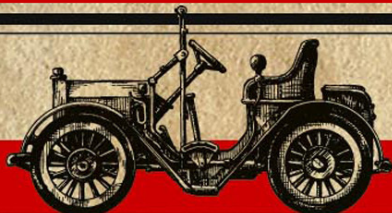


Т. ДЕРРИ

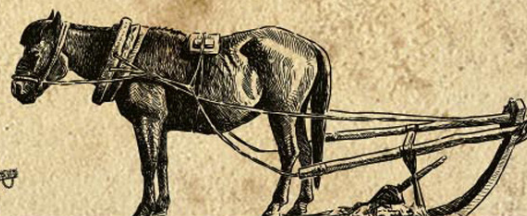
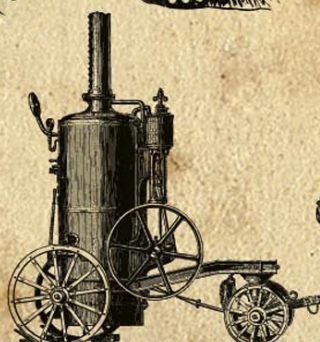
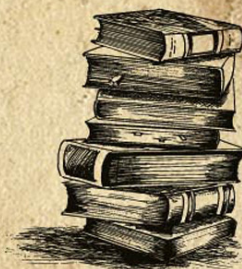
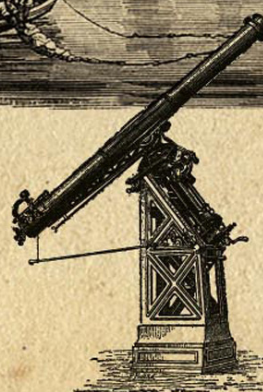
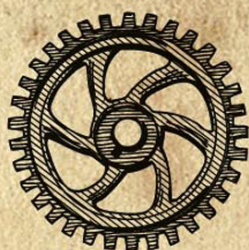
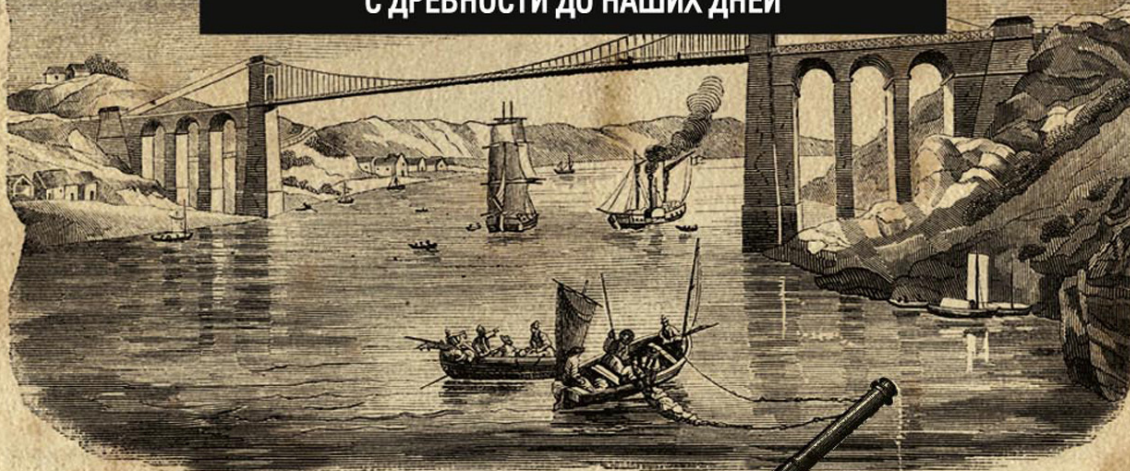


Т. УИЛЬЯМС

# КРАТКАЯ ИСТОРИЯ

# ТЕХНОЛОГИЙ

ИДЕИ, ПРОЦЕССЫ И УСТРОЙСТВА, ПРИ ПОМОЩИ  
КОТОРЫХ ЧЕЛОВЕК ИЗМЕНЯЕТ ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ  
С ДРЕВНОСТИ ДО НАШИХ ДНЕЙ



Томас Дерри

**Краткая история технологий.  
Идеи, процессы и устройства,  
при помощи которых человек  
изменяет окружающую среду  
с древности до наших дней**

«Центрполиграф»

УДК 001.984  
ББК 30.6г

## **Дерри Т.**

Краткая история технологий. Идеи, процессы и устройства, при помощи которых человек изменяет окружающую среду с древности до наших дней / Т. Дерри — «Центрполиграф»,

ISBN 978-5-9524-5383-8

Т. Дерри и Т. Уильямс представили блистательный рассказ о технологических достижениях человечества с древности до наших дней, уделив пристальное внимание влиянию технического прогресса на ход истории. Первая часть повествования включает историю технологий с древних времен до 1750 года. Рассказ начинается с общего исторического обзора древних цивилизаций, затем авторы рассматривают такие темы, как производство продуктов питания, металлообработка, строительство зданий, ранние источники энергии и начало химической промышленности. Вторая часть текста посвящена развитию парового двигателя, станков, современного транспорта, добыче угля и металлов, подъему современной химической промышленности, текстилю, двигателю внутреннего сгорания, электричеству и многому другому. Каждому разделу предшествует историческое введение, книга завершается рядом таблиц, предназначенных для отображения взаимосвязи имен и событий в тексте. Книга богато иллюстрирована и наполнена фактологическими данными.

УДК 001.984  
ББК 30.6г

ISBN 978-5-9524-5383-8

© Дерри Т.  
© Центрполиграф

# Содержание

|                                                  |     |
|--------------------------------------------------|-----|
| Часть первая                                     | 7   |
| Глава 1                                          | 7   |
| Доисторический период                            | 7   |
| Месопотамская и египетская цивилизации           | 9   |
| Возникновение Греции и Рима                      | 13  |
| Римская империя                                  | 15  |
| Раннее Средневековье                             | 19  |
| Позднее Средневековье                            | 22  |
| Эпоха Возрождения                                | 25  |
| Возникновение современного мира                  | 27  |
| Глава 2                                          | 31  |
| Приручение животных                              | 31  |
| Происхождение сельского хозяйства                | 32  |
| Орошение                                         | 34  |
| Возделывание земель в Европе                     | 36  |
| Приготовление еды и питья                        | 38  |
| Рыболовство                                      | 41  |
| Влияние географических открытий                  | 43  |
| Развитие сельского хозяйства в 1500–1700 годах   | 45  |
| Мелиорация                                       | 47  |
| Глава 3                                          | 49  |
| Истоки гончарного дела                           | 49  |
| Истоки производства текстиля                     | 51  |
| Изделия из слоновой кости, дерева, кожи, стекла  | 53  |
| Слоновая кость                                   | 53  |
| Дерево                                           | 54  |
| Кожа                                             | 54  |
| Стекло                                           | 55  |
| Влияние греческой и римской цивилизаций          | 56  |
| Средневековье                                    | 59  |
| Средневековый текстиль и кожевенное производство | 62  |
| Мебель                                           | 66  |
| Текстиль и стекло в 1500–1750 годах              | 67  |
| Глава 4                                          | 74  |
| Металлы в бронзовом веке                         | 74  |
| Ранний железный век в Греции и Риме              | 78  |
| Металлообработка в Средневековье                 | 82  |
| Рост спроса на металлы в 1500–1750 годах         | 91  |
| Дальнейшее развитие черной металлургии           | 93  |
| Оружие                                           | 95  |
| Приборостроение                                  | 99  |
| Глава 5                                          | 102 |
| Ранние империи                                   | 102 |
| Греческое и римское строительство                | 106 |
| Средневековье                                    | 112 |
| Конец ознакомительного фрагмента.                | 115 |

**Томас Дерри, Тревор Уильямс**  
**Краткая история технологий. Идеи,**  
**процессы и устройства, при помощи**  
**которых человек изменяет окружающую**  
**среду с древности до наших дней**

T. DERRY, T. WILLIAMS

A Short History of Technology

FROM THE EARLIEST TIMES TO A.D. 1900

© Перевод, ЗАО «Центрполиграф», 2019

## **Часть первая**

### **С древних времен до 1750 года**

#### **Глава 1**

#### **Общий исторический обзор**

##### **Доисторический период**

Понятие «технология» подразумевает множество знаний и умений, благодаря которым человек изменяет среду своего обитания, поэтому история технологии – предмет комплексный и многообразный. Исследование осложняется тем, что прежние разграничения в истории технологии и нынешние разграничения в истории политики или развития интеллекта различны. Мы подробно рассмотрим развитие западных технологий. Изобретения стран Дальневосточного региона (Китай, Япония, Корея и т. д.) сыграли огромную роль в прежние века и, безусловно, требуют особого освещения, хотя их еще предстоит изучить должным образом. Однако даже с нашими ограниченными возможностями предварительный исторический очерк эпох и народов, с учетом их наибольшей значимости, позволит наглядно показать рост каждой технологической отрасли в конкретный период. В настоящей главе и главе 10 представлены отдельные факты, связанные с общей историей технологии.

Люди древнекаменного века (или эпохи палеолита), немногочисленные и рассеянные по обширным территориям, почти не влияли на окружающую среду. Четыре ледниковые эры так сильно изменили природу на огромных территориях, что с последствиями их воздействия было бы трудно совладать даже в XX веке. Древние люди лишь добывали пропитание и вряд ли досконально изучали климатические явления, почвы и особенности времен года, которые напрямую влияли на удачу во время охоты. Из-за недостаточной возможности противостоять холоду, в отличие от большинства животных, люди делали укрытия, часто прятались в пещерах и научились добывать огонь. Естественным путем они приобрели навыки находить топливо для поддержания огня, мастерить факелы и гасить пламя водой. А добывать огонь трением двух кусков дерева люди, скорее всего, научились, понаблюдав, что происходит, когда сухие сучья деревьев трутся друг о друга на ветру.

При помощи огня повышали прочность древесины – высушивали, а потом делали из нее оружие и различные инструменты. Древние люди, будучи падальщиками и не имея сильных клыков хищников, разрывали туши крупных животных палками и камнями. Позднее люди охотились с более сложными орудиями. Их создавали, ударяя крупным камнем-молотом по гораздо более мелким камням, которые дробились и расслаивались, принимая остроугольную и любую другую форму. Прошло немало лет, прежде чем появился узнаваемый прототип каменного топора, впоследствии ставший металлическим и используемый до сих пор. Ручной топор из песчаника, кварца, застывшей лавы и кремня служил человечеству по меньшей мере тысячу веков на почти одной пятой части суши. О топоре хорошо известно благодаря долговечности материалов, из которых он делался. Орудия и предметы из менее прочных материалов, вроде дерева или рогов животных, хотя и сохранялись в песке, торфе и даже во льду, известны лишь косвенно. С появлением копья и лука человек-изобретатель начал выигрывать длительную борьбу за превосходство над животными. Более того, результаты эстетического развития человека на примере высококачественных наскальных рисунков эпохи палеолита

(рис. 1), оставленных в пещерах и на отдельных скальных породах, говорят не только о событиях прошлого, но и о неравномерном развитии технологий.

Средний каменный век (мезолит) – переходный период между окончанием последнего ледникового периода и началом эры заселения и возделывания земель. Точнее всего называть этот период этапом, так как его датирование варьируется в зависимости от близости территории к сжимающемуся полярному ледяному покрову. В Европе он продолжался с 9-го или 8-го до конца 4-го тысячелетия до н. э.; на этом этапе поднялся уровень моря, отделившего Швецию от Дании, а Великобританию от Франции, и начался рост северных лесов. Еще сильнее на среду обитания человека повлияло разрастание пустынь Ближнего Востока из-за крупнейших климатических изменений.



Рис. 1. Наскальный рисунок скачущего оленя. Каменный век

Люди эпохи неолита становятся цивилизованнее, решив основную проблему добывания пищи. Они все чаще занимаются скотоводством или земледелием либо и тем и другим. Камнем они перемалывают и полируют и даже сверлят; для лучшего освоения окружающей среды не хватает только знаний о металлообработке. С появлением металла идет быстрый прирост населения – так называемая неолитическая революция. Известная заря цивилизации примерно совпадает с началом использования металлов. С материалистической точки зрения история цивилизации – история развития технологий, поэтому интереснейшие свидетельства неолитической эпохи, даже для Западной Европы, следует искать на юго-востоке Европы, где эпоха неолита началась раньше всего, что привело к наиболее стремительному развитию цивилизации. Именно на юго-востоке Европы климатические условия позволили сохранить артефакты далекого прошлого.

Скотоводство развивалось в долинах огромных рек на Востоке, где изобиловали животные, покинувшие пустынные земли. Таковыми были нижние долины Нила, Тигра, Евфрата и Инда. Кроме того, люди поняли, что благодаря плодородному илу в дельтах самосеющих культур можно заменить специально отобранными для выращивания растениями. Скотоводство – удел кочевников, вне сомнения, появилось раньше земледелия. Сельское хозяйство предполагало временное поселение, хотя под посевы ежегодно выбирали новый участок земли. У людей, принявших оседлый образ жизни, появились новые потребности. Прежде всего, они перестали думать только о том, как набить желудок, ибо земледelec, в отличие от охотника, имеет постоянное место обитания, работает и отдыхает в определенные периоды. Так появились предпосылки для развития ремесел и торговли.

Культура эпохи неолита медленно распространилась из восточных земель на всю Европу. К северу от Средиземного моря находился регион с более суровым климатом, где цивилизация развивалась бы гораздо медленнее, если бы не практика обширного земледелия, когда требовалось высевать культуры на новом участке земли каждые несколько лет. Несмотря на расточительность, подобное земледелие позволило осваивать огромные территории. В результате в

Европе появились «незарегистрированные тысячелетия» эпохи неолита; например, в Великобритании эпоха неолита заканчивается 2000 годом до н. э. К памятникам неолитической эпохи относятся кремниевые шахты и мегалитические гробницы; таинственные, с неизвестным происхождением, они олицетворяют тьму прошлого, резко контрастируя с великолепием цивилизации Востока.

## **Месопотамская и египетская цивилизации**

В середине 4-го тысячелетия до н. э. люди эпохи неолита, жившие в огромных долинах восточных рек, создали первые образцы цивилизации. Если считать изобретение письменности переходом от варварства к цивилизации, то почти наверняка первые цивилизованные люди появились в Месопотамии, хотя древнейшее цивилизованное государство с обширной территорией и долгой историей возникло вскоре после этого в долине Нила, где было проще отражать набеги варваров. Ход событий в долине реки Инд также пока малоизвестен.

С появлением керамики и текстиля в эпоху неолита возникли определенные специализации. Но различные ремесла развивались только в том случае, если у земледельцев и скотоводов имелся регулярный избыток производства, что наблюдалось только на берегах больших рек, где собирали богатейшие урожаи. Заметив, что природные паводки повышают плодородие почвы, человек тем не менее ленился и не желал осваивать новые земли, поэтому отказался от регулярного и системного орошения. Результаты археологических исследований показывают, что шумерский город строился вокруг храма: избытки урожая приносились в храм, чтобы умиловить бога; земля считалась собственностью бога, а священники стали первыми, кто вел праздный образ жизни; ремесла, возносящие хвалу богу, основали цивилизацию и технический прогресс. В Египте первоначальный импульс к развитию спровоцировал не страх и трепет человека перед божественной силой, а насильственное подчинение человека человеком и естественную жажду власти. Фараон – «последователь Гора» или царь из рода Гора, наделенный наследственной властью, впервые объединивший долину Нила, стал богом, которого следовало почитать, чтобы река разливалась, а земли становились плодородными. Поэтому с каждого жителя берега Нила взималась дань. Города не строились вокруг храмов и поначалу росли медленнее, а слуги фараона, собирающие дань, по сути дела поступали как шумерские священники.

Для понимания впечатляющих технологических достижений ранних цивилизаций важно отметить, что даже свободный земледелец непременно участвовал в общественных работах (они считались в Египте обязательными даже в то время, когда компания Лессепса строила Суэцкий канал). Рабовладение началось после того, как выяснилось, что гораздо выгоднее оставлять пленников живыми, ибо от их работы можно было получать прибыли. Каждая война увеличивала численность рабов; торговцы бойко продавали живой товар; рабство стало непременным уделом преступников и должников. Рабы бога или его храма, рабы фараона или его государства составляли многочисленную прослойку работников, иногда хорошо обученных и часто жестоко эксплуатируемых. На протяжении всей древней истории почти каждое упоминание о сельском хозяйстве или ремесленном деле в цивилизованных странах подразумевает эксплуатацию рабов, обычно немногочисленных, наряду с фермерами и ремесленниками, обладавшими разной степенью личной свободы.

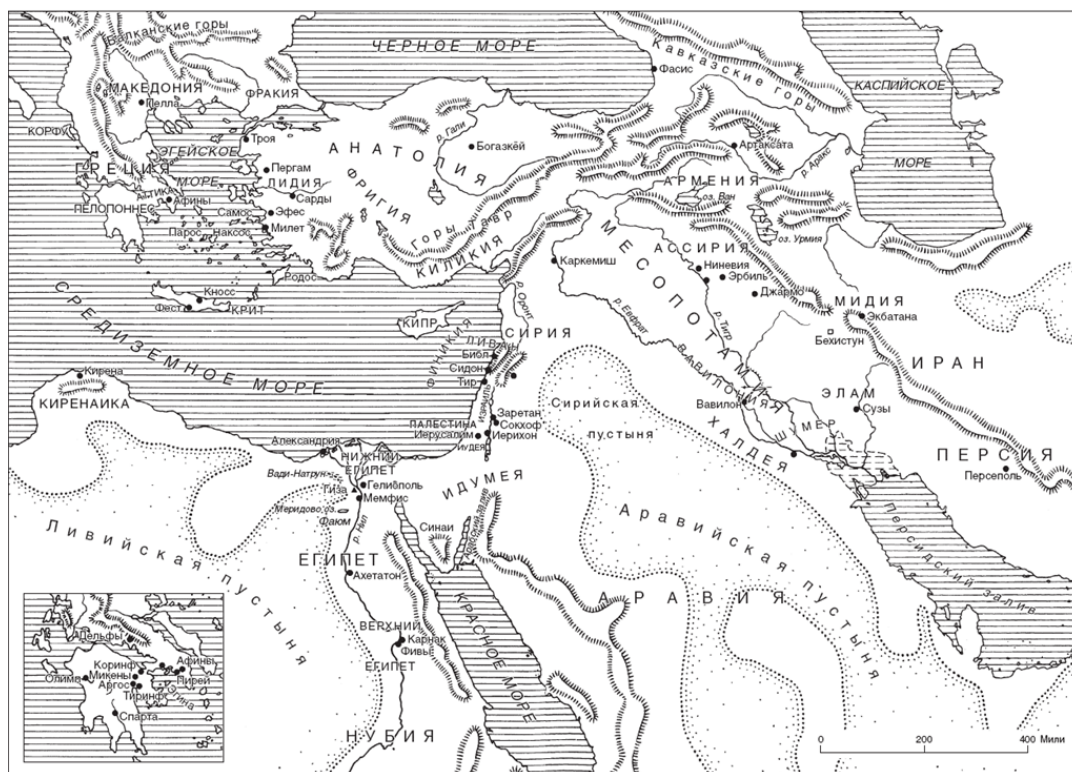


Рис. 2. Древние империи и античная Греция

Считается, что медь первой превратилась из объекта роскоши в предмет первой необходимости. Развитие цивилизации в 3-м тысячелетии до н. э. сопровождается медленным ростом потребления меди и ее сплава с оловом – бронзы. В эпоху неолита земледельцы обрабатывали землю плугами с впряженными в них волами и орошали поля; цивилизованный человек изобрел лодку с веслами, колесную повозку и парус. Что касается искусности ремесленников, работавших с тонкими деталями, в Египте еще до его объединения производились удивительно красивые резные поделки из слоновой кости. По царским гробницам шумерской династии Ур (рис. 2) можно сказать, что большинство методов металлообработки уже применялись до 2500 года до н. э. Шумеры возводили кирпичные храмы чуть меньше знаменитых зиккуратов. Однако ранние династии Египта, во времена правления которых работали с камнем, оставили памятник архитектуры, не требующий подсказок археолога: великую пирамиду в Гизе построили над мумифицированным телом Хеопса почти пятьдесят веков назад, она по-прежнему считается самой великолепной усыпальницей в мире.

И в Месопотамии, и в Египте 3-е тысячелетие, открывшее столь блестящие перспективы для человечества, закончилось политическими потрясениями и технологической стагнацией. Самый ранний из выдающихся семитских лидеров – Саргон Великий, или Саргон Аккадский (рис. 3), привел первых завоевателей (аккадийцы, амориты, касситы) из центральных районов дельты Тигра и Евфрата. Они построили цивилизацию на основе шумерской, однако Хаммурапи – великий аморит, законодатель и правитель, провозгласил город Вавилон важнейшим в регионе. Одним из древнейших законодательных памятников является Кодекс Хаммурапи (Свод законов Хаммурапи) – восьмифутовая каменная стела с законами, выбитыми клинописью на обеих ее сторонах; в предисловии к законам – религиозные формулы, славящие богов и царя. Однако хеттские захватчики с северо-запада и касситы с северо-востока свергли его преемников, после чего Вавилония под управлением касситов на многие века погрузилась в невежество. Между тем в Египте централизованное самодержавие фараонов, построивших первые пирамиды, сменилось эпохой феодализма, характерные памятники которой – искусные камен-

ные гробницы знати. Фараоны Среднего царства распространили свое влияние вверх по Нилу, завоевали Нубию и провели обширные ирригационные работы на озере Моэрис в Фаюме. Примерно в 1700 году до н. э. царство завоевали гиксосы – кочевые скотоводческие племена из Западной Азии; после их изгнания примерно в 1580 году до н. э. образовалась Египетская империя.



*Рис. 3. Бронзовая голова Саргона*

В составе этой империи были многие народности на территории от четвертого порога Нила до берегов Евфрата. Империя держалась на военной мощи (на вооружении состояли конные колесницы) и с переменным успехом боролась с сильными врагами – хеттами. Однако интереснее всего достижения с области ремесел. Среди храмов в Фивах – тогдашней египетской столице – находится великий храмовый зал Карнака – помещение размером 329 × 170 футов, по площади равное собору Парижской Богородицы; до сих пор считается самым большим залом с колоннадами. Рядом расположена гробница Тутанхамона – символ максимальных достижений бронзового века в изобразительном искусстве, не только благодаря тонкой отделке золотом, серебром, полудрагоценными камнями и слоновой костью, но и великолепной резной мебели, подобной которой не производили в Европе до эпохи Возрождения. Мы видим реалистичное изображение фараона – не только богоподобного правителя, но и возлюбленного, человека с переменчивой судьбой. На мгновение можно почувствовать энтузиазм цивилизации, достигшей совершенства до рождения Моисея, которая, несмотря на тридцать династий, правивших до времен Александра Великого, миновала зенит славы более 3 тысяч лет назад.

Поскольку прогресс – редкое исключение, а не правило среди человеческих общин, лучше не выяснять причины его остановки у древних египтян, а изучить технологические достижения Ближнего Востока, постепенно распространившиеся в Европу. Ни в Месопотамии, ни в Египте не было средств для развития цивилизации на основе автаркии. Жители этих стран никогда не занимались автономным производством металлов, специальной заготовкой древесины или слоновой кости: во 2-м тысячелетии до н. э., благодаря крупному кораблестроению и улучшенной организации наземного транспорта, они стали завозить больше товаров. Обменивая искусные ремесленные изделия на сырье, они стимулировали изготовление подделок. Кроме того, в древности, как и в наше время, желание продать товар часто побуждало захватывать рынки сбыта, что надолго изменяло жизнь соседних народов даже после периода завоевания. Агрессия порождает ответную агрессию: некоторые захватчики-варвары в конечном счете рассеялись среди жителей двух империй, другие воевали с ними, учились у них и оставались независимыми.

Из последней группы наибольшую важность для нас представляют хетты из Малой Азии – первые индоевропейцы, о которых следует рассказать подробнее. Воюя железным оружием против бронзового, они захватили провинции обеих империй и в середине 2-го тысячелетия за несколько столетий создали третье цивилизованное государство, протянувшееся на юг в сторону Палестины и на восток – до Евфрата. Его центром стала Хаттуса, расположенная в горах Анатолии (неподалеку от современного турецкого Богазкёя), которая в период расцвета, выстроенная из дерева и камня, была больше и богаче города Вавилона. Имея крупные запасы серебра, задолго до этого заменившего зерно как средство обмена, хетты отчеканили первые монеты, а потом передали технологию на Запад. Хотя эта цивилизация была очень близка к Европе по сути, ее влияние в основном оказывалось по морю.

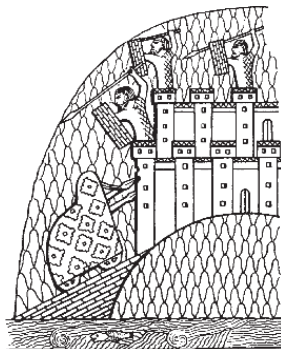


Рис. 4. Таран на колесах. Ниневия, 7 в. до н. э.

Необходимо отметить, как Запад влиял на восточные империи. Примерно в 1200 году до н. э. крах Хеттского государства отчасти спровоцировало усиление власти Ассирии. Поначалу развитие продолжалось, но в конечном счете ассирийцы захватили Вавилон, уничтожили десять колен Израилевых и покорили два колена – Иуды и Биньямина. Во времена правления Саргона II (722–670 до н. э.) они основали в Ниневии самую обширную в Западной Азии империю. Ассирийцы великолепно обрабатывали камень как для облицовки колоссальных зданий, так и для рельефных скульптур. Созданные ими фигурки животных до сих пор очаровывают западные умы, однако наибольшее впечатление производят их железное оружие и тараны (рис. 4). Ассирийцы вели обширную торговлю на Востоке и Западе, изучая язык завоеванных народов, арамейский в Сирии, и перенимая их торговую терминологию. Из Индии они привезли хлопчатник, чтобы украсить парк у дворца Сеннахирима; из Малой Азии пришло киликийское серебро, ставшее средством обмена. Рухнув под ударами мидян и халдеев в 612 году до н. э., Ниневия оставалась образцом мировой империи до эпохи расцвета Рима.

Возникшей позже Новой Вавилонской империей, или Халдейским царством, правил Навуходоносор, по приказу которого плененных иудеев вывезли в Вавилон – город, украшенный Висячими садами, с Вавилонской башней и Ворота Иштар (рис. 64). Но наиболее значимое наследие – удивительно точные, накопленные веками астрономические данные, полученные без телескопа или иного прибора; на этих данных основана греческая астрономия. Упадок Вавилона пришелся на 539 год до н. э. при завоевании Киrom Великим – основателем Персидской империи, которая простиралась до царства Лидия на западе Малой Азии. Второй персидский царь захватил Египет, третий – распространил персидское владычество до Дуная. Их правлению помогала знаменитая сеть почтовых маршрутов и станций. Персы были отличными мореплавателями, их корабли бороздили Индийский океан; они старались восстановить древний египетский канал, связывающий Красное и Средиземное моря; организовали большое морское вторжение в Европу, описанное Геродотом. Персидская империя, превосходившая всех предшественниц размерами, мощью и великолепием архитектурных комплексов в Персе-

поле и Сузах, подарила Востоку почти два столетия мирного существования. Покой нарушила армия Александра Македонского – после того как Греция прошла пик расцвета, он, подстрекаемый юношеским задором, решил воевать с цивилизациями намного более древними, чем греческая.

## **Возникновение Греции и Рима**

Отслеживая первые зачатки цивилизации в Европе во 2-м тысячелетии до н. э., необходимо отметить, что возникновение Греции и Рима – самая известная часть древней истории здесь будет представлена кратко. В политике и литературе эти цивилизации традиционно сохраняют первенство, но с технологической точки зрения достижения Греции и Рима легко переоценить. Захватывая древние цивилизации Ближнего Востока, греки и римляне многое от них унаследовали. Однако они немало и уничтожили, а созданное взамен редко превосходило и часто уступало по качеству технологическим достижениям ранних цивилизаций.

У египтян они заимствовали технологию строительства морских судов, перевозивших глиняную посуду и другие изделия вдоль побережья Сирии в обмен на ливанские кедры и многие другие виды сырья, которого не было в долине Нила. Отсюда они попали на лесистый остров Крит, где египетский импорт и обучение беженцев из Египта во времена его первого объединения впервые приобщили европейцев к цивилизации. К началу 2-го тысячелетия до н. э. критяне уже экспортировали горшки и вазы в Египет, часто на собственных судах. Но зенит минойской цивилизации пришелся на период 1600–1400 гг. до н. э., когда население Кносса – мегаполиса с кирпичными зданиями составляло примерно 80 тысяч человек. Дворец Миноса – мифического царя Крита – первое великое архитектурное достижение Северного Средиземноморья, бывшего центром ремесел и царского правления. Высококвалифицированные гончары, специалисты по металлу и слоновой кости, художники и стеклодувы производили товары для отправки с восточного побережья Средиземного моря во все уголки света. Из Испании ввозили золото, из Британии – олово, с берегов Балтийского моря – янтарь, из России – меха; в обмен получали товары, стимулировавшие медленный переход западных народов в бронзовый век. Нет точных сведений о мастерах по ковке бронзы, которые в поисках клиентов, возможно, путешествовали на большие расстояния; но изображение кинжала на плите Стоунхенджа по форме напоминает бронзовые кинжалы микенской Греции – материкового форпоста минойской культуры.

Закат империи хеттов в Малой Азии, разграбление Кносса, конец минойской/микенской культуры в Тиринфе и Микенах, упадок Нового Египетского царства – все эти события происходили в последние века 2-го тысячелетия, что ознаменовало захват Средиземноморья северными индоевропейцами. Среди них были в основном греки и дорийцы. Несколько веков после вторжения на земли, которые позже прославили, они сохраняли уровень культуры более низкий, чем в героическую эпоху, описанную Гомером. Между тем после упадка Крита главной морской силой на Средиземном море становятся семитские финикийцы из Тира и Сидона и основатели великих колоний Карфаген и Кадис. В этот же период этруски вывели по морю с их родины в Малой Азии, распространив богатую восточную культуру на Северную Италию. Когда греки начали развивать свою цивилизацию и объединили торговлю с колонизацией из-за бесплодия внутренних районов страны, Западное Средиземноморье уже занимали два сильных противника. Знаменательно, что, несмотря на большое значение Сиракуз – второго по величине греческого города, и многих греческих колоний на Сицилии и в Южной Италии, античная Греция непосредственно повлияла на мир Востока.

К 600 году до н. э. греческие ремесленники в техническом плане достигли, а в эстетике превзошли своих восточных учителей. В поэмах Гомера упоминается железо, но не как материал для оружия. В античные времена греки мастерски обрабатывали металл, а при покуп-

ках или продажах расплачивались монетами, чрезвычайно стимулируя мелкую торговлю; их монеты походили на лидийские, а Лидия граничила с Хеттским царством. Чаще всего они импортировали зерно и рыбу из черноморских колоний, рабов и предметы роскоши, начиная с этрусских сокровищ и ковров и заканчивая дорогими серебряными сосудами с Востока. Мощный скачок в технологическом развитии привел к выплавке металлов, производству тканей, гончарных изделий, масла и вина, которое Греция, и особенно Аттика, экспортировала в обмен на другие товары. Аттические вазы V века были найдены в Рейнской области и на берегах Марны. Греческое вино в основном продавалось в емкостях из шкур и было очень популярно среди кельтских варваров; подобные емкости для вина до наших дней не сохранились.

Окончательное поражение персидских захватчиков в 479 году до н. э. под предводительством афинян приводит к росту численности греков в целом, а город-государство (полис) Афины занимает доминирующее положение относительно остальных греческих городов. В честь богини Афины – покровительницы городов Фидий создает самую знаменитую статую Афины Паллады из золота и слоновой кости. С точки зрения истории технологии важно отметить, что Афины как главный деловой центр и фактическая столица Средиземноморья давно пережили политический крах. В Афинах – на родине демократии, с небывалым уровнем развития ремесел, но с населением, почти половину которого составляли рабы, свирепствовал бы голод, если бы не высококачественная керамика, бронза и мебель, в обмен на которые в Пирей привозили зерновые культуры.

Не сумев поладить между собой, греки вскоре оказались под пятой горцев-македонян. Далее наступило десятилетие завоеваний Александра (333–323 до н. э.), и цивилизация покоренных греков прошла по всей Азии как завоеватель. Хотя военное наступление было остановлено на реке Инд, греческое искусство проникло в Индию и даже в Китай. Серия основанных Александром Македонским городов – Александрий, в числе которых был и афганский Кандагар, дала греческому образу жизни новые «точки опоры». При Александре мировая коммерция преодолела национальные барьеры: если 40 миллионов фунтов государственных сокровищ, захваченных им в Персии и пущенных в оборот, дали только временный импульс к развитию, то распространение греческого языка в обширных доминионах оказало более продолжительное влияние, чем большинство политических достижений. После его безвременной кончины империя разделилась на три государства, во главе каждого из которых стоял греческий военачальник. В одном из них – Египте, возглавляемом Птолемеем, со столицей Александрией, начался новый этап развития.

Наступившая эллинистическая эпоха отличалась величайшим ростом ремесел и торговли. В этот период развивается градостроительство, питьевое водоснабжение, строятся дренажные системы. Возводятся красивые правительственные здания с верхним рядом окон и арками по восточной традиции; дома становятся комфортнее, а обстановка роскошнее. Важные достижения в математике, астрономии и медицине сопровождаются практическими изобретениями, сокращающими ручной труд. Александрийская библиотека становится центром мировых знаний. Огромный александрийский маяк делает город подобием большого современного порта. В Александрии создается музей и, по греческим традициям, становится центром наук. Однако не стоит преувеличивать влияние эллинизации. Хотя Александр лишил ближневосточные империи военной мощи, уничтожить память о более древних цивилизациях оказалось нелегко. Религия осталась единственной неискоренимой силой, которая распространилась в основном с Востока на Запад.

Если бы Александр прожил дольше, то, вероятно, продолжил бы походы на запад, и Средиземноморье объединилось бы на три века раньше. Итак, цивилизации постепенно проникали в варварскую Европу – до долины Дуная, а также через внутреннее море. В большинстве регионов использовались каменные и бронзовые орудия труда; с начала последнего тысячелетия до н. э. в Восточных Альпах возник центр металлообработки, которая распространилась среди

германских и кельтских племен. Последние проникли в Италию и свергли этрусков. При жизни Александра Македонского под этрусской опекой существовал малоизвестный город Рим, который постепенно становился центром латинских племен, живших на ближайших территориях, и бессознательно готовился к тому, что не успел завершить Македонский. К середине III века до н. э. римляне освоили греческие города Южной Италии, чей флот заложил основы римской коммерции, и изгнали карфагенян из Сицилии. В следующем столетии они выиграли титаническую борьбу за контроль над западным побережьем Средиземного моря, покорив Карфаген – город в три раза больше Рима, развившийся благодаря фрахтовому делу и ставший богатейшим портом своего времени, но имевший недостаток – систему сословий. Когда римляне сровняли Карфаген с землей в 146 году до н. э., их власть уже простиралась от Южной Испании до Македонии и Сирии; в тот же год они сожгли Коринф, доказав умение безжалостно подавлять волю вздорных правителей Восточного Средиземноморья.

Подобно Александру, который достигал военного успеха благодаря объединению фаланги хорошо обученной пехоты с фланговыми силами тяжелой кавалерии, римляне преуспели в военном искусстве. От греков с юга Италии они заимствовали два усовершенствованных орудия, действующие по принципу лука, – катапульту со стрелами и тяжелую баллисту. Но военный успех республики зависел прежде всего от тщательно подготовленных легионеров, которые вышли к Евфрату и Каспийскому морю, покорили кельтов Галлии, построили мост через Рейн и пересекли бурный Ла-Манш по пути в Британию. Наконец, покорив Египет, управляемый Клеопатрой, римляне завершили объединение Востока и Запада.

Период иностранных завоеваний совпал с периодом внутренних раздоров, погубивших республику. Ее политические лидеры пресытились богатством и были деморализованы, грабя провинции, которые долгое время считались центром западной цивилизации: отныне Рим ведет торговлю со всем миром и чаще расплачивается деньгами, а не натуральным товаром. Традиционное сельское хозяйство Италии в целом развалилось: мелкие земледельческие хозяйства вытеснялись обширными поместьями, где множество завезенных рабов выращивало скот, виноград и оливы. Сам Рим, мастерские римлян и загородные резиденции знати переполнились рабами. Известно, что во время одной-единственной военной кампании пленили 150 тысяч человек. На острове Делос, превращенном римлянами в транзитный рынок, по словам Страбона, ежедневно продавалось 10 тысяч рабов, каждый стоимостью 20–60 фунтов. В век насилия и беспорядка, которого хватало в истории Римской республики, сочувствие вызовут скорее восстания рабов, подавлявшиеся с особой жестокостью, а не бесчеловечная борьба за власть между соперничающими политическими группами. Однако борьба увенчалась победой выдающегося государственного деятеля Августа – основателя Римской империи, который в 30 году до н. э. уничтожил своего последнего врага, Марка Антония, во время военной кампании против Египта.

## **Римская империя**

На Средиземноморье 200 лет царил мир (рис. 5). Хотя не удалось удержать в подчинении древние земли Месопотамии за Евфратом, а завоевание Германии к востоку от Рейна или территории современной Румынии к северу от нижнего Дуная оказалось недолгим, самым важным считалась безопасность внутренней области – экономической единицы, равной которой в Европе не было на протяжении периода, отделяющего нас от времен Уильяма Питта-старшего и Джорджа Вашингтона. Тучи над империей сгустились снова во время правления императора-философа, Марка Аврелия Антонина, но золотой век империи окончательно закончился со смертью его сына – императора Коммода, в 192 году н. э.

Между тем, потеснив Александрию, Рим становится прекраснейшим городом западного мира, увенчанным роскошным дворцом Августа на Палатинском холме. Два поколения спу-

стя, после сильного пожара времен правления Нерона, в городе началось новое строительство. Многие здания возводились из бетонных блоков, дворики облицовывались кирпичом. Для удовлетворения спроса на строительный материал в Италии возникла монополия на производство бетонных блоков-кирпичей, прибыль от которого возвысила династию Антонинов. Следует заметить, что среди других строительных материалов весьма дешевым был свинец (отчасти как побочный продукт серебряной руды), поэтому из него сделали очень качественную водопроводную систему. Баржевый канал, задуманный Юлием Цезарем, связал столицу с Ости-ей и должен был соединиться с ПUTEОЛОМ с хорошей гаванью, ибо примерно 5 миллионов бушелей пшеницы, а это около одной трети ежегодных поставок хлеба Рима, ввозилось из Египта.



Рис. 5. Римская империя

Политически Рим и Италия имели благоприятные условия для мировой торговли: мало того что все дороги вели в Рим, так и средиземноморские пути впервые за долгое время подчинялись одному контролирующему органу. Таким образом, гончары из ПUTEОЛА, Арретиума и долины По поставляли посуду во все провинции обширной империи, за исключением юго-восточных, а в Южной Италии масштабно развивалось производство шерсти. Экономические историки заявляют, что Средиземноморье в целом никогда так не процветало, как в конце I и начале II столетия, когда императоры Домициан и Адриан закрепили естественные границы на реках Дунай, Рейн и Тайн. Но с точки зрения историка технологии в этот период, прежде всего, широко распространяются квалифицированные ремесла, ибо торговля Римской империи не развивалась в русле единственной итальянской «мастерской мира».

На Ближнем Востоке устойчиво развивались торговые пути через Средиземное море; многочисленные доки и маяки строились в первую очередь ради государственных судов с зерновыми, которые за один рейс между Египтом и Римом перевозили тысячу тонн товара. Поэтому не стоит удивляться попыткам увеличить объем перевозок дальше на Восток. Из-за сезонных ветров в Индийском океане между Красным морем и Индией в рейс выходило одновременно 120 судов. Тем не менее целью тесного контакта с Ближним Востоком стало его

экономическое возрождение, которому Италия противостояла недолго, хотя ряды итальянских мастеров в значительной степени пополнялись специалистами с Востока.

Рассмотрев менее развитые области на западе и севере империи, мы заметим иную последовательность событий. Сначала сюда проникла римская армия, принеся с собой гончарное и другое ремесленное оборудование. За армией пришли итальянские торговцы, удовлетворяя как военные, так и гражданские нужды. Но огромные транспортные расходы на перевозки товаров в районы вдали от судоходных рек быстро спровоцировали внешнее «смещение» промышленности: если имеется сырье и послушная рабочая сила, зачем перевозить, например, керамику в отдаленные провинции? Кроме того, многие технологии внедряли только на местах, даже если, как в случае с минералами, права собственности принадлежали исключительно центральной власти: в Испании, к примеру, шахты были глубже и совершеннее по форме всех известных шахт в постримской Европе на тысячу лет вперед. В целом инструменты и мастерство каменщиков и плотников пригодились в завоеванных регионах при строительстве городов – символа римского образа жизни. Однако сельское хозяйство считалось первостепенным. Рим обложил данью все средиземноморское побережье: в Алжире, например, почти в каждой коммуне до сих пор сохранились руины римских ремесленных мастерских. В Испании работала система орошения, контролируемая государством; огромные объемы экспортного вина, масла, рыбы и других испанских продуктов образовали на месте разгрузки в Риме необычный мемориал из фрагментов примерно 10 миллионов амфор емкостью 11 галлонов – холм Монте-Тестаччо. Большое имперское зернохранилище построили даже в далекой Британии.

Но не стоит забывать цену римских достижений. Римляне создали империю, но комфорт и цивилизованная городская жизнь в ней зависели от крестьян, без передышки производящих продукты питания. А в городах уровень ремесленного производства оставался прежним – мирное существование не способствовало промышленной революции. Поэтому золотого века истинной науки не было, а интеллектуальные лидеры Рима не интересовались технологиями; производство совершенствовали вольноотпущенники и иностранные переселенцы.

