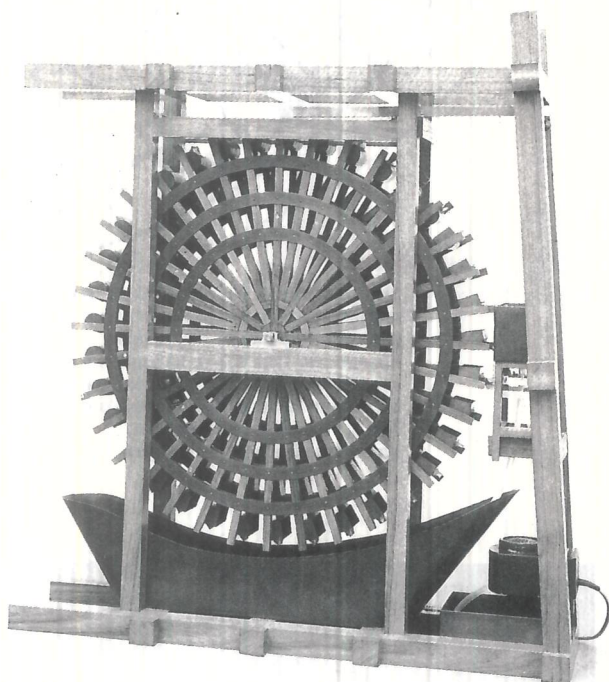


Буровая вышка в провинции Сычуань (фотография 40-летней давности). На переднем плане видны традиционные бамбуковые трубы, по которым природный газ подавался в близлежащие города.

Механические часы



Модель знаменитых астрономических часов Су Суна (1092 г.). Несущие конструкции специально оставлены открытыми, чтобы можно было видеть расположенный внутри часовой механизм. Оригинал имел высоту 10 м. Наверху помещалась армиллярная сфера (прибор для наблюдения за звездами), снабженная механическим приводом. Небесный глобус (В) внутри башни поворачивался синхронно со сферой. Основным элементом механизма был анкер (D, см. рис. внизу), вращающийся по часовой стрелке под действием воды или ртути, вытекавших из расположенного справа резервуара.



Пальма первенства в изобретении механических часов принадлежит Китаю, однако водяные часы были распространены еще в Вавилоне, и китайцы окольным путем позаимствовали их у этой более древней цивилизации Ближнего Востока.

Первые механические часы сделал И Син (683—727), буддийский монах и математик. Это был скорее астрономический инструмент, выполняющий роль часов. Вот как описывал их современник И Сина:

«[Часы] имели вид небесной сферы с изображением фаз Луны, расположенных в строгой последовательности, небесного экватора и градусной сетки. Вода, наливавшаяся в укрепленные на колесе ковшики, приводила в движение сферу, совершавшую один полный оборот в сутки. Снаружи ее охватывали два обруча, на которых были укреплены изображения Солнца и Луны, вращавшиеся по круговым орбитам... Все сооружение было наполовину помещено в деревянный корпус, поверхность которого изображала горизонт. С помощью такого инструмента можно было точно определять время восхода и заката, периоды полнолуния и новолуния, а также величину прецессии. Кроме того, в часах были колокол и барабан — первый звонил каждый час, а второй отбивал четверти часа. Все это приводилось в движение с помощью скрытых внутри корпуса колес, шпинделей, крючков и колесных передач [иными словами, с помощью анкерного механизма]».

Подобно водяным часам, изобретение И Сина зависело от превратностей погоды. Чтобы на холоде вода в часах не замерзала, рядом обычно горело несколько факелов. Поэтому в следующих известных нам часах, созданных Чжан Сисюнем в 976 г., воду заменили ртутью. По-видимому, их механизм был намного больше размером и наверняка значительно сложнее. Вот как описывает его официальная хроника того времени:

«...Башня из трех этажей, каждый высотой более 3 м, внутри которой размещен весь механизм. Округлая форма верхушки башни символизировала Небо, а прямоугольное основание — Землю. Механизм, состоящий из великого множества горизонтальных, вертикальных и наклонных колес, шпинделей и анкерных, располагался на нижнем этаже. Семь деревянных молоточков били в расположенные по обеим сторонам от них колокола — один большой справа и несколько малых слева, а также помещавшийся по центру барабан, — отбивая каждую четверть часа. За день и ночь [24 часа] механизм совершал один полный оборот, а семь планет тем временем перемещались, меняя свое положение по отношению к эклиптике. Кроме того, было еще двенадцать деревянных рычагов с дощечками, которые высказывали каждый час и показывали время...»

Все эти изобретения стали ступенями на пути к созданию «Космической машины», величайших китайских часов эпохи средневековья, построенных Су Сунем в 1092 г.

Подобно своим предшественникам, они представляли собой астрономическую часовую башню 10-метровой высоты. Однако ее отличие состояло в том, что на верхушке башни Су Суна помещался огромный бронзовый астрономический инструмент с механическим приводом, так называемая армиллярная сфера, служившая для наблюдения за положением звезд. Помещавшийся внутри башни небесный глобус поворачивался синхронно с этой сферой, и говорят, что результаты наблюдений с помощью сферы и демонстрационного глобуса полностью совпадали.

В передней части башни помещалась пятиэтажная пагода. Через определенные промежутки времени на том или ином этаже открывались двери, и оттуда появлялись фигурки, бывшие в колокола или гонги и державшие дощечки с обозначением времени. Все это приводилось в движение тем же самым огромным часовым механизмом, который одновременно вращал небесный глобус и армиллярную сферу.

Двумя веками позднее использованные в часах Су Суна принципы легли в основу первых механических часов в Европе. ■

Бумажные деньги

Первые бумажные деньги появились в Китае в конце VIII—начале IX в. Их называли «летающими деньгами»: ветер мог легко унести их прямо из рук. Строго говоря, это были даже не деньги, скорее денежные расписки, векселя. Купец, отправляющийся по торговым делам в провинцию, мог оставить обычные деньги в столице, а полученный в обмен на них документ — своего рода чек или аккредитив — вновь обменять на деньги, прибыв на место. Преимущество таких денежных переводов было очевидно, и уже с 812 г. государственные финансовые органы начали пользоваться ими для отправки в столицу налоговых и других денежных поступлений. Наряду с этим государство стало выпускать «обменные векселя». Их можно было приобрести в столице и получить по ним в других районах страны такие продукты, как, например, соль и чай.

Настоящие бумажные деньги, обеспеченные соответствующими вкладами и используемые при различных финансовых операциях, появились в начале X в. в южной провинции Сычуань. Своим появлением они обязаны инициативе предпринимательских кругов. Вначале правительство дало шестнадцати частным «банкам» разрешение на выпуск обменных банкнот. Однако в 1023 г. государство объявило этот вид деятельности своей монополией и создало собственное учреждение по выпуску банкнот различного достоинства, которые обеспечивались соответствующими ценностными эквивалентами. На этих банковских билетах печаталось уведомление о том, что они действительны не более трех лет с указанием дат. К 1107 г. банкноты печатали с помощью нескольких клише не менее чем в шесть красок.

Некоторое время спустя эмиссия денег государством приобрела огромный размах. К 1126 г. официально было выпущено 70 млн. серий, причем каждая из них равнялась тысяче денежных единиц. Вся эта огромная масса банкнот не была ничем обеспечена, что вскоре привело к чудовищной инфляции.

Введение бумажных денег породило новую проблему — подделку денежных знаков. Поскольку печатание доступно практически каждому, государству приходится специально усложнять технологию, чтобы затруднить подделку. Таким образом, уже в те времена возникли различные секреты производства бумажных денег — многоцветная окраска купюр, сложный рисунок, особая бумага с включением различных волокон (сырьем для ее изготовления служила кора тутового дерева, а также шелковые волокна, которые пропускались внутри бумажного полотна). Испачканные или непригодные к дальнейшему использованию деньги можно было обменять на новые, уплатив небольшую компенсацию, составляющую стоимость их печатания.

Во времена монгольского владычества в Китае стали появляться довольно своеобразные бумажные деньги, называвшиеся «шелковыми», поскольку обеспечивались они не драгоценными металлами, а мотками шелковой пряжи. Они получили широкое распространение и к 1294 г. обращались даже в Персии. Две такие «шелковые банкноты» были найдены археологами в 1965 г.

Позднее, во времена правления династии Мин, сфера применения бумажных денег несколько сузилась: в 1375 г. был введен так называемый «Ценный билет Великих Минов», выпускавшийся купюрами одного достоинства и являвшийся официальным платежным средством на протяжении 200 лет. Пользоваться такими деньгами при коммерческих расчетах было крайне неудобно, хотя положение облегчалось наличием мелких медных монет, эмиссия которых была разрешена и которые, видимо, возмещали нехватку разменных банкнот в повседневной жизни. Однако инфляция постепенно обесценила и этот единственный вид бумажных денег, и «Ценный билет» в конечном счете был заменен серебром. ■



Эта диаграмма говорит о том, что магнитное склонение было известно китайским ученым в глубокой древности. Она взята из трактата о геомагнитных полях «Направления и эманации плавающей иглы» (начало X в.), то есть иглы компаса, плавающей в воде или ртути.

Склонение магнитного поля Земли



Ориентация магнитного поля Земли не совпадает с направлением север—юг. Северный магнитный полюс планеты отстоит от географического на 1900 км. Угол, на который магнитная стрелка компаса отклоняется от направления географического меридиана, называется углом склонения, причем он постоянно меняется. О существовании склонения магнитного поля в Китае знали еще в VIII—IX вв.