Почти неизвестно, почему римляне оставили так мало технических изобретений. Дело в том, что численность рабов постоянно менялась; к чести римского общества, вольноотпущенников было немало в каждом поколении, поэтому, когда империя перестала расширяться и захватнические войны прекратились, традиционная рабочая сила в ремесленном деле сократилась. На основе имеющихся археологических данных можно сказать, что в Риме иногда использовались трудосберегающие механизмы вроде водяной мельницы и применялись устройства на императорских оружейных и текстильных заводах. Но ни одна римская технология не получила бурного развития, что, возможно, спасло бы империю от упадка.

Что касается сельского хозяйства, то интересная ситуация возникла во внешних провинциях, попавших под влияние империи во времена Юлия Цезаря. На Средиземноморье существовали давние проблемы – сезонные осадки и легкие рыхлые почвы; почвы часто были неудобренными, ибо овцы паслись на холмах; наблюдался общий дефицит земли под пастбища. Предполагалось, что истощение почвы – одна из причин заката империи, хотя цены на зерновые в периоды республиканской и поздней империи отличались мало. В любом случае римская экономика извлекла немало выгоды от разрастания обрабатываемых земель; одно из важных достижений того периода – стимулирование земледелия за пределами Средиземноморья. Однако для таких регионов, как Северная Галлия и Британия, где преобладал сырой климат и тяжелые почвы, сельскохозяйственные методы римлян не годились; в виноградарстве жители этих регионов стали наследниками греков.

После смерти Коммода империя 90 лет была на грани краха; от полного разрушения ее спасли два великих правителя – Диоклетиан (284–305) и Константин Великий, получивший полную власть в 312 году и умерший в 337 году. В возрожденной империи установилось бюрократическое самодержавие; правитель носил императорский наряд и был деспотом под стать

восточному сопернику – новому персидскому царю из династии Сасанидов. Хотя при Константине христианство стало официальной религией, империю не спасла ни она, ни разделение государства надвое, впервые проведенное при Диоклетиане и завершившееся в 395 году.

До сих пор непонятно, почему империя на западе пришла в упадок и пала. С технологической точки зрения, считая теорию обеднения почв несостоятельной, следует отметить уменьшение производства металлов, хотя трудно сказать, явилось ли это причиной или следствием. Имея недостаточно золота для оплаты импорта, Рим, например, лишился стимула торговать с Востоком. Также считается, что неумение справиться с санитарными проблемами в крупных городах в тот период снизило численность населения Греции и Италии; засорение канализации, в частности в Римской Кампанье, вызвало эпидемию малярии. Может показаться, что, пытаясь сконцентрировать производство, римские правители не заметили, как нищают горожане. Бедность и чрезмерное имперское налогообложение сломали волю среднего класса. Римляне разуверились в своей цивилизаторской миссии задолго до того, как варвары перестали благоговеть перед величием Рима. В самом деле, в сравнении с такими провинциями, как Галлия или Британия, которые в IV веке процветали, в целом империя давно умирала. Рим уже дважды грабили варвары; гунн Аттила ступал на Итальянскую землю; варварские королевства возникали от Северной Африки до Британии, а в 476 году Одоакр сверг последнего императора Западной Римской империи.

Что оставила умирающая Римская империя? Ответ более чем очевиден. Каждая из варварских народностей, за исключением, пожалуй, гуннов, долго торговала с империей; молчаливое свидетельство тому – римские монеты, найденные в Северной Скандинавии и Центральной России. Кроме того, варвары веками проникали в империю как солдаты-наемники и первые поселенцы. Далее они попадали под влияние государственной христианской церкви, ее епископов и монастырей. Несмотря на учение Августина «О граде Божьем» (*лат. De Civitate Dei*), церковники лелеяли воспоминания о материальном великолепии земного Рима. Когда бывшие римские города стали центрами епископского правления среди новообращенных варваров, епископы максимально сохранили признаки римского образа жизни – хотя бы ремонт акведуков и архитектурный стиль базилик (рис. 6). Таким образом, западный мир сберег технологические традиции, перенятые Римом с Ближнего Востока. Оставались дразнящие воспоминания об исчезнувшем комфорте и роскоши; сохранялись полезные навыки при ведении сельского хозяйства на Средиземноморье; римские дороги медленно разрушались, но при производстве оружия и украшений применялись искусные методы металлообработки.

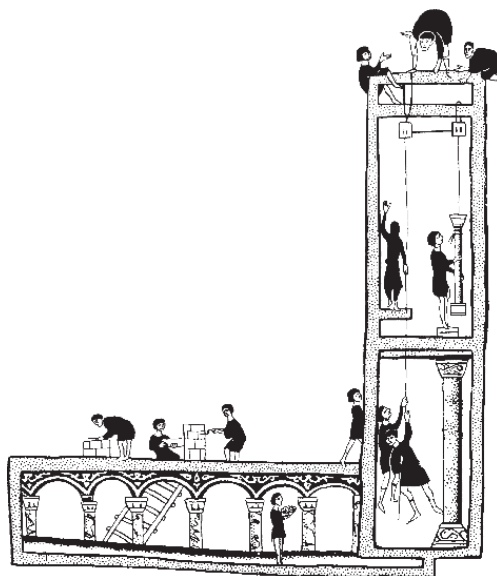


Рис. 6. Строительство церкви (из Псалтыря IX в.)

С точки зрения технологии и многого другого ключевым событием этих веков стало не разрушение Рима на западе, а передача римских идей на Восток. За четыре года (326–330) Константин Великий отстроил новую столицу Константинополь, изменив ход истории: историк Гиббон сказал о ней так: «Восточный город появился как на выдохе». Здесь, в греческом окружении, восточная половина империи самостоятельно существовала в два раза дольше той империи, которую мы вольны считать единственной Римской империей. Ко времени исчезновения Западной империи ее восточная часть включала только две экономически развитые провинции – Малую Азию и Египет. Пока уровень торговли в других регионах снижался, Константин ввел в обращение золотую монету ауреус, которая 700 лет оставалась средством обмена. В эпоху, когда многие западные города превращались в руины, население Константинополя составляло миллион человек.

## Раннее Средневековье

Руины Римского форума и малолюдные римские дороги – характерные символы Западной Европы в конце Великого переселения народов. Сохранились упоминания о периоде заселения территории, который в некотором смысле завершился с прибытием в Северную Италию лангобардов в 568 году. Но ислам в Аравии в 622 году зарождался так стремительно, что следует отметить быстрое расширение мусульманского владычества на восток – до Инда и на запад – в Испанию. То было время великих потрясений, и продолжалось оно, пока Карл Мартелл не остановил исламское вторжение во Францию в 732 году и не подготовил политическую почву для своего внука Карла Великого, возродившего Западную христианскую империю. Если взять за основу день, когда Карла Великого короновали «императором римлян» (день Рождества 800 года), уже можно предположить, что будущее Западной Европы окажется менее мрачным, чем за четыре века до этого.

Восшествие на трон Карла Великого усилило господство христианской церкви как в светской, так и в духовной жизни. С 529 года монахи-бенедиктинцы все искуснее обрабатывали почву и забирали под земледелие брошенные территории во многих западных регионах. Во времена Карла Великого на севере Галлии и в Германии строятся огромные монастыри. Несмотря на упадок городской жизни, удается сохранить квалифицированные ремесла и организовать торговлю, без чего братья монахи, которым требовалось многое из того, что они не производили, не могли бы существовать и, тем более, процветать. Их прежде всего интересовали сельскохозяйственные технологии, и вполне вероятно, что монахи из крупных монастырей стали одними из первых опытных средневековых землевладельцев, собиравших по три урожая в год, в отличие от римлян, снимавших по два урожая. Более интенсивное освоение земель увеличивало площади полей – за счет вырубки лесов. Здесь церковь тоже сыграла определенную роль, с разной степенью решимости выступая против порабощения собратьев-христиан: в средневековом поместье институт крепостного права обычно не запрещал владельцу целины наживаться на своем предприятии. В более широком смысле немецкая колонизация Восточной марки Карла Великого (Австрия) также считается значительным прогрессом.

Однако крупномасштабная торговля по-прежнему не стимулировалась, а после смерти Карла Великого морские и речные торговые маршруты варварски переделали в пути для военных набегов викингов. Большая часть ценностей Западной Европы, которые можно было продавать, украсила дома варваров около фьордов Норвегии и в других странах. В то же время дальше на восток пограничные земли империи Карла Великого разорялись мадьярами, пришедшими с юга России и осевшими на равнинах Венгрии; их с большим трудом выгнали из Центральной Европы. В X и XI веках норвежцы, датчане и шведы обосновываются в новых домах от Лимерика до Киева и от Исландии до Сицилии, где становятся ревностными христиа-

нами, вроде вассалов Вильгельма Завоевателя, при котором появились огромные нормандские аббатства в Дареме и Сент-Олбансе. Могущество европейского христианства росло, создавая предпосылки для крестовых походов.

За внешней романтикой крестовых походов, как правило, скрываются самые драматичные эпизоды длительного противостояния Востока и Запада. После падения Рима возрождение западной материальной цивилизации прежде всего зависело от Византии и других технологически развитых обществ, расположенных дальше на восток; их влияние на мелкие воюющие государства, возникшие после варварских нашествий в Европу, было медленным и не таким очевидным, но более значимым, чем влияние Западной Европы на Американский континент. Какое воздействие оказывалось на степные народы и каким образом, до сих пор неизвестно. Открытая сухопутная азиатская граница, безусловно, помогала контакту с технологически развитой цивилизацией Китая: вполне вероятно, что именно благодаря Китаю в Западной Европе узнали, что такое хомут, нагрудный ремень, арбалет, стремя и тачка. О соответствующем влиянии византийского и исламского мира можно говорить только приблизительно.

Константинополь – конечный пункт древнего шелкового пути из Китая – стал естественным центром распространения дальневосточных технологий, в том числе самых рьяно охраняемых, вроде разведения тутового шелкопряда, чьи яйца переправили через границу контрабандой в период правления Юстиниана I. Через Константинополь шел обмен навыками и ремеслами Среднего Востока, как при правлении Сасанидов в Персии, так и во время господства ислама, вплоть до окончательного низвержения Восточной империи в 1453 году. Целый ряд ремесел, взятых Римом с Ближнего Востока, снова ушли на Восток, где пережили Темные века в гавани Нового Рима на Босфоре.

Византия влияла на Запад по-разному. На материковой части Южной Италии прямое византийское управление, установленное армией Юстиниана в 536 году, продолжалось пять веков. Примерно в этот же период Константинополь был мощным торговым центром Средиземноморья с подконтрольной ему сетью римских дорог, Черным морем и Левантом. Кроме того, как важнейший город христианского мира, он естественным образом привлекал к себе людей. Из Восточной империи западные народы получили мозаики, шелка, слоновую кость, египетское и сирийское стекло и непревзойденные изделия из металла. Распространению византийского влияния на Запад помогали даже проблемы: ремесленники эмигрировали из-за религиозного раскола или неудачного исхода войны; североитальянские государства обогащались восточными сокровищами, присвоенными в крестовых походах.

Что касается Византийской империи, то для нее сила ислама оказалась разрушительной. Семь веков лежат между первой осадой Константинополя нехристианами и их окончательным триумфом в 1453 году, во время которого люди выжили отчасти благодаря технологическим достижениям: превосходной фортификации стратегически расположенной столицы, отлично вооруженной армии с инженерами и врачебными пунктами и ужасу перед таинственным «греческим огнем» – до того как мусульмане узнали от христиан об огнеметании. Сильнее всего Запад повлиял на исламский мир в области строительства. Однако только в IX–X веках на Востоке возникают Багдад и Бухара, а на Западе – Кордова и Севилья, и исламская цивилизация, достигнув апогея, начинает в полную силу влиять на Запад. Благодаря огромным территориям, где доминирует власть мусульман, начинается естественный рост торговли. Они охотно ввозят рабов (как правило, славян, которых, как неверных, покупали или похищали за Эльбой), изделия из металла и древесину из Западной Европы. Западные европейцы в обмен получали товары высшего качества из стекла и кожи и совершенно новых материалов, поставляемых сильно развитым экономическим обществом. Запад также приобретал необходимый запас золота: исламский динар ходил в Западной Европе наравне с византийским ауреусом; клады с золотыми монетами находят даже на севере Швеции. В долгосрочной перспективе исламская

цивилизация могла предложить больше, чем получить; баланс золотых слитков позволил ей продвинуться на восток, как во времена ранней Римской империи.

У исламской цивилизации было три преимущества. Она напрямую контактировала с Дальневосточным регионом, откуда шла высококачественная сталь, шелк, бумага, фарфор и ценные технологии, вроде индийской системы обозначений, которую мы до сих пор называем арабскими цифрами. Кроме того, исламская цивилизация стала наследницей Греции, завоевав Сирию, Египет и другие регионы Ближнего Востока, где, например, произведения Аристотеля по-прежнему стимулировали научные исследования. В-третьих, исламская религия, в отличие от средневекового католицизма, не запрещала науки: отсюда замечательные достижения в области химии, пришедшие на Запад под арабским названием алхимия. Знаменитые университеты возникли от Басры до Кордовы за несколько веков до самых первых «общеобразовательных занятий» (*лат. Studium Generale*) в христианском мире: в 1000 году в Кордове была библиотека с каталогом из 600 тысяч книг. Ремесленное мастерство арабского мира было на одном уровне с его эрудицией: когда норманны строили большой собор в Дареме над мощами Кутберта, они решили оказать святому высшую честь и завернули его кости в шелка месопотамского производства. На этом шелке, о чем счастливо не ведают приверженцы святого, начертан священный текст из Корана.

Географическое местоположение, традиции и военные удачи сделали Италию посредником между Востоком и Западом (рис. 7). Амальфи стал почти аванпостом Константинополя; Генуя и другие северные, а также южные города отчасти сохранили хозяйственную деятельность с античных времен; в VI веке к ним присоединилась Венеция – новый город с превосходным расположением как перевалочный пункт между восточным побережьем Средиземноморья и внутренними районами Центральной и Северной Европы. В раннем Средневековье Италия лидировала среди западных стран в сельском хозяйстве, суконной промышленности и большинстве городских форм искусства. После падения Рима восточные жители (известные под общим названием «сирийцы») время от времени торговали, но итальянцы вытеснили их с рынка благодаря медленному распространению в Западной Европе высококачественных товаров с Востока. Больше всего Западная Европа торговала продуктами питания: зерновыми, рыбой, вином и молочными продуктами, без которых население многих регионов жило бы впроголодь. Именно благодаря итальянцам на рынок поступали высококачественные товары. Когда стали открываться ярмарки, вроде Сен-Дени в Париже (к 629 году) или в Труа в провинции Шампань, откуда сухопутный путь вел из Восточной Франции в Геную и Флоренцию, чаще всего именно итальянские купцы покупали сырье или полуфабрикаты на севере. Таких ярмарок, имевших исключительно коммерческое значение в условиях довольно примитивной экономики, стало гораздо больше, когда Европа, оправившись от норвежских вторжений, набрала силу для крестовых походов.

Сказанное выше лучше объясняет влияние четырех основных Крестовых походов (1097–1204) на материальное развитие западного европейского общества. С одной стороны, крестовые походы были легким источником добычи, новых идей и торговых контактов с Востоком – слова «дамаст», «дамаскин» и «муслин» напоминают о технологическом превосходстве Дамаска и Мосула. Еще долгое время после смерти французских, английских и немецких крестоносцев экономика зависела от высокоразвитой коммерции Венеции, Генуи и других итальянских городов, выступавших «бизнес-менеджерами» крестовых походов. В 1204 году крестовые походы становятся настоящим «бизнес-проектом», когда венецианцы решают свергнуть восточного императора (основная цель 4-го Крестового похода), захватить новые территории, разграбить их и получить для себя все торговые привилегии. Они также хотели нажиться на изменениях, происходящих на севере, – не таких эффектных, но более продолжительных, чем крестовые походы.



Рис. 7. Средневековые торговые пути

Пока пахотные земли Северной Европы постепенно расширялись и с трудом отвоевывались у лесов или болот, христиане обнаружили, что на землях, которые дадут хороший урожай после вспахивания плугом, живут язычники. В XII веке монахи-цистерцианцы, создавая свои монастыри (328 монастырей за 40 лет) в «дикий местности», довольно легко привлекали послушников к вырубке леса и осушению болот. Светское движение Германии поддерживалось голландцами, которые, несмотря на их многочисленные попытки отвоевать пойменные прибрежные земли обратно, были вытеснены и рассеялись вдоль болотистого южного берега Балтики. Так началось энергичное преследование славян тевтонцами; война отвечала интересам религии, а миграция открыла путь для коммерции. Возможно, тяжелый плуг оказался важнейшим инструментом, привезенным немцами на славянские земли к востоку от Эльбы, где почву по-прежнему обрабатывали палкой с крюком (*лат. uncus*): они также привезли топоры, овец, вина и водяное колесо. Только в Силезии и Пруссии, не говоря уже о Польше, Чехии и Венгрии, ежегодно возникала дюжина новых деревень; число шахтеров и добытчиков соли также увеличивалось вслед за земледельцами. К 1250 году, пока восточные славянские земли были под пятой монголов, зерновые из Бранденбурга экспортировались в Англию, а Балтийское море быстро становилось вторым коммерческим путем средневекового мира.

## Позднее Средневековье

Считается, что Высокое Средневековье – важнейший и поворотный период в истории цивилизации Западной Европы. 200 лет, до эпидемии чумы 1348 года, торговая экспансия была сопоставима с промышленной революцией конца XVIII века. Роль, которую сыграла Англия в более поздней революции, в предыдущей отводилась итальянским государствам.

Самое удивительное в тот период – прирост населения, достигнувший предела в Англии и странах Европы, по крайней мере к западу от Эльбы. Париж, бесспорно, был центром деловой и культурной жизни на севере и соперничал в размере с городами Северной Италии; половина

населения Фландрии и Брабанта жила в городах. К 1300 году из-за спроса на продукты питания исчезли необработанные земли во многих частях Фландрии и расширилась система дамб в Голландии. Большие площади, в том числе почти по всей Франции, уже были максимально заселены (около 100 человек на квадратную милю) – предел, который могло обеспечить пропитанием средневековое сельское хозяйство. Необходимо помнить, что средняя урожайность ржи и пшеницы была примерно пятикратной, овса и ячменя – менее чем четырехкратной; в животноводстве по-прежнему не хватало высококачественных кормовых трав; и только в XV веке у земледельцев появились металлические трезубые вилы.

Производственные методы резко контрастировали с примитивными аграрными технологиями Темных веков. Строились огромные готические храмы (рис. 8), в которых скульптуры взирали с высоты или выступали из тени, а солнечный свет пробивался сквозь витражи, создавая неземное сияние. В светской архитектуре стали постепенно преобладать каменные замки, хотя венгерские дворяне в XII веке по-прежнему жили в камышовых хижинах, а деревянные замки исчезли из Шотландии только в XV веке. Вторыми по значимости после каменщиков были строители мельниц. Согласно Книге Страшного суда 1086 года, англичане перемалывали зерновые на почти 6 тысячах водяных мельниц; к середине XII века в Европе появились ветряные мельницы, а гидроэнергия применялась по-новому, особенно при валянии тканей. Но, вероятно, важнейшим достижением, по крайней мере в Европе, стал прорыв в горном деле и металлообработке. Множество серебряных рудников открылось в Венгрии, Чехии, Саксонии и в горах Гарц; многочисленные общины вольных шахтеров добывали и неблагородные металлы: Кельн и Динант, например, прославились колоколами и другими изделиями из меди и бронзы, а долина реки Мез – столовыми приборами, скобяными изделиями и оружием.



Рис. 8. Церковное строительство. С миниатюры 1460 г.

В Средние века торговля доминировала над производством; главными торговцами были итальянцы. Шесть ярмарок Шампани, открытые в XII веке с января по октябрь, и три знаменитых ткацких города Нидерландов – первые центры, в которые наведальсь итальянские купцы. Маршрут на юг через Францию был первостепенным, хотя остальные дороги в Италию проходили по альпийским перевалам из регионов к востоку от Рейна. К концу XIII века провинция Шампань подчинялась французской монархии, чья политика так мешала коммерции, что предпочли торговать по морю: огромные галеры генуэзцев и венецианцев ежегодно плавали из Средиземноморья в порты Нидерландов, Бельгии, Люксембурга и Англии; длинные галеры выделялись на фоне северных судов. Им стали подражать купцы Ганзейского союза, которые в следующем столетии соединили порты Балтийского моря и западное побережье Скандинавии с рынками Германии, Нидерландов, Бельгии, Люксембурга и Англии: их контора «Стальной двор» окончательно закрылась только в 1597 году. Важно отметить, что ганзейские купцы не плавали на запад дальше Брюгге, где были итальянские галеры.

Два известнейших факта об Италии того периода – ее финансовое влияние в Англии, что подтверждают названия «флорин» и «Ломбард-стрит» в английском языке, и ее связь с Китаем, инициированная путешествиями Поло: первый факт напоминает о буржуазном обществе, впервые появившемся в Италии и до сих пор влияющем на европейскую политику; второй факт говорит об обширном распространении торговых интересов итальянцев (рис. 9). Есть много прочих примеров прогрессивного развития итальянских технологий. Медицина, которую преподавали в Университете Салерно, стала одной из основных дисциплин в эпоху Ренессанса; старейшую из сохранившихся навигационных карт создали в Пизе. Итальянцы были известными мелиораторами: например, Гранд-канал в Ломбардии орошал 80 тысяч акров земли. Ткачество, красильное дело и отделка грубых тканей из Северной Европы, искусство сбыта тканей, за счет которых оплачивался импорт продовольствия для постоянно растущего населения, основывались на современных бизнес-методах; в конце XVI века Фуггеры из Аугсбурга (семейство банкиров и купцов. – *Пер.*) переправились в Италию, чтобы вести там финансовые дела. Итальянцы славились передовыми методами в производстве бумаги, оружия, в стеклотульном деле и технике шелкокручения. Венеция предвосхитила некоторые реформы, проведенные в более поздний период, запретив детский труд в опасных профессиях и учредив «линию Плимсолла» (горизонтальные линии на обоих бортах судна в середине его длины, показывающие предельно допустимое погружение судна в зависимости от времени года и района плавания; предложено Плимсоллом. – *Пер.*). Милан и Венеция вмещали около 200 тысяч человек каждый; Флоренция, Генуя и, возможно, Палермо и Неаполь – примерно по 100 тысяч; а в это время не было ни одного большого города на севере, кроме Парижа (в период перед эпидемией чумы). Кроме того, с большой долей уверенности можно сказать, что средний уровень жизни в этих больших городских поселениях был выше, чем на севере, где в основном занимались сельским хозяйством. Что касается других стандартов, то о них можно судить по жизни и трудам Фомы Аквинского и Данте.



Рис. 9. Караван с Востока. Из Каталонского атласа, 1375 г.

К середине XIV века Высокое Средневековье в Западной Европе сменилось периодом упадка. Эпидемия чумы 1348 года стала социальной катастрофой, сравнимой по последствиям только с мировыми войнами нашего времени. И нельзя забывать, что сейчас материальные потери восстанавливаются темпами немыслимыми для средневекового человека. Учитывая, что, по приблизительным оценкам, за два года погибла треть населения, легко понять, какой чудовищный удар перенесло сельское хозяйство – основа всех остальных отраслей производства. В 1348 году посевные площади достигли пределов, несильно расширяясь до периода промышленной революции, если не считать замены значительной части обрабатываемых лугов на старые лесные пастбища в Германии; однако, пока продолжалась чума, земля получила возможность отдохнуть по меньшей мере столетие. Это время практически совпало со Столетней войной (1337–1453), в которой истощились ресурсы Англии, а еще больше Франции. Согласно записям английских таможенников 1350–1450 годов, основанным на результатах отличной статистики, увеличение экспорта ткани – побочного продукта войны не компенсировало снижение экспорта английской шерсти. Аналогичный спад прослеживается и в других значимых европейских отраслях – рыболовстве, горной добыче, торговле металлом (если не учитывать существенные продажи железа и оружия).

Далее на юг – в районах Средиземноморья – начинался закат их продолжительного процветания. Восточная империя так и не оправилась после латинского правления, последовавшего за разграблением Константинополя в 1204 году и оставившего восстановленную восточную династию, которая сильно пострадала от бесчинств Запада. Пока слабела ее мощь, венецианцы, генуэзцы и др. пытались стать ее западными наследниками, невзирая на наступление турок-османов, чьи завоевания Малой Азии и большей части Балкан предвещали окончательное падение Константинополя как христианской столицы задолго до 1453 года. Города на юге Италии и на юге Франции уже давно пребывали в упадке. Города Северной Италии, Флоренция, Милан и др., а также великие морские торговые города-порты – Венеция и Генуя по-прежнему лидировали в производстве, торговле и искусстве. Они были очень сильны финансово, но, как и Великобритания в последней четверти XIX века, жили за счет прошлых успехов, а не новых экономических достижений. Между тем новым центром коммерции становится Барселона, предвещая усиление испанского влияния. Огромное значение имели рейды новых португальских каравелл, которые к 1450 году достигли устья Гамбии по пути в Индийский океан; перехват инициативы в торговле с восточными странами по суше помог Испании долгое время господствовать на Средиземноморье.

## **Эпоха Возрождения**

Открытие торговых океанских маршрутов и завоевания европейцев, начавшиеся с огибания мыса Доброй Надежды португальцем Варфоломеем Диасом в 1487 году, пожалуй самые впечатляющие перемены. Среди них наиболее значимое событие – возникновение в Европе печатного дела примерно в 1450 году и быстрое распространение так называемого немецкого искусства (к 1500 году сто немецких типографий было в Италии и тридцать в Испании). Европа созрела для огромного скачка в развитии. В эпоху Возрождения печатали сведения об успехах в искусстве и технологиях, по которым ориентировались архитектор, скульптор и живописец. Интерес к работам и мировоззрению древних, из которых эпоха Ренессанса изначально черпала вдохновение, медленно усиливался в позднее Средневековье. Люди были готовы отказаться от имитации и создавать новое, перейти от гуманистических изысканий к независимым научным исследованиям.

Огромное и непреходящее влияние на Западную Европу в целом в значительной степени оказали методы распространения знаний. Итальянские гении эпохи Возрождения избавились от снобизма, присущего периоду Античности, когда презирались основные механические

искусства. Достаточно упомянуть Верроккьо – скульптора и анатома, серебряных дел мастера, инженера и гранильщика драгоценных камней; Альберти с его интересом к прикладной науке; Микеланджело, создавшего проект фортификации Флоренции; и, прежде всего, Леонардо да Винчи, изучавшего предельную конкретность истины в механике, а также создавшего пилу для резки мрамора и механизм для изготовления канатов. Развитие печатного дела привело к созданию системы патентования, впервые внедренной в Венеции в 1474 году. Оттуда система патентов пришла во Флоренцию и другие итальянские государства; большей частью итальянские стеклодувы распространили ее по всей Европе в следующем столетии. В Англии, где первый патент выдали в 1552 году, дабы исключить обвинения в злоупотреблении королем монополии на выдачу денежных грантов, в 1624 году приняли Статут о монополиях. Согласно этому документу, эксклюзивный патент на двадцать один год выдавался на «проект первого и подлинного изобретения». Таким образом, Англия, а после 1707 года и Шотландия установили изобретателям четкие правовые стимулы, пока другие государства, в том числе итальянские, пребывающие в упадке, часто предоставляли эксклюзивные права в знак княжеской милости.

Потрясение, от которого родина Ренессанса так и не сумела оправиться, связано с итальянскими войнами Франции и Испании, которые продолжались две трети столетия. Король Франции Карл VIII в 1494 году совершил первое из последовательных вторжений в Италию, введя туда первую современную, превосходно вооруженную армию. Применение взрывчатых веществ в военных целях стало вторым технологическим изменением того периода (рис. 10). Но оружие, в отличие от печатного станка, совершенствовалось медленно: пушка применялась в битве при Креси в 1346 году, но лук оставался на вооружении у англичан до 1595 года. Развитие нового вооружения тесно связано с ростом горнодобычи и расцветом металлургии, прогресс которых создал в Центральной Европе, и особенно на юге Германии, противовес достижениям итальянцев с юга в эпоху Возрождения. Благодаря интенсивному развитию серебряных рудников, когда за период 1460–1530 годов объем добычи серебра вырос в пять раз, Фуггеры из Аугсбурга стали богатейшей семьей Запада. Расцвет металлургии, описанный немцем Агриколой, привел к рекордной концентрации капитала и рабочей силы на отдельных заводах.

Агрикола (Георг Бауэр) родился через два года после того, как открытие Америки Колумбом дало европейцам новые широкие возможности для освоения месторождений. Для этого им понадобились не только океанские корабли и новое навигационное оборудование, но и пушки, кремневые ружья, а также колюще-режущее оружие из улучшенной западной стали. Два поколения мореплавателей по приказу властей Испании и Португалии организовывали богатые торговые пути из Дальневосточного региона и уничтожали империи ацтеков и инков. Последствия впечатляли. Европу наводнили новые продукты питания и сырье, а осознание далеких горизонтов стимулировало развитие интеллекта и воображения. Кроме того, огромную роль сыграли сокровища, изъятые во время завоеваний или позже из перуанских и мексиканских шахт.

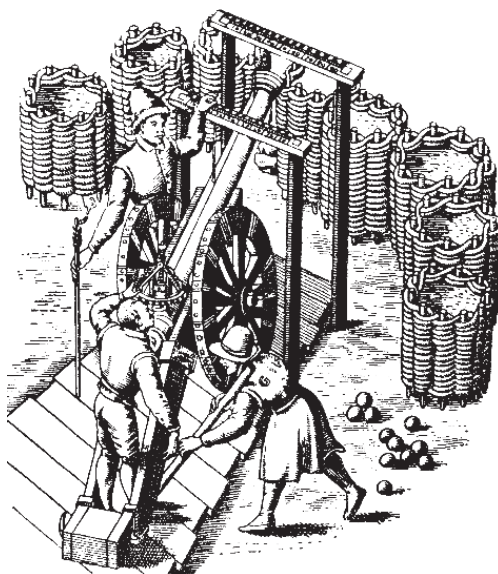


Рис. 10. Наводка осадного орудия. Агостино Рамелли, 1588 г.

В 1521–1660 годах официальный импорт в Испанию составлял 200 тонн золота и 18 тысяч тонн серебра, что превысило и объем производства в Европе, снизившийся после 1550 года, и поставки из Африки. Отчасти из-за обесценивания валюты, которое практиковалось в Англии во времена Генриха VIII и лорда-протектора Сомерсета, распространение испанских сокровищ по всей Европе вызывало ценовую революцию, длившуюся примерно до 1650 года. Во второй четверти XVII века цены на пшеницу в Западной и Центральной Европе более чем в четыре раза превышали среднюю цену столетней давности. Резкий и неуклонный рост цен крайне негативно отразился на отдельных людях, но отставание в размере заработной платы очень стимулировало промышленную экспансию, как, например, во времена Елизаветы Английской. В самой Испании отставание в размере заработной платы было меньше, чем в других странах, и промышленная экспансия проходила медленнее. Если население типичных промышленных городов удвоилось за период 1530–1594 годов, то испанский порт Антверпен стал центром мировой торговли до религиозных столкновений в Нидерландах в 1566 году.

Однако государства Пиренейского полуострова лидировали недолго. Португалия с меньшей территорией и населением в сравнении с Испанией быстро сдала позиции в 1493 году, когда папа решил поделить между ними новые завоеванные территории. К 1540 году португальская блокада Красного моря ради завоевания монополии на торговлю пряностями по маршруту вокруг мыса Доброй Надежды оказалась бесполезной, поэтому перец и другие восточные товары стали снова поступать в Европу с восточного побережья Средиземного моря, принося прибыль Венеции и другим итальянским и французским портам. Через 40 лет Португалия и ее колониальная империя на Востоке отошла к Испании (до 1640 года). Золотой век Испании сменился столетием упадка, во время которого сокращалось население, ослабевало производство и наблюдалась финансовая нестабильность. А путешествия Колумба и Магеллана и военные кампании Кортеса и Писарро в основном провоцировали еретические настроения.

## Возникновение современного мира

Испания первой развязала Религиозные войны, когда эпоха Возрождения зажгла искру лютеранской Реформации в Германии во время правления Карла V. Самые жестокие войны велись в Испанских Нидерландах, поделенных между большой кальвинистской Голландией и католической испанской провинцией (будущая Бельгия) с разоренным портом Антверпеном. К

1600 году голландцы практически добились независимости; примерно в то же время их собраты-кальвинисты, гугеноты из Франции, после девяти упорных кампаний стали бенефициарами религиозного перемирия. Борьба перестала носить религиозный характер, хотя судьбу Реформации в Германии еще предстояло определить в ходе Тридцатилетней войны 1618–1648 годов.

С точки зрения развития технологий эти войны прогресса не вызвали. Хотя вмешательство шведов в Германию под предводительством Густава-Адольфа с мобильной полевой артиллерией и превосходными мушкетами говорит о том, что малоизвестные земли, из которых пришли эти борцы-протестанты, были богаты железом и медью и другими полезными ископаемыми. Поразительно, но, несмотря на войны и упорную борьбу идей, население росло и повышалось его благосостояние. После нашествия Черной смерти население Европы начало увеличиваться ближе к концу XV века; к 1600 году оно составляло 95 миллионов человек, а к 1700 году – 130 миллионов человек; темпы роста населения замедлились примерно в середине века. В отдельных странах также наблюдался экономический прогресс, который не обязательно сопровождался приростом населения. Например, в Англии Генрих VIII закрывал монастыри и отдавал монастырские земли предпринимателям, что совпало с крайне резким ростом цен и привело к быстрому развитию горнодобычи, стеклодувного дела, мыловарения и других отраслей производства. Серьезной проверкой для страны стали гражданские войны, но к началу революции 1688 года годовой объем угледобычи (наиболее значимая отрасль) приближался к 3 миллионам тонн, превысив показатели 140-летней давности в 14 раз. Начавшееся в 1598 году во Франции религиозное перемирие немедленно привело к достижениям в сельском хозяйстве, снабжении и торговле; успехам способствовали Генрих IV и его министр Сюлли. Население Нидерландов, составлявшее менее 2,5 миллиона человек, образовало новое государство за счет прибыли от торговли, накопленной во время борьбы за независимость. Отныне голландцы лидировали в судостроении, фрахтовом деле, устройстве складских пунктов и внедрении новых идей в производство. Даже Германия, которая так яростно и часто подвергалась давлению, сильнее всего пострадала именно от смещения европейских торговых путей, но сохранила достаточно сил и ресурсов, чтобы восстановить порт Гамбург сразу после Тридцатилетней войны.

Вторая половина XVII века ознаменовалась правлением Людовика XIV, его Версальским дворцом – центром внимания королей и придворных всех стран, и деятельностью министра Кольбера – эталона политической мудрости, который заставил промышленность и торговлю работать на государство. Но превосходство продукции братьев Гобелен и навыки, пришедшие из Франции с изгнанными в 1685 году гугенотами, не должно отвлекать нас от солидных, хотя иногда более прозаических достижений упорных буржуазных обществ Англии и Нидерландов: три англо-голландских войны не были решающими, но как союзники эти две страны (1713 год) навязывали свою волю даже королю Франции. В этот период с передовыми западными технологиями знакомится Россия – Петр Великий посещает купцов Амстердама и кораблестроителей Дептфорда. В это самое время продвинутые технологии впервые связывают с наукой. У Лондонского королевского общества были единомышленники во Французской академии наук, основанной Кольбером, и старых европейских учреждениях, вроде Национальной итальянской академии деи Линчеи (Академия «рысьеглазых». – *Пер.*), основанной в 1603 году, но равных Исааку Ньютону, который «в одиночку дрейфовал по удивительным морям мысли», не нашлось.

Не нужно переоценивать сближение науки и технологии из-за их огромного влияния в наши дни. Подъем научного духа – примечательная особенность эпохи Возрождения: люди перестали безоговорочно соглашаться с древними постулатами о Вселенной и законах мироздания; догмы проверялись экспериментами и если их не выдерживали, то отвергались, а на их месте возникали новые теории. Так появлялась наука в современном смысле этого слова;

быстро прогрессировали математика, физика, химия и биология. Но технологии влияли только на несколько специализированных отраслей; в целом технологический прогресс основывался на внедрении эмпирических методов. В общем, к 1750 году технология сильнее влияла на науку, а не наоборот. Среди заметных исключений, рассмотренных в последующих главах, были навигационные приборы, игравшие чрезвычайно важную роль во время научных экспедиций, в геодезии и картографии; измерение времени по принципу маятника; и особенно достижения в области химии.

Тем не менее новый взгляд на природные явления оказался лишь проявлением здорового скептицизма: технологические процессы, почти не менявшиеся веками, тщательно изучали, определяя, что требуется усовершенствовать. Королевское общество, основанное в 1660 году для дальнейших исследований природных явлений путем наблюдений и экспериментов, поначалу уделяло имеющимся ремеслам и производству столько же внимания, сколько фундаментальному научному знанию. Одно из ранних достижений Королевского общества – открытие Гринвичской обсерватории в 1675 году с исключительно практическими целями – «определение долготы для совершенствования навигации».

Через 60 лет после изобретения паровой машины («огненной машины») Ньюкоменом, по крайней мере отчасти основанного на результатах экспериментов с атмосферным давлением, которые проводились членами Королевского общества и их учеными собратьями в Европе, Уатт создал более производительный паровой двигатель. Между тем произошли изменения на политической арене: французские амбиции разрушили договор об Утрехтском мире, подписанный Францией, Великобританией, Голландией и Австрией (1713); в 1763 году был подписан Парижский мирный договор между Великобританией, Францией и Испанией, закрепляющий основные результаты Семилетней войны. Великобритания, захватившая Канаду и Бенгалию, быстро обогнала стабильную Голландию, уравнив с ней показатели по поставкам сырья и приросту населения; Австрия, к которой отошли Испанские Нидерланды, никогда не была серьезным коммерческим соперником; а Франция являлась побежденным врагом Великобритании, причем в обоих полушариях.

Но не надо думать, что во время правления двух первых Георгов Великобритания заложила основы быстрого технического прогресса следующей эпохи. Было несколько веских причин для промышленной революции именно на Британской земле. Франция, с населением в три-четыре раза превышающим британское, по-прежнему производила больше железа и товаров из хлопка; с военной точки зрения у французов и англичан были одинаковые интересы, однако французские технологии настолько опережали английские, что 52-пушечный французский корабль ничем не уступал 70-пушечному британскому кораблю. Россия выплавляла больше железа, чем Великобритания, не говоря уже о Швеции – тогдашнем европейском лидере по производству железа, как по объему, так и по качеству. Голландия оставалась основным кредитором и мощным стимулом развития сельского хозяйства в Великобритании; благодаря голландским деньгам в шотландских университетах развивались медицина и химия. Общества промышленного развития, появившиеся в Лондоне, Бирмингеме и Манчестере к середине столетия, возникли также в Париже и Гамбурге. Франция соперничала с Англией в производстве легких тканей, дабы удовлетворить изысканные требования покупателей городских и далеких рынков, например в Дальневосточном регионе. Что касается общего объема экспорта, то в Великобритании он вырос с 8 до 15 миллионов фунтов стерлингов в год за период 1720–1763 годов; такой же рост объема экспорта наблюдался во Франции, но за период 1716–1787 годов.

Так почему же именно в Великобритании раньше остальных стран произошла промышленная революция? Свобода вероисповедания, которая привлекла в страну гугенотов и других беженцев с их многочисленными ремеслами, спровоцировала зарождение капитализма среди пуритан. Кроме того, живущие на острове британцы перестали серьезно беспокоиться из-за

вторжения, если не считать нескольких напряженных недель в 1745 году. На острове были все возможности для торговли вдоль протяженной береговой линии и на многочисленных судоходных реках: о важности последнего для транспортировки вглубь страны можно судить по тому, что европейская армия того времени разворачивала боевые действия в пределах 15 миль от берега реки. Кроме того, Акт об унии или Акт о союзе 1707 года сделал Великобританию единой экономической единицей – задолго до того, как другие сравнительно богатые государства избавились от разделявших их многочисленных таможенных барьеров. Но даже с присоединением шотландцев численность населения Великобритании была меньше, чем во Франции, что побудило внедрять трудосберегающие технологии.

На острове изобиловали залежи каменного угля, спрос на который увеличивался, а поставки отечественной древесины уменьшались как для бытовых, так и для промышленных нужд; сначала выплавка железа с новым топливом вызвала проблемы, но потом их благополучно решили. С 1660 года Великобритания добывала в пять раз больше угля, чем остальные страны мира. Какая страна могла конкурировать с ней в создании новой формы энергии, которая, в отличие от водяной или даже ветряной, была постоянно доступна, но только владельцу или добытчику каменного угля? Медленно начинался век пара; более столетия применение пара для производств, транспорта и даже сельского хозяйства усиливало британское промышленное господство, не имеющее аналогов в ранней истории Запада.

## **Глава 2**

### **Производство продуктов питания**

#### **Приручение животных**

Переход от собирательства к производству пищи в эпоху неолита – результат фундаментального прогресса технологий. Любое другое, привычное нам использование материальной вселенной зависит от умения производить пищу для конкретной популяции средствами, которые не полностью исчерпывают энергию и время этой популяции. Человек-охотник такого преимущества не имел, оно появилось у человека-пастуха и человека-сеятеля. И в древние времена, и в наше время рацион питания человека включает выращенные им сельскохозяйственные культуры и молоко животных, которым в большинстве случаев он скормливает часть урожая: доля продовольствия из этих двух источников значительно варьируется между и внутри различных сообществ. Одомашнивать животных начали до того, как занялись сельским хозяйством.

Поскольку домашние животные – источник не только еды, но и производственных материалов, транспортных средств, энергетических ресурсов и средств защиты человека, легко преувеличить целесообразность их ранних контактов с человеком. Первобытный дикарь ценил мертвое животное: тем не менее укрощение некоторых видов животных человеком стало естественным результатом сосуществования. В одних и тех же регионах Земли вместе с первобытным человеком жили животные, которые либо убивали его, либо он убивал их. Некоторые животные (собаки и свиньи) привязались к первобытному человеку, играя роль мусорщиков: они доедали за человеком потроха, остатки туш животных, шелуху и фруктовую кожицу, а также все, что выбрасывалось человеком. А человек-охотник догадался о пользе животных во время невольного взаимодействия с ними – стая диких собак загоняла зверя в пределах досягаемости человека или около человеческого поселения появлялась самка оленя, привлекающая оленей-самцов. Что касается экспериментов по одомашниванию, то собака – единственный пример того, как можно довольно легко приручить молодое животное, которое легко размножается и становится по крайней мере безвредным, забавным и послушным. Дикие и прирученные олени в наше время практически не отличаются друг от друга, поэтому их привязанность к жилищу первобытного человека объясняется следующим: в естественных отправлениях человека содержались соли, которых не доставало в талой воде, но было в избытке вокруг людских поселений.

Как бы ни начиналось одомашнивание животных, в частности собак для загона зверей во время охоты, сельское хозяйство эпохи неолита заставляло людей приручать животных массово. Благодаря оседлому образу жизни человеку стало проще защищать стадо и увеличивать его численность. Невозделанная земля и стерня отлично подходили для выпаса скота; человек научился выращивать не только зерно для себя, но и легкие кормовые культуры для скота. Помимо молока и мяса использовались шкуры и кости овец, коз и волов – для одежды, жилищ и сосудов. Сначала собака сопровождала человека как помощник на охоте, а после более крупные животные переносили грузы, затем человек начал ездить верхом. Так животные использовались с глубокой древности. Кроме того, животным поклонялись и заводили в домах. Например, кошки в Древнем Египте изначально охраняли емкости с зерновыми.

Одомашнивание определенных видов животных, скорее всего, началось с их укрощения и частичного скрещивания с дикими особями. Внешний вид домашних животных изменился, когда их полностью отделили от диких. Появились характерные породы овец, крупного рогатого скота и свиней, которых переселенцы эпохи неолита привели в Европу. Затем началось

продолжающееся до сих пор сознательное выведение пород с заданными характеристиками: огромное разнообразие собачьих пород – яркий пример внутривидового скрещивания. Какое-то время для того, чтобы вывести более производительный скот и более свирепых сторожевых собак, одомашненных животных скрещивали с дикими, однако вскоре выяснилось, что устойчивые характеристики вроде окраса шерсти и формы тела, выносливости и скорости, превосходных удоев, объема шерсти и мяса характерны для стандартных пород. На Ближнем Востоке подобный этап прошел 5 тысяч лет назад; когда разница между дикими и одомашненными особями стала заметнее, любое скрещивание с диким животным сочли серьезным недостатком.

На заключительном этапе дикие особи либо вырождались, либо вымирали. Отчасти это происходило из-за изменений в окружающей среде и пище (выросшей естественным путем или выращенной человеком). Домашние животные защищались искусственно – человек истреблял диких животных; на американских Великих Равнинах, например, уничтожили миллионы бизонов. Есть несколько известных примеров преднамеренного истребления диких особей ради сохранения одомашненных животных, как в случае с очень подвижными и поэтому хлопотными в содержании дикими лошадьми: крестьяне Юго-Восточной Европы истребили тарпанов, потому что одомашненные кобылы сбегали из табунов с дикими жеребцами. Последних диких лошадей в Польше поймали и передали крестьянам в 1812 году; кочевники Монголии сравнительно недавно приручили оставшиеся крошечные стада диких лошадей, численностью только десять или пятнадцать особей. В наше время слон – единственное животное, которого человек использует (хотя не в Европе) для переноски грузов. Однако в этом случае количество прирученных слонов напрямую зависит от популяции диких особей, ибо слоны почти не размножаются в неволе.

Процесс одомашнивания животных можно теоретически проследить по результатам археологических находок. Первыми были падальщики, по уже указанным причинам, место которых в ранний период заняли шакалы, а после – собаки. Далее идет группа диких животных, которые сезонно мигрировали и взаимодействовали с человеком-кочевником. Сюда относятся олени, козы и овцы. Одомашнивание скота требовало от человека, по крайней мере сначала, оседлого образа жизни и началось с развитием сельского хозяйства. Именно в этот период пчел, до настоящего времени производящих основной сахаристый продукт для человека, впервые собрали в соломенные ульи. Последняя группа состоит из животных, одомашненных в первую очередь для перевозок, – осел, лошадь и верблюд; лошадь и верблюд стали служить человеку позже остальных (об их использовании практически неизвестно до 2-го тысячелетия до н. э.).

Но с тех пор почти ничего не изменилось. С одной стороны, трудно найти какое-то новое применение домашним животным, если не считать, что их все чаще используют для научных исследований. С другой стороны, диапазон видов домашних животных для регулярного разведения сужается, а не расширяется. Кроличий садок в средневековой усадьбе в принципе ничем не отличался от современной зверофермы. В то же время в 2500 году до н. э. египтяне, по-видимому, одомашнивали газелей, горных коз и антилоп, приручили обезьян, откармливали гиен на мясо, как страсбургских гусей. Однако большого прогресса достигли позже, выводя породы животных для конкретных целей – ради мяса, молока, шкур и для перевозок. Об этом подробнее в главе 24.

## **Происхождение сельского хозяйства**

Культивировать растения и одомашнивать животных, несомненно, стали в местах поселения первобытного человека. Семена и корни растений, которые он собирал и приносил в свое жилище, в благоприятных условиях часто укоренялись и прорастали; иногда в местах его бывшего поселения, как по мановению волшебной палочки, появлялись всходы растений. Однако более или менее сознательная, систематическая обработка почвы началась с понима-

нием природных процессов, сезонности и выбора подходящей местности – например, в долинах великих рек Ближнего Востока. В результате даже в плохой сезон получали гораздо больший урожай, что заложило основу неолитической революции.

Простейшее сельское хозяйство включает очистку и рыхление не слишком засушливой почвы, посев семян, уничтожение сорняков, сохранение поверхности земли влажной в процессе роста растений, сбор урожая, надежное хранение урожая и отбор семян для посадки в следующий сезон. Целина подходит для любых растений (такая практика называется обширным сельским хозяйством), но, как только возникает необходимость или целесообразность ежегодно возделывать одну и ту же землю, во избежание истощения почвы нужно вспахивать ее гораздо глубже. Для этих целей изобрели плуг – незаменимое орудие при возделывании тяжелых почв Северной Европы. В Месопотамии и Египте важнейшей проблемой было увлажнение почвы.

Хотя обработка почвы и орошение потребовали от человека новых технических навыков, первейшей проблемой стал выбор растений для конкретной местности. Перечень растений, возделываемых в доисторической Европе, поразительно разнообразен. В него входят как технические, так и пищевые растения, а среди последних много видов, которые уже не выращиваются. Овощи и корнеплоды разлагались слишком быстро, поэтому не оставили археологических следов, но из-за стремительного роста их наверняка рано культивировали. Фрукты, выращиваемые несколько сезонов, скорее всего, культивированы довольно поздно, но в Европе, в местах поселения человека в конце неолитического периода, находили инжир, яблоки, груши и маленькие сливы. Орехи появились в Северной Европе из южных широт – из Греции, где их впервые культивировали в больших объемах. Фундук употребляли в пищу еще во времена мезолита, но даже сейчас его культивируют нечасто. Следует упомянуть масличные культуры, начиная со льна, опийного мака и кунжута Древней Месопотамии и заканчивая оливковыми деревьями на восточных берегах Средиземного моря, в том числе в Греции, Италии, на юге Франции и Испании. Культивирование масличных культур оказалось намного важнее одомашнивания животных, поскольку давало человечеству гораздо больше масел и необходимых для пищи жиров и топливо для источников света.

Рассмотрим еще две важные для человека растительные культуры – бобовые и зерновые. Их легко выращивать и несложно хранить. Среди бобовых наибольшее число видов, среди зерновых – всего несколько. Фасоль, горох и чечевица выращиваются в Европе со времен неолита, а бобовые, особенно соя, даже сейчас – основа белковой пищи многих народов Востока. Однако важнейшей культурой стали злаковые. Прimitивный сорт пшеницы и двухрядный ячмень были найдены на самом раннем сельскохозяйственном поле – Ярмо, на северо-востоке Ирака (эпоха неолита, около 5 тысяч лет до н. э.). Шестирядный ячмень появился позже – из Дальневосточного региона, но оба сорта ячменя попали в Европу одновременно, вместе с примитивными сортами пшеницы. Рожь – обычный сорняк на пшеничном поле – вытеснил пшеницу на севере, после того как из-за ухудшения климата в конце бронзового века ее выращивали на юге. Сорняк – понятие относительное. Судя по содержимому желудка человека железного века, тело которого сохранилось в датском болоте за 2 тысячи лет, он ел по крайней мере дюжину «сорняков». Некоторые из них уже не выращиваются, но в свое время благодаря им пища людей железного века была разнообразнее и питательнее. Появившийся в Европе овес стал из-за климата самой возделываемой зерновой культурой в северных районах. Основопологающий фактор сельского хозяйства таков: выращиваются те культуры, которые лучше всего подходят для конкретного типа почвы и климата. Все остальные культуры завозились из других регионов.

Существует некое разделение между сорняками и техническими растениями. Лен, который первоначально культивировался ради масла, выращивали для производства текстиля в

Месопотамии и в долине Нила примерно в 3000 году до н. э. Вряд ли крапиву выращивали ради волокон, хотя бязь по-прежнему производилась в Европе во время Первой мировой войны.

Долгое время растения культивировали методом проб и ошибок. Сажали многие сельскохозяйственные культуры и применяли различные методы выращивания, пока в конце концов не выбрали несколько самых лучших. Отбор регулярных культур породил первый большой профицит; профицит в свою очередь породил специализацию; помимо специалистов по земледелию потребовались особые сельскохозяйственные орудия.



Рис. 11. Мелиорация земли в Египте. Из гробницы в Фивах, 1420 г. до н. э.

Похоже, сельскохозяйственные орудия появились раньше сельского хозяйства. Серпом изначально срезали полевые травы. В Месопотамии его делали из обожженной глины, в Европе у наиболее примитивного серпа была ручка из оленьих рогов, с желобками для покрытия чешуйками кремня. Но наиболее распространенной формой, как и следовало ожидать, был серп на короткой деревянной ручке; он представлял собой зуб из кремня или острый кусок кремня. Кроме того, топоры и тесла из кремня и других камней, характерные для эпохи неолита, применялись как на охоте, так и в сельском хозяйстве. Усовершенствованным топором земледельцы вырубали европейские леса. Тесло, считающееся плотницким инструментом, ранние земледельцы использовали как мотыгу.

Развитие земледелия отчетливее прослеживается в Египте (рис. 11). В древнейшие времена земля взрыхлялась крючковатой деревянной палкой, затем мотыга стала плугом (один человек тянул плуг на веревке спереди, а другой вдавливал зуб плуга в землю сзади). Чем глубже вспахивалась земля, тем медленнее истощалась почва. Когда в плуг стали впрягать волов, к нему приделали ручки, дабы зуб плуга правильно врезался в землю, хотя предварительно ее по-прежнему обрабатывали мотыгой или деревянной колотушкой. Во 2-м тысячелетии до н. э. в обиход вошел плужный лемех из дерева и камня; двойное ярмо поверх рогов волов прочно крепилось к рукояти; благодаря этому плуг стал намного мощнее. Семена часто разбрасывались перед плугом или втапывались в свежие борозды овцами или козами, которых водили по полю. Однако лен сеяли аккуратно вдоль борозды – для облегчения сбора урожая. Постепенно прямой серп стал полукруглым, из меди или бронзы.

## Орошение

Ранние сельскохозяйственные методы интересовали бы в основном археологов, если бы не передовые технологии, применявшиеся в долинах крупных рек для подачи воды на поля. Вполне возможно, что человек-собиратель рано научился стимулировать рост полевых растений, заливая берега водой из родника или водного потока; вероятно, шадуф, по-прежнему широко применяемый, использовался для полива финиковых пальм, виноградной лозы, огородов и клумб в Египте во 2-м тысячелетии до н. э.

Шадуф (рис. 12), как правило, делается из двух столбов высотой 1,5 метра или выше, соединенных в верхней части короткой балкой (коромыслом). Сверху устанавливается длинный балансирующий шест, на одном конце которого крепится сосуд для воды, а на другом – противовес. Человек окунает сосуд в воду, поднимает его и выливает воду в оросительный канал. С помощью такого устройства в день можно поднять около 2 тысяч литров воды на

высоту 2 метра. Позднее шадуфы располагались рядами; при этом все шадуфы, за исключением первого, окунали сосуды в специальное корыто, заполненное водой из предыдущего шадуфа. Их первым серьезным соперником стала непрерывная цепь ковшей – по-видимому, ее использовали для подъема воды из колодца под известными Висячими садами Семирамиды. Водяное колесо, приводимое в движение волом, с помощью которого орошали пол-акра земли в день, появилось только в 200 году до н. э., когда при помощи зубчатой передачи соединили вертикальный и горизонтальный валы колеса.

В прежние времена колодцы рыли (как бедуины Аравии делают это до сих пор) либо до тех пор, пока не появится вода, либо пока не лопнет терпение. Постоянный колодец обкладывали грубым камнем или другим твердым материалом, над устьем источника воды ставили колодезного журавля с веревкой. Не позднее 1500 года до н. э. такие журавли и шадуфы часто оснащались примитивным блоком. Колодцы в вади были, как правило, не глубже 4,5 метра, в городах они часто делались глубже. В Нимруде во время раскопок ассирийского дворца IX века до н. э. обнаружили колодец с водой, глубиной в 300 кирпичей. Вполне вероятно, что глубокие колодцы сначала рыли методом ударного бурения: древние египтяне, пытавшиеся создать пустынные оазисы, научились делать артезианские скважины; в скважине вода вынуждена подниматься вверх под собственным давлением.

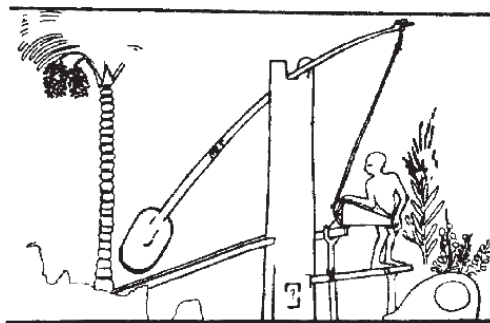


Рис. 12. Орошение с помощью шадуфа в Египте. Из гробницы в Фивах, 1500 г. до н. э.

Дамба для удержания воды – один из самых ранних сохранившихся крупных строительных объектов человека. В сирийской долине Оронт есть каменная дамба длиной 2 километра, построенная примерно в 1300 году до н. э.; ассирийская плотина выше Ниневии сохранилась до сих пор на высоту почти 3 метра. Имеются бесчисленные остатки резервуаров с песчано-цементным покрытием и каменных цистерн для хранения воды, в том числе цистерн, выдолбленных в скале для уменьшения испарения, не говоря уже о следах обширных инженерных сооружений вроде акведуков и подземных трубопроводов из камня или запеченной глины, которые подавали воду в города, часто весьма отдаленные.

В Египте и Месопотамии основной проблемой поселения в долинах больших рек стало орошение. Ежегодный подъем Нила с июля по сентябрь был событием точным и имел такое первостепенное значение, что требовались соответствующие расчеты времени паводка и уровня воды в реке, чем занимались жрецы. Говорят, легендарный первый фараон Менес приказал построить на Ниле дамбу; однако точно неизвестно, когда человек впервые удержал живительные воды барьером из камня и грязи. Пахотную землю долины делили на прямоугольные бассейны площадью тысяча – 40 тысяч акров, которые получали воду из системы ежегодно затопляемых искусственных каналов. Каждый из них в свою очередь затапливался на глубину 2 метра, вода стояла в нем в течение месяца или более, насыщая почву, после чего излишки воды сливались на нижележащую территорию, а с нее вода в конце концов возвращалась в Нил. Территории, на которые паводковые воды не попадали естественным путем, насыщались водой из каналов.

Тигр и Евфрат требовали иного отношения. Паводки на них были опасными и нерегулярными; Тигр выходил из берегов раньше Евфрата, что удваивало объем паводковой воды и уменьшало время схождения паводка; обе реки несли в пять раз больше отложений в сравнении с Нилом, забивая каналы. Кроме того, паводок заканчивался в начале жаркого сезона, поэтому почва недостаточно увлажнялась, в отличие от почвы долины Нила.

Крупные каналы прорезали нижние долины Тигра и Евфрата, самый известный из которых – Нарван, шириной 120 метров и длиной более 300 километров. Из них вода поступала через подпитывающие каналы в сеть небольших каналов и ирригационные канавы, откуда струйка воды текла на конкретный участок. Чтобы орошение не прерывалось, уровень воды в главном канале поддерживали немного выше общего уровня земли, а скорость потока в нем регулировали так, чтобы он не размывал берега и не заиливал канал. В начале каналов находились большие кирпичные заграждения и речные плотины. Для укрепления берегового аллювиального грунта кирпичом и тростниковыми матами (основное требование для огромной оросительной системы) привлекалось много рабочих с кирками и лопатами. Сельская местность процветала, когда сильный правитель вроде Хаммурапи заставлял каждый регион проводить подобные работы и издавал законы, требующие тщательного соблюдения ирригационных прав, от которых зависело состояние земельной собственности: Геродот писал, что вавилонский земледелец обычно получал 200-кратный, а иногда 300-кратный урожай зерновых. Однако система водоснабжения, столь сложная и необходимая, была очень уязвимой: по сведениям, земля Двуречья до сих пор не оправилась после разрушений каналов во время монгольского нашествия в XIII–XIV веках.

## Возделывание земель в Европе

Сельское хозяйство Месопотамии и Египта зависело от системы орошения: регулируемые реки поставляли необходимую влагу и приносили плодородную почву. Римляне практиковали обширное орошение в Алжире; позже арабы делали то же самое в Испании и на Сицилии, где возделывали рис, хлопок и сахарный тростник. Но земли Средиземноморья, а тем более тяжелые почвы Северной Европы требовали иных методов земледелия.

В Греции и Италии преобладают легкие почвы, быстрые реки и климат, сочетающий летнюю засуху и короткие, но интенсивные зимние дожди, как правило вымывающие из почвы необходимые питательные вещества. Земли под животноводство не хватало, поэтому удобрить всю почву навозом не удавалось. Средняя урожайность во времена Древнего Рима была не выше четырехкратной, и для получения такого урожая землю оставляли под паром раз в два года и усиленно размывали перед посевом. Если удавалось нанять рабочих, то землю перекапывали и по крайней мере трижды вспахивали – последовательно, с расположением борозд под прямым углом друг к другу, а иногда по диагонали. Подобный метод подготовки почвы удваивал объем влаги, сохраняемой в засушливые летние месяцы.

У греков и римлян был легкий плуг (рис. 13), состоящий из шеста, к которому привязывали животных; изогнутой балки, соединяющей шест с лемехом, горизонтально лежащим на земле; и ручки, закрепленной на сохе, чтобы управлять плугом. Уязвимой частью плуга был лемех, который разрезал землю и шел вдоль борозды. Обычно его вырезали из дуба, а по бокам в отверстия в древесине вставлялась галька. Но прежде всего следовало защитить режущий край лемеха жестким материалом. Египтяне для этих целей использовали кремень, а не медь или бронзу; самые ранние железные лемехи находили в Палестине, они относятся к концу 2-го тысячелетия до н. э. Удивительно, но, хотя у эллинов не было железных лемехов, их широко применяли римляне. Римские лемехи имели как втульчатую, так и менее распространенную остrokонечную форму; они появились в Британии до Цезаря.

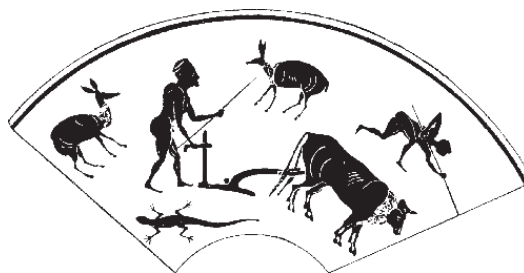


Рис. 13. Греческий плуг. С чаши VI в. до н. э.

Расширение Римской империи совпало с пиком развития сельского хозяйства Древнего Средиземноморья, где передовые методы земледелия и лучшие орудия сначала применялись в крупных рабовладельческих поместьях, а впоследствии во всей империи. Передовые методы требовали особого внимания к дренажу: следовало контролировать вымывание ценных веществ из почвы в сезон дождей и чаще вспахивать такие болотистые районы, как Кампанья или долина реки По. Римляне сумели организовать дренаж в заболоченных районах на северных территориях (Голландия и Восточная Англия), где основной проблемой было не водосбережение из-за малого количества осадков, а обильные и нерегулярные дожди. Однако принцип вспахивания земли отличался от принятого в Средиземноморье.

На севере перекапывание почвы могло навредить; правило обработки земли лаконично определил Джеймс Смолл в 1784 году: «срезать пласт земли, сдвинуть его в сторону и перевернуть». Римские плуги иногда оснащались выступающими земляными упорами, которые толкали разрыхленный дерн в сторону, или большим железным резак клиновидной формы, делавшим в земле вертикальный разрез. Некоторые находки в Северной Европе позволяют предположить, что тяжелый плуг изобрели именно на севере для обработки тяжелых почв, например бельги, которые разбивали поля на месте вырубленного первобытного леса. Характерные особенности плуга: тяжелая квадратная рама с плужным грядилом сверху и лемехом внизу, к которому сзади присоединялась стойка, а сразу за стойкой – скоба. В спорном отрывке из Плиния утверждается, что пару колес для поддержания требуемой глубины хода лемеха впервые применили в стране к югу от верхнего Дуная, а при жизни Плиния использовали в Цизальпинской Галлии. Но колесный плуг использовали редко даже тысячелетие спустя, ибо почвы на месте вырубленных лесов были тяжелыми и глинистыми; он так и не вытеснил балансирующий плуг: в 1523 году Фитцгерберт говорил о дороговизне «плугов с колесами». В XI веке очередным нововведением в Европе стало устройство, которое китайцы применяли в усовершенствованном виде 2 тысячи лет назад. Речь идет об изогнутом деревянном отвале плуга (рис. 14), применявшемся для опрокидывания нарезанного дерна, который часто оказывался слишком тяжелым, и пахарь не мог перевернуть его руками. Форма отвала плуга значительно варьировалась в зависимости от типа почвы и вида растений, которые предстояло посеять.



Рис. 14. Плуг с отвалом начала XIV в. Из рукописи Английской Библии

До XVI века в Англии лошадей редко впрягали в плуг. Упряжка из восьми волов тоже была редкостью. Обычно землю пахали упряжкой из четырех волов с пахарем и погонщиком (последний шел впереди, лицом к волам и пахарю). Вот так неторопливо вспахивалась тяжелая почва Южной Британии. Обработка земель началась под влиянием спроса римского рынка на зерновые, получила новый импульс в более поздние саксонские времена и в основном завершилась примерно в 1300 году.

Что касается другого сельскохозяйственного оборудования, то на него сильно повлияли римляне, особенно в церковных поместьях, где практиковалось непрерывное возделывание почвы. У римлян были бороны в виде рам из колючих веток. Сначала ими вырывали сорняки, потом засыпали семена почвой, а в Средние века применяли для разбивки и выравнивания тяжелой почвы после вспахивания; комья земли также разбивали деревянными колотушками. Вальцы для лучшей обработки почвы не использовались, если не считать бороны в виде деревянного цилиндра с железными шипами. Деревянные грабли широко применялись в Средние века, а в римскую эпоху появились подбитые железом деревянные лопаты и железные кирки и вилы. Потом изготовили железный сбалансированный серп, косу с короткой ручкой, а затем длинную косу, у которой в XII веке была ручка современного типа. Нынешние ручные методы срезания зерновых ближе к верхушке значительно отличаются от тех, что использовались прежде. Плиний упоминал о жатвенной машине с большой «гребенкой» с зубьями и коробом-контейнером, куда собиралась срезанная пшеница.

Зерна отделяли от плевел, оставляя зерновые культуры обмолачиваться под копытами животных; или при помощи доски, усеянной кремнем; или с помощью цепа, о котором впервые сообщил святой Иероним в начале V века. Затем плевла удаляли веялкой, изначально представлявшей собой корзину, в которой просеивали зерно. Четыре других сельскохозяйственных приспособления, вряд ли изменившиеся со времен Средневековья и римского правления, – перегородки овчарни, небольшие сушилки для незрелых и влажных зерновых, ножницы для стрижки овец одной рукой, а также деревянная лестница.

## **Приготовление еды и питья**

Обрабатывая выращенные продукты питания, человек прикладывает максимум изобретательности и умения. Представители ранних цивилизаций чаще всего питались злаками и бобовыми и иногда рыбой (мясо животных было не по карману беднякам, его ели только по особым поводам). Сейчас более значимы животные продукты, а большая часть зерновых идет на корм скоту. Но экономика Рима, например, зависела от дешевого импорта пшеницы по морю, а население (в эпоху правления Августа составляло около миллиона человек) в основном довольствовалось некачественной пшеничной мукой грубого помола, не очень тщательно очищенной.

Первоначально зерно обмолачивали и мололи в каждом доме. Ступка и пестик сменились ручными мельницами, которыми египетские домохозяйки начали пользоваться 4 тысячи лет назад (рис. 15). Затем в Греции появилась так называемая жерновая мельница – с двумя плоскими и рифлеными каменными жерновами; зерно подавалось из углубления в верхней части каменного жернова через щель на нижний жернов. Потом создали роторные ручные мельницы, работавшие по принципу вращательного движения, как гончарное колесо. Ручка вращала верхний каменный жернов с отверстием посередине для приема зерновых. Верхний жернов оснащался деревянной или железной перемычкой над отверстием, чтобы перенести вес верхнего жернова на вал в середине нижнего жернова. Роторные мельницы прибыли в Рим с Ближнего Востока, их внедрение связано с появлением профессиональных мельников. Мельницы широко распространились оттого, что солдаты римской армии сами мололи зерновые (на десять человек выдавалась одна мельница). Предполагается, что большие мельницы, извест-

ные как мельницы на ослиной тяге, широко применялись в Помпеях; только в IV веке им на смену пришли водяные мельницы.

Империи Ближнего Востока и Средиземноморья культивировали фиги, маслины и виноград: эти растения набирали полную силу только через несколько лет, но их глубокие, широко расползающиеся корни удерживали влагу под землей, что позволяло им переживать засуху; кроме того, данные растения плодоносили многие годы. Фиговое дерево давало по два-три урожая в год; фиги всегда были основным продуктом питания бедняков и рабов. Оливки считались главной масличной культурой у всех слоев населения: предполагают, что слово «масло» пришло из латинского и греческого языков, а произошло от древнего семитского слова, обозначающего «оливковое масло». В Северной Европе преобладали животные масла и жиры, ибо там оливковые деревья не росли, а дорогое оливковое масло импортировалось только для церковных нужд. Оливковое масло готовили в два этапа. На первом этапе отделяли мякоть от косточки без дробления последней, для чего римляне использовали маслобойню – два цилиндрических каменных жернова, вращающиеся вокруг центральной оси, между которыми оставался зазор, достаточный для отделения мякоти оливок, которая равномерно поступала в плоское корыто внизу. На втором этапе извлекали сок из мякоти (в древнейшие времена оливки просто загружались в крупнопористый мешок, который скручивали, чтобы выжать из них сок). В последнем тысячелетии до н. э. применили принцип рычага – разнообразные веса прикреплялись к свободному концу подвесной балки для того, чтобы извлечь сок из мякоти оливок, лежащих в мешке под балкой (рис. 16). Плиний знал четыре типа прессов на основе балок длиной 15 метров или винтов. Принцип винта, изобретенный Архимедом, сначала применялся для опускания балки, а чуть позже для воздействия непосредственно на верх пресса.



Рис. 15. Ранняя седло-ручная мельница. Египет, 2500 г. до н. э.

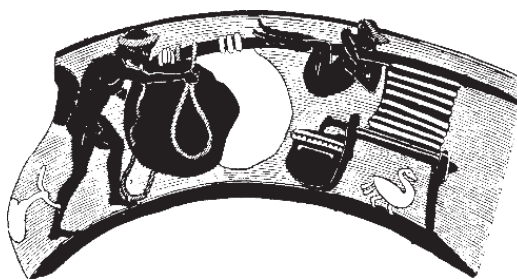


Рис. 16. Простой балочный пресс для оливок и винограда. С греческой вазы VI в. до н. э.

С помощью пресса выдавливали виноградный сок, однако культивирование виноградной лозы гораздо более сложное искусство, чем выращивание оливковых деревьев. Виноградарство пришло в Грецию с Ближнего Востока, но именно греки развили эту отрасль в полную силу. Вино, которое они экспортировали на Запад, определяло развитие кельтской культуры. Утверждается, что эллинистическая культура распространилась на восточные территории именно

с развитием виноградарства. В греческих виноградниках лозы стелились по земле, их росту помогало тщательное рыхление, обрезка ненужных листьев в течение лета и редкое внесение зеленого удобрения. В сентябре собранный в корзины виноград отправляли в помещение, чтобы давить его ногами на цементных или деревянных настилах. Выжатый ногами сок винограда первого урожая считался самым лучшим. Виноград второго урожая был второсортным и обрабатывался на прессах. Виноградное сусло хранилось полгода, оно бродило в огромных керамических сосудах – так называемых чанах. Чаны изнутри и снаружи смолились, что придавало жидкости характерный привкус; затем вино фильтровали и разливали в амфоры для продажи. Греческие вина считались самыми лучшими, хотя по объему (до 6,5 тысячи литров с акра) на некоторое время центром виноградарства стала Италия, второй после нее была Испания. Римляне делали подпорки под виноградные лозы или привязывали их к решетчатым опорам, уделяли большое внимание условиям ферментации для разных сортов винограда и модифицированию винного букета. Но самым важным изменением в виноградарстве стало внедрение деревянных бочек с металлическими обручами, которые благодаря кельтам появились в Италии в начале н. э. В деревянных бочках вино сохранялось намного дольше, чем в глиняных, закупоренных пробками амфорах. В свою очередь, римляне распространили виноградарство во Франции, Рейнланде и даже Южной Британии.

С виноградарством началось, хотя и медленное, пробуждение после Темных веков. При Карле Великом вино использовалось для ритуалов и медицинских целей. Сахара не было, и виноградное сусло стало подсластителем, так как мед был в дефиците; виноградарством занимались в крупных монастырях. К концу XII века виноградники распространились на восток – до долины Одера.

Подготовка солода для производства ферментированного напитка из зерновых широко практиковалась ранними империями: у шумеров, например, было девятнадцать сортов пива. Греки и римляне считали пиво варварским напитком, который употребляли кельты, а позднее немцы. Именно немцы в XIII веке создали современный тип пива – душистое, на основе хмеля, который не выращивался в Англии примерно до 1400 года. Никаких инноваций в пивоварении не было до начала XVIII века, когда появился портер. Грушевый и яблочный сидр производился из плодов дикорастущих деревьев; умение готовить сидр из сортовых яблок распространилось из Нормандии в Англию в XIII веке. Так, в сельских округах появился напиток, для создания которого не требовалось ценное зерно.

Алхимики знали метод дистилляции уже в I веке, но потребовалась еще тысяча лет, чтобы его применили при производстве крепких спиртных напитков. В результате появились ликеры (их часто готовили на основе трав из монастырских садов), которые приобрели новое значение во время эпидемии чумы 1348 года, когда врачи прописывали крепкие алкогольные напитки скорее с психологической, а не с физиологической точки зрения. Джин дистиллировали с ягодами можжевельника, бренди – из вина, и наконец появился более дешевый напиток – водка, или «вода жизни». Это название первоначально относилось к почти чистому спирту, но позже закрепилось за бренди, получаемым путем дрожжевого брожения ячменя; в XV веке бренди спасал людей от суровой зимы. Запрет на злоупотребление крепкими напитками появился до 1300 года, что свидетельствует о серьезной социальной проблеме.

В литературе, до эпохи современного реалистического романа, о пище простолюдинов говорилось мало. В раннем Средневековье рацион простолюдинов оставался однообразным – на основе зерновых; они чаще употребляли рыбу, а не мясо. Но начиная с XIII века по крайней мере городские рабочие получили возможность чаще есть мясо и крахмалистые продукты. Разнообразное питание снизило заболеваемость рахитом и цингой, возникающими не от недостатка пищи, а от отсутствия важных элементов (витаминов); подобных заболеваний было хоть отбавляй среди всех слоев населения. В районах, где рожь была основным зерновым продуктом, страшные эпидемии эрготизма происходили в жаркое и влажное время, которое благо-

приятствовало заражению зерновых ядовитой плесенью: например, в 994 году от подобного заражения умерло 40 тысяч человек в Аквитании. До XVIII века за шестилетний период произошли две серьезные вспышки эрготизма.

## Рыболовство

Рыбалка – важнейший метод добывания пищи с древнейших времен и до настоящего времени; виды рыболовства в принципе не изменились. Вероятно, в самом начале рыбу ловили, протыкая ее копьём в воде; затем изобрели стационарные ловушки и различные приманки; потом наживку насаживали на шип или костяной крючок; и наконец появилась мобильная ловушка – сеть, для ловли больших объемов рыбы в глубоководье. Считается, что рыбной ловлей занимались уже в эпоху мезолита. Появление профессий судостроителя и моряка связано с необходимостью поисков морской рыбы, хотя в некоторых регионах немногочисленному и рассредоточенному населению хватало рыбных уловов из пресноводных рек и озер.

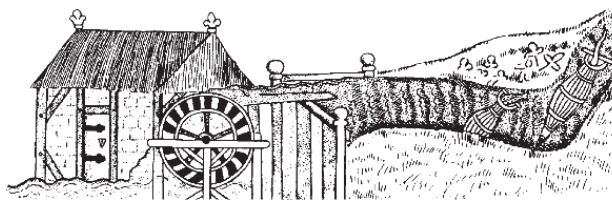


Рис. 17. Верши в мельничном пруде с водяным колесом. Из Псалтыря Латрелла, 1338 г.

Рыба быстро портится, поэтому в древности ее обычно съедали сразу после вылова, если не замораживали. Вяление, соление и копчение рыбы практиковалось в бронзовом веке, а с развитием цивилизации рыба стала важным объектом торговли. Финикийцы и греки ели много соленой рыбы, особенно тунца из Черного моря и устьев русских рек; римляне импортировали рыбу из Испании, Египта и даже Северной Европы. Карфагеняне, которые до римлян господствовали в атлантических прибрежных водах, вылавливали не только рыбу, но и тюленей, и китов; но не исключено, что по крайней мере до Средневековья китовое мясо, жир и кости были доступны только из-за тенденции китов выбрасываться на берег. Жители Фарерских островов по-прежнему охотятся на мелких китов, ведя их к берегу.

Рыболовство бурно развилось в Средние века. Постные дни (среда и пятница) и Великий пост спровоцировали у высших слоев населения, в том числе у членов влиятельных монашеских орденов, большой интерес к рыболовству, запрудам для лосося и другим видам верши (рис. 17). Низшие слои населения постились без рыбы, но начиная с XII века, из-за роста городов и нехватки местных продуктов питания, потребовалось найти самое дешевое импортное продовольствие. Началась масштабная ловля сельди и трески, которыми кишели северные воды; рыбу поставляли в обмен на минимальные объемы зерновых (на Крайний Север) и городские ремесленные изделия.

Сельдь в основном питается планктоном, обитает на мелководье ближе к поверхностным водам и ежегодно мигрирует на юг через мелководное Северное море, но трудно определить, в каком прибрежном районе рыба будет нереститься. Поскольку 70 процентов свежей рыбы съедобно, ее значение не оспаривается. Например, Ярмут славился своей сельдью в VI веке. Однако почти до конца Средневековья крупнейшее сезонное рыболовство наблюдалось вдали от берегов Скандинавии у входа в Балтийское море. Оно достигло апогея в 1275–1350 годах, когда международное распределение национального улова обеспечило купцов Ганзейского союза удивительно прибыльной монополией, ибо соленая рыба не портилась 12 месяцев, если ее сразу после улова потрошили и хорошо упаковывали. Бочки наполнялись в два этапа,

чтобы рыба дала усадку в первые десять дней; слои соли были достаточно толстыми, дабы насытить мякоть рыбы; и наконец, бочки закрывали, исключая доступ воздуха, из-за которого рыбий жир становился прогорклым. В удачный год обрабатывалось около 13 тысяч тонн рыбы, на соление которой уходило 2400 тонн соли; часть соли поступала из близлежащего Люнебурга, но больше всего соли завозили из крупных французских соляных озер в заливе Бурньеф.

Начиная примерно с 1400 года монополии Ганзейского союза бросили вызов преуспевающие голландцы. Один из них, Уильям Бокелзон, усовершенствовал метод подготовки рыбы к засолке; неизвестно, был ли этот метод революционным. Намного важнее оказался уход косяков сельди из Скании на период 1588–1748 годов, поэтому основным местом промысла стало Северное море, где голландцы легко превосходили своих английских и шотландских конкурентов. В 1416 году голландцы изобрели дрифтерные сети длиной 50–60 саженей, которые расставлялись ночью, когда косяки рыб определяли по светящейся чешуе; сеть напоминала огромный занавес; размер ячеек сети был таким, что пытающаяся сбежать рыба зацеплялась за них жабрами. Голландцы заменили открытые лодки для прибрежного рыболовства на палубные двух- и трехмачтовые суда водоизмещением 100 тонн; в корабельную команду этих судов (рис. 18) входили солильщики и бондари для обработки улова прямо в море. Считается, что к 1620 году 2 тысячи подобных судов разрабатывали «голландскую золотую жилу» у английского побережья. Это был серьезный повод для трех англо-голландских войн того столетия, однако в конце 1805 года английский писатель-коммивояжер заявлял о том, что необходимо отобрать право промысла у голландцев.

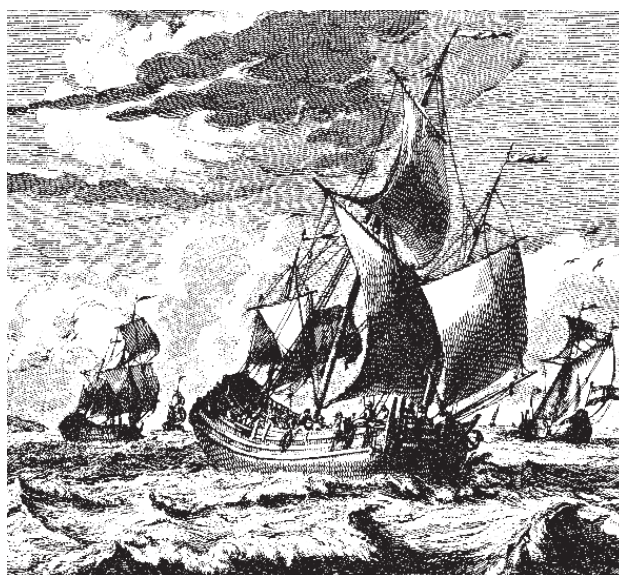


Рис. 18. Голландские суда для ловли сельди. 1792 г.

Основной европейский рыбий промысел находился у Лофотенских островов в Северной Норвегии, куда на короткое время ежегодно приходила нереститься треска; ее ловили на удочку. Рыбаки потрошили и разделяли рыбу, а затем раскладывали ее на камнях или подвешивали на веревке – сушиться. В результате такой сушки получался жесткий, но не скоропортящийся продукт, который в открытых лодках отправляли в Берген, где ганзейские купцы установили вторую монополию, продолжавшуюся до середины XVI века. Термин «вяленая рыба» голландского происхождения; такую рыбу продавали даже в Италию.

Благодаря путешествию Джона Кабота в 1497 году обнаружили большие запасы рыбы у побережья Ньюфаундленда, куда вскоре направился рыболовный флот Англии, Франции, Португалии и Голландии; позже выловленную там рыбу массово экспортировали в Новую Англию. Прибыль от рыболовства возросла с появлением леси с 5 тысячами крючков; сам Ньюфаунд-

ленд в основном был сезонной рыболовной базой и местом для вяления улова. Французы, имея в изобилии дешевую соль, солили много трески на борту судна и сохраняли свои позиции в торговле, которая, как и сельдевый промысел, поощрялась правительствами на протяжении всего периода меркантилизма не столько ради поставок продовольствия населению, сколько ради сохранения численности моряков для военного флота.