По словам Нидема, «китайцы опередили Европу на шесть столетий: когда они уже пытались найти объяснение этому явлению, европейцы еще и не подозревали о существовании полюсов...» Первое упоминание о компасе и магнитном поле Земли встречается в европейских документах, относящихся к 1190 г., — к этому времени в Китае они были известны уже полторы тысячи лет. Ученый Шэнь Гуа в своих «Раздумьях об озере снов» (1086) писал о магнитном склонении: «Фокусники натирают кончик иглы магнитом, и она, указывая на юг, чуть отклоняется к востоку, вместо того чтобы показывать точно на юг».

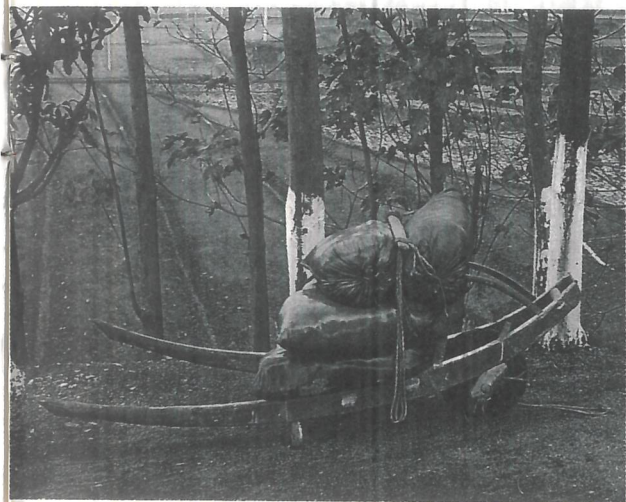
Тачка

Тачка, по-видимому, появилась в Юго-Западном Китае в 1 в. до н. э., а изобрел ее легендарный Го Юй.

Старейшее из сохранившихся изображений тачки относится примерно к 100 г. На рельефном фризе усыпальницы, обнаруженной при раскопках вблизи Сучжоу (Цзянсу), отчетливо видна тачка и сидящий в ней человек. Имеется и несколько других изображений, относящихся к тому же периоду династии Хань, свидетельствующих, что тачки приобретали все более широкое распространение.

Мы находим скудные и довольно туманные описания самых первых тачек, поскольку несколько столетий после их появления они имели большое военное значение и их конструкция держалась в тайне. Одни из них (с сиденьями) служили для перевозки людей, другие — для различного снаряжения, а в случае необходимости превращались в подвижные защитные укрепления от налетов вражеской конницы. Изобретательность китайцев в использовании тачек была безгранична: на них даже ставили паруса, с помощью которых скорость передвижения по земле или по льду достигала 60 км в час.

Конструкции тачек были самые разнообразные: у одних колеса располагались в центре и вес целиком ложился на ось, у других — спереди. У некоторых тачек колеса были маленькие, у других — огромные. Иногда спереди ставились дополнительные небольшие колеса, чтобы облегчить проезд через рытвины и другие препятствия. В Китае можно было найти тачку любого вида и размера. Есть они и сегодня.



Лаки

Лаки были известны в Китае по крайней мере уже в 13 в. до н. э. Императрица Хао была погребена в лаковом гробу, обнаруженном в 1976 г. при раскопках хорошо сохранившегося захоронения в Аньяне. Нидем считает, что «лак был, возможно, древнейшим видом промышленного пластика».

Получают лак примерно так же, как и каучук, делая надрезы на стволах деревьев. Родиной лакового дерева, *Rhus vernicifera* (позднее названного ботаниками *verniciflua*), является Китай. Оно широко распространено в Центральном Китае, на высоте от 900 до 2000 м. Собирают лак летом, а затем оставляют дерево на 5—7 лет. Иногда использованные деревья срубают и из ветвей получают лаконосную смолу, но уже более низкого качества. Одно дерево может дать максимум около 50 г лака.

Изделия из лака, этой своеобразной разновидности пластичных смол, обладают удивительными качествами: они долговечны, тверды и прочны. Им не страшны сильные кислоты, щелочи, температуры до 200—250°, они водонепроницаемы, устойчивы против большинства растворяющих веществ и бактериальных поражений.

Тысячи лет назад китайцы изготавливали кухонную утварь и посуду, покрывая изделия из дерева, бамбука и папье-маше многочисленными слоями лака. Такие обеденные сервизы богатые люди предпочитали бронзовым. Лаковая посуда выдерживала высокие температуры не хуже металлической, в ней же готовые блюда подавались на стол. Китайские императоры дарили лаковые изделия своим подданным в благодарность за службу, и стоили они дороже бронзовых.

Лаком покрывали мебель, ширмы, подушки, разнообразные шкатулки, головные уборы, туфли, боевое снаряжение: ножны для мечей, луки и щиты. Все это часто инкрустировалось золотом, серебром, черепаховой костью. На мягкий, еще не высохший лак наносили рисунок, который отличался фантазией, оригинальностью и оказал огромное влияние на древнее китайское искусство.