## **Влияние географических открытий**

В эпоху географических открытий сельскохозяйственные культуры распространялись в обоих направлениях (из Европы и в Европу), изменился рацион питания, вкус и привычки, полностью сформировавшиеся только с развитием современных транспортных средств в последующие века. Особое место занимал картофель, который культивировался в Южной Америке по крайней мере за 2 тысячи лет до вторжения испанцев, познакомивших с ним Европу в 1570 году или ранее. Вероятно, его впервые завезли в Англию независимо от испанцев, хотя это сделал не сэр Уолтер Рэли. В Ирландию картофель попал либо из Англии, либо с берегов Коннахта, где грабились потерпевшие крушение испанские корабли. Англичане распространили картофель в Виргинии, где его первоначально называли «ирландский картофель», дабы не путать с бататом. В XVIII веке из картофеля обычно готовили спирт путем ферментации. Картофель стал основным продуктом питания в Ирландии в XVII веке. В остальной части Великобритании и во Франции картофель редко употребляли в пищу до конца XVIII века, когда понадобилось прокормить растущее промышленное население. В Пруссии картофель распространился благодаря Фридриху Великому, но в Центральной и Северной Европе картофель не был популярен до XIX века. Кукурузу или маис также рано завезли в Европу. Считается, что Магеллан распространил кукурузу на Филиппинах и в Ост-Индии, а португальцы внедрили ее в Западную Африку, где она изначально выращивалась для хранения на судах работорговцев. Кукуруза не адаптировалась к климату Северной Европы, но отлично росла на юго-востоке, где кукурузная каша быстро стала одним из основных продуктов питания.

Сахар и рис – важнейшие продукты питания, внедренные европейцами на Американской земле. Для выращивания риса требовался жаркий климат и орошение, его привезли в Испанию мусульмане в VIII веке, откуда он распространился в Италию, а затем в Южную Каролину в 1700 году. Сахар (арабское слово) тоже появился довольно рано, но в позднее Средневековье его импорт с Ближнего Востока был очень важен для генуэзских и венецианских купцов, хотя сахарный тростник выращивался также в Испании и на Сицилии. Сахар привезли в Новый Свет во время второго путешествия Колумба, однако масштабное культивирование сахарного тростника началось только в середине XVII века, когда рабовладельческие плантаторы с французских и английских вест-индийских островов переняли методы и орудия труда голландцев. К 1700 году сахар покупали в Англии по цене 6 старых пенсов за фунт; мед наконец перестал быть основным подсластителем, коим являлся с незапамятных времен.

Сахар-сырец производился на заводах Вест-Индии, где сахарный тростник измельчался в валковой мельнице, работавшей на энергии ветра или воды. Затем начиналась перегонка – сок превращался в сироп, из которого постепенно удалялась пена и грязь. В конечном счете получался концентрированный раствор, кристаллизующийся при охлаждении; сироп или меласса, из которого формировались кристаллы, были основой для приготовления рома путем ферментации и перегонки. Далее сахар перерабатывали в Европе; раствор неочищенного продукта кипятился с водой, известью и кровью, пока не становился полностью чистым. После фильтрации через ткань и концентрирования путем выпаривания сахар кристаллизовался в гончарных формах, приобретая характерную форму сахарной головы.

Чай, кофе и какао в Европе никогда не выращивались. Родина чая – Китай, а какао – Новый Свет. Стимулирующие свойства кофе, по всей видимости, обнаружили в Эфиопии в 1450 году. Кофе распространился через Аден в мусульманский мир, а оттуда – в христианский, появившись в Париже в 1643 году и в Оксфорде в 1650 году. Сильное влияние кофеен на общество и политику – пример далекоидущих последствий незначительных нововведений. Голландцы последовательно разбивали кофейные плантации на Яве, в Гвиане и, наконец, в Бразилии. В XVIII веке чай (впервые доставленный в Европу голландской Ост-Индской компанией в 1609 году) становится любимым напитком англичан, как кофе для европейцев. Мода на питьевой шоколад зависела от наличия сахара, поскольку несладкий напиток был невкусен. Хотя плиточный шоколад появился в Испании еще в 1520 году, в Великобритании он завоевал популярность как дешевая и удобная пища со времен бюджета свободной торговли Гладстона в 1853 году.

Табак тоже пришел из Нового Света – был подарен туземцами Колумбу во время его первого путешествия в Америку. Сначала табак считался в Европе лекарством – полагали, будто уроженцы Бразилии используют его для «успокоения мозга». К концу XVI века табак выращивался в Европе как товарная культура: в Испании – в 1558 году; а в графстве Глостершир его культивировали эмигранты, вернувшиеся из Виргинии в 1586 году. Хотя распространение табака шло из Европы в Турцию и на Ближний Восток, основное разведение началось с привозом семян с испано-американских плантаций в Виргинии в 1612 году. Нюхательный табак появился в Португалии в 1558 году. Изготовление нюхательного табака не требовало новых технологий, его распространение во времена Стюартов и Ганноверов шло параллельно росту популярности спиртов. Водка чаще всего производилась из ферментированных зерновых; джин пришел в Великобританию из Голландии; вина крепили при помощи бренди; виски, перегоняемый из ирландского и шотландского ячменя, стал обязательным напитком в английских буфетах. Отсюда возник широкий интерес к аппаратам для перегонки.



Рис. 19. Ручная обработка жерновов. На врезках – традиционные рисунки нарезки: А – конца Римской империи; Б – XVIII в.; В, Г и Д – XIX в.; Е и Ж – право- и левосторонние жернова с отделкой «четыре четверти»

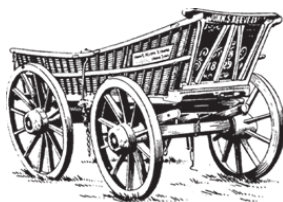
Трансокеанские продукты ненадолго заменили основные зерновые из Европы, где мукомольное производство являлось главным и для него использовалась энергия воды и ветра. Хотя основные принципы изготовления муки остались прежними (измельчение зерна между стационарными и вращающимися жерновами), изменились детали. Во-первых, в обоих жерновах стали нарезать желобки; с помощью их измельчалась и вентилировалась продукция; расположение желобков варьировалось (рис. 19). Желобки в жерновах нарезал мельник или квалифицированный странствующий ремесленник. Камни для жерновов часто покупали в дальних

странах, потому что их текстура имела первостепенное значение. Англичане покупали жернова в Андернахе на Рейне; французские жернова экспортировались даже в Америку. Мельницы были многочисленными и небольшими – каждая обслуживала собственную местность, ибо до промышленной революции не требовалось перевозить зерно для помола на большие расстояния.

Благодаря развитию печатного дела появилась поваренная книга, в которой стандартизировались принципы приготовления пищи. В XVI веке появились ложки, в XVII веке – вилки с тремя и четырьмя зубцами; вилка с двумя зубцами, оставшаяся от времен позднего Средневековья, использовалась в основном для сервировки. В обиход вошли отдельные сосуды для еды и питья. Началось производство оловянной, керамической и стеклянной посуды: питье из стакана становится нормой среди высших слоев населения к 1650 году. Что касается кухонного оборудования, то наиболее важным нововведением был вертел. Он вращался за счет собственного веса, заводного механизма, собаки в «собачьем барабане» (большое колесо, использовалось до XIX века) и даже при помощи легкой лопасти, которую поворачивал горячий воздух, поднимающийся по широкому кухонному дымоходу.

## **Развитие сельского хозяйства в 1500–1700 годах**

Прогресс в европейском сельском хозяйстве был крайне неравномерным. Под стать отменному рациону питания англичан и голландцев, объявленному в соседних странах обжорством, были их превосходные технологии. Германия после Тридцатилетней войны в 1648 году больше столетия выводила свое сельское хозяйство на тот высокий уровень, на каком оно было в конце Средневековья: реальная заработная плата немца в 1700 году была в половину меньше, чем в 1500 году. Вместо свиней разводили овец, ибо площадь лесов постепенно уменьшалась; появился зимний корм для скота – практика, пришедшая из Италии через Фландрию, помогала содержать зимой достаточно большое поголовье скота. Почвы Франции в целом были низкокачественными, хотя физиократы прославляли земледельцев XVIII века. За исключением мелкого земледелия в предместьях Парижа, на западе и северо-западе, Франция оставалась страной со средневековыми сортами посевных культур, неселекционными животными и старомодными орудиями труда. А вот нидерландцы импортировали зерновые в тогдашний самый густонаселенный регион Европы, при этом самостоятельно выращивая ячмень и хмель для пивоварения, табак и различные технические культуры (часть которых шла на экспорт) и уже славились своими огородами, плодовыми деревьями и тюльпанами. Помимо морских завоеваний новых земель, голландцы особо тщательно и бережно обрабатывали небольшие земельные участки (у них был сложный девятилетний цикл посадок культур) и регулярно вносили удобрения – навоз, отходы производства и обычный городской мусор.



*Рис. 20. Крытая удлиненная повозка XIX в. из Линкольншира*



Рис. 21. Изогнутая повозка из Уилтшира

В Англии XVI века развивалось огородничество и выходила важная, основанная на опыте литература по сельскому хозяйству. Тем не менее даже усилия Королевского общества не способствовали развитию новых сельскохозяйственных методов и выведению новых культур, хотя был создан Сельский комитет для изучения сельскохозяйственных практик через два года после получения первого королевского патента в 1662 году. В конце XVII века коммерсанты инвестировали в помещичьи земли; установился баланс между выращиванием зерновых и производством шерсти. Новаторы Джетро Талл, Чарльз Тауншенд и Роберт Бейквелл привезли из-за рубежа усовершенствованные методы и новые полезные культуры, в том числе репу из Нидерландов и клевер из Испании. Англичанам повезло, что их социальная система давала зажиточному новатору-землевладельцу престижное положение в обществе, стимулируя интерес менее успешных землевладельцев.

Одним из нововведений в английском сельском хозяйстве XVIII века стали трех- и четырехтонные глубокие крытые удлиненные повозки (рис. 20), которые также использовались в Европе, и широкие изогнутые повозки – с запада Англии (рис. 21). Они применялись на крупных фермах; под эти повозки разработали типовые модели конской сбруи. К концу XVIII века конская упряжь была почти такой же, как сейчас, с тщательно сконструированным хомутом (наиболее значимая деталь); более легкие и облегающие хомуты применялись в холмистых районах с частым перепадом высот. Садовые ножи и кустарниковые ножи меньшего размера, изготовленные кузнецами с учетом особенностей местности, в основном применялись в Англии, после того как выгоны, необрабатываемые земли и узкие полосы земли сменились полями с заборами (важным умением стала кладка кирпичей и штукатурение).

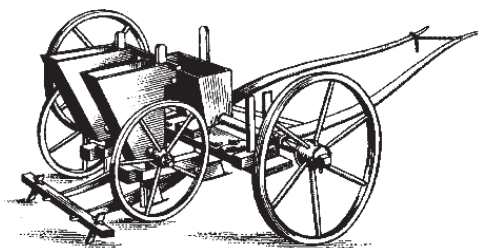


Рис. 22. Рядовая сеялка Джетро Талла. По оригинальным чертежам, 1701 г.

Однако значимее всего была научная система выращивания растений, предложенная Джетро Таллом, который пытался побороть нерентабельные привычки сельскохозяйственных работников. В 1701 году он предложил делать борозды и высевать семена рядами (рис. 22). Такой прием повышал урожайность в сравнении не только с методом неравномерного распределения семян (хотя данный метод применялся до конца XIX века), но и с существовавшей практикой посева в лунки, сделанные в ряд железным сажальным колом. Лошадь, тянувшая нарезчик борозд, также тащила сзади борону, чтобы засыпать семена землей. Посев семян рядами позволил использовать конный пропашник, который Талл привез из Франции в 1714 году. Его стремление сохранять почву рыхлой и без сорняков особенно повысило урожайность репы; ему удавалось увеличивать среднюю урожайность пшеницы от одной трети среднего

количества семян, высеваемых на неудобренной почве, 13 лет подряд. Прямые ряды посевов на полях и обильные урожаи (урожайность пшеницы со времен Средневековья увеличилась втрое) – заслуга последователей Талла, которых хватало как среди английской знати и дворянства, так и среди трезвомыслящих шотландских реформаторов.

## Мелиорация

В XVI–XVII веках бурно развивалась мелиорация, сильно изменившая облик Нидерландов и расширившая посевные площади в Италии, Франции и Англии. В Нидерландах мелиорация была серьезной проблемой на протяжении всего Средневековья – периода, когда римские методы обработки земли оказались бесполезными, увеличилось количество осадков, а подтопление земель составляло примерно 10 сантиметров в столетие. Залив Зейдер-Зе достиг наибольшей площади к 1287 году, в этом же году 50 тысяч человек утонули в нем во время шторма. Голландцы волей-неволей становятся экспертами в строительстве дамб и отведении воды по каналам; уже в 1106 году голландских специалистов приглашают работать в Германию. Тем не менее вплоть до конца Средневековья голландцы потеряли больше территорий своей страны, чем восстановили.

В пособии по строительству дамб, написанном в Голландии в 1578 году, представлены методы возведения дамб и защитных сооружений, сопоставимые с методами сегодняшнего дня. Валунная глина укладывалась в основание дамбы; часть дамбы, обращенная к морю, укреплялась сначала глиной и ивняком, морскими водорослями, соломой или камышом, а затем частоколом из коротких свай, промежутки между которыми заполнялись пучками хвоста. В XVI веке голландцы разработали новую методику сухой кладки, благодаря которой затопляемый участок на удаленной от моря территории систематически занимался под пашни. Местность, с которой предстояло отвести воду, окаймлялась прочным земляным валом, а вокруг него делалась глубокая канава. На валу устанавливались дренажные мельницы, перекачивающие воду с территории внутри вала во внешнюю канаву; из канавы вода уходила в реку или канал. Применяемое для этих целей черпачное колесо, приводимое в движение ветряной мельницей, изобрели в XIV веке.

Один из нескольких неудачных проектов осушения Понтийских болот (источника размножения малярийных комаров) площадью примерно 800 квадратных километров предложил Леонардо да Винчи: во многих других регионах Италии были подобные проблемы регулирования водоемов ради здоровья населения, навигации и добычания пищи. Итальянские ученые издавна изучали поведение рек. Галилей в свое время отвечал за воды Тосканы, позже итальянские ученые продолжили его исследования, и к концу XVIII века итальянский математик написал, что «искусство строительства гидрологических сооружений в Италии достигло совершенства».

В этом отношении Франция и Англия обязаны своему прогрессу скорее Голландии, а не Италии. Французский король Генрих IV отправил в Генеральные штаты Нидерландов запрос прислать «четыре квалифицированных специалиста в строительстве дамб», чтобы помочь ему в военных операциях, но позже решил, что мелиорация земель также восстановит благосостояние его несчастной страны. Рядом указов была создана Ассоциация (подобие Контрольного совета в Нидерландах), работавшая до отмены Нантского эдикта в 1685 году.

Английские болота занимали около 700 тысяч акров территории; они в значительной степени защищались древними набережными на побережье Линкольншира и осушались четырьмя тихоходными реками; в 1540 году ими заинтересовались крупные аббатства, расположенные в болотистой местности. Надежда получить долгосрочную большую прибыль от капитальных вложений заставила осушать обширные болота между возвышенностями Нен и Норфолк. Результаты исследования 1589 года показали, что почти вся земля находится над

уровнем моря, поэтому для мелиорирования нужно вручную прорыть каналы определенного размера по кратчайшему пути к морю. Но эту работу только в 1630 году начала группа во главе с графом Бедфордом и совместно с известным голландцем Корнелиусом Вермуйденом (главным инженером группы), который уже осушил 70 тысяч акров в Йоркшире (Хэтфилд-Чейз). Схема, разработанная в 1653 году, подразумевала дренаж за счет гравитации; очень быстрый успех схемы вскоре доказал ее негодность – уходящая вода уносила с собой торфяной и даже иловый слой, в результате чего поверхность земли опустилась и вода перестала течь.

К этому времени в Великобритании появились дренажные мельницы голландского типа. В книге «Английские методы мелиорации» (*англ.* The English Improver Improved) 1652 года дается ссылка на конные, а также ветряные мельницы и описывается процесс подъема воды черпачным колесом, цепным водоподъемником или ковшом. До конца XVII века англичане полностью переделали ветряную мельницу для откачки воды, но даже это важное и весьма актуальное технологическое нововведение принесло мало пользы для осушения болот, ибо в ту эпоху политики противились централизованной организации работ, в отличие от Нидерландов и Франции.

## **Глава 3**

### **Производство для бытовых нужд**

#### **Истоки гончарного дела**

Гончарное дело, скорее всего, возникло из мастерства плетения корзин, однако приобрело важное значение только после того, как человек эпохи неолита стал вести оседлый образ жизни: дичь жарилась над костром, но зерновые и бобовые, которые сейчас составляют большую часть рациона человека, требовали медленного приготовления в жаропрочной емкости. Тогда, и только тогда появился повод для широкомасштабного использования емкостей, которые легко делались и также легко разбивались. Глина была в изобилии, а эффект ее затвердевания от огня первобытный человек заметил, сделав глиняный очаг. Керамика хрупка, но нетленна, поэтому керамические изделия чаще всего находят во время археологических раскопок. Но хотя керамика впервые появилась в неолитических поселениях, до возникновения городской культуры, развитие гончарного дела связано прежде всего с городами; горожане распространяли керамику в отдаленные районы, но, когда городское влияние снизилось, гончарное дело пошло на спад. Например, в Великобритании во 2-м тысячелетии до н. э. было много хорошей керамики средиземноморского происхождения, а почти все следующее тысячелетие – очень мало.

Тем не менее гончарное дело заслуживает почетного места среди бытовых ремесел, ибо за века производство керамики и ее вид изменились сравнительно мало. Гончарный круг появился примерно в 3000 году до н. э., но был значительно усовершенствован только в XIX веке. Перед гончаром всегда стояли три задачи: выбор, перемешивание и увлажнение глины; формование изделия; сушка и обжиг изделия, в результате чего оно становилось твердым и прочным. О ранних методах отбора, промывки и замешивания глины с водой известно очень мало. Вторая стадия процесса – формование – изменилась с изобретением гончарного круга. Подготовленный кусок глины помещался в центр быстро вращающегося колеса (по крайней мере 100 оборотов в минуту) и под легчайшим давлением рук гончара поднимался, принимая округлую форму. Изделие, которое неспециалист лепил бы руками несколько часов, гончар делал на гончарном круге за несколько минут, одновременно добиваясь идеальной симметрии изделия. Таким образом, гончарный круг, снизивший мышечное усилие со стороны гончара практически до нуля, стал одним из первых многочисленных трудосберегающих устройств, на основе которых развилась современная промышленность. Не сохранилось ни одного древнего гончарного круга, поэтому невозможно определить, как такое устройство возникло; вероятно, однажды кто-то решил сформовать изделие на вращающемся столе (рис. 23). Простейший круг вращался на оси, вставленной в паз в камне. Раскручиваемый вручную круг позволял сформовать один горшок, потом круг увеличили, чтобы повысить скорость вращения, а по центру сверху расположили круг меньшего диаметра, на котором формовали изделия. Так появился гончарный круг с двумя «колесами», при этом нижнее вращалось ногой гончара, палкой или помощником за счет троса. К VI веку до н. э. гончарный круг использовался как токарный станок для нарезания пазов и молдинга.

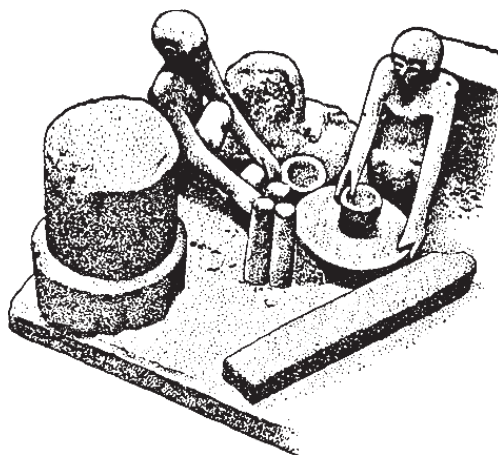


Рис. 23. Гончары с гончарным кругом и печью. Египетская лепная композиция, 1900 г. до н. э.

Дабы уменьшить пористость изделия, его высушивали и до обжига покрывали тонким слоем глины, а потом полировали галькой или специальным инструментом, чтобы закрыть поры и сделать изделие водонепроницаемым. На заре развития гончарного дела большие горшки обычно делались двухсекционными, чтобы секции не прогнулись под собственным весом перед сушкой; после предварительной сушки секции горшка соединяли. По тому же методу делали горшки с узким горлышком.

Во время обжига в структуре глины происходят сложные процессы, природа которых зависит от многих факторов, но особенно от максимальной температуры нагревания. Первобытный человек, вероятно, обжигал керамику при температуре 450–700 °С, при которой из глины просто выпаривалась вся влага. При достаточно высоких температурах (750–800 °С) в крупных кострах или простых печах в глине за счет структурных химических реакций повышается прочность и снижается пористость. При еще более высоких температурах структура керамики становится стекловидной; однако такая температура достигалась только в сравнительно современных печах; в древние времена гончары крайне редко обжигали изделия при температуре выше 1000 °С. Обжиг – процесс длительный, требующий много топлива. Чаще всего топливом служила древесина, а при необходимости навоз, торф и трава. Часть керамики продавали необожженной, и покупатель обжигал ее самостоятельно.

Горшки изначально сушили над домашним очагом, потом над костром, разведенным хворостом, а затем обжигали в костре, который не гас несколько дней, при этом горшки присыпались землей или другим материалом, исключающим доступ воздуха (по принципу печки на древесном угле). Считается, что в такой печке температура достигала 750–800 °С – примерно на 150° ниже температуры, необходимой для обжига афинских ваз. Неизвестно, когда появились такие печи, но примеры их использования прослеживаются начиная с 4-го тысячелетия до н. э. До Нового времени чаще встречались вертикальные печи, а не горизонтальные, в основном они строились в регионах, где умели делать кирпичную кладку. Вертикальные печи были куполообразными; горячий воздух, генерируемый в очаге, уходил через дымоход. Горшки для обжига ставились на глиняный пол-настил с отверстиями, а печь запечатывалась глиной: не прямой нагрев изделий предотвращал их загрязнение дымом и сажей. Долго удерживать горячие газы и равномерно распределять их в верхней и нижней части печи отчасти научились в горизонтальной печи, где дымоход устанавливался горизонтально между топкой и дымовой трубой, находившимися в противоположных концах печи. Горизонтальные печи применяли в Римской Британии, однако вертикальные печи строили чаще до Нового времени в других странах, за исключением Китая.

Работы у гончаров всегда было много. Благодаря выработанному ими эстетическому чувству они занимали особое положение в обществе. В ранние времена гончарные изделия украшали, разрисовывая их природными красками на основе оксидов металлов, а позже органическими или неорганическими красками. По форме изделия имитировали дерево или корзину, а позже их стали оформлять так, будто они сделаны из листового металла. Производство гончарных изделий при помощи гончарного круга требовало развитого чувства формы; бесспорно, гончарное дело развилось с поразительной скоростью и как искусство, и как ремесло. Сначала в Коринфе, а затем в Афинах производство керамики для обширного зарубежного рынка стало мощной индустрией, почти не уступающей современной; однако лучшие аттические гончарные изделия превзойти по красоте не удастся. Успехи древних металлургов, например в Уре, отчасти зависели от мастерства гончара, который поставлял им литейные формы из обожженной глины.

## **Истоки производства текстиля**

С древнейших времен человек не только лепил горшки и вазы, но и переплетал растительные или животные волокна, создавая необходимые вещи. Вполне вероятно, что корзины, циновки и даже веревки человек эпохи палеолита делал раньше текстильных материалов, для которых требовалась витая или формованная нить и перекрестная ткацкая структура – основа уток. Однако это всего лишь гипотеза. Среди самых ранних образцов текстиля, найденных в Египте и относящихся к началу 5-го тысячелетия до н. э., циновки, плетеные круглые корзины и примитивные ткани; веревки и канаты появились в Египте несколько веков спустя.

В настоящее время веревки и канаты производятся из искусственных волокон – для прочности; однако в основном материалы и технология плетения корзин, циновок и веревок за 7 тысяч лет практически не изменились. По плетеной круглой корзине 3400 года до н. э. можно сказать, что ее плели по круговой от основания и украшали вертикальными цветными стежками, проходящими между прутьями. По такой же технологии плели корзины из скрученных материалов, камышовые циновки и более сложные корзины на каркасе из стоек. Производство канатов для морского транспорта и масштабного строительства бытовым ремеслом не было, но его необходимо упомянуть из-за технологического процесса кручения. Камыш, кожа, пальмовое волокно и трава альфа применялись еще в древности. Обычно процесс состоял из трех операций: скручивание волокон в нить, скручивание нитей в пряжи, а прядей – в канат; чтобы готовый канат не разматывался, нити скручивались в пряжи в направлении противоположном направлению скручивания прядей вместе. На египетской «канатной дороге» (двор, где свивали канаты) двое мужчин скручивали пряжи и закрепляли их, идя вдоль каната, а третий мужчина крепко заплетал канат шилом.

В древности для плетения корзин использовался тростник, камыш, осока и другая трава, однако основным текстильным материалом древнего Ближнего Востока служил лен, который также выращивался как масличная культура и был хорошо известен к 3000 году до н. э. Чтобы подготовить лен к работе, стебли замачивали в воде, а потом отделяли волокна скребком и расчесывали. Китайцы использовали в качестве волокнистого материала коноплю, о которой узнали в Восточной Европе к 500 году до н. э., но в Европе из нее в основном плели веревки и канаты. Хлопок родом из Аравии, хотя впервые появился в Индии, а шелк – из Дальневосточного региона. Египтяне считали шерсть грязным материалом, хотя много шерстяной ткани производилось в Месопотамии и Северной Сирии. Самые ранние масштабные остатки шерстяных тканей, датируемые примерно 1000 годом до н. э., были найдены в Скандинавии. Холодный климат, несомненно, повышал у европейцев спрос на шерсть.

Для того чтобы сделать нить, волокна любого природного материала раскладывали параллельно друг другу и скручивали вместе, формируя непрерывную тонкую нить. Процесс

прядения развивался так: сначала экспериментальным путем волокна скручивали между ладонями, затем с помощью руки, стойки или ноги, при этом второй рукой контролировали пучок перепутанных волокон, а спряденная нить наматывалась на палку. Палка, которая первоначально не позволяла волокнам спутываться, позже стала деревянным веретеном (рис. 24). Веретено до XV века было практически единственным механическим орудием для прядения, его вращали рукой, но чаще подвешивали с грузом (блоком веретена), и веретено некоторое время вращалось, как волчок. При помощи веретена получалась более равномерная нить, чем при скручивании руками, но тем не менее в древности нить для ткачества сдваивали для прочности. Другим приспособлением была прялка – большая палка для удерживания волокон при прядении. Прядением занимались женщины. Об этом известно не только из ранних рисунков, но и благодаря определенным терминам. Так, незамужнюю женщину называют *spinster* (*англ.* старая дева. Ср. *англ.* spindle – веретено), а женскую родовую линию – *distaff side* (ср. *англ.* distaff – прялка).



Рис. 24. Деревянное веретено из Кахуна, Египет, 1900 г. до н. э.

Существенной особенностью ткацкого станка эпохи раннего неолита была рама, на которой нити растягивались параллельно друг другу (основа), а в них под прямым углом вплеталась непрерывная нить (уток).

Бедуины до сих пор используют ткацкий станок, стоящий на земле, как 5 тысяч лет назад. В нем имеется ремизная планка и прокладчик утка (челнок). Нити через одну прикреплялись к ремизной планке; ее поднятие создавало ткацкий зев, через который протягивался уток; чередующиеся нити проходили поверх зева, который можно было сдвинуть к краю, чтобы создать обратный зев для пропуска через него утка в обратном направлении (рис. 25). После этого ряды утка «заколачивались» палкой, чтобы сделать плетение равномернее. Точно такой же станок, установленный в вертикальном положении, позволял ткачу довольно комфортно сидеть, но конечно же требовал усовершенствования. У третьего типа ткацкого станка, применявшегося в Исландии еще 100 лет назад, были керамические или каменные разновесы (держатели полотна), образцы которых сохранялись в Трое с середины 3-го тысячелетия до н. э. Пучки нитей основы прикреплялись к этим держателям, плетение шло сверху вниз, позиция ремизной планки и челнока последовательно менялась. Простейшая форма ткачества, известная как полотняное переплетение, древнейшая и практикуется до сих пор; она характерна тем, что одиночные нити пропускаются над и под одиночными нитями основы – как во время штопки. В результате переплетения утка и основы получается тканое полотно. Разнообразие тканей достигали двумя способами: используя цветные нити (как в ткачестве гобеленов), где цвет полотна определялся цветом утка; за счет процесса «плавления», когда отдельные нити про-

ходили над более чем одной нитью либо в основе, либо в утке. Варианты ткачества полотен быстро увеличивались.

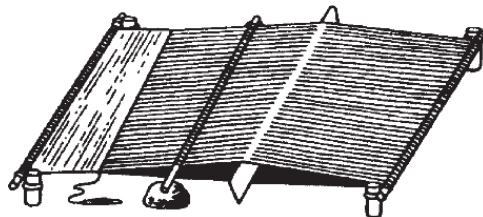


Рис. 25. Горизонтальный ткацкий станок

Как и следовало ожидать, дошедший до нас текстиль имеет полотняное переплетение. Совершенствование ткачества начинается примерно в середине 3-го тысячелетия до н. э. и происходит так быстро, что уже в гробнице Тутанхамона мы находим тонкую льняную ткань плотностью  $280 \times 80$  нитей на дюйм; здесь же – халат, украшенный розетками и с каймой из лотосов, с трехцветным воротником в форме стервятника с распростертыми крыльями. Созданный два века спустя пояс фараона Рамзеса III демонстрирует наиболее сложные методы ткачества – два вида переплетения в одном полотне плотностью  $340 \times 61$  нитей на дюйм. А вот плотность скандинавского текстиля бронзового века составляет всего лишь  $13 \times 10$  нитей на дюйм, однако найденные образцы одежды интересны тем, что они полностью шерстяные. На греческой вазе VI века изображены и пряжа, и ткач; ткацкий станок, имевший, как полагают, ширину 1,5 метра и чуть большую высоту, относился к тому типу станков, который, по описанию Гомера, был у Пенелопы или Цирцеи. Фрагментов древнегреческих тканей не сохранилось. Только у китайцев был более совершенный ткацкий станок в сравнении с описанным выше. Китайцы обладали прекрасными навыками ткачества и производили шелк примерно в 1000 году до н. э., однако их мастерство повлияло на западный мир только с началом христианской эры.

## Изделия из слоновой кости, дерева, кожи, стекла

### Слоновая кость

Резьба по слоновой кости сродни плетению корзин (ее быстро довели до совершенства), однако таким способом создавали предметы роскоши. В Египте, Финикии, на Крите и в Греции слоновой костью декорировали ручки ножей, туалетные принадлежности, из нее вырезали статуэтки, панели для мебели (как в гробнице Тутанхамона); есть сведения об «огромном троне из слоновой кости» у Соломона и роскошных кроватях, которые осуждали пророки. Расчески из слоновой кости и инкрустированные брелки производились в Сирии 3 тысячи лет назад. Хотя изделия из слоновой кости делаются и сейчас, невозможно превзойти мастерство, с каким выполнены некоторые критские фигурки.

Искусство резьбы передавалось от отца к сыну. Так поступали и в более поздние времена, когда в результате исследования Берега Слоновой Кости (Кот-д'Ивуара), к западу от которого сейчас находится Гана, моряк из Дьепа создал целую индустрию резьбы по слоновой кости, просуществовавшую 500 лет. Панели из слоновой кости обычно прикреплялись к деревянной основе мелкими шипами, которые устанавливались в пазах штифтами и часто помечались с обратной стороны для облегчения сборки. Штифты чаще всего были из слоновой кости, ибо металл корродировал и образовывал пятна. Работали, по-видимому, небольшими пилами, зубилами и бурами, которые немного похожи на те, что до сих пор используются при закреплении втулок для фортепианных струн. В Азии для работ со слоновой костью использовали

простейший токарный станок, но именно римляне впервые применили напильник. Высокая стоимость материала требовала аккуратности и мастерства во время соединения мелких деталей при формировании составных фигур и заделывании трещин.

## Дерево

Поставки древесины ограничивались не так сильно, как поставки слоновой кости, однако для высококачественных работ требовалась мелкозернистая древесина, какой в Египте не хватало. Кедр, кипарис и тис ввозились в Египет из Сирии и Ливана, а из Судана – черное дерево, получившее египетское название эбеновое дерево. Учитывая подобные ограничения, можно сказать, что деревообработкой, как мы понимаем ее сегодня, стали заниматься с появлением медных орудий в Египте около 4 тысяч лет до н. э.; европейцы не превосходили египетское качество деревообработки вплоть до эпохи Возрождения.

Яркие произведения искусства из дерева, скорее всего, придумывали либо жрецы, либо другие образованные люди, близкие к правителю. Ремесленники были многогранными мастерами-плотниками и столярами и специалистами по инкрустации (рис. 26). Использовали пиляножовки и лучковые дрели, а после поверхность выравнивали гладилками из песчаника. С древнейших времен детали мебели скреплялись ремнями, но примерно в 2000 году до н. э. методы крепления сильно изменились. Клей 1600 года до н. э. напоминал клей сегодняшнего дня и, предположительно, делался по аналогичной технологии – кипячением и увариванием костей, шкур и копыт животных. В гробнице Тутанхамона были найдены втулки с золотыми головками, которыми к гробу прикреплялся декоративный шпон из слоновой кости. Деревянный шпон помогал сэкономить наиболее ценные породы дерева.

Развитие искусной деревообработки в Египте вызвало спрос на прочные короба и сундуки, для производства которых камыш не годился. С появлением мебели возник интерес к каркасам для кроватей и стульев, на которые укладывались сотканые матрасы и сиденья. Кроме того, потребовались деревянные весы для зерновых. В гробнице фараона примерно 2690 года до н. э. представлены образцы тогдашних традиционных ремесел. Тысячу лет спустя гробы египетских фараонов делали из кедра, стенки гроба имели одинаковую толщину 3,8 сантиметра; при этом гроб повторял очертания человеческого тела не только с внешней, но и с внутренней стороны. Нельзя не отметить удивительную мебель Тутанхамона с витиеватой резьбой, в том числе кровать из эбенового дерева, ложе которой повторяло изгибы тела; на нее клался тканый матрас, не сильно покособившийся за прошедшие столетия.

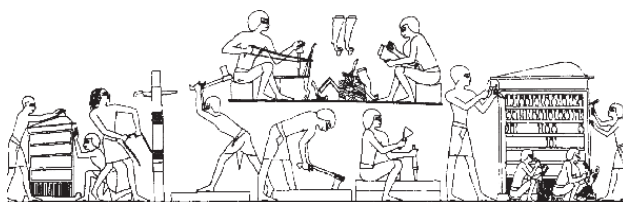


Рис. 26. Изготовление мебели. Из гробницы в Фивах, 1440 г. до н. э.

## Кожа

Человек эпохи палеолита делал из шкур животных одежду, укрытия и емкости. Известно, когда человек научился выделывать прочную кожу, очищая и обрабатывая ее жирами или чем-то еще, получая готовую альтернативу текстилю. Существует множество археологических свидетельств раннего использования костяных и каменных скребков для обработки кожи. Однако далеко не сразу человек стал сохранять только центральный слой кожи (в отличие от

эпидермиса, из которого росла шерсть, и нижележащего слоя жира или плоти). Эскимосы коптели шкуры, а зубы их женщин часто были полностью стерты, ибо они жевали кожу, размягчая ее. Другие методы сохранения шкур и кожи – соление, высушивание на солнце и втирание жиров в сильно растянутые шкуры (способ, описанный в Илиаде). В Древнем Египте и в Средние века широко применялся метод выделывания кожи без дубления – с использованием квасцов, часто в сочетании с солью; получалась жесткая белая кожа, которая затем смягчалась натяжением на изогнутой раме. Кожу окисляли танином (галлодубильной кислотой. – *Пер.*); основной источник танина – кора дуба или дубильные орешки. Дубление кожи проводили, замачивая шкуры в нескольких ямах или чанах; старейший и, следовательно, слабейший раствор использовался в первую очередь; в древние времена процесс занимал до 15 месяцев.



Рис. 27. Сапожник, режущий кожу. С греческой чаши VI в. до н. э. На врезках показаны ножи: А – египетский; Б – железного века; В – средневековый европейский; Г – современный

Было три типа отделки. Кожа для обувной подошвы отбивалась молотками, а шорно-седельная кожа выделывалась – пропитывалась жиром, будучи влажной после дубления. Для лучшего вида козлиная кожа натиралась – получалась кожа марокко (для обуви и книжных обложек. – *Пер.*); точно так же получали выпуклое тиснение на телячьей коже. Для окраски в красный цвет использовался кермесовый червец, в черный – железный купорос, а также многие растительные красители.

Начиная с эпохи мезолита кожа играет огромную роль в экономике древних сообществ. Кожа различной степени твердости и эластичности служила для многих целей, под которые позднее адаптировали керамику и текстиль. Кожаные ковши использовались в шадуфе; шились кожаные мячи, ножны для кинжала, кожаные камзолы, различные виды перчаток, сандалии и туфли. На греческой чаше (рис. 27) изображен сапожник VI века до н. э., разрезающий кожу: нож-полумесяц в его руках использовался в Египте на тысячу лет раньше; нож подобной формы применяют и сегодняшние сапожники. По крайней мере до 1900 года очень консервативным ремеслом, игравшим важную роль в обществе, было шорничество.

## Стекло

Стекло – твердое, некристаллическое вещество, не уступающее керамике и обладающее прозрачностью или по меньшей мере полупрозрачностью. На ранних этапах им глазурили изделия, а в более поздние времена им стеклили окна, из него делали зеркала и основные части оптических приборов. Стекло получали нагреванием смеси чистой соды, извести и песка (или молотого кремня), которая превращалась в стекловидную жидкость, требующую медленного

охлаждения (отжига) во избежание растрескивания и кристаллизации. История стекла напоминает историю кожевенного дела, поскольку лучшие технологии древности значительно усовершенствовались совсем недавно. В Египте глазурили бусы из мыльного камня примерно в 4000 году до н. э.; производством мелких, твердых стеклянных предметов – имитацией драгоценных камней занимались приблизительно в 2500 году до н. э. в Египте и Месопотамии. Однако стеклянные сосуды появились только ближе к 1500 году до н. э.; стеклодувное дело как фундаментальный процесс индустрии стекла очень быстро развилось на заре христианской эры.

Глазурь состояла из тех же компонентов, что и древнее стекло, но с большим содержанием песка и меньшей долей извести. Пудрообразная смесь, как правило, наносилась во влажном состоянии, а затем обжигалась. Сохранилось очень мало сведений о том, как первоначально проходили два основных процесса – нагрев, очистка сырья от газов и смешивание компонентов для спекания, плавление и отжиг. Содовое стекло (натриевое стекло) становится жидким при температуре около 1000 °С; такая температура достигалась в древесноугольной печи (как уже отмечалось, это максимальная температура, полученная древними гончарами). Калиевое стекло плавится при более низкой температуре. В стекле часто оставались пузырьки, ибо температуры нагрева для их удаления не хватало, а стекло могло кристаллизироваться и стать хрупким, если охлаждение в печи отжига проходило недостаточно медленно. Стекло из чистой соды, извести и песка – бесцветное, но окрашивается даже при незначительном присутствии минеральных примесей, о чем догадались давным-давно: например, медь придает стеклу темный сине-зеленый цвет. Большинство песков содержат соединения железа, придающие стеклу зеленовато-коричневый оттенок; мелкие бесцветные античные стекла, особенно в Александрии, скорее всего, производились из белых тонкозернистых песков.

Первые стеклянные изделия, в том числе довольно сложные фигурки, отливались в глиняных формах, а клейма и даже более крупные изображения вырезались на стекле, как на камне. Общий принцип создания стеклянного сосуда был следующим: песок насыпался в тканый мешок («песчаное ядро»), который завязывался и погружался в тигель с расплавленным стеклом, затем сосуд формовался на каменной скамье (иногда его украшали снаружи каплями и кольцами из разноцветного стекла), а после его остывания песок высыпался. Такая техника наверняка основана на принципе изготовления стеклянных бусин, когда в расплавленное стекло погружалась проволока, которая удалялась после остывания стекла, а готовое изделие нарезалось на нужные фрагменты.

Такова технология производства стекла 2-го тысячелетия до н. э. Примерно в 1350 году до н. э. в Египте были заводы по массовому производству стекла; мастерство распространялось работниками-мигрантами по всему Ближнему Востоку, однако следов стеклопроизводства на севере и западе Греции не осталось. После длительного перерыва примерно в 400 лет стеклянные сосуды снова широко применялись в VIII–VII веках до н. э., когда финикийские торговцы привезли их на побережье Атлантического океана и искусство изготовления стеклянных бусин распространилось по Европе вплоть до Великобритании.

## **Влияние греческой и римской цивилизаций**

В этот период большинство революционных изменений произошло в производстве стекла. Технику «песчаное ядро» больше не применяли, а Египет стал лидером в создании изделий на формовочном прессе, которые тщательно шлифовали и полировали. Цветные стержни, или «трости», переплавлялись вместе, затем разрезались поперек – получалось многоцветное стекло; из такого стекла делали мозаики и посуду, которая украшала стол римских императоров. Но главные нововведения пришли не из Египта, а почти наверняка из Сирии, откуда они поразительно быстро распространились по всему римскому миру в первые годы

империи. К ним относится стеклодувное искусство, которое, вероятно, началось с продувки сосудов в литейных формах; достигнув мастерства, стеклодувы от форм отказались. Изделия из гутного стекла получали так: стеклянный пузырь на конце стеклодувной трубки формовали щипцами и надувом придавали ему нужный вид; все еще расплавленный пузырь перемещали на конец понтии (железного прута стеклодува), которая протыкала стеклянный пузырь до основания (но не насквозь); стеклодувная трубка отделялась, а горлышко изделия формовалось ножницами. Разогревая стекло, стеклодув придавал ему практически любую форму, начиная с плоских тарелок диаметром 0,6 метра и заканчивая небольшим кувшином, вставленным в большой кувшин. Во II веке стекольная промышленность распространилась из Италии в новые производственные центры с улучшенными технологиями вокруг Кельна и Трира, откуда она попала в Британию. Незначительные технологические нововведения распространялись так быстро, что квалифицированные стеклодувы из ближневосточных центров постоянно перемещались по империи. Археологические находки от Афганистана до Сахары, в Скандинавии и северных горных районах Шотландии доказывают популярность имперского стекла даже у варваров.