Изготовление лаков в Древнем Китае носило высокоорганизованный характер и отличалось традиционным китайским бюрократизмом. Существовали частные и казенные мастерские. До нас дошла лаковая деревянная чаша для вина с необычной надписью, которая не только указывает дату ее изготовления (4 г. н. э.), но и перечисляет семь мастеров и пять служащих, причастных к ее созданию. Двенадцать человек принимали участие в изготовлении одной чаши, причем почти половина из них — служащие, которые, возможно, и в глаза-то ее никогда не видели! С другой стороны, все это очень напоминает современную систему поточного производства.



Резная лакированная шкатулка в форме цветка сливы, украшенная изображениями облаков и драконов. Изготовлена в период правления императора Лунцина (1567—1572) из династии Мин.



Резчик наносит рисунок на лакированную чашу (картина конца XVIII в.).

Еще во 2 в. до н. э. китайцы сделали важные открытия, касающиеся химических свойств лака. Был найден способ задерживать процесс затвердения лака: в него помещали крабов (!) и таким образом сохраняли в жидком состоянии, поскольку в панцирной ткани членистоногих имеются сильно действующие химические вещества, которые тормозят активность определенных энзимов, в том числе и энзима, способствующего затвердеванию лака. Нидем так комментирует это необычное открытие:

«Нет никакого сомнения, что еще до 2 в. до н. э. древние китайцы случайно открыли сильнодействующий ингибитор лакказы... Такое резкое вмешательство в ход естественного процесса, аналогичное торможению спонтанного процесса старения организма, должно было чрезвычайно заинтересовать алхимиков, занятых проблемами сохранения цветущей молодости, изобретением средств, избавляющих от анкилоза и смерти».

Но лак не только давал модель бессмертия с помощью этой древней «биохимии», которая длительное время сохраняла его в жидком состоянии, но и сопровождал китайцев от колыбели до могилы: ребенком его кормили из лаковой посуды, а после смерти хоронили в лаковом гробу.

Трон династии Цин,
покрытый красным лаком
(1736—1796).



Первый контурный судоходный канал

Первый в мире контурный (использующий рельеф местности) судоходный канал, Волшебный канал, был построен в Китае в 3 в. до н. э. Автором этого уникального гидротехнического сооружения был инженер Ши Лу, построивший его по приказу императора Цинь Шихуана. Строительство канала было вызвано необходимостью снабжения войск, перебросенных в 219 г. до н. э. на юг страны для покорения народа юэ. Как сообщает известный историк Сыма Цянь, «[император] приказал военачальникам (Чжао) То и Ту Чжу возглавить войска, отправлявшиеся на боевых лодках в южные районы, чтобы завоевать край ста племен юэ. Он повелел своему надсмотрщику (Ши) Лу вырыть канал, чтобы на землю юэ можно было переправлять зерно».

Волшебный канал, длина которого немногим более 32 км, необычен тем, что соединяет две реки, текущие в противоположных направлениях. Это дало возможность осуществлять круглогодичное судоходство по внутренним водным путям суммарной субширотной протяженностью две тысячи километров от 40 до 22 параллели. Баржи, таким образом, доходили от широты Пекина, расположенного на севере страны, до Кантона (Гуанчжоу) и до моря на юге (туда, где сейчас находится Гонконг). Волшебный канал стал связующим звеном в этой системе китайских рек.

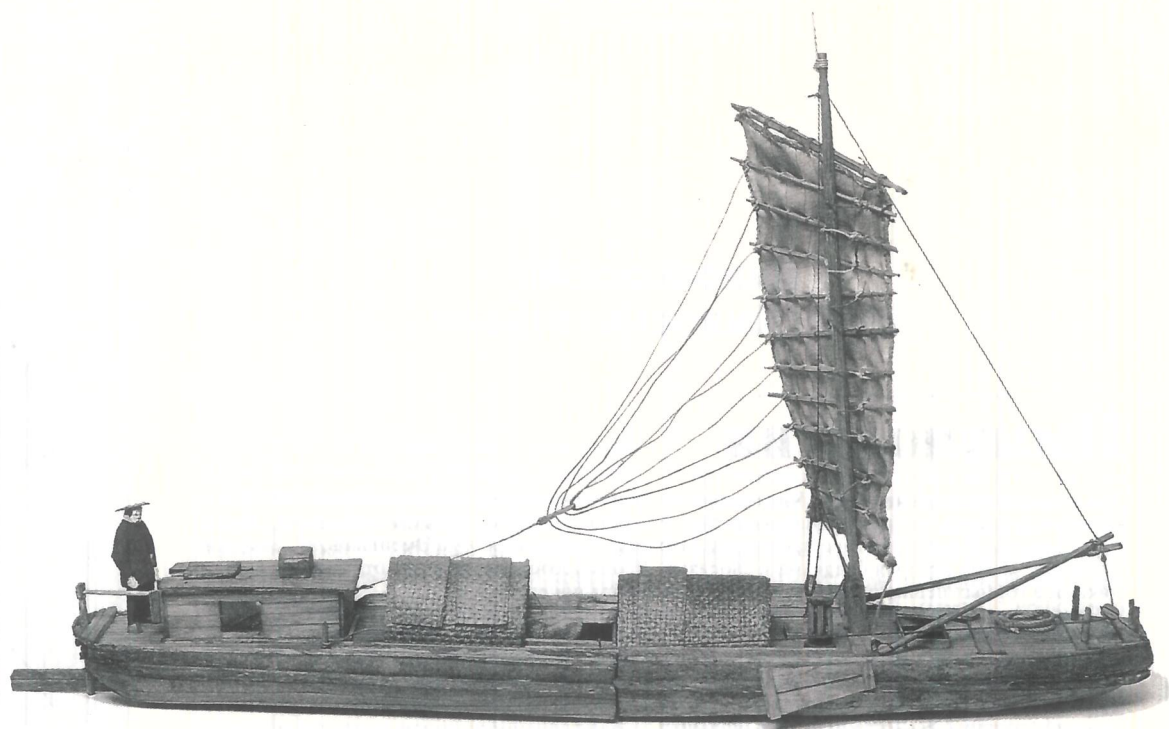
Трудность сооружения канала заключалась в том, что река Сян, берущая начало в горах Хайян, течет на север, а река Ли — на юг. Если бы только попасть из одной реки в другую! Ведь Сян течет до самого Чан Цзяна, а Ли, сливаясь с одним из притоков Западной реки, достигает Кантона. В районе маленькой деревушки Синань расстояние между этими реками, текущими здесь среди известняковых холмов, не превышает 5 км. Однако недостаточно было просто соединить их, требовалось иное решение.

Канал можно было прорыть по седловине между холмами. Обе реки отличаются бурным течением, поэтому вдоль реки Сян пришлось соорудить для прохода судов боковой канал длиной 2,4 км с меньшим падением русла, чем у реки. Для обеспечения навигации воды реки Ли были направлены в другой канал протяженностью 22 км. «Укротив» таким образом обе реки, строители смогли наконец соединить их каналом длиной 5 км. По середине Сян насыпали дамбу, которая, разделив русловой поток на два, позволила отвести в сторону его большую часть. За насыпью устроили водосливы. В районе Синани через канал, глубина которого составляла 1 м, а ширина 4,5 м, перекинули несколько мостов. Благодаря системе водосливов и разделения потоков только треть воды реки Сян попадала в соединительный канал, и он не переполнялся.

Поскольку канал был проложен по горизонталям седловины, падение русла было практически нулевым. К IX в. на нем было построено 18 шлюзов, и в X—XI вв. число людей, необходимое для буксировки барж, сократилось. Волшебный канал стали называть священным, его хранителем считался дракон. Канал продолжает действовать и в наши дни, через него сооружен железнодорожный мост современной конструкции. ■

Джонка, конструкция которой позволяла в случае необходимости отделять как носовую, так и кормовую части судна и опускать мачту, чтобы пройти под низким мостом, была создана специально для перевозки грузов по Великому каналу с его многочисленными крутыми поворотами и отмелями. Прокладка этого огромного водного пути протяженностью около 1800 км закончилась в XIV в. Внизу: Великий канал в районе Уси сегодня.





Иммунология

Как и когда точно появилась в Китае практика оспопрививания, или вариоляции, остается загадкой, но доподлинно известно, что зародилась она в южной провинции Сычуань. На юго-востоке провинции находится знаменитая гора Эмейшань, с которой связана история буддизма и даосизма. Даосы-алхимики, жившие отшельниками в горных пещерах, владели секретом вариоляции еще в X в.

Впервые прививки привлекли широкое внимание, когда от оспы умер старший сын первого министра Ван Даня (957—1017). Стараясь всеми силами предотвратить возможность такого же несчастья с другими членами своей семьи, Ван создал со всех концов империи врачей, мудрецов и магов, чтобы с их помощью отыскать нужное лекарство. Среди приглашенных оказался один даос-отшельник, познакомивший столицу с искусством делать прививки.

Надо сказать, что вариоляция имеет как ряд преимуществ, так и недостатков, отличающих ее от появившейся впоследствии вакцинации. При вариоляции происходит искусственное заражение вполне жизнеспособным вирусом, что в случае удачного исхода гарантирует иммунитет на всю оставшуюся жизнь. Вместе с тем есть опасность по-настоящему заболеть оспой со всеми вытекающими последствиями. С другой стороны, вакцинация обеспечивает лишь временную защиту от болезни, поэтому ее необходимо повторять каждые несколько лет. Это объясняется тем, что для приготовления вакцины используется мертвый или какой-либо инактивированный вирус (а в ряде случаев вирус более легкой формы заболевания), который фактически не может вызвать заражение.