Столетия Пакс Романа (Римского мира) с его обширной торговлей – важная веха в истории развития керамики, текстиля и мебели. Мастерство греческих гончаров достигло апогея в производстве афинских ваз VI–V веков до н. э. как с точки зрения эстетики, так и технологии (по вазам можно судить о славе давно исчезнувших фресок и панно). Вазы украшали после того, как они высыхали до состояния твердой кожи, – перед обжигом; такой метод повышал прочность афинской глины и придавал гладкость рисунку; из свежей глины лепили детали. Всю поверхность вазы покрывали тонким слоем глины, на который тупым инструментом наносили рисунок. Затем прорисовывали фигуры, внутри силуэтов рисовали линии, а фон делали контрастным – обычно красное на черном или черное на красном (рис. 28, 29). Цвет зависел от условий обжига в печи; практиковался трехэтапный обжиг изделия, во время которого воздух сначала свободно поступал в печь, затем его поступление ограничивалось, потом снова разрешалось. С закатом Афин в начале IV века до н. э. гончарное дело возникло в Южной Италии, где использовались такие же технологии. Но дальше на север, в Тоскане, у греческих гончарных изделий был соперник – знаменитые черные этрусские горшки с рельефным дизайном, появившимся на греческой посуде два века спустя. Для создания такого рельефа требовались толстостенные формы, внутри которых вырезался рисунок. Форма прикреплялась к гончарному кругу, а внутри ее вращалась изготавливаемая чаша; гончар давил на чашу изнутри, создавая рельеф на ее внешней стороне. Заготовки из двух или более форм часто соединялись – так получались кувшины.



Рис. 28. Возвращение Гефеста на Олимп. С афинской винной чаши V в. до н. э.



Рис. 29. набросок изображения на чаше с рис. 28



Рис. 30. Рельефная форма для арретинской чаши. I в. до н. э.

Римляне I века до н. э. делали свои арретинские чаши по тому же принципу рельефной формовки (рис. 30) в бывшем этруском городе Аретццо. Глазурь на арретинских вазах и на очень распространенных керамических изделиях, которую археологи называют терра сигиллата, была кораллово-красной. У римлян была и сине-зеленая глазурь; покрытые ею изделия находят во многих регионах бывшей империи. В свинцовую глазурь, расплавленную при определенной температуре, погружали вазу, обрабатывая ее снаружи, а тонкий слой глазури наносили изнутри. Большую часть кухонной домашней посуды не глазурировали. Терракотовые скульптуры (рис. 31) и рельефы греки, этруски и римляне изготавливали в формах. Формы позволяли быстро сделать идентичные полые фигурки.

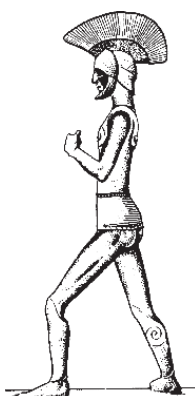


Рис. 31. Терракотовый этрускский воин (в натуральную величину). VI или V в. до н. э.

Успешное развитие текстильного производства в Греции и Риме в первую очередь зависело от выбора сырья. Их лучший лен поступал из Египта, однако у них была собственная шерсть, качество которой повышалось благодаря селективному овцеводству. Ножницы для

стрижки овец одной рукой, вероятно, изобрели в Риме. Шелк впервые появился на Западе в I веке как дорогая восточная ткань; об источниках поставки ничего не известно. Привезенный из Индии хлопок был выращен на юго-восточной окраине Средиземного моря; хлопчатобумажные изделия массово производились в Римской Мальте. Важных изменений в текстильном производстве не наблюдалось. Красители оставались растительными, но римляне очень ценили дорогостоящую пурпурную краску из Финикии – темно-фиолетовую с коричневым оттенком. «Имперский пурпур» получался из железы некоторых видов моллюсков, по несколько капель за один раз; лучше всего для этих целей подходил моллюск мурекс брандарис. Химики XX века обнаружили, что этот дорогой краситель, благодаря которому фунт шерсти стоил 40 фунтов стерлингов, тесно связан с растительным красителем индиго.

Производство мебели классическая цивилизация радикально не изменила, несмотря на улучшенные инструменты железного века, благодаря которым совершенствовались технологии. Греки лишь предложили новый тип кресел с ткаными сиденьями, на изогнутых ножках и с изогнутой спинкой (в отличие от египетского кресла не было полностью жестким, его форму можно было изменять). Римляне – первые создатели прочных столов и шкафов с полками. Из азиатских походов последних двух столетий до н. э. солдаты привезли в Рим восточные предметы роскоши, в том числе буфет; из-за всеобщего стремления к пышности мебель облицовывалась дорогостоящим шпоном и украшалась металлической фурнитурой.

Важнейшим новым инструментом становится токарный станок, который, вероятно, создали в 1500 году до н. э. и широко применяли в Греции для обработки древесины. Образцов древнего токарного станка не сохранилось, но, возможно, его сделали на основе лучковой дрели или гончарного круга; благодаря ему получали изделия геометрически правильной формы. Железные ручные инструменты разработали ассирийцы в VIII веке, а греки, скорее всего, пользовались прототипами римских инструментов. Почти каждое железное орудие – улучшенная версия его медного или бронзового предшественника: именно у железных пил впервые сделали редкие зубья; помимо рубанка появились новые напильники и рапили. Создавая такими инструментами предметы роскоши, римляне применяли большинство технологий и экзотических материалов, вроде черепашьего панциря и слоновой кости; после перерыва более тысячи лет их умение пригодилось, чтобы удовлетворить спрос богатых клиентов Западной Европы.

О деревообрабатывающих методах Северной Европы того периода известно мало, но слово «плотник» (*англ.* carpenter), произошедшее от латинского названия двухколесной кельтской повозки (*лат.* carpentum) – предмета восхищения римлян, говорит о том, что жители регионов, богатых лесами, отнюдь не бездельничали. Вряд ли мы преувеличим, сказав, что крестьянские деревообрабатывающие промыслы, которыми часто занимались дома сумрачными зимними днями, – живая традиция эпохи неолита, отличная от средиземноморской. Северные жители гораздо чаще пользовались обилием древесины, предпочитая деревянную посуду глиняной и деревянные дома каменным или кирпичным. Кроме того, в их распоряжении было много мягких пород дерева – сосна, бук и береза, которые легче обрабатывать, в отличие от твердой древесины, любимой средиземноморскими мастерами, и использовать для более примитивных потребностей. Короче говоря, северяне были лучшими плотниками, чем столярами; топоры, тесла и ножи у них появились раньше калиброванных пил и рубанков жителей юга.

## Средневековье

О производстве предметов быта в Темные века известно мало, и, вероятно, ничего нового тогда не происходило. Однако технологии позднего Средневековья относительно хорошо известны, ибо о них упоминается в печатных книгах XVI века и книжных гравюрах. В этот период Запад обязан своим мастерством Востоку, грекам или византийцам, исламскому миру

и Дальневосточному региону. В гончарном деле, считающемся отправной точкой, господство Востока над Западом продолжалось довольно долго после Средневековья. Только в 1709 году изделиям западных гончаров удалось соперничать со знаменитым полупрозрачным фарфором, который производился в Китае со времен династии Тан почти тысячу лет.

После падения Римской империи на западе в V веке во многих регионах из употребления вышел гончарный круг, и горшки снова лепили вручную из комков или полос глины. Такая ситуация сохранялась в Великобритании, за исключением Кента, до IX века, а затем гончарный круг снова пришел из Рейнской области, Галлии и Италии, сохранивших римские гончарные традиции. Средневековый гончарный круг крутили ногой (рис. 32), обе руки гончара были не заняты. Изменилась печь для обжига. Для правильного обжига керамических изделий требовался медленный подъем температуры в печи, более высокая максимальная температура (в отличие от максимальной температуры в древесной печи) и медленное остывание. Усовершенствованная печь отвечала всем требованиям и позволяла экономить топливо. К середине XVI века гончар контролировал процесс при помощи песочных часов – предвестника современных измерительных приборов.

Среди других полезных изобретений средневековых гончаров – сводчатое основание за счет формования мягкой глины внутри изделия рукой или подушечкой пальца. Основание упрочилось и меньше растрескивалось от перепадов температуры. Еще одно изобретение – трубчатый желоб, получаемый оборачиванием полоски глины вокруг пальца или палки, которой проделывали отверстие в том месте, к какому он крепился. Большая часть искусного орнамента появлялась на горшках благодаря формам, без помощи гончарного круга; было даже устройство для литья завинчивающихся колпачков керамических бутылок. Гончарное дело в Западной Европе стало первостепенным и развивалось самостоятельно, независимо от китайского гончарного дела, хотя ему подражали на Ближнем Востоке. Для производства керамики требовалась тонкозернистая пластичная глина и печь с температурой 1250 °С, в которой происходило частичное стеклование; изделие получалось без пор, глазурирование не требовалось. Такие изделия изготавливались в Рейнской области со времен Карла Великого в довольно простых печах; качество определялось чрезвычайной пластичностью местной глины. В XIV веке рейнские гончары посыпали горшки солью на поздней стадии обжига, создавая солевую глазурь. Голландский Лимбург соперничал с Рейнской областью, но подобная керамика не производилась в Англии примерно до 1684 года.



Рис. 32. Гончар за гончарным кругом, управляемым ногой. Из книги Агриколы «О горном деле и металлургии», 1556 г.

Восточное влияние отчасти оказывала Византия. Свинцовая глазурь, например, которую не применяли на Западе после падения Римской империи, снова появилась в XI веке, отчасти благодаря ее непрерывному использованию в Византии в Темные века. Практика многоцветного украшения изделий X века, найденных в Болгарии, вероятно, частично пришла из Византии в Италию, а оттуда во Францию. Но наиболее значительное влияние на западное гончарное дело оказали поставки китайской керамики через исламские страны.

Белый, прозрачный, резко резонирующий фарфор производился в Китае примерно с 700 года н. э. из тонкозернистой белой глины и китайского камня (плавень для керамической массы. – *Пер.*) и обжигался при высоких температурах. В течение века фарфор из Китая достиг Багдада. Имитируя фарфор сливочного цвета (чей секрет остался неразгаданным), месопотамские гончары создали белую непрозрачную оловянную глазурь (из оксидов свинца и олова, порошкообразного калийного стекла и соли), в которую погружали обожженный сосуд. В результате появилась не только приемлемая имитация китайского фарфора; поверхность изделий позволяла разрисовывать ее тонкими кисточками. Керамика Багдада, а позже Каира, куда багдадские гончары мигрировали в XI веке, побудила итальянцев и испанцев заняться имитацией; к XIV веку появилась майоликовая посуда, вероятно по названию острова Майорка; значительные достижения отмечались в период Ренессанса в Фаэнце (откуда название фаянс) и других итальянских центрах. Посуда глазуровалась, как описано выше, и окрашивалась цветами, заимствованными из исламской практики; например, синим кобальтом, который контрабандой ввезли в Италию из Леванта в XV веке.

Между тем в XII веке белизну китайского фарфора имитировали в Персии при помощи смеси порошкообразного кварца и стекла; хотя Персия завоевала высокие позиции в гончарном деле, напрямую на Европу это не повлияло. В XV веке бело-синий китайский фарфор спровоцировал развитие гончарного дела на Ближнем Востоке и косвенно в Европе, из-за чего майоликовая керамика в XVI веке распространилась из Италии в Нидерланды; когда Голландская Ост-Индская компания в 1609 году стала напрямую импортировать китайский фарфор, мастера из Делфта создали делфтский фарфор с оловянной глазурью. С 1615 года голландцы экспортировали свой фарфор во все развитые западные страны.

Производство кирпича возродилось в Европе в позднем Средневековье. После падения Рима оно продолжилось в Византии и на севере Италии, а также в исламских регионах Испании. Между XI и XIII веками производство кирпича распространилось из Южной Франции в Восточную Англию и заложило основу средневековой архитектуры на территории от Бельгии, Нидерландов и Люксембурга до Балтики, где не хватало камня. Кирпичи обжигались в больших прямоугольных печах и были дешевы: в Халле примерно в 1400 году всего трое-четверо неквалифицированных рабочих выкапывали и замешивали глину, формовали кирпичи и обжигали их; за год производилось примерно 100 тысяч кирпичей – продукция десяти пятидневных обжигов в печи на топливе из сухого торфа. Помимо обычной глиняной черепицы для крыш во времена позднего Средневековья производили инкрустированную тротуарную плитку и орнаментную рельефную плитку для стен. С XV века на холодном Севере большие отопительные печи обкладывали плиткой с рельефным орнаментом; особенно красивые разрисованные и глазурованные изразцы для печей создавали голландцы. Еще раз вдохновение пришло с Востока, где изразцами украшали мечети и мавзолеи.

Средневековое производство стекла рассмотрим более кратко, ибо после падения Римской империи на западе многие сведения утерялись. Средневековая индустрия в Северной Европе сосредоточилась в Рейнской области и Нормандии, где для щелочи вместо соды брали углекислый калий; мастерские располагались в лесах – источниках топлива. Изменения произошли в IX веке, но не доказано, что их вызвало разрушение отрасли в Темные века. Язычники юты делали своеобразное стекло в Кенте, пытались вернуть утраченное европейское искусство в Нортумбрию времен досточтимого Беда, но только в 1226 году стало известно

о рабочих из Нормандии, строящих стекольные мастерские в лесных районах Суррея и Пустоши. Аналогичной тайной окутано производство натриевого стекла в Италии. Развалины стекольных заводов XI века находили в Коринфе, однако мало известно об итальянском или даже византийском стекле, производившемся до XIII века, когда Венеция стала крупным центром по производству стекла, откуда ремесло распространилось по Италии и в другие страны. Крестовые походы побудили специалистов Ближнего Востока, владеющих мастерством резки и эмалировки стекла, перебраться на Запад. Но только в середине XVI века венецианцы, вынужденные эмигрировать, распространили индустрию производства хрусталя вплоть до Англии.

Еще в XII веке окна английских церквей остеклялись не всегда, и даже в позднее Средневековье стекла были только в окнах больших домов. Стекло для церквей получали, раскалывая большой надутый цилиндр горячим железом и выпрямляя его в печи. Стекло кронглас для больших домов получали быстрым вращением полого шара из расплавленного стекла до тех пор, пока центробежная сила не заставляла его внезапно превратиться в плоский круглый лист с «короной» – местом прикрепления к понтии. Для цветного стекла (самое старое английское стекло датируется 1170–1180 годами) требовались определенные минеральные добавки и очень тщательный контроль условий в печи. Зеленые и красные тона получали, добавляя в расплавленное стекло медь, а для придания изделию чистого красного цвета требовалось хлористое золото (как и сегодня). Коричневые и желтые тона придавали стеклу добавлением железа, ярко-желтый цвет – металлического серебра, а синий – кобальтовой сини. Бесцветное стекло получалось либо из чистейших материалов, либо после избавления от зеленого или бурого оттенка от железа добавлением «стекольного мыла» – двуокиси марганца.

Витражи в церквях Средиземноморья появились в XII веке для защиты от жаркого солнца. Через 100 лет они становятся одной из величайших художественных форм, придавая великолепию готическим соборам Франции и Англии. Хотя лучшие витражи создавались в 1280–1380 годах, технология окраски стекла совершенствовалась примерно до 1550 года, когда мир лишился достижения, которое, по мнению многих, никогда полностью не восстановится.

## **Средневековый текстиль и кожевенное производство**

В Средние века лен выращивали по всей Европе, на Западе он оставался основным растительным волокном до XVIII века. Его так качественно обрабатывали, что тонкая льняная ткань (едва ли не единственный средневековый западный товар) продавалась даже в Пекин. В XIV веке предположительно в Голландии изобрели льномялку, которая плющила стебли льна между деревянными вальцами.

Гораздо важнее были методы обработки шерсти. В XV веке существовал 51 сорт английской шерсти; лучшими считались шропширская, херефордширская и котсволдская. В основном она продавалась в крупных производственных центрах Фландрии, где в удачные годы в начале XIV века для среднего годового выпуска 150 тысяч 28-ярдовых кусков ткани требовалось 15 миллионов фунтов шерсти. Тонкая английская шерсть экспортировалась на север Италии, но к концу Средневековья английская ткань стала цениться меньше, отчасти потому, что считалось, будто англичане небрежно отбирают шерсть для производства тканей.

Перед прядением шерсть следовало промыть, высушить, разбить, промаслить и разделить на волокна. Процесс деления на волокна или чесание первоначально выполнялся чертополохом (*лат.* Carduus) или ворсовальной шишкой, а в XIII веке французы использовали пару досок с проволочными зубьями (похожие на очень жесткие расчески), при этом шерсть пропускалась рукой от одной доски к другой; подобные «расчески» до сих пор применяются в ручном ткачестве. Альтернатива чесанию – прочесывание; данная практика, вероятно, пришла из льняного производства и распространилась в Западной Европе в XII веке. У гребней были

металлические зубья, закрепленные на роговой основе с деревянной ручкой; гребни нагревали для облегчения прочесывания шерсти: гребень неподвижно закреплялся, а шерсть пропускалась между зубьями; следовало отделять длинные волокна для прядения от коротких. Был и третий способ (альтернатива чесанию), когда волокна распутывались взбиванием тетивой небольшого лука. О чесании и прочесывании известно, хотя они не упоминаются античными писателями, в том числе Плинием. Взбивание шерсти тетивой, которое до сих пор практикуется в Индии и некоторых регионах Европы, считается средневековым изобретением.

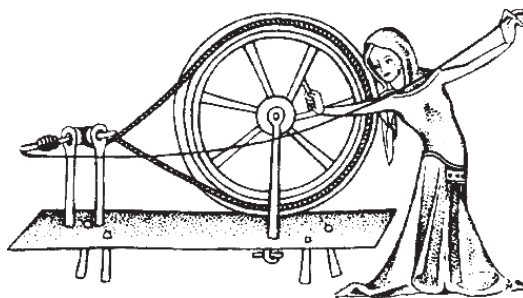


Рис. 33. Прялка. Из Псалтыря Латрелла, 1338 г.

Три основных нововведения в средневековой шерстяной индустрии: прялка (рис. 33), горизонтальный ткацкий станок с рамой и сукновальная машина. При работе с прялкой пряжа правой рукой поворачивала колесо, соединенное с веретеном при помощи ремня и блока; веретено поворачивалось, а соскальзывающая пряжа отводилась в сторону левой рукой. Пряжа полностью вытягивала руку, чтобы пряжа протягивалась под прямым углом, а веретено делало несколько оборотов в обратном направлении, дабы нить правильно на него наматалась. К концу Средневековья прялку оснастили маховиком, что позволяло одновременно прядь и наматывать нить.

По мнению Адама Смита, прялка с ее непрерывным вращательным движением удвоила производительность труда. Горизонтальный ткацкий станок с рамой создали прежде всего ради удобства ткача. Ткач нажимал на педали, поднимая и опуская галево ремизки, пропуская туда-сюда челнок (рис. 34); бердо, плотно прибивающее уток, подвешивалось к раме на тяжелой рейке. Освобождая рычаг, ткач исправлял перекося от ткацкого навоя в задней части станка; готовая ткань наматывалась на валик спереди.

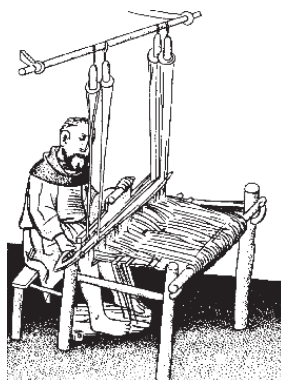


Рис. 34. Ткацкий станок с четырьмя галевами. Примерно 1400 г.

Сукнование ткани для ее утолщения за счет сваливания волокон похоже на валяние нетканой шерсти, меха или волос – процесс, который, вероятно, древнее ткачества. Сукновальная глина и различные моющие средства вроде древесной золы (но не мыло) применялись

еще в старину. В Средневековье отказались от механических деревянных молотков для смачивания и часто вредной и утомительной работы человека ступнями. Энергия подавалась от водяного колеса, как на зерновой мельнице; поворот вала колеса заставлял толкатели приводить в движение два больших деревянных молотка, поэтому бойки молотка поочередно опускались на ткань, замоченную в корыте с водой, сукновальной глиной и другими щелочами. Ткань время от времени переворачивали для равномерной обработки. В сравнении со старым методом обработки новый позволял экономить рабочую силу: в XV веке при помощи водяного колеса в графстве Кент одновременно обрабатывалось три куска ткани размером 12 × 2 метров каждый. Хотя сукновальная машина (сукновальная мельница) сильно повлияла на организацию шерстяной индустрии, заставляя ее переместиться из старых городов в холмистые регионы с быстрыми реками (и давая английской индустрии преимущество перед фламандской), о ее происхождении известно очень мало. О сукновальной мельнице говорится во французской грамоте XI века, однако англичане упомянули две мельницы в Йоркшире и Котсволдсе только в 1185 году. В XIII веке сукновальные мельницы были настолько распространены, что в документах их обозначали термином «мельница», однако их полное описание с иллюстрациями появилось значительно позже.



Рис. 35. Отделка ткани в монастыре: *справа* – устранение недочетов; *слева* – растяжение на ширильной раме. Из итальянской рукописи 1421 г.

Сушка валяной ткани на ширильных рамах (рис. 35), поднятие ворса ворсовательными шишками, его последующая обрезка и уплотнение для получения гладкой поверхности, а также окрашивание играли большую роль в средневековой экономике, однако технологии редко изменялись. Но квасцы, с давних времен служившие протравой для равномерного окрашивания ткани, стали готовить по-другому.

История производства хлопка и шелка в Средние века лишний раз указывает на связь с Востоком. В Испании хлопковую индустрию масштабно развили мавры, откуда продукция распространилась по всей Европе в XII–XV веках вплоть до Англии, в частности в виде фустиана – дешевой хлопчатобумажной ткани на льняной основе, родом из Каирского пригорода Фостат. Хлопок выращивался в Италии, но сырье поступало в основном из Сирии, Египта и с Кипра. Большой интерес представляет развитие шелковой индустрии. Шелкоткачество существовало в Европе во времена Римской империи начиная со II века, но сырье поступало исключительно из Дальневосточного региона. Хотя шелк-сырец пытались делать в Византии при правлении Юстиниана в VI веке, когда яйца шелкопряда контрабандой вывезли из Китая в посохах два несторианских монаха, производство началось только в XII веке на юге Италии в подражание

мусульманам Испании. Лукка стал главным центром шелкоткачества, которое процветало во многих северных городах Италии и начало распространяться во Францию: яйца шелкопряда были среди трофеев итальянских войн Франциска I. Великобритания, никогда не славившаяся производством сырья в заметном объеме, не имела развитой индустрии шелкоткачества до большого наплыва работников-гугенотов в Спиталфилдс и другие регионы, когда в 1685 году отменили Нантский эдикт.

В благоприятных условиях 0,5 килограмма прядильных гусениц дает около 5 килограммов шелка в год. Но волокна из коконов крайне хрупкие; традиционными методами намотать 0,5 килограмма шелка, сматывая 3–8 волокон вместе, можно за сутки. Нить на данном этапе тонкая, почти невидимая, затем скручивается, чтобы волокна не разделялись; две-три нити сматывают вместе для прочности. После намотки шелковой нити перед тканием она закручивается и удваивается до требуемой толщины. В XIII веке в Италии появились первые фабрики, на которых установки по скручиванию шелковых волокон в нити работали на гидроэнергии. Процесс шелкоткачества хранился в строжайшем секрете, однако его в 1718 году запатентовал сэр Томас Ломбе из Великобритании. Прочно закрепленная деревянная рама держала ряды веретен (сверху находились катушки), которые поворачивались за счет трения о планки внутренней стороны деревянной рамы, вращаемой колесом. Установка по скручиванию шелковых волокон в нити не совершенствовалась до XIX века. Ее появление – отличный ориентир в истории развития индустрии, ибо для обслуживания сотен веретен и катушек требовалось два-три оператора, а прежде такую работу выполняли несколько сотен человек вручную. Следует отметить, что в Китае – на родине шелковой индустрии – наматывающий механизм имелся в I веке до н. э., в 1090 году его оснастили маховиком; гидроэнергию в шелковой индустрии впервые применили почти одновременно в Китае и на Западе.



Рис. 36. Удаление шерсти со шкуры на кожевном заводе. С деревянной гравюры XVI в.

В отличие от текстильной кожевенная индустрия в Средние века принципиально не изменилась (рис. 36), хотя кожаные изделия становились все популярнее. Кожу использовали либо для строго утилитарных целей – одежда, бутылки и кувшины и большая часть багажа, либо как предмет искусства. Сапожника называли кордвейнером, потому что обувь шили из кордовской цветной дубленой кожи или испанской кожи. Первоначально ее делали мавры из кожи муфлона – мохнатой овцы, обитающей в настоящее время только на средиземноморских ост-

ровах, однако под нее выделяли козлиную кожу по всей Европе. Несмотря на престижное положение в обществе, сапожник шил обувь, похожую на современные тапочки. Рант появился только в XV веке, каблуки – ближе к 1600 году, а высокие сапоги – гораздо позже. Дешевую обувь шили из воловьей кожи.

Ремесло переплетчика книг, появившееся в Средние века, необходимо до сих пор. Монахи создавали великолепные образцы кожевенного дела, вроде Евангелия Стонихерст VII века, лежавшего в гробу святого Катберта, и другие замечательные реликвии Темных веков. Исполняя защитную и декоративную роль, кожаный переплет на досках первоначально выполнялся мелкими инструментами столько времени, сколько требовалось. В XV веке переплетное дело поставили на коммерческие рельсы и для быстрого воспроизведения рисунка применили металлические лекала. Переплетное дело достигло расцвета только к 1600 году, когда европейцы узнали от мавров искусство золотого тиснения. Сначала на коже выбивали узор, затем к нему горячим утюгом припечатывали лист золота; избыток золота аккуратно удаляли. Золочение краев книги выполнялось почти так же, только требовалась полировка небольшим инструментом, который до середины XX века делали из обычного кремня. Дорогостоящее золото применяли только из-за его значительной растяжимости: многократно ударяя молотком по куску золота между листами пергамента, золотобоец превращал 1 унцию золота в 23 квадратных метра листового золота. Золотобойцы были еще в Древнем Египте.

Хотя кожу натягивали на сиденья стульев в Древнем Египте, кожаная мебель и обивка в Европе появилась только в XVI–XVII веках. Одно время были очень модны гардины из тисненой испанской кожи и обивка ею стен. Однако из-за разводившихся в них насекомых-вредителей подобная мода во Франции прошла, когда в конце XVII века Кольбер возродил искусство гобелена. В Англии кожаную обивку стен также заменили обоями под кожу, но кожаные ширмы остались в моде, хотя их не украшали позолотой и тиснением, а разрисовывали. Сиденья и спинки стульев обтягивали кожей в XVI веке, однако средством обивки кожа стала не раньше 1650 года.

## Мебель

С падением Римской империи профессия плотника снова становится престижной. В раннем Средневековье плотник строил дома и создавал тяжелую и неуклюжую мебель. Плотницкое дело совершенствовалось только в Италии: в Ватикане есть шкаф VIII века с маленькими выдвижными ящиками. В Англии плотницкое дело развилось в XIII веке, когда снова появились рубанки, а искусство панельной обшивки, образец которой датирован VIII веком в Равенне, распространилось в Германию, Бельгию, Нидерланды и Люксембург. Обшивка облегчала мебель и помогала сохранить лес, но на холодном и сыром севере стены облицовывали дубовыми панелями, которые привозили ганзейские купцы. Когда деревянными панелями обшили верх помещения, появился потолок.

Резьба, роспись и золочение – вспомогательные ремесла, первым из которых часто занимался плотник. Сборные деревянные конструкции облегчали резьбу, большая часть которой повторялась; рифленый рисунок делали долотом. Токарь изготавливал стулья, табуреты и кровати, мало менявшиеся с начала саксонских времен до XVII века. К этому времени все большее распространение получают колесно-токарные станки, но продолжают использоваться шестовые токарные станки, впервые появившиеся, по оценкам некоторых ученых, в бронзовом веке в Месопотамии (рис. 37). Токарь обычно украшал ножки или стойки лучших образцов мебели, созданных плотником, и производил собственную, соединенную шпильками дешевую мебель.

Плетеную мебель из молодых побегов ивы делали мастера плетения корзин, чья индустрия значительно пополнилась беженцами-гугенотами в Англии в 1685 году. Особый тип стула, с крестообразной складывающейся рамой, имел сиденье, обтянутое кожей, и богатую

отделку; его делал мастер по изготовлению сундуков. Для бедняков плотники наспех собирали мебель из деревянных брусков. Стулья делали с растопыренными ножками, которые вставляли в сиденье и фиксировали деревянными клиньями; так же закреплялась спинка. Самым распространенным материалом были бук, ясень, вяз и дуб, большая часть работы выполнялась простой двуручной ножовкой. Мебель из деревянных брусков производилась по всей Европе все Средневековье в неизменном стиле, отличаясь только материалами и личными предпочтениями. Между тем великолепные итальянские ремесла вроде инкрустации и облицовки, методы соединений в виде пазов, шипов и «ласточкиных хвостов», очень развитых в Египте еще в 3-м тысячелетии до н. э., медленно распространялись на север. Даже в Средние века Париж был центром торговли роскошью: в эпоху Возрождения французские ремесленники серьезно соперничали с итальянцами и наконец превзошли их во времена правления Людовика XIV. В моду вошли большие шкафы под роскошную одежду и огромные кровати. Мебель покрывалась листовым золотом, отделывалась разноцветной древесиной, слоновой костью, окрашенными рогами животных, черепашиным панцирем, оловом и латунью. Андре Шарль Буль предложил метод инкрустирования приклеиванием ракушек, латуни и других материалов к мебельным панелям, но инкрустация, как правило, быстро отклеивалась; аппликации из позолоченной бронзы, добавленные ради орнамента, часто закрепляли мебель. Различные мягкие стулья сыграли важную роль при дворе Людовика XIV, но стиль остальной его мебели вошел в моду при менее пышных королевских дворах и в более скромных резиденциях, в отличие от Версаля. На фабрике, где создавались гобелены по эскизам Ле Брюна, был специальный отдел «китайского рукоделия» (веками китайский стиль входил в моду через определенные интервалы времени); лак, применявшийся в то время, изобрел Дагли из Льежа, но наиболее совершенную имитацию китайского и японского материала получил Мартин в 1744 году.

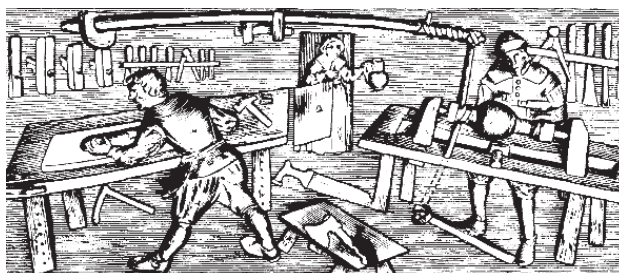


Рис. 37. Столяр и токарь за работой в Бельгии, Нидерландах и Люксембурге. 1600 г.

## Текстиль и стекло в 1500–1750 годах

Следует заметить, что при описании бытовых ремесел мы уже не раз отклонялись от эпохи Средневековья в первые века новой истории: на самом деле четкого разделения не существует. В деревообработке и кожевенном деле изменений не наблюдалось весь ранний современный период и в поздней современной истории, закончившейся промышленной революцией. Даже раскрытие секрета китайского фарфора в Мейсене, в округе Дрездена, в 1709 году не имело сильного влияния до эпохи веджвудского фарфора, появившегося после 1750 года. Сосредоточимся на двух бытовых ремеслах – производстве текстиля и стекла, так как оба сильно менялись с примерно 1500 года до середины XVIII века.

Новые материалы на прогресс в текстильной индустрии не повлияли. Наоборот, вырос спрос на старые материалы. Отечественный рынок сбыта расширился из-за повышения уровня жизни, начиная с эпохи Возрождения; огромный зарубежный рынок – благодаря Великим географическим открытиям. Лен был популярнее хлопка: большую часть ситца в Европу импор-

тировали из Индии; самым распространенным в Европе было производство фустиана. Хотя о нем знали в Англии в позднем Средневековье, производство фустиана возобновили фламандские иммигранты в конце XVI века; известно, что производство было в Ланкашире в 1621 году.

Производству льняной ткани предшествовало два основных процесса: вымачивание льна и отделение его волокон от стеблей. Механическим путем волокна попытались отделять в 1664 году. В начале XVIII века вальцы, приводимые в движение гидроэнергией, мяли лен, а роль ножа или трепального лезвия для разделения волокон исполняли шипы на колесе, которое также работало на гидроэнергии. Шерсть вычесывали вручную; для прочесывания коротких волокон изобрели три механизированные установки, запатентованные в 1748 году. Две установки, разработанные Льюисом Полом, были ручными. А в изобретении Даниэля Борна вальцы работали на гидроэнергии; хотя его установка не пользовалась спросом, она стала основой более производительных механизмов будущего.

Прядение, в отличие от ткачества, оставалось самым медленным текстильным процессом. Единственным важным нововведением после появления маховика в позднее Средневековье была ножная прялка, вероятно родом из Англии или Брансуика, в первые десятилетия XVI века. Ножной привод находился у основания прялки. При нажатии на педаль петля троса на другом конце управляла шатуном и рычагом, который поворачивал колесо. Можно было использовать два троса, управляющие маховиком и катушкой, на которую наматывалась нить; как альтернатива, пряжа сама тянулась вокруг маховика. Одного ткача обеспечивали пряжей три–пять пряж, данное соотношение увеличилось с изобретением «летающего челнока» (роликового челнока) в 1733 году, а всего пять лет спустя Льюис Пол и Джон Уайатт запатентовали схему машинного прядения. Нить протягивалась через пары вальцов, каждая последующая пара которых вращалась быстрее предыдущей, а по крайней мере одна пара вальцов еще и скручивала нить. Попытки управлять машиной на ослиной тяге или на гидроэнергии потерпели неудачу, но были предзнаменованием грядущих перемен.

С увеличением спроса на предметы роскоши больше внимания уделили вытяжному ткацкому станку, на котором делали все виды узорчатых тканей. Его впервые применили на Востоке для шелкоткачества, он попал в Европу в позднем Средневековье сначала в Италию, а затем во Францию. Узор создавался изменением количества и расположения нитей основы, которые приподнимались каждый раз, когда ткач протягивал туда и обратно уток в челноке. В вытяжном ткацком станке это делали с помощью ремизы над станком, с которой свисали тросы, позволяя поднимать соответствующие ряды нитей основы, что удерживались внизу грузилами для последующего пропуска утка. Хотя нет средневековых рисунков вытяжных ткацких станков, основные узоры на тканях придумывали именно тогда, имитируя исламские ткани, хотя определенное влияние оказали Византия и Китай. Роскошный атлас, дамаск и узорчатый бархат (последний – из Италии) создали задолго до нынешних времен.

Первое важное изобретение примерно 1600 года принадлежит лионскому ткачу Клоду Дангону, предложившему два устройства для облегчения работы на очень сложном станке. Во-первых, тросы стали располагать сбоку от станка, чтобы протягивать нить стоя у станка, а не усаживаясь над ним. Во-вторых, грузила на нитях основы поднимали рычагом, а количество петель, задействованных для перемещения нитей основы, увеличилось до 2400 штук. Соответствующие петли завязывались вместе, формируя требуемый зазор для каждого прохода утка в соответствии со схемой узора. Вне сомнения, хотели создать автоматический ткацкий станок, экономящий время и исключая ошибки. В 1725–1745 годах во Франции, где был огромный спрос на узорчатые ткани, создали три устройства, в каждом из которых требуемый узор получали в соответствии с перфорированным рисунком на рулоне бумаги, обернутом вокруг перфорированного цилиндра: тросы крепились к ряду игл, проходящих через перфорированные отверстия, автоматически выбирая необходимые нити основы и формируя узор. После каждого протягивания утка цилиндр поворачивался, устанавливая в позицию очередной

ряд перфорированного рисунка. Самое последнее из таких устройств предложил знаменитый изобретатель Жак де Вокансон; и хотя (как и предыдущие) устройство было слишком сложным в использовании, на его основе в следующем веке изобрели известный станок Жаккарда.

Между тем были и другие прогрессивные изобретения. Происхождение трикотажного вязания неизвестно, хотя понятно, что жесткая текстура ткани, полученной на примитивных станках, породила спрос на эластичную ткань из того же сырья. Вязание на рамах практиковали арабы до н. э., и считается, что такое вязание постепенно подтолкнуло к изобретению современной техники; первые вязальные спицы были крючковатыми, такие до сих пор можно найти у пастухов Ланды. В 1589 году ноттингемпширский священник Уильям Ли придумал чулочновязальную машину, на которой вязальщик управлял подвижными крючками, протягивая стежки поверх неподвижных крючков. Дабы не провоцировать безработицу, изобретателя осудили Елизавета I и Яков I, поэтому он сбежал во Францию; тем не менее в XVIII веке «машина», никогда не имевшая механического привода, заложила основу для новой индустрии в Англии, особенно в Ист-Мидлендсе. Еще одним важным изобретением в конце XVI века был данцигский лентоткацкий станок, в котором ткач управлял только планкой; на станке одновременно производилось до полудюжины узких лент. Хотя такие станки работали в Лондоне в 1616 году и в Лейдене в 1620 году, их распространению мешали всенародные беспорядки и ограничения в законодательстве; более 100 лет спустя изобретатель из Базеля, предложивший метод работы лентоткацкого станка на гидроэнергии, обнаружил, что станок запрещен.

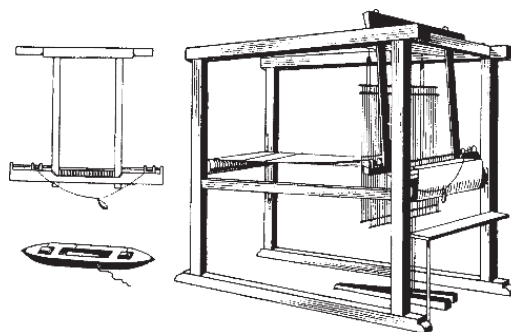


Рис. 38. «Летающий челнок» Кей, 1733 г. Справа – ткацкий станок в полной комплектации; слева – планка, по которой движется челнок; внизу – челнок

Наконец появился «летающий челнок» (рис. 38), запатентованный 26 мая 1733 года Джоном Кеем – ланкаширским ткачом, работавшим в Колчестере. Изобретение позволило сидящему ткачу пропускать челнок в обоих направлениях поперек полотна гораздо более широкого, чем расстояние между его раскинутыми в стороны руками. Он управлялся поочередным натяжением концов троса, соединенного с двумя кожаными гонками станка, предназначенными для скольжения вдоль металлического стержня. Они толкали челнок, который «летал» из стороны в сторону вдоль рейки. Отныне один ткач выполнял работу за двоих, при этом ему хватало сил следить за нитями полотна в два раза шире прежнего, а также направлять челнок. Впервые ткач стоял за станком с прямой спиной. От своего знаменитого изобретения Кей получил мало прибыли; изобретение осуждали полные предрассудков ткачи; в нарушение авторских прав его применяли недобросовестные работодатели. «Летающий челнок» тут же потребовал от прях повысить скорость прядения, чтобы обеспечить ткачей нужным количеством пряжи; в долгосрочной перспективе он стимулировал изобретение механического ткацкого станка.

Доходная текстильная индустрия совершенствовала технологии отделки. Шишечные ворсовальные машины для поднятия ворса ткани применялись в XV веке, их впервые нарисовал Леонардо да Винчи. К XVII веку валец оснащали ворсовальной шишкой; он вращался

в одном направлении, а другие валцы протягивали над ним ткань в обратном направлении (рис. 39). Спрос на мыло для сукнования, особенно шерстяной ткани, спровоцировал быстрое развитие мыловарения; к концу XVII века мыло варили из китового жира, хотя лучшее мыло производилось на основе оливкового масла в Средиземноморских странах. Что касается окрашивания тканей, то примерно в 1615 году обнаружили, что красный кошениль становится ярко-алым за счет соли, получаемой растворением оловянной посуды в азотной кислоте: реакция шла за счет присутствия в сплаве, из которого делалась посуда, до 90 процентов олова. Методы отбеливания тканей не совершенствовались до 1750 года.

Истории развития производства стекла и текстильной индустрии похожи. В этот период искусные ремесла распространились из Италии на север; на рынке вырос спрос на готовую продукцию, хотя по понятным причинам экспорт составлял меньшую часть; были внедрены некоторые технические доработки. При производстве стекла технические нововведения играли особую роль, ибо предстоящая промышленная революция их не вытеснила.

Итальянская индустрия стекла с главными центрами в венецианском пригороде Мурано и Алтаре близ Генуи обязана своей репутацией в конце Средневековья трем причинам. Во-первых, пока в Северной Европе стекло делали из местных песков и щелочи на основе растительного пепла, итальянцы применяли чистый диоксид кремния и соду. Во-вторых, они унаследовали более совершенные технологии Средиземноморья. В-третьих, как следствие, они производили красивый и чистый хрусталь для изысканных сосудов, а в Северной Европе по-прежнему выпускали в основном оконное стекло. Итальянский хрусталь, редко абсолютно бесцветный, покрывали позолотой, затем эмалью, окрашивали в технике «тростника» или ему придавали трещиноватую поверхность, окуная горячий сосуд в холодную воду. Гравировку делали нечасто: большинство изделий были слишком тонкостенными для методов гравировки, применявшихся до второй половины XVII века. Такие изделия были очень популярны за рубежом, и итальянские мастера стекольного дела в конце концов вынужденно эмигрировали, несмотря на штрафы; к третьей четверти XVI века их искусство распространилось по всей Европе вплоть до Швеции и Англии.