На первый взгляд прививка против оспы представляется безумием. В самом деле, разве при вариоляции не происходит заражения человека оспой? Оказывается, нет. И объясняется это поистине удивительным искусством китайских медиков, которые владели множеством приемов, позволяющих ослабить вирулентность смертельного вируса, а следовательно, и опасность заражения без ущерба для эффективности прививки. Во-первых, было строго запрещено брать материал для прививок непосредственно у больных. Прививочный материал должен был походить на пробивающиеся ростки или наклеивающиеся почки, которые и надлежало «пересаживать». По-китайски «прививка» называлась *чжун ду* или *чжун мяо*, что буквально означает «пересаживать семена», «прививать ростки».

Делалось это следующим образом: в ноздри вводили ватный тампон с оспенным материалом, который всасывался через слизистую и попадал в дыхательные пути. (По-видимому, метод нанесения оспенного материала на царапину появился намного позднее, причем, скорее всего, в Центральной Азии, когда вариоляция начала распространяться из Китая на Запад.)

Материал для прививок предпочитали брать не у больных, а у тех, кто уже подвергся прививке и перенес заболевание в легкой форме. Было известно и различие между двумя формами болезни — натуральной (*Variola major*) и ветряной (*Variola minor*) оспой, которую и старались привить — из-за ее меньшей вирулентности. Так что традиционным источником прививочного материала были оспенные корочки, взятые у человека, перенесшего прививку, оспенный материал для которой тоже был взят у переболевшего после прививки, и т. д. Иными словами, вирулентность возбудителя оспы ослаблялась постепенно, в результате многократных прививок.

Однако существовали и другие методы искусственного ослабления вируса для обеспечения еще большей безопасности. Вот, например, что писал в 1741 г. Чжан Янь в своей работе «О прививании оспы»:

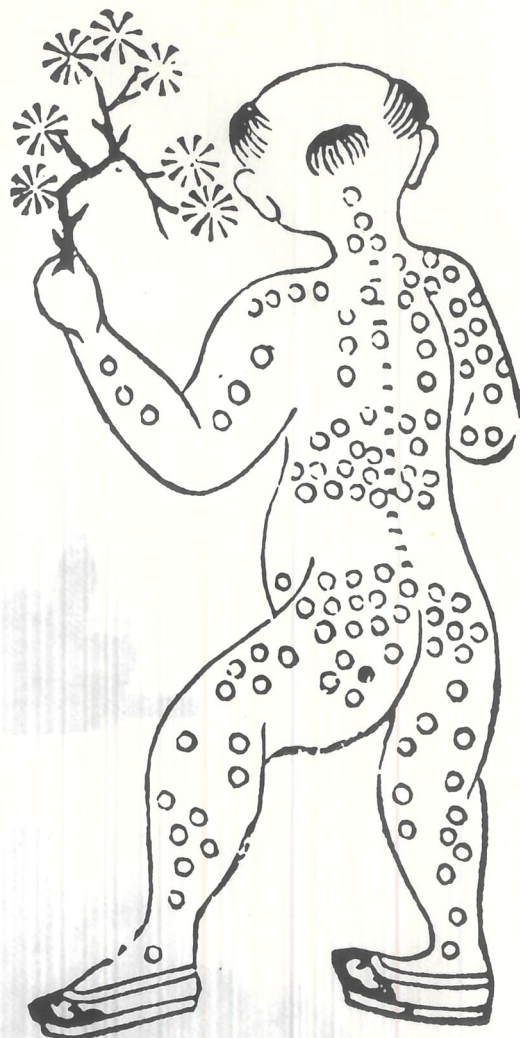
«Способ хранения материала. Осторожно заверните оспенные корочки в бумагу и положите в небольшую бутылочку. Плотнo закупорьте ее, чтобы корочки не потеряли своей активности. Нельзя держать бутылочку на солнце или нагревать ее. Лучше всего некоторое время носить ее на себе, чтобы корочки постепенно высохли естественным путем. На бутылочке следует четко пометить дату взятия материала у пациента.

Зимой материал имеет в себе силу *ян*, поэтому он сохраняет активность в течение 30—40 дней. Летом действие *ян* сохраняется примерно на протяжении 20 дней. Самый лучший материал тот, который не подвергался слишком долгому хранению, поскольку при избытке *ян* прививка действует на 9 человек из 10, но постепенно она теряет активность и оказывается бесполезной. В тех случаях, когда корочек мало, а потребность в них велика, можно смешать новые со старыми, но при этом следует вдуть в них больше порошка».

Нидем так комментирует эти и подобные им рекомендации китайских врачей:

«Таким образом, мы видим, что прививочный материал обычно хранили в течение месяца при температуре, равной температуре тела (37°) или чуть ниже. Это, несомненно, приводило к инаktivации порядка 80% жизнеспособных вирусных частиц, однако белка мертвых вирусов было вполне достаточно, чтобы при прививке стимулировать синтез интерферона и антител».