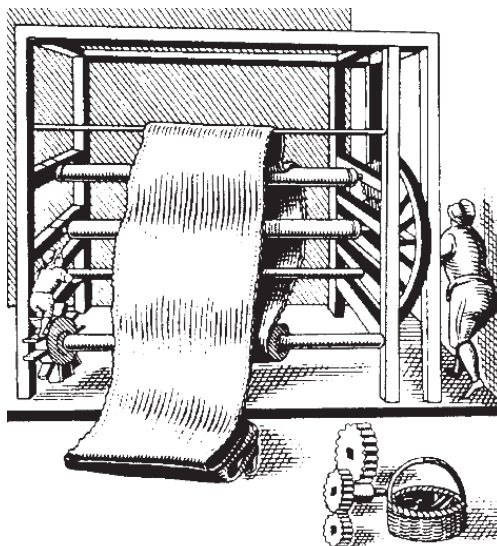


Рис. 39. Шишечная ворсовальная машина для поднятия ворса на ткани. Зонка, 1607 г.

Как выглядело производство стекла в то время, можно понять по тосканской настенной росписи, где представлены металлические предметы, ножницы и щипцы, и процесс выдувания стекла; в большом отделении над печью отжига стеклянные изделия медленно остывают. Квалификация итальянских мастеров заслужила подобного увековечивания потому, что состав

бутылочного и оконного стекла середины XX века был практически идентичен составу стекла эпохи Средневековья.

Еще в Древнем Египте знали, что насыщенные цвета стекла получают добавлением минералов в расплав. Искусство окраски стекла веками совершенствовалось методом проб и ошибок, пока современная химия не объяснила происходящие процессы. Так как почти вся стекольная индустрия жаждала производить предметы роскоши, большое внимание, естественно, уделялось созданию чистых оттенков. В Средние века получали основные спектральные цвета, а промежуточные создавались путем смешивания, однако получить красный цвет долго не удавалось. Хотя есть доказательства, что ассирийцы создавали рубиновое стекло добавлением золота в расплав, применять золото для этой цели стали только в XVII веке. Стекольных дел мастера из Мурано получали качественное красное стекло, добавляя в расплав оксид меди и медленно нагревая его в отсутствие воздуха. Такое стекло называлось аввентурино, что означает «риск»; оно – отличный пример случайности в технологическом прогрессе, имеющем первостепенное значение даже сегодня.

В Англии потребовалось создать самостоятельную стекольную индустрию, ибо декларация 1615 года в целях экономии запрещала применять древесное топливо для производства стекла. Появились каменноугольные печи, в которых пламя располагалось на решетке из железных прутьев; температура в них была намного выше, чем в дровяных печах. Должно быть, из-за этого стали применять закрытый тигель, чтобы соединения серы и сажа от каменного угля не окрасили стекло. Важнейшее изобретение принадлежит Джорджу Рейвенскрофту, который в 1675 году создал конкурента венецианскому хрусталу – флинтглас, из смеси поташа, оксида свинца и обожженного кремня. Этот тяжелый свинцовый хрусталь подвергся суровому испытанию в 1745 году, когда британское правительство обложило налогом стекло по весу. Германия и Чехия тем временем создали венецианскому хрусталу очередного соперника – калиево-известковое стекло, тяжелое и бесцветное, отлично подходящее для гравировки. Из-за огромного спроса на сильно гравированное стекло появилась серия медных режущих кругов диаметром 1–10 сантиметров, на которые капала смесь масла и абразива. Такие круги приводились в движение педалью ножного привода, но иногда работали на гидроэнергии.

Существенное производственное направление конца XVII века – изготовление листового стекла больших размеров методом литья. Кольбер привез в страну итальянских рабочих: одни выдували стекло для зеркал – такие можно увидеть в Версале, они собраны из маленьких секций и не дают искажений; другие почти в то же время основали производство в Ламбете. Но метод литья листового стекла, известный венецианцам, впервые разработали мастера по производству стекла в Нормандии под королевским патронажем. Ради этого примерно 2 тысячи фунтов стекла поэтапно загружали в огромный тигель, нагревали, чтобы удалить пузыри, а затем выливали на литейный стол с подвижными направляющими, которые определяли размер листа. Меньше чем за минуту, пока стекло было расплавленным, его разравнивали и придавали ему нужную толщину. После отжига в течение приблизительно десяти дней стекло нарезали на меньшие пластины и полировали покрытой войлоком доской и вальцом.

При производстве зеркал для исследовательских и навигационных приборов, а также для украшений и гардеробных комнат создание листового стекла с абсолютно плоской поверхностью без искаженного изображения было не единственной проблемой. Серебрение (нанесение яркой пленки металлического серебра химическими методами) не применялось до середины XIX века, вместо этого отражающая поверхность делалась при помощи олова. Именно венецианцы покрывали чистое полированное стекло листами оловянной фольги, затем ртутью, образуя амальгаму. Через несколько дней остатки ртути удаляли, а заднюю часть зеркала лакировали – для защиты.

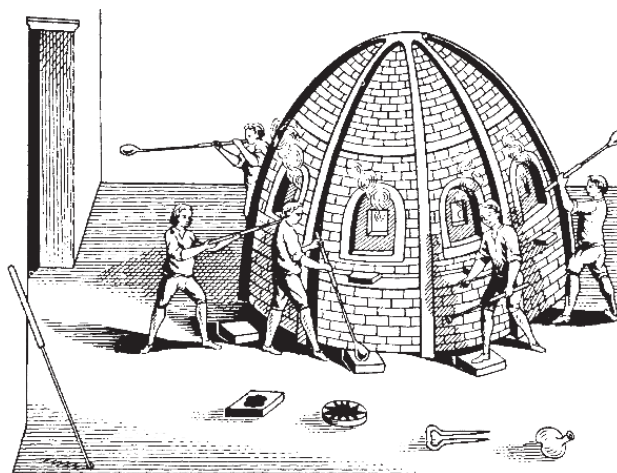


Рис. 40. Немецкая стекловаренная печь. 1752 г.

В XVIII веке в Англии появилась конусообразная стеклоплавильная печь, качество которой признали французские энциклопедисты, ибо воздушные потоки в ней направлялись вверх (что равномерно распределяло и экономило тепло); и еще печь создавала прохладный сквозняк для рабочих. Но немецкая печь, описанная металлургом Агриколой двумя веками ранее, оставалась самой распространенной (рис. 40). У нее было одно устье топки для огня; выше был ярус, на котором в горшках из белой гончарной глины плавилось стекло; еще выше – камера охлаждения, где стеклянные изделия проходили отжиг.

Стекло использовали не только в бытовых целях. Мы уже сказали о важности зеркал в оптических приборах, поэтому поговорим об этом в конце главы.

Хотя природа света была плохо изучена до относительно недавнего времени, оптикой интересовались издавна. Закон отражения узнали еще в IV веке до н. э., а во II веке н. э. Птолемей установил, что преломление света подчиняется определенному закону, который точно сформулировали только через 1500 лет. В X веке исламский философ Ибн аль-Хайтам (Аль-хазен) знал свойства не только линз и плоских зеркал, но и сферических, и параболоидальных зеркал. Это знание перешло на Запад через латинские переводы его работ: учение Альхазена повлияло на Роберта Гроссетеста и его младшего современника Роджера Бэкона. Хотя Бэкон экспериментировал с выпуклыми линзами для коррекции зрения, изобретатель очков неизвестен. Вероятно, очки создали примерно в 1286 году, а в начале XIV века их производство наладили в Венеции. Первые линзы были выпуклыми, поэтому они помогали только страдающим дальнозоркостью. Вогнутые линзы, необходимые для близоруких, появились почти на два столетия позже. Помимо корректировки зрения линзы увеличивали мощность видения приборов. Происхождение телескопа неизвестно. Хотя именно Галилей в 1609 году впервые построил телескоп, нет никаких сомнений, что телескоп – голландское изобретение. Современный сложный микроскоп тоже связан с работами Галилея, но в создании микроскопа его, возможно, опередили другие ученые. Теоретически оптика развивалась быстро, вскоре обнаружили основные причины двух больших дефектов линз. В 1637 году Декарт доказал, что сферическую аберрацию (отказ линз давать прямолинейное изображение) можно устранить, если скомбинировать линзы с параболоидными поверхностями; в 1671 году знаменитые эксперименты Ньютона с призмой открыли причину хроматической аберрации (разложение белого света на составляющие его цветные лучи).

Эти открытия сформировали новые требования к технологии производства стекла. Во-первых, потребовалось удалить все следы непрозрачности из стекла для оптики; во-вторых, с большой тщательностью следовало устранять дефекты и пузыри. Галилей и его ученик Торричелли значительно усовершенствовали технологию комбинирования линз со сферическими

поверхностями с помощью ручного шлифования и полирования, но сделать то же самое с параболоидными поверхностями удалось только в XVIII веке. Средство от хроматической аберрации с использованием составных линз из двух типов стекла тоже было найдено только в XVIII веке. Для облегчения работы с оптическими приборами вместо линз применяли зеркала, точно так же отражающие свет всех цветов. Станок для шлифования линз появился в середине XVII века.

## Глава 4

### Добыча и обработка металлов

#### Металлы в бронзовом веке

Готовить пищу и выпускать изделия для бытовых нужд удобнее металлическими инструментами. История металлообработки напоминает историю развития текстильного производства и гончарного дела с их высокохудожественными достижениями в ранний период. Добыча подземных руд ознаменовала новую важную эпоху эксплуатации окружающей среды человеком. В Книге Иова, написанной в IV веке до н. э., вероятно с мыслями о медных шахтах Арабы и Синая, работа шахтера представлена как превосходный пример технического мастерства.

9. На гранит налагает он руку свою, с корнем опрокидывает горы;
10. В скалах просекает каналы, и все драгоценное видит глаз его;
11. Останавливает течение потоков и сокровенное выносит на свет.

*Книга Иова. Глава 28*

Металлообработка зародилась задолго до добычи металлов из рудников, ибо некоторые металлы, вроде золота, попадают в природе в свободном виде. Скорее всего, именно драгоценные металлы впервые привлекли человека своим блеском, поэтому их широко применяли для декоративных целей. Будучи металлом исключительно практическим, железо стало буквально посланием Небес, ибо из метеоритного железа получались отличные инструменты: например, железо из метеорита, упавшего в Гренландии, эскимосы использовали более века. Первоначально медь добывали в свободном состоянии, но ее залежи быстро истощились, и тогда медь начали извлекать из руды.

Переработка руды заключается в двух отдельных процессах: во-первых, металл отделяют от элементов, с которыми он химически соединен; во-вторых, обрабатывают металл для конкретных целей. Металлические руды с точки зрения химии чрезвычайно разнообразны, но в большинстве из них желаемый металл объединен с серой или кислородом. Для отделения металла необходимо подобрать вещество, которое вступит в реакцию с серой, кислородом и другими компонентами руды. Часто для этих целей лучше всего подходит углерод. И коль скоро химическая реакция, как правило, происходит только при высоких температурах, первостепенную роль в экстракции металлов играет печь. В рассматриваемый нами период времени под углеродом неизменно подразумевали древесный уголь, который приводил металлы в свободное состояние и обеспечивал необходимую для реакции температуру. При высокой температуре металл плавился, и его отделяли от тугоплавких примесей, которые превращались в шлак; иногда для ускорения шлакообразования добавляли флюс.

Как такой относительно сложный процесс впервые провел первобытный человек, доподлинно неизвестно, но есть по крайней мере правдоподобное предположение, что первой расплавленной рудой была малахитовая руда – зеленый карбонат меди. Она довольно широко распространена на Ближнем Востоке и по меньшей мере с 5-го тысячелетия до н. э. используется как пигмент, особенно в косметике – для окраски нижнего века. Из малахита легче всего получить медь: если немного руды бросить в яркий дровяной костер, то из нее выплавится шарик меди. Вот из такого случайного наблюдения, вероятно, и возникла тенденция переплавлять малахит и другие медные руды.

Что касается обработки металла, то было два варианта. Первый применялся в древности, когда человек искал чистые металлы, не нуждающиеся в выплавке. Он просто формовал металл при помощи молота и наковальни; в глубокой древности обнаружили, что удары молотом зака-

ляют металл, но при желании его можно снова размягчить, если нагреть. Другой способ обработки – выливание расплавленного металла в форму с приданием ему грубых очертаний, которые позже корректируются молотом. Похоже, в древности предпочитали переплавлять металл для отливки, а не отливать его прямо из печи.

Приведенное описание относится к основным металлам и их сплавам, за исключением железа, которое рассмотрим позднее. Из драгоценных металлов следует начать с золота и серебра. Хотя золото на Ближнем Востоке не обязательно применили раньше меди, оно довольно часто попадалось в виде пригодном для немедленной обработки. В небольших количествах золото находили в древности во многих регионах; например, на Кавказе, где практика фильтрования аллювиальных осадков через шерсть («мытьё золота». – *Пер.*), предположительно, легла в основу легенды о золотом руне. В Египте была своего рода монополия на производство – более ста золотых рудников в Нубийской пустыне и рудники в Восточной пустыне. Серебро стало характерным металлом северо-востока Малой Азии – района поселения хеттов, название столицы которых писалось символом, обозначающим серебро. Серебро и свинец встречались вместе в галените (сульфиде свинца), который преобразовывали в свинцово-серебряный сплав прокаливанием, чтобы избавиться от части серы, а затем нагревали до более высокой температуры, благодаря чему содержание серы снова снижалось и сплав образовывался в нижней части печи; древесноугольное топливо предотвращало повторное окисление. Иногда металлическое серебро лежало в основе прослоек галенита. Свинцово-серебряный сплав расплавлялся в тигле из пористой глины (чаще для купелирования) и обдувался струей воздуха. Свинец окислялся и удалялся, о завершении процесса говорило внезапное появление сияющей «пуговки» серебра. Купелирование, появившееся, вероятно, в 3000–2500 годах до н. э., также применялось для очистки золота. Неочищенное золото смешивалось со свинцом и загружалось в чашу для купелирования, свинец и примеси удалялись за счет окисления от воздушной струи.

Серебро и золото стали мерилем стоимости, однако для тех же целей ранее применяли медь и свинец, которые по-прежнему были самыми распространенными средствами платежа в сравнении с драгоценными металлами. Медь – один из первых металлов, освоенных человеком. В свободном состоянии и больших количествах она встречается редко, хотя известно о находках глыб весом в несколько сотен тонн. Огромный спрос на медь вызвал ее масштабную добычу: в Малой Азии, Армении и Эламе, где шумеры добывали медь еще в 3500 году до н. э., на острове Кипр, откуда медь вывозили жители Италии и называли ее купрум (*лат.* *Cuprum*), в египетских центрах, описанных в Книге Иова, и во многих регионах Европы. В древности шахтеры пользовались каменными орудиями, а позже бронзовыми. Рудная жила разрабатывалась в скале горизонтально, иногда на 50 ярдов; однако в результате раскопок в Венгрии обнаружили вертикальные стволы до 6 футов в диаметре, иногда сдвоенные для вентиляции, в которые спускались по зазубренному стволу дерева или даже (в одной шахте) с помощью трехступенчатой лебедки. Шахтеры работали по системе разработки парными штреками, оставляя целики руды нетронутыми для поддержки кровли проходов, которые они прорезали в жиле. Если мешала скала, ее устраняли огневыми горными работами – разводили костер, нагревали скалу и раскалывали ее, поливая холодной водой. Ранние методы добычи металлических руд, несомненно, основаны на опыте кремнедобытчиков, работавших на глубинах около 12 метров.

Извлечение металла из различных типов медных руд подразумевает сложный процесс плавления. Например, в Восточных Альпах, где около 20 тысяч тонн меди добыли за период 1300–800 годов до н. э., руда и топливо сваливались вместе для плавления, и после трех последовательных этапов очистки чистота меди составляла только 95 процентов. Для дальнейшей очистки медь следовало расплавить с древесным углем и обработать струей воздуха.

Хотя очевидно, что в Египте примерно до 2000 года до н. э. продолжался медный век, в течение которого утилизировали всю чистую медь, история этого металла с древности нераз-

рывно связана с оловом. Медь относительно мягкий металл, поэтому некоторые из его сплавов ценятся гораздо выше. Самый знаменитый среди них бронза – сплав меди и олова, ее точные свойства зависят от относительных пропорций этих двух металлов. Как впервые появилась бронза, доподлинно неизвестно; вероятно, она по-разному создавалась в различных регионах. Однако разумно предположить, что впервые ее получили случайной переплавкой смешанных руд, содержащих медь и олово; различные виды руд четко различили намного позже. Но вскоре медную и оловянную руды стали намеренно смешивать в заданных пропорциях европейские плавильщики.

Альтернативный способ получения бронзы – расплавить вместе определенное количество металлической меди и олова; похоже, такой способ применялся на Ближнем Востоке. Легко извлечь довольно чистое олово из его основной руды – касситерита; к 1500 году до н. э. производством олова занимались в Европе, откуда его вывозили на Ближний Восток.

Для получения бронзы медь сплавляли с сурьмой, полученной из кавказских руд; египтяне иногда добавляли мышьяк. Цинксодержащие бронзы хорошо известны, но этот металл стали четко различать только в XVI веке, поэтому его присутствие в древних бронзовых сплавах случайно. Анализ таких бронз доказал присутствие многих других металлов, бывших в исходной руде как примеси и проходивших процесс плавки: их присутствие часто определяло свойства сплава.

В сравнении с кремневыми орудия из меди или бронзы не обязательно были острее, но дольше сохранялись, были менее хрупкими и делались любой желаемой формы. Самые маленькие и простые медные орудия ковались прямо из куска металла, но чаще всего расплавленная медь разливалась в каменную или глиняную форму, где изделие принимало грубые очертания: для таких целей бронза подходила лучше всего из-за более низкой температуры плавления. Затем изделие дорабатывалось молотом и при необходимости раскалялось в процессе обработки. При помощи молота заострялся край топора, кинжала и других орудий. Отливка в формы из двух частей (рис. 41), позволяющая воздействовать на металл со всех сторон, с чистой медью была затруднительна. Медь поглощала газы, создававшие пустоты при охлаждении, и портила отливку; с бронзой такой метод литья действовал безотказно. Сама форма изготавливалась из бронзы (для точности), а также из камня, глины или керамики; для отливки орудия труда или оружия делался разъем для рукоятки – в форму добавлялось глиняное ядро.

Самые искусные бронзовые отливки делались благодаря литейному воску. Восковой литник по форме будущего металлического изделия обмазывался глиной – создавалась форма для отливки. Форму прокаливали на огне – воск плавился и вытекал. Форма обжигалась, затем в нее разливалась расплавленная бронза; после того как металл остывал, форму разбивали.

В бронзовый век произвели много ремесленных инструментов сегодняшнего дня: например, тяжелую кувалду, колун, слесарное зубило и рашпиль. Что касается оружия, в начале бронзового века на основе кинжала выковали меч; появились втульчатые наконечники копий; украшенные боевые топоры, найденные в Венгрии и Персии, не только оружие, но и произведение искусства.

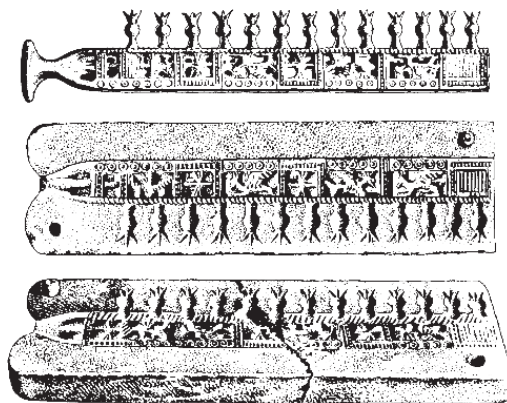


Рис. 41. Сирийская двойная форма и сделанное в ней золотое литье. Угарит, 1300 г. до н. э.

Раскопки захоронений на королевском кладбище в Уре, датированных первой половиной 3-го тысячелетия до н. э., показывают, что полдюжины современных методов металлообработки применялись уже тогда. Обычно использовали литейные глиняные формы из трех-четырех частей. При отливке большого изделия внутрь формы помещалась основа из дешевого материала – изделие получалось полым. Для очень больших отливок, вроде огромного бронзового бассейна, который Хирам Тирский сделал для храма Соломона, форма выкапывалась в залежи глины: «Царь выливал их в глинистой земле, в окрестностях Иордана, между Сокхофом и Цартаном» (3 Цар., 7: 46). Тысяча и более лет опыта работы с бронзой предопределили египетский ренессанс в VII веке до н. э. и создание бронзовых изделий в античной Греции. Чаши изготавливались из листового металла методом холоднойковки, часто отжигались для уменьшения упрочнения; статуи кропотливо создавались из медных листов, прибиваемых гвоздями к деревянной основе или раме. Самые ранние образцы – фигурки быков примерно 2 фута в высоту и длину вместе с рельефной панелью, полностью из меди, сделанные в Месопотамии в 4-м тысячелетии до н. э.; из того же материала сохранилась (в настоящее время фрагментарно) статуя египетского фараона в натуральную величину, который правил примерно в 2300 году до н. э.

В ранний период широко применяли метод репуссе – чеканку рельефов на листовом металле изнутри. На кладбище в Уре найдены статуэтки животных из листового золота толщиной в несколько тысячных дюйма, испещренные рельефом, сделанным чеканкой и выглаживанием с вкраплениями участков отжига. Гвоздями листовое железо прибивали к дереву, гвоздями или заклепками скрепляли листы металла, однако самым распространенным методом соединения была пайка.

Филигрань, зернение и инкрустация тоже появились в этот период. Проволоку для филигрانی получали нарезанием непрерывной узкой полоски круглого листа металла: протягивать проволоку через металлические пластины умели еще в 2500 году до н. э. Зернение выполнялось реже, но встречается в гробнице Тутанхамона: капли металла припаяны к основанию – задача невероятной сложности. Инкрустацию – формирование ячеек на полосе металла для вставки драгоценных камней – впервые выполнили шумеры и довели до совершенства в Египте (воротник Тутанхамона). Это расточительное искусство распространилось и в Европу. В могилах в Микенах найдены бронзовые кинжалы XVI века до н. э. с металлическими вставками, а на них – изображения охоты на льва из золота, электрума (сплава золота с серебром) и серебра. А вот Гомер, чьи герои давних лет спят вечным сном, принадлежал к новой эпохе, в которой человек увлекся железом.

## Ранний железный век в Греции и Риме

В бронзовом веке было две основных, сложных технологии: работа шахтера в темных недрах земли и совместная переплавка двух металлов (одного из которых, олова, всегда не хватало) для формирования сплава. Так как железной руды, в виде болотной руды, было предостаточно на поверхности и металл имелся в различных видах без примеси, то на первый взгляд непонятно, отчего так поздно наступил железный век. Ведь на самом деле он начался примерно в 1200 году до н. э., когда после падения империи хеттов кузнецы рассеялись по свету, хотя металл немного обрабатывали еще до 2500 года до н. э., а железные орнаменты и церемониальное оружие появились вскоре после 2000 года до н. э. Задержка объясняется двумя причинами. Ранние находки метеоритного железа не побудили человека искать железную руду под землей. Кроме того, экспериментальная выплавка железной руды ради выяснения, ведет ли она себя так же, как медная руда или другие известные металлы, обескуражила бы людей, ибо чистое железо плавится при 1535 °С (медь плавится при 1083 °С). То есть эксперименты по выплавке закончились бы кучей шлака и золы поверх нерасплавленных сгустков железа. До появления средневековой доменной печи получить расплавленное железо для литья не удавалось, хотя с дохристианских времен температуру в печи повышали либо лучшей естественной тягой, либо кузнечными мехами. При повторной ковке при температуре красного каления отбивалась большая часть шлака с необработанного железа до того, как он станет годен к употреблению.

Хотя кованое железо, полученное таким способом, было прочнее других доступных металлов, не получалось сделать острый край: такое удалось только со сталью – сплавом железа с примерно 0,15–1,5 процента углерода и без остаточного шлака. Проблема отчасти решилась с изобретением науглероживания (цементации) халибами Малой Азии – подневольным племенем империи хеттов примерно в 1400 году до н. э. Процесс науглероживания – повторяющаяся ковка и нагревание в непосредственном контакте с древесным углем, который диффузионно насыщает углеродом поверхность металла. Некоторые специфические железные руды дают сталь напрямую, если правильно организовать процесс плавки; такую сталь получили примерно в 500 году до н. э. в центральном европейском регионе Штирии и Каринтии – римском Норике. Между тем еще предстояло узнать, что сталь необходимо закалять дальше, погружая горячий металл в холодную воду. Если погружали в холодную воду раскаленную медь или бронзу, которые использовались более тысячи лет, они размягчались. Процесс закалки, скорее всего, появился через два столетия после науглероживания. Таким образом, древняя железная металлургия достигла расцвета только в последнем тысячелетии до н. э., и даже тогда все ограничивалось работой кузнеца с молотом и мехами, а чугун было практически невозможно получить в небольших печах с низкими температурами.

Поначалу железо служило украшением, а затем медленно стало сырьем для изготовления мечей и кинжалов. Железные наконечники копий создать не удавалось, ибо необходимый раструб получался только за счет литья; железные боевые топоры были редки, хотя в Сирии найден топор, датируемый примерно 1300 годом до н. э., с раструбом топорика из золота и меди. Меч – главный дар раннего железного века, ибо бронзовый был относительно хрупким. Теперь сила удара определялась только силой человека; известно о великой мощи «опоясанных железом» ассирийцев, которые обрушивались на врага, как «волк на стадо овец».

В железном веке появились шарнирные кузнечные клещи, наковальня для гвоздей, волока для проволоки и рамочная пила, почти идентичная современной ножовке. Железный напильник применялся в каждом виде металлообработки, а бронзовый напильник был немного больше плотницкого рашпиля. Как только научились закалять железо, орудия труда начали

совершенствоваться, пока качество большинства малых ручных инструментов не стало таким, как сегодня.

Однако преувеличивать не следует. Изначально новый металл использовался для оружия, потом для производства мотыг и топоров для ферм и шахт и наконец для усовершенствования описанных ручных инструментов. Слова обманчивы: железо в ранние годы античной Греции, считавшееся неподходящим металлом для плужного лемеха, очевидно, было намного хуже закаленного металла римских легионеров начала христианской эры. Греческая цивилизация VI века до н. э. основывалась на железе; римское влияние, приведшее римскую цивилизацию в самые дальние регионы Запада, ассоциировалось с железом на протяжении всей своей долгой истории. Железные рудники, открытые этрусками в Тоскане и Эльбе около 900 года до н. э., быстро привлекли алчных римлян; были захвачены несколько имперских провинций от Испании до альпийского Норика и Далмации, где добыча железа велась не очень активно.

Следует уделить особое внимание Лаврийским серебряным рудникам, на которых афиняне работали с 600 года до н. э., после того как их гораздо раньше открыли микенцы. На больших шахтах почти всегда работали заключенные, в том числе военнопленные, чья жизнь и здоровье ничего не стоили. Интересен резкий контраст между вызывающей восхищение демократией Афин и рабовладельческими порядками этих аттических шахт, откуда данная демократия получала значительную долю богатства и праздности. Самой распространенной рудой был галенит, содержащий около 60 унций серебра на тонну. Экстракция проходила в два этапа. Сначала свинцово-серебряный сплав после выплавки неоднократно плавился и оставлялся кристаллизаться – первым отделялся почти чистый свинец. Когда содержание серебра достигало 1–2 процентов, его начинали купелировать. Однако процесс был не очень эффективен, и кучи шлака впоследствии повторно перерабатывались, как во многих других старых районах добычи, включая свинцовые шахты, которые вырабатывали 300 лет в Мендипе во время римской оккупации Британии.

Примерно к концу I века, когда добыча в горе Лаврион прекратилась до нового времени, затопили 2 тысячи стволов шахты, самый глубокий из которых достигал 100 метров. В шахту спускались по приставным лестницам или зазубренным стволам деревьев, закрепленным по краям шахты; руда поднималась при помощи блока и веревки. Кровли галерей поддерживались целиками бедной руды, которую не добывали. Вентиляция делалась за счет параллельных галерей, вентиляционных дверей и иногда костров для увеличения тяги. Шахтеры работали при искусственном освещении с киркой и корзиной (рис. 42). Поднятую на поверхность руду измельчали в порошок, а затем промывали, отделяя тяжелые частицы руды от легких камней; подобным образом работали золотодобытчики Египта еще в 3000 году до н. э.

Римская добыча руды отличалась масштабностью (рис. 43). Римляне регулярно добывали свинец (с серебром), медь, железо и олово даже в отдаленной Британии. Процент осужденных преступников (*лат. damnati in metallum* – приговоренный к работам в рудниках) и рабов на шахтах становился все меньше в общем объеме работников, которых нанимали в любой провинции; шахтер становился квалифицированным ремесленником. Наиболее важное технологическое нововведение римлян – винт Архимеда и черпачное колесо для осушения шахт. Винт, возможно, уже применялся для орошения в Египте, до Архимеда; в любом случае именно римляне сделали винт (*лат. cochlea*), или «водяную улитку», как они называли его из-за формы, обычным горнодобывающим инструментом. Что касается черпачного колеса, то на одной из медных шахт Рио-Тинто вода поднималась на высоту почти 30 метров восемью последовательными парами черпачных колес, приводимых в движение большим ступальным колесом. Немногочисленные поверхностные залежи руды римлян не интересовали, а разработка глубинных залежей не приносила прибыли из-за нехватки рабочей силы в последние столетия империи. Кроме того, экстракция металлов из руд по-прежнему зависела от выплавки на древесном угле, который сильно подорожал из-за массовой вырубki лесов Средиземноморья.



Рис. 42. Греческие шахтеры. С коринфской глиняной таблички VI в. до н. э.

Важная разработка в римской металлургии – использование ртути для экстракции золота. Примерно в начале н. э. ртуть впервые получили в Испании методом дистилляции; ртутная руда (обычно сульфид) прокаливалась в печи, оснащенной простым устройством для конденсации паров. Золото встречалось не только в аллювиальном виде, как уже говорилось, когда его добывали методами времен золотой лихорадки, но и как руда, распределенная в твердых породах. Чтобы извлечь золото, римляне дробили руду и перемешивали ее с ртутью, в которой золото растворялось, как амальгама. Затем ртуть фильтровали через кусок кожи и дистиллировали; золото оставалось в дистилляторе, а дистиллят ртути использовали дальше. Римляне увеличили производство золота и серебра, извлекая их из меди методом ликвации. Когда медь плавится с большим количеством свинца, оба металла не перемешиваются, а формируют две несмешивающиеся жидкости, вроде масла и воды. Драгоценные металлы, присутствующие в меди, переходят на свинец, из которого они извлекаются купелированием.

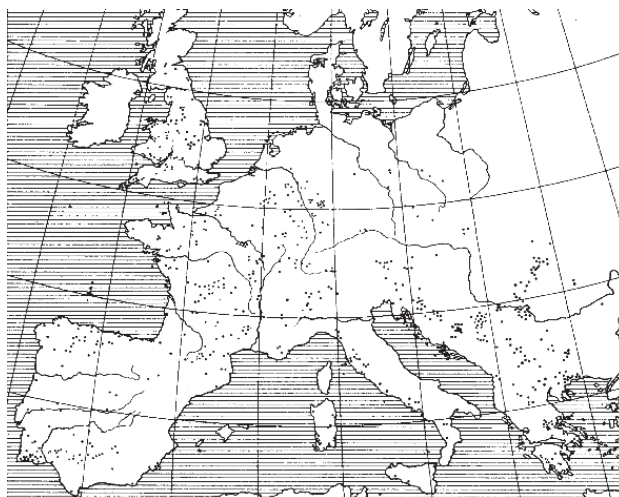


Рис. 43. Римские шахты в Европе

Наиболее значимое изменение в оловодобыче – закрытие испанских шахт примерно в середине III века и истощение залежей оловянных россыпей в целом. В результате жильная руда в Корнуолле, которую добывали с 3-го тысячелетия до н. э. (откуда термин «британский металл»), стала добываться новыми темпами. Часть олова сплавляли с 30 процентами свинца, а из полученного сплава – певтера делали сосуды, популярные в домах римлян; в Средние века доля олова в певтере значительно снизилась. Но больше всего внимания уделялось бронзе, из-за чего римляне разрабатывали очень богатый запас меди в Испании. Медь экспортировалась

даже в Индию. Медные и бронзовые изделия выпускали на заводе в Капуе, стандартную продукцию которого находят не только по всей Италии, но даже в Финляндии. Появился новый сплав – латунь. Он состоял из меди и цинка, его отождествляли с «белой бронзой», украшавшей двери дворца Сарго-на II. Однако на Западе латунь появилась только во времена правления Августа, который ввел в обращение латунные монеты: латунь стоила в шесть раз дороже меди, а в некоторых регионах Древнего мира она ценилась выше серебра. До XVI века о чистом цинке не знали; латунь получали цементацией, в процессе которой вместе прокаливались каламин (карбонат цинка), медь и древесный уголь.

Первый основной центр европейской железной металлургии появился в X веке до н. э. в Норике, куда металлургия пришла из Хеттской империи. Примерно через 400 лет центр переместился на земли кельтов, и в основном в Испанию, где кузнецы изобрели каталонскую печь для выплавки железа, в которой две пары кузнечных мехов поочередно поддерживали постоянную форсированную тягу. Еще были двухэтажные шахтные печи, в них узкая нижняя часть заполнялась древесным углем, а более широкая верхняя часть – смесью руды и древесного угля. В каталонской печи напрямую получали ковкое железо, в шахтной печи – более науглероженный блюм, требующийковки; ни в одной из печей не достигалась температура для получения жидкого литого чугуна. Часть стали производилась непосредственно из железной руды Норика, большая часть получалась науглероживанием. Однако лучшей сталью, известной римлянам, было так называемое серик-железо, которое они считали китайским; на самом деле это была «сталь Вутца» – высокоуглеродистая тигельная сталь, в виде круглых лепешек диаметром в несколько дюймов она попадала в Рим через Абиссинию из Южной Индии; ее название – вероятное искажение перевода слова «сталь» с языка индийской народности каннара.

Хотя греки и римляне, используя металлы, внедрили совсем немного новых технологий и никогда не производили металлические изделия в масштабах необходимых для начала промышленной революции или даже концентрации промышленности в современном смысле этого слова, они создавали металлические предметы для военного и мирного времени.

Оборонительные доспехи и щит греческого гоплита делались из бронзы, но его главным оружием было девятифутовое копье с железным наконечником и короткий, прямой железный меч. Первоначально римляне экипировались как греки, но после легионеры носили железные кирасы из соединенных пластин и полос, перекрывающих друг друга для дополнительной прочности. У них был более длинный меч, но их главным оружием являлось копье той же длины, что у греков, только деревянное древко было одной длины с железным наконечником. Поначалу две половины копья склепывались, но позже использовали деревянный штифт, ломавшийся от удара, чтобы оружием не мог воспользоваться противник. По той же причине железо делали достаточно мягким – дабы согнуть копье ближе к древку. Кавалеристы знаменитых эскадронов Александра Великого носили более тяжелые доспехи, чем гоплиты. Три века спустя парфянские катафракты, отразившие попытки римлян расширить свою империю за Евфрат, носили броню и надевали ее на своих лошадей. И броню, и их лук, которым они выполняли знаменитый тактический прием – парфянский выстрел, впоследствии переняли римляне.

Ни арбалет, ни различные виды «веревочной артиллерии», в которых римляне перенимали опыт карфагенян и особенно греков, не делались металлическими, хотя у стрел были железные наконечники, а катапульта иногда запускала дротик с железным наконечником весом примерно 6 фунтов. Ассирийцы вели осаду тараном с тяжелым железным наконечником. Как правило, тараны устанавливались на колеса; греки придумали высокую деревянную конструкцию для раскачивания тарана по принципу маятника; римляне изобрели теребру – осадный бурав для сверления стен или ворот. Римляне были непревзойденными мастерами осадного дела. Доказательство тому – огромные стены, оставленные ими между Дунаем и Майном и по

всей Северной Англии. На это указывают и руины временных стоянок, каждая с отдельным рвом и валом; легионеры возводили их при помощи железных орудий, которые брали в походы.

Огромный интерес вызывают небольшие металлические произведения искусства, выполненные с непревзойденным мастерством греками и этрусками. Вдохновение по-прежнему черпали на Востоке: например, греки в V веке до н. э. были под сильным влиянием мастерства обработки драгоценных металлов при персидском дворе. Но греки и этруски часто превосходили своих восточных учителей, к примеру в технике зернения и филигрании. Римляне создавали менее изящные изделия, хотя знали технику репуссе по серебру, которая увеличивала игру света на поверхности; массивные золотые медальоны римских императоров – более искусное достижение.

Что касается новых техник орнамента, то в Европе в конце микенского периода появились первые образцы изделий с эмалью, когда расплавленным стекловидным веществом покрывалась металлическая подложка; в такой технике сделаны золотые кольца, найденные на Кипре. Они выполнялись оплавлением крошечных кусочков разбитого стекла, выложенных по кругу внутри круглых перегородок (клуазонов) из золота. Подобные небольшие фрагменты эмали наносили греки с VI или V века, а позже – кельты. Следует упомянуть знаменитые греческие статуи, покрытые золотом и слоновой костью, – Афина в Парфеноне и Зевс Олимпийский. Слоновая кость имитировала тело, драпировки из листов ковального золота снимались. В III веке до н. э. в технике репуссе украшались бронзовые пластины, положенные на каменные колонны для создания 40-метрового образа бога солнца, известного как Колосс Родосский. Греки мастерски отливали крупные бронзовые статуи в глиняных формах, готовые части статуи соединялись и склепывались.

О монетах, появившихся примерно в то же время, но независимо друг от друга в Дальневосточном регионе и на Ближнем Востоке, греческие купцы Малой Азии узнали от лидийских царей, по приказу которых ставили клеймо в виде головы льва на слитках электрума, имеющих стандартный вес и пробу. Согласно преданию, жители материковой Греции впервые отчеканили серебряные монеты вскоре после 700 года до н. э. в Эгине, где на куски серебра заданной массы ставилось клеймо в виде черепахи. Рисунок штемпеля для чеканки монет в зеркальном отображении наносился молотом и инструментами для резьбы на куске бронзы или железа на наковальне. Но за столетие поняли, что следует чеканить обе стороны монеты. Гладкие диски для чеканки отливались в мелкие углубления формы из обожженной глины или камня. Тем не менее удивительно, что традиции штампования и чеканки, в отличие от более сложных технологий металлообработки, не пережили падения Римской империи на Западе, предпосылки к которому появились еще в III веке из-за снижения металлургического производства.

## **Металлообработка в Средневековье**

О рудодобыче в Темные века не известно практически ничего. Мы не знаем, отливались ли монеты во времена англосаксонской монархии и монархии Каролингов из старого металла или из вновь добытого. В эпоху Карла Великого крупные испанские рудники перешли в руки мавров; поначалу уровень добычи снизился, но мавры научились обрабатывать сульфидно-медные руды, из которых получали сульфат меди путем окисления. Когда сульфат растворяли в воде и переливали через железо, чистая медь выпадала в осадок. Из-за отделения Испании от средиземноморского христианского мира центр европейской добычи переместился в саксонские шахты в Центральной Европе. Саксонские шахтеры работали в горах Гарц до 1000 года, в Фрейберге – примерно в 1170 году, а в следующем столетии – в Венгрии.

По счастливой случайности методы горнодобычи позднего Средневековья аккуратно записал сторонний опытный наблюдатель. Им оказался врач Георг Бауэр (Агрикола) – саксонец, изучавший медицину в Италии, но практиковавшийся в богемском горнодобывающем

районе Иоахимсталль. В свое время район славился серебром, найденным там в 1516 году в таком изобилии, что долина дала название серебряному талеру – эпониму современного доллара. Так как район давно славился добычей основных металлов (позже ураном), двенадцать книг «О горном деле и металлургии», опубликованные в 1556 году, – отличное руководство по методам добычи в позднее Средневековье.

Агрикола сообщает, что секция шахтного ствола обычно составляла примерно 3 метра на чуть более 30 сантиметров. Из его прекрасных иллюстраций оборудования видно, что оно не очень отличалось от оборудования прежних периодов, за исключением вагонетки для работы в выемке. Он считал лебедку обычным средством буксировки руды вверх по стволу и упоминал применение зубчатых передач и лошадей для больших нагрузок (рис. 44). Он знал о проблемах вентиляции шахт и опасных условиях работы, в которых «гасились горящие лампы», и о раз-работках, заброшенных из-за ядовитой «дымки» или плохого воздуха; он сообщал об использовании вращающихся лопастей и воздуходувных мехах. Очевидно, водяное колесо служило обычным источником энергии (рис. 45).

Наибольший интерес вызывает детальное изучение Агриколой проблемы шахтных вод, уровень которых вырос, особенно в Саксонии в предшествующем веке. Он упоминает как о «седьмом типе насоса, изобретенном десять лет назад» о трех последовательно расположенных всасывающих насосах, по очереди откачивающих воду; у каждого имеется поршневой шток, управляемый одним водяным колесом диаметром около 5 метров. Поскольку максимальная глубина выкачивания воды насосом была около 10 метров, применяли цепной насос, изобретенный давным-давно, ибо Агрикола описал шесть его разновидностей. Круглые ковши через интервалы закреплялись на цепи, при входе в ствол каждый ковш действовал как односторонний поршень, поднимая воду перед собой. Агрикола указывает на три таких насоса в Хемнице, в Карпатах; для выкачивания воды с глубины 200 метров использовали 96 лошадей. «Эти лошади спускаются к механизмам по наклонной плоскости с поперечным уклоном, которая извивается, как винт, и постепенно снижается». Такие сложные ухищрения свидетельствуют о том, что к концу Средневековья рудодобыча стала высокорентабельной отраслью. Кроме того, среди шахтеров были специалисты, знающие, как разрабатывать и эксплуатировать сложную технику.