Иными словами, прививки в Китае на 80% состояли из мертвых вирусов, способных вызвать оспу, но (как и в случае вакцинации) стимулировавших в организме выработку антител против возбудителя заболевания.



Понятие вакцинации возникло в Китае в X в., когда стала практиковаться прививка против оспы. Ребенок, больной оспой (гравюра из книги «Золотое зеркало медицины», 1743 г.).

C. 2, 4—5, 8, 10, 33: Photos Rony Heirman © Commissariat General for International Co-operation of the Flemish Community, Brussels/China-Europe Institute, Louvain/China International Science Center, Beijing. C. 4, 17, 29: Photos © The MacQuitty Collection, London. C. 5: (вишуй) Photo British Library, London © Commissariat General for the International Co-operation of the Flemish Community, Brussels/China-Europe Institute, Louvain/China International Science Center, Beijing. C. 6: Photo Rony Heirman © Commissariat General for the International Co-operation of the Flemish Community, Brussels/China-Europe Institute, Louvain/China International Science Center, Beijing/Needham Research Institute, Cambridge, UK. C. 12: Иллюстрация взята из «Tiangong kaiwu» (1637). C. 14—15, 26, 27: Photos © Science Museum, London. C. 18, 22—23: Photos © Ashmolean Museum, Oxford, UK. C. 19, 22 (вишуй): Photos © Réunion des Musées Nationaux, Musée Guimet, Paris. C. 21, 28—29: Документы взяты из «Science and Civilisation in China», Vols. III&IV, by Joseph Needham, Cambridge University Press, UK. C. 23 (верху), 30 (вишуй): Photos © Aldus Archive, London. C. 23 (вишуй): Photo © John Webb, Victoria and Albert Museum, London. C. 24: Photo © Bruce Coleman, Uxbridge, UK. C. 25: Photo Cecil Beaton © Imperial War Museum, London. C. 31: Photo © Victoria and Albert Museum, London. C. 32—33: Photo Georg Gerster © Rapho, Paris. C. 34: Иллюстрация взята из «Clerks and Craftsmen in China and the West» by Joseph Needham, Cambridge University Press, UK.



Публикуется ежемесячно на 35 языках ЮНЕСКО — Организацией Объединенных Наций по вопросам образования, науки и культуры.

Шрифтом Брайля ежеквартально публикуется подборка статей на английском, французском, испанском и корейском языках.

Париж, 75700, Плас Фонтенуа, 7.

Главная редакция (Париж)

Ответственный секретарь: Джиллиан Уиткомб
русский яз.:

английский яз.: Рой Мэлкин, Кэролин Лоуренс

французский яз.: Алэн Левек, Неда эль-Хазен

испанский яз.: Ф. Фернандес-Сантос,

Мигель Лабарка

арабский яз.: Абдель Рашид аль Садек Мухаммади

издания шрифтом Брайля:

Иллюстрации: Ариен Бейли

Оформление: Жорж Серва

Документация: Виолет Рингельштайн

Связь с национальными редакциями:

Соланж Белен

Реализация: Генри Кнобил

Национальные редакции

немецкий яз.: Вернер Меркли (Берн)

японский яз.: Сеитиро Кодзима (Токио)

итальянский яз.: Марио Гвидотти (Рим)

язык хинди: Шри Рам (Дели)

язык тамиль: М. Мохаммед Мустафа (Мадрас)

язык иврит: Александр Бройдо (Тель-Авив)

персидский яз.: Садул Ванини (Тегеран)

голландский яз.: Поль Моррен (Антверпен)

португальский яз.: Бенедикто Силва

(Рио-де-Жанейро)

турецкий яз.: Мефра Ильгасер (Стамбул)

язык урду: Хаким Мохаммед Саид (Карачи)

каталанский яз.: Жоан Каррерас-и-Марти

(Барселона)

малайзийский яз.: Абдул Манаф Саад

(Куала-Лумпур)

корейский яз.: Пак Сен Гиль (Сеул)

язык суахили: Домини Рутазесибва

(Дар-эс-Салам)

македонский, хорватско-сербский, словенский,

сербскохорватский языки: Божидар Перкович

(Белград)

китайский яз.: Шень Гофень (Пекин)

болгарский яз.: Горан Готев (София)

греческий яз.: Николас Папагеоргиу (Афины)

сингальский яз.: С. Дж. Суманасекера Банда

(Коломбо)

финский яз.: Марьятта Оксанен (Хельсинки)

шведский яз.: Лина Свенсен (Стокгольм)

баскский яз.: Гуруц Лараньяга (Сан-Себастьян)

тайский яз.: Савитри Сувансатхит (Бангкок)

вьетнамский яз.: Зао Тунг (Ханой)

язык пушту: Назир Сехам (Кабул)

язык хауса: Халиб аль Хассан (Сокото)

При перепечатке материалов обязательна ссылка на «Курьер ЮНЕСКО» с указанием автора. Подписанные статьи выражают мнение их авторов, которое может не совпадать с точкой зрения ЮНЕСКО и редакции журнала. Подписи к фото и заголовки готовятся сотрудниками редакции.

Издание ежемесячного журнала «Курьер ЮНЕСКО» на русском языке с 1957 года осуществляется ордена Трудового Красного Знамени издательством «Прогресс» (Москва) по поручению Комиссии СССР по делам ЮНЕСКО.

ISSN 0304—3150

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР
РУССКОГО ИЗДАНИЯ
Г. В. ЗЕЛЕНИН

Адрес русской редакции: 119847, ГСП-3
Москва, Г-21, Zubовский бульвар, 17,
т.: 247-18-40

Ордена Трудового Красного Знамени Калининский полиграфический комбинат Союзполиграфпрома при Государственном комитете СССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли.
Зак. 2809

Дополнение к русскому изданию.
Публикуется по инициативе
русской редакции.

Московский энергетический клуб

Выступая 12 октября 1988 г. перед членами исполнительного совета ЮНЕСКО, представителями международных организаций, деятелями культуры, науки и образования, член Политбюро ЦК КПСС, министр иностранных дел СССР Э. А. Шеварднадзе информировал мировую общественность об инициативе группы ведущих советских ученых по созданию Московского энергетического клуба — действующей на регулярной основе международной неправительственной ассоциации всемирно известных ученых-энергетиков, экологов, социологов, виднейших представителей политики и бизнеса, деятелей культуры.

Потребность в создании подобной ассоциации возникла из осознания необходимости нового подхода к анализу и решению такой сложной междисциплинарной проблемы, как глобальная энергетическая проблема. События последних лет со всей очевидностью продемонстрировали тесную связь и взаимозависимость технологических, социально-экономических и политических факторов, составляющих ее суть. Стало ясно, что неограниченное и неорганизованное производство и потребление энергоресурсов несет в себе опасность глобальных изменений, которые могут нанести труднопредсказуемый ущерб мировой экономике, окружающей среде и подорвать надежду многих стран на социальный и культурный прогресс. Решения, принимаемые в каждой отдельной стране по вопросам стратегии развития энергетики, внедрению новых энерготехнологий и оценке риска, которые при этом возникают — по допустимым пределам производства энергии и концентрации энергетических систем, — оказывают существенное влияние на политическую, экономическую и социальную ситуацию в мире. Взаимосвязь и взаимозависимость современного мира нигде не проявляются так сильно, как в сфере энергетики.

Для анализа всех этих сложных факторов требуются новые механизмы международного сотрудничества. К обсуждению проблемы должны привлекаться не только ученые в рамках существующих узкоспециализированных международных энергетических организаций, но и представители гуманитарных специальностей, деловые люди, писатели, политики — все те, кто может внести достойный вклад в достижение всеобщей экономической, социальной и экологической стабильности и безопасности.

Указанным целям и призван служить Московский энергетический клуб. В отличие от всемирно известного Римского клуба, имеющего дело с мировыми проблемами в их взаимосвязи, Московский энергетический клуб будет концентрировать свою деятельность на одном конкретном аспекте мировой динамики — глобальной энергетической проблеме.

В настоящее время проводится подготовка учредительной конференции Московского энергетического клуба, которая состоится в Москве с 1 по 6 марта 1989 г.

К участию в работе конференции приглашено около 50 виднейших советских и зарубежных ученых, влиятельных общественных деятелей, писателей и деловых людей, занимающихся проблемами энергетики. Дали свое согласие участвовать в учредительной конференции Московского энергетического клуба бывший министр энергетики Франции Жан Кутюр, член Римского клуба Умберто Коломбо (Италия), Государственный секретарь по нетрадиционным источникам энергии М. Дайал (Индия), бывший директор Электротехнического института И. Стар (США), академики Велихов Е. П., Руденко Ю. Н., Стырикович М. А., Шейндлин А. Е. (СССР), председатель Исполнительного совета ЮНЕСКО Х. Варгас (Бразилия), президент Всекитайского общества энергетиков Цзи Яши, исполнительный секретарь ОПЕК А. Альватори (Кувейт), министр Венгерской Народной Республики Л. Капои и многие другие.

Конференция обсудит программу работ энергетического клуба на трехлетний период, формы деятельности клуба, членство в нем и другие вопросы.

Идея создания Московского энергетического клуба получила поддержку таких влиятельных организаций, как ЮНЕСКО, Академия наук СССР и ряд других. С целью привлечения лучших интеллектуальных сил человечества к работе ЮНЕСКО члены Московского энергетического клуба приглашены также принять участие в консультативном совещании по обсуждению будущей энергетической программы ЮНЕСКО, которое откроется в Москве сразу же после окончания учредительной конференции Московского энергетического клуба.

ВЛАДИСЛАВ КОЧЕТКОВ,
член оргкомитета по подготовке
учредительной конференции
Московского энергетического клуба
и консультативного совещания