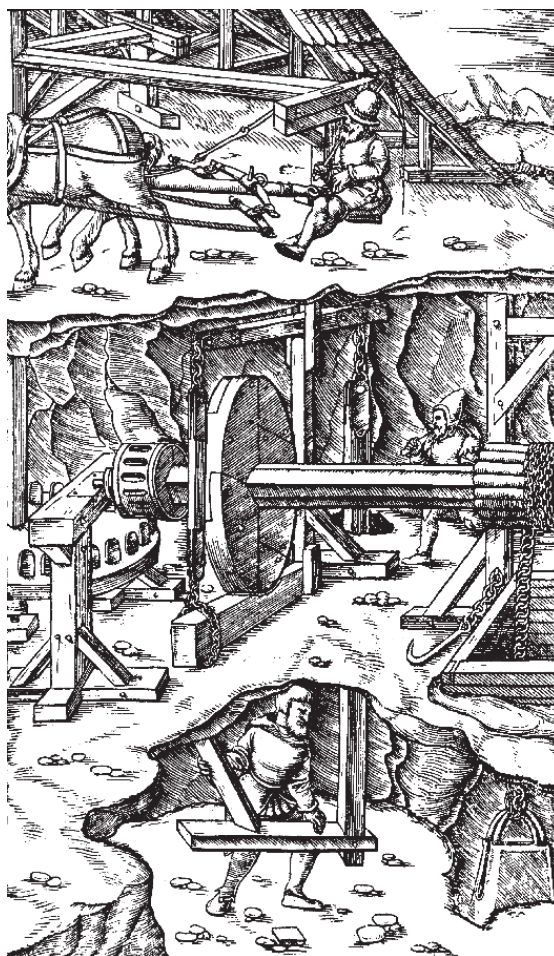


Рис. 44. Использование лошадей в горнодобывающей промышленности. Агрикола, 1556 г.

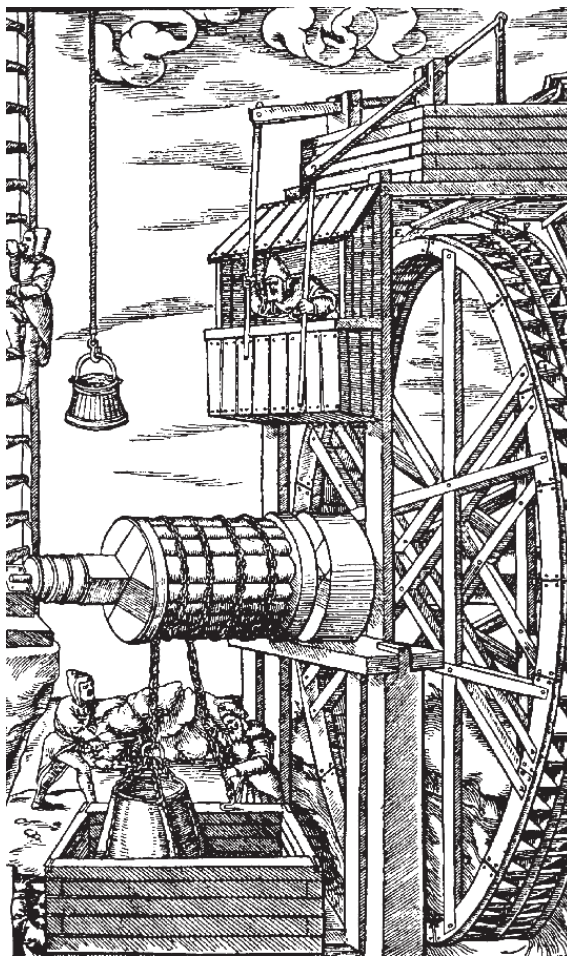


Рис. 45. Наливное колесо для подъема воды из шахт. Агрикола, 1556 г.

В металлообработке, в отличие от добычи металлических руд, упадок наблюдался до краха Римской империи на Западе и продолжался в Темные века. Создается впечатление, что в основном обрабатывали железо: никакая тьма не избавит от необходимости производить инструменты и оружие. Навыки, которые практиковали в Римской Галлии, сохранились во Франции в эпоху Меровингов; в Западной Европе работали сирийские специалисты, а в VIII веке появились книги с описанием византийских методов. С огромным мастерством ковались мечи, украшались их рукояти и ножны. Самое замечательное изделие того времени – меч, сделанный по методу узорной сварки из полос железного прута толщиной около одной сотой дюйма и длиной одна восьмая дюйма; прутья извивались во всех направлениях и проходили по всей длине лезвия, образуя на поверхности червеобразные отметины. Такая сварка требовала большого мастерства; изделия бургундских и франкских кузнецов покупали даже арабы.

Начиная с возрождения западного христианского мира при Карле Великом металлы получили более широкое применение. Во-первых, строили церковные органы с трубами из меди или бронзы. Об органе хорошо знали в Древнем мире: проблема равномерного притока воздуха при помощи механических устройств привлекала внимание обоих выдающихся александрийских изобретателей – Ктесибуса и Герона. Орган играл во время церковных служб в Константинополе в IV веке; а святой Иероним говорил об иерусалимском органе с накопителем воздуха из шкур двух слонов, орган был слышен за версту. Франки получили свой первый орган в подарок от византийского императора в 757 году, а к X веку органы распространились по Англии, Франции и Германии: святой Дунстан, например, установил два органа; один из них, в соборе Винчестера, имел 400 бронзовых труб и 26 мехов. Сначала трубы управлялись тяговыми стержнями; клавиатура появилась в соборе Магдебурга до 1100 года, педали – в

конце Средневековья. Во времена Сэмюэла Пипса, жаждущего купить орган, в частных домах нередко были маленькие органы.

Отливка бронзовых церковных колоколов началась в VIII веке, их предшественники делались из листового железа, как небольшой римский настольный колокол. Вероятно, сначала для отливки применяли литой воск. Позже колокол отливался между сердцевинной и наружной крышкой литейной формы; первая закрывалась, а вторая выстилалась тщательно высушенной жирной глиной, смешанной с конским волосом и навозом. В XI веке колокол весом 1200 килограммов, в Орлеане, считался огромным, однако размеры литейной формы увеличились. Появились так называемые «колокольные поля» для отливки у больших церквей. Научившись отливать колокола, приступили к отливке пушек (рис. 46).



Рис. 46. Литейный цех для литья бронзовых пушек, работающий на энергии ступального колеса. XVI в.

Между тем современники Карла Великого поняли важность брони во время сражения, особенно для наездников. Немногие германские народы, завоевавшие Западную Римскую империю, изначально переняли доспехи и методы их создания у римлян, которые в основном сохранялись в Византийской империи: кольчуга – броня из переплетенных колец – пришла с Востока. Средневековый кузнец был прежде всего оружейных дел мастером, который экипировал феодального рыцаря кольчугой весом до 5 килограммов. Кольца из железной проволоки склепывались вместе, формируя кольчугу, закрывающую ноги, руки и даже голову (рис. 47); в XII веке голову почти полностью закрывал стальной шлем (открытыми оставляли глаза и нос). В XIV веке кольчугу сменили пластинчатые доспехи. Мастерство кузнеца оценивалось по отделке и инкрустации, но более всего по прочности сочленения пластин доспехов (рис. 48).



Рис. 47. Кольчуга с изображения Аймера де Валенса (ум. 1324) и Вестминстерском аббатстве

Ключевое событие времен Средневековья – постепенное заселение крупных восточных регионов Центральной Европы, где немцы и другие поселенцы развивали не только рудодобычу, но и металлообработку. Больше всего внимания уделяли руде, содержащей серебро. Но помимо добычи тугоплавких железных руд Штирии и Каринтии важные изменения коснулись добычи меди в Саксонии и Швеции, свинца, добываемого примерно в одинаковых объемах в Центральной Европе и Англии, олова Корниша и, наконец, цинка. Выплавка и купелирование чаще всего производились по старинке, а новые разработки главным образом внедрялись в железной металлургии.

Железо выплавляли старыми методами на протяжении всего Средневековья, часто на склоне холмов, где обеспечивалась хорошая естественная тяга. Выплавка шла в каталонских и довольно простых корсиканских печах, а также в кричных печах (*нем.* Stuckofen, Stuck – крич, кусок; Ofen – печь) римского происхождения в Штирии и Рейнской области. Высота кричной печи составляла 10 или более футов; в ней руда непрерывно преобразовывалась под действием древесного угля. Во времяковки применяли молоты с водяным приводом, а в XIV веке появилась толчея с водяным приводом – для измельчения руды. Поскольку для работы мехов крупных печей требовалась гидроэнергия, индустрия перемещалась от районов добычи поближе к быстрым рекам – изменение, препятствовавшее использованию каменного угля в кузницах. Очень много каменного угля использовали в Льеже до 1200 года; в позднее Средневековье на каменном угле работали чугуноплавильни и кузницы в Англии и других странах Западной Европы, но как топливо каменный уголь всегда использовался реже древесного. В XIII–XV веках научились отливать чугун благодаря более высокой температуре в печи и производству железа с относительно высоким содержанием углерода: чугун «вступил в свои права» с развитием артиллерии. Процессы экстракции оставались очень неэффективными, из руды редко извлекалась половина объема железа. Между тем начиная с VIII века сталь особенно успешно выплавляли (главным образом за счет науглероживания) в Штирии и Каринтии, откуда продукция продавалась в Турцию и Англию.



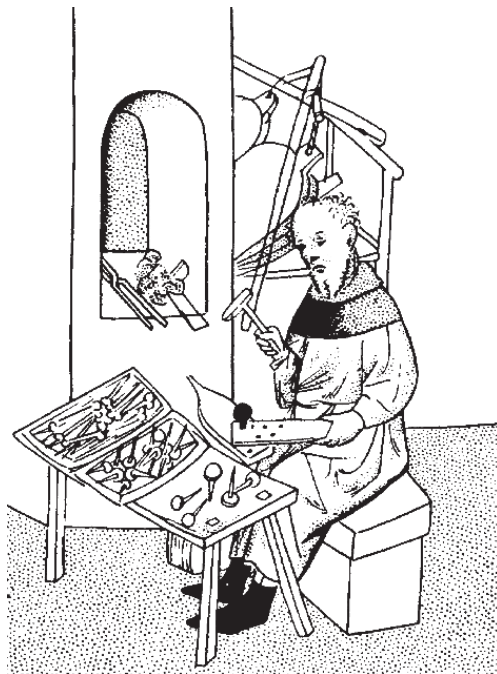
Рис. 48. Оружейный цех начала XV в.; показаны некоторая продукция и рабочие инструменты

Средневековые железные орудия для земледельцев и ремесленников и оружие для солдат обычно делались по старинке. Лучшие мечи, например, в свое время ковались на севере Италии, и это мастерство распространилось оттуда в Золинген в долине Рейна в результате итальянских войн Фридриха Барбароссы. А вот косы делались в Штирии; железные иглы (поначалу с крючком, а затем с ушком) впервые сделали в Южной Германии, где в XIV веке на гидроэнергии изготавливали железную проволоку фильерным способом. Гвозди изготавливал специальный мастер (рис. 49). Слесарь-инструментальщик производил более сложное оборудование для каменщика и плотника, в частности сверла и коловороты. Средневековое оружие делали кузнецы в кузницах, из-за высокой стоимости дальних перевозок они имитировали изделия друг друга и конкурировали между собой.

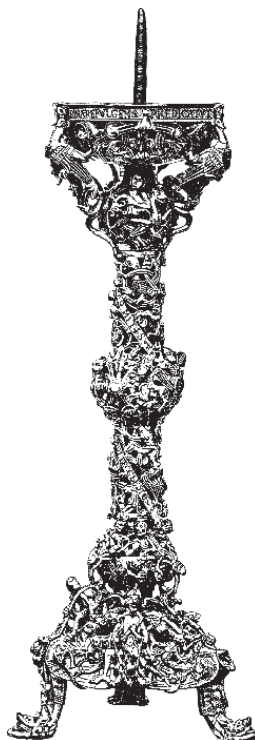
Искусство сложной металлообработки греков и римлян сохранялось в эпоху образования варварских государств-преемников на Западе, о чем убедительно свидетельствуют сокровища закопанного в землю корабля середины VII века в Саттон-Ху, Суффолк. Среди них подвесные чаши с эмалью; кошелек из золота, слоновой кости и граната – величайшая драгоценность того времени; гранаты в золотой оправе, выполненные с таким мастерством, что даже на дне каждой ячейки оправы выложена узорная золотая фольга для усиления блеска камней; не менее десяти круглых чаш диаметром около 20 сантиметров, сделанных за счет вращения на токарном станке листового серебра, прибитого гвоздями к основе из куска дерева. Искусство инкрустации имеет давнюю историю, начиная с инкрустированного меча Хильдерика V века, эмалированных пластин на короне императора Конрада II в 1027 году и заканчивая бронзовыми дверями, инкрустированными серебром, в больших средневековых соборах Германии и Италии.

У найденных изделий эмаль нанесена не только по принципу клуазоне (*фр. cloisonné* – перегородчатая эмаль); участок под эмаль делался вогнутым, резным и даже дополнительно раскрашивался эмалью, хотя последний метод стали применять к концу XV века. Лучший пример раннего мастерства – превосходная чаша Арда с эмалированным основанием серебряных выступов и эмалированными панелями на ножке, но самое знаменитое произведение – «драгоценность Альфреда». Эмалью в основном покрывали церковные сокровища для придания

им солидности; подобная практика применялась сначала в мастерских при монастырях; особенно изысканные изделия создавались в Лиможе и долинах Рейна и Мааса. Позже изделия из позолоченной меди выпускались на резервных заводах мастерами, которые, как и литейщики колоколов, мигрировали из одного региона в другой, стимулируя спрос предложением.



*Рис. 49. Немецкий изготовитель гвоздей. Конец XV в.*



*Рис. 50. Позолоченный бронзовый подсвечник из церкви Святого Петра. Глостер, начато XII в.*

Литье золота и бронзы непрерывно продолжалось с римского периода. Литейные формы эпохи викингов, найденные на Оркнейских островах, представляют собой два глиняных оттиска деревянной модели меча; после долгого обжига их погружали в литейную яму для заполнения расплавленной бронзой. В начале XII века с использованием литейного воска с помощью одной формы отлили бронзовый подсвечник Глостер высотой 50 сантиметров с очень сложной резьбой, чеканкой и золочением (рис. 50). Впоследствии возникла проблема обработки расплавленного металла в нужном количестве. Говорят, ювелир, отливший бронзовые болванки статуй английского короля Генриха III и его невестки Элеоноры Кастильской, толщиной 10 сантиметров, обращался за помощью к литейщикам колоколов. Спустя столетие спрос на изделия из литого металла заставил перейти на современный метод литья в песчаные формы и с помощью соединенных ящичных форм. Как и многие изобретения, внедрение данного метода отсрочилось из-за непостоянного производства – литейщик переезжал с места на место и не хотел таскать на себе литейные формы.

Грубая чеканка монет раннего Средневековья – свидетельство останков преемственности мастерства тонкой гравировки императорского Рима. В 850 году чеканить золотые монеты в Западной Европе перестали, и, хотя по-прежнему расплачивались серебряными фунтами, серебряные пенни остались в обращении единственной западной монетой. Клише производили на местных монетных дворах в основном неквалифицированные работники (рис. 51); и клише, и тиснение формировались ударным способом, диапазон форм был ограничен. На монете чеканился невыразительный, легко сминаемый рельеф; чтобы не пробить монету насквозь, на многих крупных тонких монетах чеканили только одну сторону. В XIII веке любовь к геральдике и демонстрации богатства вынудила мастеров совершенствовать свое искусство, а увеличение поставок серебра позволило чеканить больше монет; к середине XIV века все богатые государства чеканили золотые монеты, подражая Флоренции, которая выпустила первый флорин в 1252 году. Но гравировка клише вернулась только в эпоху итальянского Возрождения.



Рис. 51. Чеканка монет. С норманнского резного изображения XII в.

Черная смерть (1348–1350) спровоцировала дефицит рабочей силы, кризис заработной платы и рост цен, что ускорило спад производства металлов, который продлился до середины следующего века. Столетняя война 1337–1453 годов сильнее усугубила ситуацию, по крайней мере во Франции, и привела к истощению наиболее легкодоступных шахт. Но именно в этот период металлообработка стала максимально значимой и сохраняла позиции вплоть до изобретения огнестрельного оружия. Помимо уже упомянутой брони кузнец изготавливал средневековым рыцарям высококачественные мечи. Значительный вклад индустрии металлообработки в старинное военное искусство – появление в 1370 году стального арбалета, чрезвычайно мощного оружия с механическим натяжителем. Пистолет не мог вытеснить арбалет с поля боя примерно 100 лет, с арбалетом охотились даже в начале XVII века.

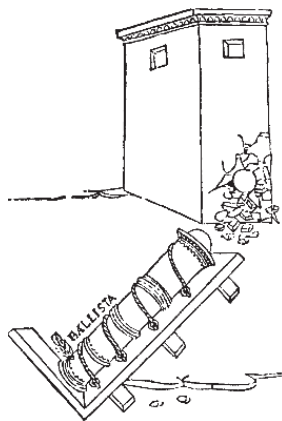


Рис. 52. Пушка XIV в.

Описание средневековой металлургии завершим рассказом об изобретении пушки, которая широко применялась со второй четверти XIV века. Ее непосредственным предшественником вполне могло быть железное ведро с небольшим отверстием в днище, использовавшееся маврами, возможно, уже в 1250 году для придания ускорения гуде камней взрывом заряда из 0,5–1 килограмма пороха. Поначалу пушки были очень небольшими, весом всего 18–20 килограммов, но примерно в середине века их стали отливать из бронзы, а также из меди или латуни. Потом появились железные кованые пушки, какие Ричард II приобрел для лондонского Тауэра, они могли весить целых 300 килограммов; их делали из железных прутьев, выложенных вдоль болванки-сердцевины и соединенных вместе ковкой: после удаления болванки ствол закрепляли железными обручами (рис. 52). В начале XV века железные пушки отливали в форме – нововведение пришло из Западной Германии с появлением высокотемпературных печей. Стало понятно, что феодальное рыцарство и каменные замки обречены; современное государство, опирающееся на артиллерию (не говоря уже о пистолетах), стремилось развивать металлургию.

## Рост спроса на металлы в 1500–1750 годах

В начале современной истории в металлургии мало что изменилось. Наоборот, рост капитала стимулировал массово применять уже известные методы. Рассмотрим ситуацию в Германии в XVI веке. В стране увеличались поставки серебра из-за масштабной ликвации медных руд, практиковавшейся римлянами. В глубоких шахтах работали на гидроэнергии, применяя наземную систему шатунов от колес в нижележащей долине. Кроме того, немцы распространили свои технические навыки в другие регионы Европы: в царствование Елизаветы I они добывали и переплавляли медь в Кесвике, поэтому до начала гражданской войны в горах английского Лейк-Дистрикта работало 4 тысячи иностранцев; в 1623 году они начали масштабную добычу серебра в Конгсберге – отдаленной дикой местности Норвегии. В Новом Свете также работали по старинке, как, например, после обнаружения ртути в Перу примерно в 1550 году, что способствовало экстракции серебра амальгамацией. Появилось много описательной литературы. Раньше знаменитой книги Агриколы «О горном деле и металлургии», опубликованной после его смерти в 1556 году, вышла «Пиротехния» итальянца Бирингуччо, вслед за которой, менее чем через 20 лет, появилась книга немецкого металлурга Лазаря Эркера «Трактат о рудах и анализе» с более подробным описанием принципов определения металла в руде. Однако о железе в этих книгах говорилось мало. Только в 1722 году процессы обработки железа подробно описал Реомюр в работе «Искусство превращения кузнечного железа в сталь и искусство отжига железа».

В этот период чаще применялись не слишком распространенные металлы. Приготовление полуметалла мышьяка впервые подробно описали в 1641 году, хотя египтяне делали мышьяковую бронзу; мышьяк вместе с медью и оловом использовали для изготовления металлических зеркал. Сурьма легко выплавлялась из антимонита – ее основной руды – и была хорошо известна в Древнем мире; она часто присутствовала в бронзе, но ее долго путали со свинцом. Висмут вошел в состав сплавов для печатных шрифтов до 1500 года.

Свинец широко применялся не только в строительстве, как прежде, но и для изготовления дроби (часто в сплаве с мышьяком), а после 1670 года для обшивки судов, где оказывал нежелательный эффект – из-за него корродировали железные рулевые крепления, как впоследствии из-за меди. Олово часто использовали при производстве различных мелких изделий, а также при лужении листового железа для получения жести, которую впервые сделали немцы; с переменным успехом ее имитировали во Франции во времена Кольбера. В начале XVIII века она производилась в Понтипуле прокаткой раскаленного полосового железа различной толщины; из жести в основном делали пищевые контейнеры и корабельную посуду. Британцы лудили железо так: они замачивали листы железа в растворе хлористого аммония (нашатыря), затем ставили их в смесь отрубей и воды, потом листы погружали в расплавленное олово (покрытое пленкой китового жира или сала против окисления поверхности), окончательные неровности удаляли холодной прокаткой. Из расплавленного свинца или олова формовали литые листы, пропуская расплав по песчаной подушке; но в XVII веке производство равномерного листового свинца стало дешевле – его пропускали через прокатный стан. Из золота чеканили монеты или, например, делали сусальное золото, но в основном драгоценные металлы входили в сплавы.

Оловянно-свинцовый сплав использовался для пайки, но больше ценился певтер – сплав с максимальным содержанием олова, с примесью латуни и висмута. Такой сплав легко отливался в глиняные или песчаные формы, далее изделие из сплава дорабатывалось молотом. Из-за простоты процесса литья первые печатные шрифты отливались из певтера в формы из мягкого камня или металла.

На протяжении всего Средневековья и эпохи Возрождения латунь производилась в тиглях, содержащих каламин, древесный уголь и медный лом, нагреваемых конической подземной печью. Цинк для сплавов с медью и получения латуни импортировали из Дальневосточного региона, в основном голландцы, или собирали как побочный продукт из печей, где переплавлялись серебро и свинцовые руды. Прошло удивительно много времени, прежде чем цинк признали существенной составляющей каламина. В XVI веке Парацельс называл цинк гибридной формой меди; только в начале XVIII века в металле, «отвоеванном» у каламина, признали калаем (салаем – индийский и китайский цинк. – *Пер.*), привезенный с Востока. Выплавка цинка началась в Суонси примерно в 1720 году, в Бристоле – в 1740 году, в Силезии и Бельгии – позже в том же веке.

Из Германии и Фландрии – основных центров производства латуни – поступала листовая латунь для украшения английских церквей позднего Средневековья; производство латуни началось в Англии во времена правления Елизаветы I. Несмотря на заманчивое сходство с золотом, латунь масштабно не применялась: в книге Бирингуччо 1540 года описывается латунно-литейный завод в Милане, где в одной форме отливаются 1200 маленьких изделий – интересный пример массового производства. Добавляя 5 процентов латуни и 8 процентов олова к меди, получали бронзу. Бронза издавна использовалась для крупных отливок, вроде статуй и колоколов; из бронзы отливали пушки, ибо медные сплавы корродировали и трескались быстрее имевшегося тогда железа. Для выплавки больших объемов металла в XVI веке создали отражательную печь, в которой тепло отражалось от низкой кровли, поэтому топливо не контактировало с металлом.

Медь вместе с драгоценными металлами и их сплавами шла на чеканку монет. Количество монет и качество их чеканки стали весьма острой проблемой в XVI веке, когда испанцы спровоцировали быстрый рост цен по всей Европе, импортируя невероятное количество серебра из Вест-Индии, Мексики, а в 1553 году из Перу. Пришлось пойти на беспрецедентные меры. Например, Генрих VIII постоянно снижал содержание драгоценных металлов в золотых и серебряных монетах в последние 20 лет своего правления. Эдуард VI и Мэри попытались восстановить ценность монет, но только Елизавете I удалось изъять из обращения основную денежную массу и начать перечеканку. Хотя финансовые проблемы королевства, ставшие одной из главных причин гражданской войны, не решились, новая английская валюта 1561 года была умело отчеканена и соответствовала своей стоимости. На некоторое время грубую чеканку ковкой заменили чеканкой на винтовом прессе. Процессом руководил француз Элой Местрел, прежде служивший при Парижском монетном дворе; от прессы отказались после казни Местрела по обвинению в фальшивомонетничестве в 1573 году. Пресс заработал в середине следующего столетия, на нем чеканили монеты двое крепких мужчин.

Качественные монеты содержали определенную часть примесей. Например, в немецкой золотой кроне было 6–7 процентов примесей, что считалось приемлемым, если сплав состоял из двух частей серебра и одной части меди. Стерлинговое серебро Елизаветы I несколько столетий включало 7,5 процента примесей других металлов. Самой маленькой елизаветинской серебряной монетой было полпенса, медные монеты появились в 1613 году, они были в обращении в Ирландии в XV веке.

## **Дальнейшее развитие черной металлургии**

Металлургическая индустрия к концу рассматриваемого периода ассоциировалась с каменным углем, что сформировало ход промышленной революции. Существовало три доминирующих фактора. В XVI веке, после длительного периода незначительных колебаний цены на железо, оно резко подорожало. В то же время военные кампании и затрачиваемые на них средства спровоцировали спрос на железо – например, по приказу полководца Тилли ежедневно тратилось 12–18 тысяч чугунных пушечных ядер во время двухмесячной осады Магдебурга в 1631 году. Несмотря на прирост населения, возник избыток произведенного железа в условиях мирного времени – на изготовление сельскохозяйственных орудий, задних стенок камина, кочерег и устройств для приготовления пищи в домашних условиях. Увеличился дефицит древесины для производства древесного угля, цены на который возросли, что вызвало перемещение отрасли из района в район и даже из страны в страну, поэтому в XVIII веке Швеция стала ведущей угольной страной. В Великобритании решили перейти с древесного угля на каменный.

После преобразования кричной печи в доменную повысилась производительность труда и снизилось потребление топлива. Печь стала выше, тяги хватало для температуры приготовления чугуна для отливки. Энергия водяных колес решила проблему печной тяги, и к концу XVII века работали с печами высотой около 10 метров. В такие печи непрерывно подавали руду и топливо, она могла выплавлять чугун сорок недель подряд. В результате Англия на столетие получила монополию на отливку чугунных пушек, начиная со времен Генриха VIII и заканчивая подъемом шведской индустрии в период Тридцатилетней войны. В 1682 году из чугуна сделали водопроводы, соединяющие Марли с Версалем, а вскоре после 1700 года владелец металлургического завода, швед Кристофер Полем, на производстве в Стъярнсунде применил прокатные чугунные вальцы как основу для малых вальцов из кованого железа, которые расходовали меньше гидроэнергии. Дисковые пилы для продольной разрезки также использовались в Швеции в начале XVIII века (рис. 53).

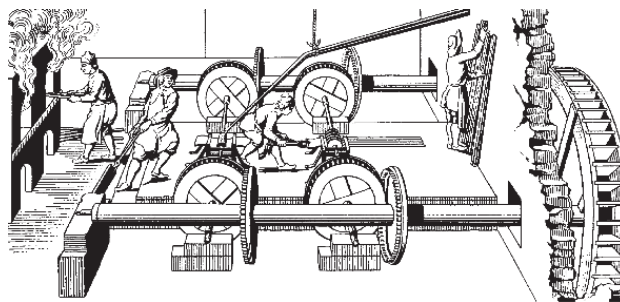


Рис. 53. Дисковая пила для продольной резки, на гидроэнергии. Сведенборг «Подземное царство», 1734 г.

Однако кричное железо дляковки не годилось. Хотя в доменной печи удавалось снизить общее количество примесей в руде, из-за высокой температуры, при которой это происходило, в конечном продукте появлялась сера и фосфор; кузнецы по-прежнему предпочитали работать с блюмом, производимым при более низких температурах. Кованое железо использовали чаще чугуна. При работе в кузнице теперь применялась тромпа (водотрубная воздуходувка) – итальянское изобретение примерно 1500 года. Она заменила мехи; воздух перекачивался туда-сюда за счет закрытого накопителя воздуха (или «духового ящика». – *Пер.*) и водопроводной трубы. Кузнечные молоты обычно работали на гидроэнергии, как и хвостовые молоты; устройства для волочения проволоки, а также валцовые мельницы и дисковые пилы для продольной резки, используя тот же источник энергии, готовили полосовое железо и железную проволоку.

Сталь производилась по-разному, но малыми объемами. Для сельскохозяйственных инструментов кузнец часто изготавливал сталь самостоятельно, снижая объем подходящей руды в печи. Стандартный метод подразумевал обработку блюмов ковкого железа, которые науглероживали погружением в расплавленный чугун, содержащий больше углерода. Полосы кованого железа длиной до 1,5 метра также науглероживали для придания твердости, обжигая с древесным углем 3–7 дней в печи, похожей на пекарскую. Наконец сталь готовили в тиглях, нагревая железо с древесным углем, – таким методом в Индии изготавливали «сталь Вутца»; о ней узнали в Англии в XVII веке, но первым ее внедрил в коммерческое производство на Западе Бенджамин Гентсман – часовщик из Донкастера, построивший заводы вблизи Шеффилда в 1751 году.

Для каждого из этих процессов постоянно требовалось топливо. Применение каменного угля при ковке железа в кузницах не вызывало никаких серьезных технических проблем; вполне возможно, что в некоторых районах каменный уголь смешивался с древесным углем в кузнице для производства подков и других простых железных изделий задолго до того, как стали использовать только каменный уголь. В Англии и Шотландии в конце Средневековья каменный уголь служил бытовым топливом, потому что в окрестностях было много обнаженных пород и легкодоступных залежей. Но в Бельгии, Нидерландах и Люксембурге крупные угольные шахты разрабатывались специально под изготовление железа для отделки и другое металлургическое производство, сделавшее Льеж сосредоточением оружейных заводов особенно в первой половине XVI века. Во второй половине того же века, при правлении Елизаветы I, стало не хватать древесины; поговаривали, что дефицит усиливался из-за стремительной продажи лесов при закрытии монастырей. Из-за роста населения, развития судостроения и усиления производственных нужд уголь начали добывать в Тайнсайде и других районах Англии, Шотландии и Уэльса. Подсчитано, что к 1660 году эти районы добывали в пять раз больше каменного угля, чем все другие страны, вместе взятые; данное лидерство, с незначительными изменениями, сохранялось весь XVIII век.

Рассматривать взаимосвязь между лидерством Великобритании в угледобыче и ее господством в развитии транспорта и создании нового источника энергии не будем. Уже отмечено, что применение нового топлива заставило использовать закрытые тигли при производстве стекла. В ряде других отраслей, в том числе в производстве соли выпариванием, квасцов, извести, кирпича и пивоварении, применение нового топлива привело к фундаментальным изменениям, ибо каменный уголь лишь давал тепло, но не участвовал в реальных процессах производства. С чугуном было больше проблем, чем со стеклом, и они решились не сразу, потому что на всех стадиях производства чугуна каменный уголь ухудшал его качества. В 1614 году два англичанина предложили использовать каменный уголь для преобразования пруткового железа в сталь; к тому времени небольшое количество каменного угля смешивалось с древесным во времяковки пруткового железа. Почти 100 лет чистый каменный уголь не использовали в доменных печах. Решение проблемы пришло через пивоварение.

Если каменный уголь (уже обычное топливо на пивоваренных заводах для нагревания сусла перед брожением) использовался для сушки солода, то он портил вкус пива; главная причина – присутствие серы. Но во времена гражданской войны пивовары из Дербишира, где нашли особый вид каменного угля, решили его обугливать и получать кокс (по принципу получения древесного угля из древесины). В результате солод сушили при помощи кокса – так появилось знаменитое дербиширское пиво. Тем не менее в конце XVII века проблему выплавки чугуна так и не решили, хотя в новых отражательных печах использовали каменный уголь непосредственно для плавления свинцовой руды, а для плавки меди применяли смесь каменного и древесного угля. Первый успешный эксперимент провел квакер Абрахам Дарби, чьи знания помогли владельцу солододробилки в Коулбрукдейле, графство Шропшир, в 1709 году. Но его предложение использовать кокс в доменной печи, кажущееся нам запоздалым, восприняли без энтузиазма: за 50 следующих лет в Великобритании построили только шесть коксовых печей. Семья квакеров из Коулбрукдейла, вероятно, не раскрыла секрет, принесший им небольшую прибыль. Главным фактором, скорее всего, было отсутствие интереса среди конкурентов: нельзя добиться успеха без тщательного отбора руды и каменного угля, а также за счет довольно медленного внедрения каменного угля для других целей. Используя большие объемы древесного угля при превращении болванок в прутковое железо (сортовой прокат), кузнецы не покидали лесистые области и не желали селиться в регионах с избытком каменного угля. В 1748 году Абрахам Дарби II начал серьезно изучать проблему производства чугуна в кузницах, ему удалось отобрать руды с очень низким содержанием фосфора. Началась выплавка коксового чугуна – событие, ознаменовавшее новый период в долгой истории производства чугуна.

## Оружие

Хотя Дэвид Юм в 1750 году объявил чугунную пушку и судостроение показателем великого мастерства английских промышленников, военное вооружение в целом – хорошее доказательство умелого применения европейцами своих металлургических навыков. Примерно до 1700 года главным оружием пехотинца была пика – стальной наконечник, закрепленный на древке длиной до 6 метров, – эффективная защита от кавалерии. Ей на смену пришел штык, впервые примененный мушкетерами армии Людовика XIV. Пикинеры стали обходиться без шпаг, с которыми ходили в рукопашную, хотя шпаги были у офицеров – для нанесения колющих ударов и дуэли. Стандартным кавалерийским оружием становится сабля (колюще-режущее и рубяще-режущее оружие), а также облегченная и укороченная версия копья средневекового рыцаря. Такое оружие играло все меньшую роль, по крайней мере во время противостояния цивилизованных наций, из-за того что оружейная сталь, по-видимому, была менее

качественной, чем в прежние годы, когда очень тщательно отслеживали дефекты металлического оружия.

Первое ручное огнестрельное оружие было неточным, для ведения огня в ближнем бою; оружейники решили усовершенствовать его скорее из-за большого спроса на качественное охотничье оружие – с качественным стволом и спусковым механизмом. Ствол обычно делался из полос железа: либо одна полоса сгибалась по форме цилиндра, а затем сваривалась по краю, либо несколько коротких полос сворачивались в трубки и сваривались встык. Преимущество второго метода в том, что металл легко зауживался по направлению к дулу, где требовалась относительно меньшая прочность. В любом случае грубо сформованный ствол сверлился с помощью бура, вращающегося на конце длинного вала, постепенно входящего в ствол; в XVIII веке такие механизмы работали на гидроэнергии (рис. 54). Как додумались нарезать ствол, неизвестно: опыт показал, что вращающийся снаряд летит дальше и точнее. Тем не менее уже в середине XVIII века один из авторов знаменитой французской «Энциклопедии» полагал, что нарезка ствола просто обеспечивает плотную посадку пули, но не заставляет ее вращаться, хотя физику вращения снаряда изложил Королевскому обществу Робинс в 1747 году. Во всяком случае, о ружьях хорошо знали в 1525 году и, возможно, их использовали на полвека раньше, судя по оружейным записям в Турине и Нюрнберге. Ружья не применялись в военных целях до Тридцатилетней войны, ими пользовались богатые охотники, заказывавшие себе более качественное и точное оружие, которое было не так важно для войск, сражающихся в сомкнутом строю и стреляющих с близкого расстояния. Во избежание проблем при зарядке нарезного ствола с дула применяли свинцовые пули чуть большего калибра, по каналу ствола их проталкивали шомполом до упора. Долгий процесс зарядки дульнозарядного оружия сильно сдерживал его применение в военных целях.

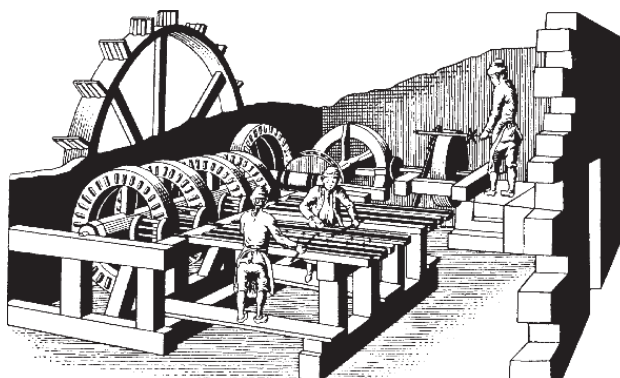


Рис. 54. Механизм на гидроэнергии для сверления оружейных стволов. Из «Энциклопедии» Дидро, 1777 г.

Ранний пистолет имел медленный запальный фитиль, соединенный с затравочным отверстием ствола так, чтобы воспламенить часть порошкообразного запала в запальном пазу. Его заменил фитильный замок с рычагом, который при натяжении спускового крючка опускал фитиль на запал; однако стрельба по-прежнему зависела от горения фитиля – нелегкая задача в полевых условиях, когда приходилось поддерживать горение куска грубого шнура, сильно пропитанного селитрой. Для всадника такая задача была особенно трудновыполнима, поэтому колесцовый замок (считается итальянским изобретением, сделанным примерно в середине франко-итальянских войн 1494–1559 годов) стал излюбленным устройством для кавалерийских седельных пистолетов. В колесцовом замке ключ изгибал пружину, распрямление которой поворачивало шероховатое колесо, трущееся о кусок пирита; высеченные искры воспламеняли запал. Из-за пружины из пистолета не удавалось быстро стрелять дважды, поэтому им пользовались в основном кавалеристы, которые успевали его перезарядить. С 1580 года у

колесцового замка появились соперники – голландский ударный кремневый замок и испанский замок, сохранившийся до времен войны на полуострове, где его называли микелет. Следующее решающее нововведение – замок кремневого ружья, усовершенствованный во Франции в 1630 году. Кремень оттягивался назад (взводился), а после отпущения курка приводился в движение тугой пружиной, соприкасаясь с шероховатой металлической пластиной над запальным пазом, в который попадали искры. Этот механизм был сильнее колесцового замка, поэтому скорострельность оружия увеличилась. Кремневое ружье требовалось для новой французской забавы – отстрела птиц на лету – и поначалу считалось роскошью для пехотинца. Людовик XIV вооружил кремневыми ружьями свою армию в 1660-х годах; в Англии переоснащение началось во время революции 1688 года. Улучшенный кремневый замок установили на «Браун Бесс» – 10-фунтовое и 62-дюймовое орудие, бывшее на вооружении в британской армии от Бленхейма до Ватерлоо. Появление пороха, взрывающегося от удара, запатентованного шотландским священником Александром Джоном Форсайтом в 1807 году, спровоцировало отказ от кремневых ружей, хотя их до сих пор находят в некоторых регионах Африки, куда экспортировали норфолкские кремни.

Стандартная пушка XVI и последующих веков – гладкоствольная, заряжающаяся с дула, отливалась из бронзы, латуни или железа. Железо было самым дешевым материалом, но бронза считалась лучшим из-за меньшей подверженности коррозии и разрыву. С появлением доменных печей делали большие чугунные отливки, однако три столетия сохранялся общий принцип – как при изготовлении больших бронзовых пушек, одна из которых, весящая почти 19 тонн, была у турок при осаде Константинополя в 1453 году. В значительной степени литье пушек основано на средневековом искусстве литья колоколов.

Изготовление пушки включало три различных процесса. Первый процесс: приготовление глиняной формы из трех частей. Одна часть в точности воспроизводила внешнюю сторону пушки, в том числе украшения и цапфы, на которых она поворачивалась; вторая часть представляла собой модель казенника орудия; третья – сердцевину или пространство под ствол. Затем глиняная модель армировалась железными стержнями, собиралась, обжигалась и погружалась в яму. Второй процесс: заполнение формы в яме расплавленным металлом из печи; после форму разбивали, чтобы извлечь отливку. Третий процесс: сверление ствола буром, насаженным на длинный вал, приводимый в движение водяным колесом, с опорой только на одном конце – неточный метод, который усиливал любое смещение оси ствола в исходной форме. В 1747 году голландцы предложили крепить бур на специальной тележке, надвигающейся на вращаемый водяным колесом ствол по направляющим рельсам; а в Великобритании метод усовершенствовали только с изобретением сверлильного станка Уилкинсона.

Небывалое развитие артиллерии наблюдалось примерно в середине XVIII века, когда на вооружении появилась полевая пушка; однако задолго до этого, во времена Мальборо, методы ведения крепостных войн внезапно изменились в сторону медленного выстраивания тяжелых осадных батарей. По-прежнему серьезной проблемой было воздействие артиллерии во время морских столкновений. Успех морского сражения зависел не от древней тактики abordage и тарана, а от массированности обстрела по вражеской линии. Таким образом, умение мастеров создавать более тяжелые орудия играло значительную роль в обмене бортовыми залпами, от которых так часто зависела судьба Европы со времен де Рейтера до эпохи Нельсона.

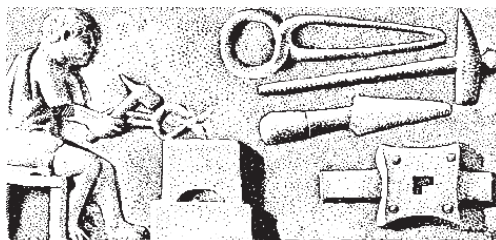


Рис. 55. Римский слесарь за работой. II в.

Ремесло оружейника тесно связывалось с деятельностью слесаря, чья профессия была гораздо древнее. Ремесло слесаря хорошо знали во времена Римской империи (рис. 55). После того как человек стал вести оседлый образ жизни и приобретать личные вещи, ему понадобилось защищать свое имущество от кражи. Замки с утяжеленными «падающими штифтами» находили на египетских гробницах 2000 года до н. э. На шкатулке 1350 года до н. э. имеется простой замок, в котором вращением ручки перемычка входит в паз. Однако на сокровищницы древние египтяне ставили пломбы, поломка которых влекла жесткие санкции.

Так называемый египетский замок появился значительно позже, во времена Птолемея. В этом замке (рис. 56) несколько зубцов под прямым углом к поперечине железного ключа поднимали «падающие штифты»; похожий деревянный замок, но с металлическим ключом (рис. 57) был в монастыре Епифания, в Фивах, датируемый примерно 800 годом. Подобный замок до сих пор используется в скромных египетских жилищах, то есть его непрерывно применяют более двух тысячелетий. Тем не менее обычные замки поздних времен созданы по иному принципу: «падающие штифты» средневековых европейских замков расположены в один ряд, а поднимающий их ключ крепится непосредственно к планке вместо крестовины замка. Сохранившиеся египетские ключи – металлические, сделать их из дерева было невозможно; более поздний тип ключа, напротив, легко делался из древесины. Деревянные ключи встречаются на Фарерских островах (рис. 58), Греческих островах, в Занзибаре, Китае и Индии. Это не противоречит мнению о том, что современный замок произошел от очень древнего азиатского деревянного замка.



Рис. 56. Железный египетский ключ III или II в. до н. э.

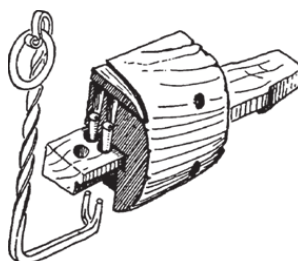


Рис. 57. «Египетский» замок и ключ из Фив. 800 г.

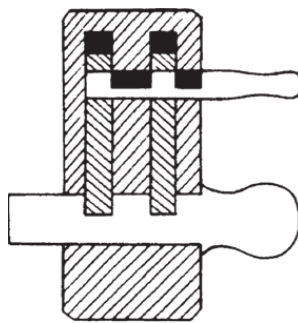


Рис. 58. Примитивный деревянный замок. Фарерские острова

Слесари Средневековья и раннего современного периода, которые также делали защелки, ручки и декоративные железные изделия для сундуков и выдвижных ящиков, создавали элегантные механизмы и множество очень сложных замков. У Генриха VIII, например, был замок размером 35 × 20 сантиметров с королевским гербом; говорят, он вешал его на дверь своей опочивальни каждый раз, когда ее покидал. В Англии времен Елизаветы производство дверных замков, висячих замков (термин XV века) и замков для шкафов сосредоточилось в трех городах Стаффордшира, оставаясь преимущественно ремесленным делом почти до 1900 года. Позже замки усовершенствовали. Во-первых, поворотные пластины должны были выравниваться ключом до опускания задвижки замка; позже, как в замке Роберта Баррона 1778 года, концы «падающих штифтов» тщательно подгонялись под «рисунок» ключа. О достижениях Брама хорошо известно, но два самых важных изобретения сделал Иеремия Чубб, запатентовавший в 1818 году рычажный замок, с которого началось крупное английское производство (см. рис. 165); а в следующем поколении – американское производство Линуса Йеля. Отделив запирающий механизм от замка, получили цилиндровый замок: зубцы египетского замка вновь появились в виде пяти вырезов на «йельском ключе», они автоматически нарезались на фрезерном станке; диапазон высот вырезов равнялся восьми; запорный механизм имел 32 768 вариаций.

## Приборостроение

Мастерство металлообработки можно проследить по развитию приборостроения. Остановимся на некоторых приборах, имеющих прямое практическое отношение к технологии: изготовление научных приборов, несомненно, имело огромное значение (в 1776 году полдюжины изготовителей приборов становятся членами Королевского общества), но повлияло только на те исследования, ради проведения которых приборы создавались. Мореплаватели, артиллеристы и геодезисты были основными покупателями подобных инструментов.

Современная традиция приборостроения начинается примерно с середины XV века, когда Нюрнберг становится первым крупным центром приборостроения Западной Европы: ремесленники переняли мало традиций Средневековья, однако по-прежнему чувствовалось влияние Александрии. Традиции александрийских ученых (унаследованные от астрономов-мусульман), достигшие апогея при Птолеме, который подробно описал приборы своего времени в «Альмагесте», не передавались в Византийскую империю. Астрономические приборы одно время бойко производили в Оксфорде (рис. 59) и в Париже в XIV веке, но только к 1440 году приборостроение стало официальным ремеслом; три астрономических прибора, приобретенные в Нюрнберге в 1444 году, существуют до сих пор.

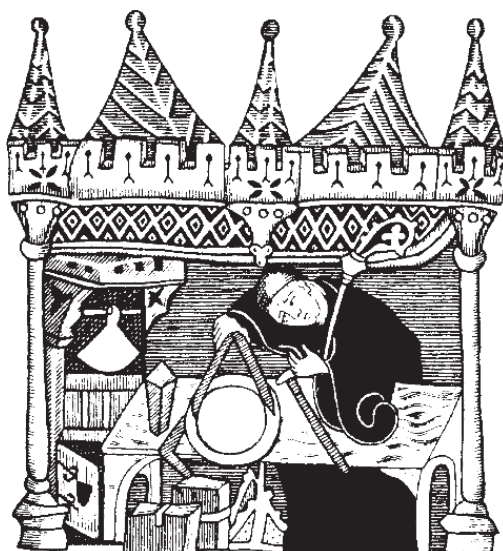


Рис. 59. Деление астрономического круга Ричардом Уоллингфордом (ум. 1335). Из рукописи XIV в.

Нюрнберг был центром приборостроения оттого, что находился выше большого торгового пути из Италии в Нидерланды, и уже являлся центром квалифицированной металлообработки, но его господство, безусловно, связано с тем, что в 1471 году там поселился Иоганн Мюллер (Региомонтан) – пионер современной астрономии. За короткое время в Аугсбурге тоже появилась знаменитая школа изготовителей приборов. Многие инструменты, сделанные в этих двух городах, до того совершенны, что ценятся сегодня не только как образцы технического мастерства, но и произведения искусства. Из Германии ремесло распространилось в Левен и отчасти в Италию, однако политические события в Европе в конце концов привели к тому, что на долгое время важнейшим мировым центром приборостроения стал Лондон. Опустошение Бельгии, Нидерландов и Люксембурга «испанским террором» лишило Левен прежней роли, а из-за Тридцатилетней войны приборостроение в Германии фактически исчезло.

Немецкие технологии появились в Англии в начале XVI века благодаря баварскому мастеру Николасу Кратцеру, некоторые из приборов которого представлены на известной картине Гольбейна «Послы», и Томасу Джемини, приехавшему из местечка вблизи Льежа и обладавшему мастерством гравировки на латуни. Гравировка на латуни оказалась своевременной инновацией, ибо тогда листовая латунь впервые появилась в Англии с помощью елизаветинской компании «Минерал энд Баттери уоркс». К этому предприятию имел отношение Хамфри Коул, возможно ученик Джемини, ставший первым английским экспертом в приборостроении. Коул обосновался в Лондоне как производитель «весов, компасов и различных геометрических приборов из металла». Его клиентами были Дрейк и Фробишер. Фробишеру Коул изготовил все приборы для первой экспедиции по поиску Северо-Западного прохода в 1576 году. Коул основал обширную династию лучших лондонских приборостроителей, по меньшей мере тридцать из которых работали до 1650 года. Из-за увеличения спроса и повышенных требований больше внимания уделяли качеству и меньше декору: к началу XVIII века перестали делать изысканно украшенные приборы, за исключением демонстрационных моделей; научные приборы выглядели строго и практично. Тем временем приборостроение все больше децентрализуется – производители навигационного оборудования переезжают ближе к основным портам, а изготовители артиллерийских приборов – к оружейным заводам.

Приборы в основном делались из латуни, слоновой кости и мелковолокнистой древесины (самшит и груша); латунь становилась все популярнее из-за твердости и прочности. Металл обрабатывали на токарном станке, часовщики значительно усовершенствовали его для точной

работы. Гравирование весов было наиболее важной частью работы: до появления механических устройств оно выполнялось простыми гравировальными инструментами ударным способом; разметка гравировки делалась геометрическими методами.

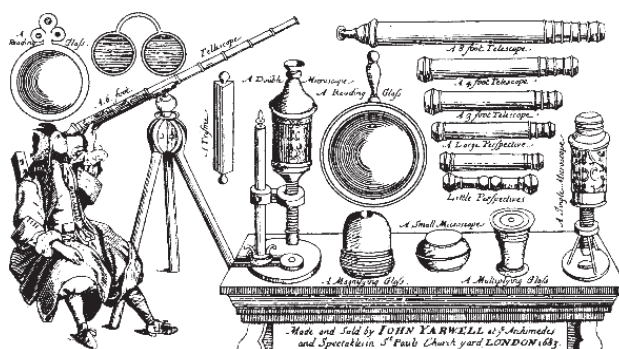


Рис. 60. Продукция изготовителя приборов. Лондон, 1683 г.

Первые приборы были в основном астрономическими. К ним относились астролябия, градусник, квадрант, солнечные часы, модели Солнечной системы и основные геометрические инструменты – компас и линейка. С XVII века выпускались новые инструменты или существенно улучшенные версии старых. Чтобы удовлетворить нужды геодезистов, разработали одометр (или курвиметр), приписываемый Витрувию, но, вероятно, никогда не применявшийся в древности; прибор измерял расстояния на поверхности земли, по которой его катили, подсчитывая количество оборотов колеса. Артиллеристам требовались более точные пушки (рис. 10), и к началу XVII столетия наводка орудия значительно улучшилась. Изобретение телескопа и микроскопа породило новые проблемы в изготовлении линз; новые приборы регулярно выпускались примерно с 1660 года (рис. 60). С 1700 года научная революция повысила спрос на воздушные насосы, термометры, барометры, электрические машины и другие инструменты.

## **Глава 5**

### **Строительство зданий**

#### **Ранние империи**

Человек эпохи палеолита часто селился в пещерах или других укрытиях. Настенная живопись (спорная) демонстрирует легкие летние хижины из веток. Сохранились остатки зимовок охотников на мамонтов на территории Сибири, Чехии и Словакии. Их можно назвать импровизированными пещерами, ибо уровень пола на 9 футов ниже уровня земли. Есть подожог очагов; вероятно, кровля была деревянной, присыпанной землей. Однако вполне возможно, что жилища строили из костей мамонта; китовые кости использовали для строительства в районах Крайнего Севера. В эпоху мезолита люди вряд ли, как в Дании, обитали в полуподземных жилищах круглый год; гораздо реже встречаются, как в Ганновере, хижины, расположенные выше уровня земли. Для начала технического прогресса требовалось, чтобы человек эпохи неолита начал вести оседлый образ жизни. Хотя в Древнем Египте деревянные каркасные дома из досок внахлест, соединенных шкурами, строились так, чтобы их можно было демонтировать и заново отстроить в пустыне во время ежегодного паводка.

Начиная с эпохи неолита европейцы, как и следовало ожидать, строили дома и целые деревни из древесины, на сваях, для постоянной защиты от воды или сезонного наводнения. Низкие каменные хижины скара брае в Оркни, с каменной мебелью, были как нельзя кстати на открытых всем ветрам, безлесных островах. Ремесленники бронзового века из Стоунхенджа к середине 2-го тысячелетия до н. э. установили огромные трилиты по столярной методике «стык с гнездом и шипом»; вероятно, в Великобритании и других странах было некое ритуальное строение из древесины, которое скопировали строители Стоунхенджа. В раннем железном веке строили не только деревянные свайные дома, как в Гластонбери и Меаре. Городище обносилось изгородью из заостренных кольев, а внутри ее строились хижины с крышами, на деревянных опорах (даже в конце I века до н. э.).

На Ближнем Востоке древесины не хватало, но был тростник и пальмовые листья, однако с начала эпохи неолита (до появления обожженной керамики) жители деревень к востоку от Тигра строили дома из высушенной глины; в Иерихоне сохранились стены из сырцового кирпича, одна из которых – с углублением для деревянной поперечной балки. В сухом климате такие здания долго не разрушались. На плоской аллювиальной равнине Месопотамии глина была основным строительным материалом 6 тысяч лет; в долине Нила, напротив, имелся камень, однако на него распространялась государственная монополия, поэтому простолюдины строили жилища из глины. Глиняные дома возводили в Малой Азии, несмотря на обилие дерева и камня, и даже на лесистом острове Крит. Утрамбованная глина, ее естественный приемник, высушенный на солнце кирпич, и его искусственный приемник – обожженный в печи кирпич сыграли очень важную роль в истории ранних империй.

К глине добавляли воду и измельченную солому или навоз, дабы избежать деформаций или трещин; кирпичи формовались, как правило, по две штуки в прямоугольной деревянной форме без дна и верха; затем кирпичи сушились, время от времени их переворачивали. Добавляя к смеси больше воды, получали глиняный раствор для кладки и оштукатуривания. Первоначально печь служила для изготовления дорожной плитки и водонепроницаемого кирпича; в Египте печью не пользовались до античных времен. В Месопотамии делали своеобразную кладку и форму кирпичей. Верхняя поверхность кирпича была выпуклой, как верхушка буханки; кирпичи укладывались вертикально под небольшим углом; чередующиеся слои имели противополо-

ложный уклон, что создавало эффект «елочки» (подобный рисунок можно сегодня встретить на стенах каменных домов Западной Англии).

На равнинах Месопотамии кирпичное строительство достигло апогея при возведении мест отправления культа – зиккуратов – примерно в 2000 году до н. э. Во избежание усадки этих огромных ярусных башен (фундаменты делали редко) по фасаду через интервалы выкладывались слои тростниковых циновок. В Уре, где зиккурат (рис. 61) был длиной 8 метров, шириной 54 метра и высотой 27 метров, облицовка толщиной почти 2,5 метра состояла из обожженного кирпича, обмазанного битумом (природным асфальтом): Страбон писал, что выше Евфрата, в Хите, в реке находят много кусков битума. Уже строили арки, как ступенчатые декоративные, с помощью которых из известнякового щебня возводились маленькие куполообразные погребальные камеры, так и полноценные – для оформления проемов в стене.

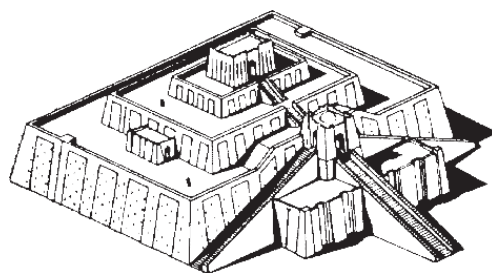


Рис. 61. Реконструкция зиккурата в Уре. 2000 г. до н. э.

Дальнейшие события в Месопотамии связаны с камнем, привезенным ассирийцами с севера; в Египте в начале 3-го тысячелетия до н. э. возводились сооружения, начиная со знаменитой ступенчатой пирамиды Джосера, демонстрирующие единение большого мастерства камнетеса и каменщика. При заготовке каменных блоков по утесу прокладывали тоннели иногда длиной несколько сотен метров. Полуприседа в глубокой выемке, высотой равной высоте напластования, человек очерчивал необходимые блоки, глубоко прорезал их, а затем разделял, забив между ними мокрые деревянные клинья. Выемка постепенно расширялась, камень добывали уступами. Скорее всего, работали киркой. Поразительно, но отдельные блоки весом тысяча тонн перемещались из карьера на строительную площадку без помощи колес: рычаги, салазки, вальцы, канаты и беспощадная эксплуатация людей передвигали материалы (рис. 111).

И маленькие блоки, используемые в дни правления фараона Джосера, и большие каменные глыбы во времена поздних династий делали прямоугольными и вручную обрабатывали зубилом, молотом, с отвесом (для выпрямления) и наугольником каменщика (рис. 62). Согласно Геродоту, общие затраты труда для возведения Великой пирамиды, построенной примерно через 150 лет после Джосера, равнялись 7,5 рабочего дня на кубический фут ( $\approx 0,028 \text{ м}^3$ ) кирпичной кладки, что с учетом камнедобычи и транспортировки отнюдь не абсурдное преувеличение. Пирамида – на 45 метров выше собора Святого Павла, и, хотя она занимает более 13 акров, отклонение от идеального квадрата составляет 1,5 сантиметра в длину, а угловое отклонение – 12 градусов. Метод строительства последовательным наложением давал более чем изумительный результат.

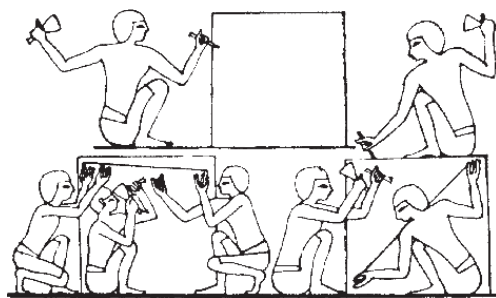


Рис. 62. Обработка камня. Из гробницы в Фивах, 1450 г. до н. э.

Египетские храмы возводились без арок, поэтому долгое время максимальное расстояние между колоннами составляло 2,5–3 метра, предельное значение пролета для известняковой балки, применяя песчаник из Силсила, утроили. Египтяне научились соединять три архитрава так, чтобы одновременно опирать их на одну колонну. Сами колонны часто возводили из нескольких цилиндров, как, например, в большом храме в Карнаке, где для одного капителя понадобилось несколько блоков – настолько масштабным было строение. Однако фундамент, как в большинстве египетских сооружений, был слабым и некачественным, что выяснилось в 1899 году, когда рухнули одиннадцать колонн. Тем не менее человечество не перестает восхищаться достижениями египтян в строительстве обелисков, стен и потолков храмов и, прежде всего, непревзойденной точностью пирамид, проектирование которых вряд ли основывалось на математических теориях (рис. 63).

В начале 1-го тысячелетия до н. э. известняк и гипс применяли при строительстве кирпичных сооружений в Месопотамии. Каменный канал Сеннахериба, по которому вода поступала в Ниневию на расстояние 80 километров, с уклоном 1:80 – особенно впечатляющий пример. Он не только пересекал широкую долину известняковым акведуком длиной 300 метров; по всей длине был тщательно выложен каменный тротуар, по-видимому, для того, чтобы блоки для последующих секций перетаскивать на колесах или вальцах от каменоломни вдоль канала. Для водонепроницаемости структура обрабатывалась битумом. О 20-тонных колоссах с фигурой быка, которыми ассирийские цари любили украшать ворота своих дворцов, известно только то, что резьба выполнялась на строительной площадке, после того как их устанавливали на огромные салазки, но, очевидно, колоссы сначала сплавляли по Тигру. Большинство зданий были по-прежнему кирпичными, делались арочные кирпичные своды, в которых каждый последующий полукруг из кирпича отклонялся немного назад, поэтому деревянная опалубка для центровки не требовалась. Глазурованные кирпичи чаще всего применяли в Вавилоне; фигуры на воротах Иштар (рис. 64) были смоделированы в глиняной панели, которую после разделили на кирпичи, глазуровали их и обожгли. Самое удивительное в том, что фигуры повторяются на воротах и внешних стенах под землей, где их могут увидеть только современные археологи – странное обстоятельство, ведь в Месопотамии, как и в Египте, качество и глубина фундамента по современным меркам никуда не годились.

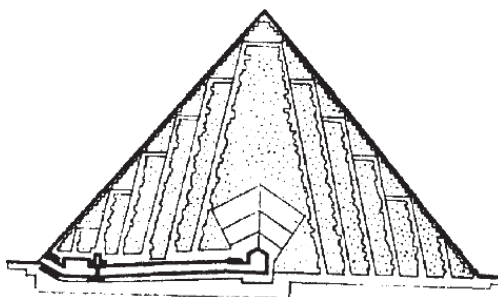


Рис. 63. Поперечное сечение пирамиды Сахура. 2400 г. до н. э.



Рис. 64. Основание ворот Иштар. Вавилон, VI в. до н. э.

Хетты не оставили никаких выдающихся построек. У критян были двух- или даже трех-этажные дома, начиная примерно с 1700 года до н. э., и необычная планировка дворцов для различных функций в Кноссе и Фесте; дворцы были неукрепленными, как и подобало в морской державе, и напоминали усовершенствованную версию частных домов. Критяне делали низ стен из бутового камня, а верх – из высушенного на солнце кирпича; каменные столбы поддерживали первый этаж, однако каркас был деревянным. Комнатные окна выходили на внутренний двор; световые шахты проходили через крытые аркады с колоннами. Верхние комнаты и террасные плоские крыши впервые сделали лестницу объектом бытовой архитектуры. Ван-ные комнаты, туалет со смывом водой, терракотовые водопроводные трубы и хорошо продуманные наклонные желоба очень подходили для дождливого климата.



Рис. 65. Развалины входа. Микены

В материковых центрах микенской цивилизации, таких как Тиринф и Троя, дворцы обязательно обносили крепостной стеной. Во дворце Тиринфа все основные комнаты располагались на одном этаже, свет проникал через высокие окна. Во дворце имелись: вход с крыльцом; спальня; гостиная с колоннами и обязательным очагом (камином). Наклонные крыши – еще одна особенность домов. У больших гробниц-«ульев» были заостренные каменные купола, построенные горизонтальными ступенчатыми уступами в подземной цилиндрической шахте с входом через богато украшенную орнаментом дверь со ступенчатой аркой сверху (рис. 65).

Стоунхендж, вероятно, появился в тот же период и, возможно, под влиянием микенского стиля, потому что кинжал бронзового века, вырезанный на одном из сарсеновых мегалитов, напоминает микенский кинжал. И здесь не обойтись без ощущения, будто технологическое чудо окружено тайной; отдельные 40-тонные блоки приходилось транспортировать на расстояние 240 километров, мегалиты возводили и отделяли вдали от технологической цивилизации.

Следует обратить внимание на истоки происхождения мостов, водных путей и дорог. Ранние цивилизации пользовались бродами, деревянными или временными понтонными мостами. У дворца Миноса был мост шириной 10 метров; Навуходносор традиционно считался создателем деревянной структуры на более чем ста кирпичных опорах, которая связывала две части Вавилона через Евфрат. В одно время с большим акведуком Сеннахериба построили 15-километровый подземный трубопровод шириной 3 метра (за исключением конца водозабора) для подачи воды в Эрбиль – город-храм Иштар. Что касается дорог, то Геродот считал строительство каменной дороги, по которой перевозили материал для Великой пирамиды, «работой ничуть не легче возведения пирамиды». Городские улицы Египта и Месопотамии мостили плитами; на Крите и в других регионах найдены короткие отрезки дорог с твердым покрытием, относящихся к минойскому периоду. Самую раннюю дорогу для процессий построили хетты примерно в 1200 году до н. э. в своей столице Богазкой, затем такие дороги проложили ассирийцы и вавилоняне; в Вавилоне Священный путь построили высоко над равниной и выложили красными и белыми каменными плитами, каждая величиной более метра. Дорогами в ранних империях пользовались время от времени, их ремонтировали от случая к случаю, как описал иудейский пророк VI века: *«Приготовьте путь Господу, прямыми сделайте в степи стези Богу нашему... кривизны выпрямятся и неровные пути сделаются гладкими»* (Ис., 40).

## Греческое и римское строительство

Греческие и римские строения, как и литература, – часть европейского эстетического наследия. Например, систематическое градостроительство, как правило по «решетчатой схеме», началось при Гипподаме Милетском, изменившем Пирей; схема широко применялась в Египте эпохи Александра, где греки переняли традиции древних империй. Однако с современной точки зрения намного большему можно научиться у Рима, чем у Греции, ибо, за исключением Геродота, великие греческие писатели почти не обращали внимания на свою прославленную архитектуру. О разработке греческих карьеров мы знаем от грека Павсания, жившего во II веке до н. э. Более подробную информацию о строительных технологиях мы находим у Витрувия – римского архитектора, военного инженера и писателя эпохи Августа.

Истоки греческой архитектуры при всей ее грандиозности – не на Ближнем Востоке и не в купольных микенских гробницах, они – в деревянных каркасных домах европейского типа с тремя комнатами и очагом. Самые первые греческие храмы с соломенной крышей строились из необожженного кирпича; чтобы строение было максимально широким, посередине устанавливали ряд столбов под поперечные балки, для тех же целей столбы монтировали в стенах из сырцового кирпича. Архитектура времен Перикла была скромной: столбы в три ровных ряда и деревянный каркас.

В микенскую эпоху работали с твердым известняком Аргоса. Античные архитекторы пользовались разнообразием известняка с запада и севера Пелопоннеса с поверхностью, подходящей для тонкого оштукатуривания (раствором на негашеной извести), которую после красили. Мрамор для величественных общественных зданий в Афинах привозили из близлежащих карьеров на горе Пентеликон; чтобы получить прямоугольные блоки, вокруг каждого из них выдалбливали канавки, а потом блоки разделяли с помощью клиньев. Пентелийский мрамор был мелкозернистым, молочно-белым, а вкрапления железа со временем придавали ему

богатый коричневый оттенок; мраморные блоки легко стыковались, их поверхность была ровной, поэтому мрамор предпочитали оштукатуренному известняку. Греки, в отличие от римлян, не любили яркоокрашенный мрамор: паросский мрамор для скульптур был белым, наксийский – серым. Некачественный мрамор из Гиметтоса и известняк из огромных сиракузских карьеров не использовались до III века до н. э.

Архитектура стала балочно-строчной, ибо балки и перемычки из известняка и мрамора достигали длины 5 метров. Колонны ставились на цилиндрические блоки, как в Египте, и фиксировались небольшими штырями в пазах в центре. Колонны в Парфеноне, диаметром 2 метра, поднимались за небольшие выступающие мраморные упоры, которые впоследствии скалывались, и доставлялись в Акрополь на телегах спряженными в них 30–40 волами. Если брали мягкие каменные породы, цилиндрические блоки иногда обрабатывали на токарном станке. Очень плотного соединения добивались притиркой блоков. Зажимы изготавливались из различных металлов, в том числе железа; отличительной особенностью были балки из кованого железа – например, в Парфеноне, где они играли роль консолей, удерживающих самые тяжелые статуи на фронте. У пологих крыш этих огромных зданий были деревянные стропила (не сохранились), поддерживающие терракотовую или мраморную черепицу. До конца VI века Коринф поставлял черепицу для ремонтных работ, каждая пластина нумеровалась в соответствии с положением на крыше.

Римляне привнесли в технологию строительства в три раза больше. Они переняли и адаптировали греческие методы, украсили свой город и империю храмами и другими общественными зданиями, которые довольно витиевато имитировали греческие строения. Во-вторых, они усовершенствовали арки, на принципе которых этруски за тысячелетие до основания Римской империи построили семиметровый мост из клиновидных неоштукатуренных блоков. В-третьих, за четыре века своего правления на Западе они внедрили обширные программы общественных работ, благодаря которым зародились традиции гражданской и военной инженерии.

В Риме эпохи Августа здания из мрамора не строились, но мрамор применялся для отделки в таких масштабах, что стал важной импортной и традиционной продукцией. Чистый белый каррарский мрамор – по-прежнему самый известный в мире; среди импортируемых каменных материалов наиболее престижным считался императорский порфир из Египта. Его впервые добыли при императоре Клавдии; он стал имперской собственностью из-за цвета – истинно имперского фиолетового. Еще в Риме использовали травертин, из которого построены древние стены катакомб и большая часть Колизея (травертин в основном поставлялся из Триволи), и твердый базальт для мощения дорог, ведущих из города. Римляне использовали камень повсеместно: начиная с Баальбека в Сирии, где во II веке Антонин Пий приказал заложить в храм три каменных блока размером 20 × 4 × 3 метра (до сих пор рекорд для любого здания), и заканчивая крупнозернистым песчаником Стены Адриана. Римляне активно применяли английский строительный камень: даже камень из Бата транспортировали в Колчестер.

При разработке пород римляне вставляли клинья в глубокие выпиленные борозды, затем клинья насыщали водой, создавая давление за счет разбухания древесины. Но особенно искусно они делали кладку: в знаменитой многоугольной башне в Йорке римские камни сохранились гораздо лучше более крупных камней, установленных на том же месте на тысячу лет позже. Камень нарезали медными пилами с песком и наждаком, хотя большая часть работы выполнялась растиранием с каменными шарами. На закате империи появились гидроприводные пилы, которые упоминаются в «Мозелле» Авсония.

Возвращаясь в эпоху Августа, отметим, что римские строители работали не только с камнем. Широко применялись обожженные в печи кирпичи, крупнейший из которых – 14 квадратных сантиметров; обычная толщина кирпича составляла 4 сантиметра. Кирпичами, оштукатуренными или закрытыми мраморной облицовкой, отделяли стены из бутового камня или кремня. Тем не менее сам Рим был построен в основном из бетона. Римлянам повезло –

в их распоряжении была вулканическая земля под названием пуццолан, который, соединяясь с известью, образовывал водостойкий и огнеупорный цемент. После смешивания цемента с кирпичом или камнем и водой получался бетон, прочный, как кирпич или камень. Из такого бетона возводили фундаменты и стены (с помощью деревянной опалубки), а также своды и купола; заливка бетона между кирпичными арками снижала вес сводчатой структуры.

Арку из клиновидных камней, для которой требовалось мало раствора, можно было расширить и сформировать свод лишь за счет дополнительных материалов и поддерживающего деревянного каркаса во время строительства. В результате получалась опасная конструкция из-за внешнего давления на стены, на которые опирался свод. Поэтому римляне строили перекрестные своды для поддержания стен, благодаря чему сделали пролеты в 30 метров во дворце Диоклетиана. Та же проблема с внешним давлением возникла у них (и их преемников) при строительстве куполов величайших архитектурных творений. В основном они проектировались для оранжерей или парных, как в термах Каракаллы, где диаметр купола составлял 35 метров; конструкция включала Т-образные железные балки, по-видимому опирающиеся на каркасный пол. Самый большой римский купол с внутренним диаметром 43 метра украшал Пантеон (110–125); купол (точная конструкция которого и принцип строительства по-прежнему загадка) опирался на бетонную стену, усиленную системой встроенных кирпичных арок. В этом великолепном здании, позже – королевском мавзолее, были бронзовые двери и крыша из золоченой бронзовой плитки. Плитка, как правило терракотовая, служила не только кровельным материалом, ее применяли при строительстве знаменитого гипocausta (отопительная система под полом или в стене. – *Пер.*), пол выкладывался плиткой площадью 14 квадратных сантиметров. В одном из гипocaustов из небольшой плитки были сложены колонны, по которым поднималось тепло; тепло циркулировало либо по колоннам, либо по каналам под полом и выходило через керамические блоки дымохода в стенах.

Считается, что римляне достигли прогресса в сфере коммуникации, гидротехнике и фортификации. Тем не менее строительство гаваней не единственный пример превосходства римлян над ранними цивилизациями Средиземноморья. Хотя римские императоры пользовались древним египетским каналом в Красном море (обновленным Птолемеєм Филадельфом в 285 году до н. э.), он не так интересен, как разветвленная римская дорожная сеть; и еще умалчивается, что строительство римских дорог основано на идеях этрусков. У греков почти не было хороших дорог до римских времен, они просто прорезали в земле колеи для колес (рис. 66), хотя на Мальте их делали раньше. Колеи были одинаковой глубины, ширины и качества, часто в мелких выемках; особенно тщательно их делали на участках с переуплотненным грунтом. Вырытые на паломнических маршрутах и на дороге в Дельфы, колеи облегчали проход колесного транспорта, который снова появился много веков спустя – для работы в шахтах и карьерах.

Строительство великих римских дорог было очень трудоемким. Вот так поэт Стаций описывал строительство новой дороги при императоре Домициане между Кампанией и Римом: «Сначала нарезают борозды и снимают верхний слой грунта. Далее полую траншею заполняют другими материалами и готовят основу для дорожного покрытия: основание должно быть прочным и выдерживать нагрузку от трамбовок. Затем впритык друг к другу ставят бортовые камни с обеих сторон и начинают делать дорогу».



Рис. 66. Греческая колейная дорога с боковым ответвлением

Упоминание о полой траншее говорит о том, что в Италии, в отличие от, например, Великобритании, дороги в насыпи не проходили. В Италии дороги были извилистее трасс на вновь завоеванных территориях и на большую длину мостились блоками из твердого камня. Но гравийные дороги шириной примерно 6 метров (обычно встречаются в провинциях, но не в непосредственной близости к крупным городам) сохранили основные очертания качественного дренажа и большую толщину покрытия. Римляне располагали геодезическими инструментами для измерения углов и расстояний, но непонятно, как им удался такой трюк: выравнивание Стейн-стрит на конечную точку – Чичестер, от точки в районе Темзы к востоку от Лондонского моста.

Улицы строились по тому же принципу, что и дороги. Античная Греция в этом отношении уступает Кноссу: место сбора людей в некоторых случаях «огораживалось огромными камнями, зарытыми глубоко в землю», как описывал Гомер, но ведущие туда улицы были узкими, грязными, грунтовыми и без дренажа. Римляне делали тротуары из базальтовых плит еще в ранние годы империи и отводили поверхностные воды с улиц в канализацию, выполненную по этрусской традиции. В новых колониях и городах империи разбивались площади, высота зданий ограничивалась пятью этажами. Однако улицы по современным меркам были узкими, но защищали людей от ветра, который, как и дождь, считался причиной заболеваний.

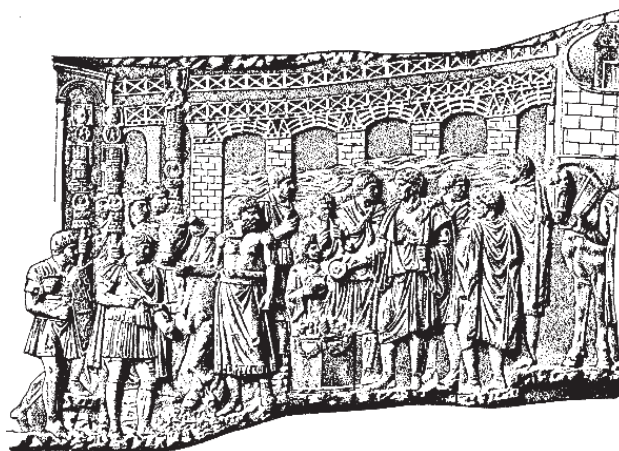


Рис. 67. Мост Траяна с двадцатью промежуточными опорами около Орсова. С рельефа на колонне Траяна, 99 г.

Римские дороги иногда проходили в выемках в твердых скальных породах и даже в тоннелях, но главным достижением инженерии, помимо дорожного полотна, были мосты – средство быстрого транспортного сообщения по всей Европе. Первые мосты были деревянными; деревянные пролетные строения мостов продолжали возводить военные инженеры в отдаленных провинциях, как, например, знаменитый мост Траяна через Дунай возле Железных Ворот (рис. 67), на который, как говорят, похож современный Лондонский мост. Характерная особенность – полукруглая арка с пролетом 5–20 метров; на Фламиниевой дороге (Виа Фламиния), к северу от Рима, длина одного пролета превышала 30 метров. Мосты возводили из больших каменных блоков или (позже) кирпича с бетонным ядром; опоры делали из пуццоланового цемента после выемки грунта внутри плотно скрепленного кольца из свай с железным наконечником (шпунтовой стенки. – *Пер.*). Для уменьшения размывов часто строили волнорезы вверх по течению от свай, земляные насыпи обеспечивали подходы к мосту. Сохранившийся мост, когда-то выдержавший топот легионеров, – лучшее доказательство стремления римлян объединить европейцев: таков мост через Мареккью в Римини, построенный в I веке.

Империи Ближнего Востока преуспели в транспортировании воды. Их методы переняли греки. Геродот, считавший акведук Самоса одним из трех величайших греческих строений, назвал его проектировщика в VI веке до н. э. – Эвпалина из Мегары – первым инженером-гидрологом в истории. На самом деле акведук был на две трети тоннелем; тоннель бурился одновременно с обеих сторон, его первоначальная высота – 5 метров в середине створа. Греки преуспели в механических устройствах. Например, они взяли за основу принцип сифона для передачи воды в трубах на промежуточных высотах: во II веке до н. э. в Пергаме вода поступала на высоту 150 метров в крепость. Возможно, Архимед не изобретал «водяную улитку», но арабские источники связывают его с изысканиями и строительством египетских дамб, а довольно позднего греческого изобретателя Цесибия – с изобретением нагнетательного насоса.

Римляне развивали в империи городскую жизнь, среди ее преимуществ – щедрые поставки воды: императорский Рим получал более миллиона кубических метров воды в день. Большая часть воды поступала в частные дома по стандартизированным свинцовым трубам. Римляне строили акведуки так же искусно, как англичане в Викторианскую эпоху возводили железнодорожные виадуки, часто похожие на римские акведуки. В столицу вода поступала как минимум из дюжины акведуков, которые в основном пролегли под землей и только последние 10 миль шли по равнине с нужным уклоном. При строительстве одного акведука во времена императора Клавдия ежегодно в течение 14 лет транспортировалось 40 тысяч повозок туфа. В провинциях акведуки часто пролегли по глубоким долинам, как в Ниме, где Пон-дю-Гар длиной 275 метров (рис. 68) поднимался на максимальную высоту 50 метров; и как в Сеговии в Испании, где мост-акведук длиной 818 метров до сих пор несет воду. Из нескольких незначительных акведуков в Великобритании наибольший интерес представлял восьмикilометровый акведук, поставлявший воду для мытья золота в Кармартеншире. Римляне вырыли дренажные каналы на реках по всей Европе от По до Кам, реже с навигацией, как в случае с 37-километровым каналом Рейн-Маас. Но их наиболее выдающееся достижение – осушение озера Фуцинус, что прибавило 50 тысяч акров земли поместью императора Клавдия в закрытом бассейне на Апеннинах. Для этого в горах проложили тоннель длиной 4 километра – рекордная протяженность тоннеля, не превзойденная до 1876 года.

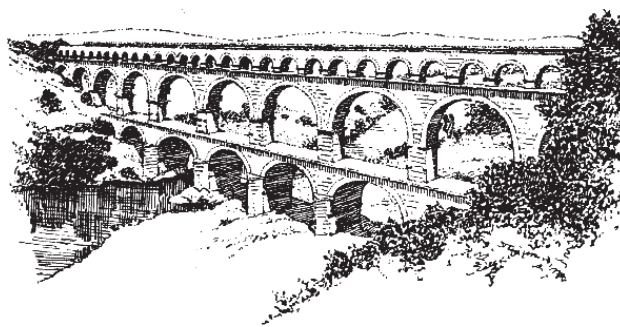


Рис. 68. Римский акведук вблизи Нима, I в.

Древнейшие из известных портовых сооружений находились в Тире и Сидоне, очень впечатляющие строения были в Карфагене до его захвата римлянами. Аппиан писал: «Две ионические колонны стояли перед каждым доком, создавая иллюзию непрерывной галереи в гавани и на острове». В Афинах в Пирее находился большой причал для торговых судов длиной 60 метров, но отличительная черта – эллинги для военных кораблей; на них были подъемные пандусы и крыши с колоннадами; они вмещали 372 судна. Впечатляющее греческое достижение – большой маяк в Александрии, построенный примерно в 280 году до н. э., высотой более 75 метров, с полированными металлическими зеркалами, отбрасывающими от пламени горячей смолянистой древесины луч, видимый за 60 километров. По типу ступенчатого маяка на острове Фарос строили все маяки Древнего мира.

Искусственный порт Рима, Портус Романус, построили на соседней территории после заиления Остии во времена правления первых императоров. Его шестисторонняя внутренняя гавань глубиной 4–5 метров была полмили шириной, с бетонными и кирпичными причалами и основанием из твердых каменных блоков для облегчения подводной выемки грунта. В Лептисе – конечной точке караванных маршрутов Сахары, в 100 километрах к востоку от Триполи, причалы из крупных известняковых блоков поддерживались складскими зданиями с колоннами, некоторые из которых имели платформу чуть выше уровня воды, чтобы удерживать корабли подальше от фактической пристани. В обоих случаях были построены два огромных мола для защиты акватории порта от моря, на оконечности одного из них стоял маяк. Сохранились остатки больших волнорезов в других итальянских портах, например в Путеоле – главном римском порту. В Дуврском проливе римляне возвели по крайней мере три маяка – два в Дувре, один из которых сохранился, и знаменитый двенадцатиэтажный маяк в Булони (рис. 69).

Сложенная без раствора стена Трои почти наверняка была построена раньше знаменитого города Приама и напоминает о том, что у фортификации более продолжительная история, чем у градостроительства. В классические греческие и эллинистические периоды деревянные и кирпичные ограждения заменили каменными; каналы должны были удерживать осаждавших лучников на расстоянии; стены минировали за счет бревенчатых подземных галерей, которые проседали, когда осаждающие поджигали поддерживающие деревянные части строения. Римляне, имея в своем распоряжении организованных легионеров и захваченных рабов, строили очень сложные фортификационные сооружения. Враг входил в город только после того, как сносил несколько последовательных линий стеновых укреплений, каждая из которых защищалась внушительными башнями и рвами. Самая мощная система фортификации была в восточной римской столице – Константинополе, подход к которой ограничивался большими тройными укреплениями. Но римляне возводили сильную оборону не только вокруг своих городов. Каждый лагерь укреплялся в зависимости от времени нахождения на конкретном месте. В Германии и Британии огромные стены преграждали путь от реки до реки и от моря до моря.

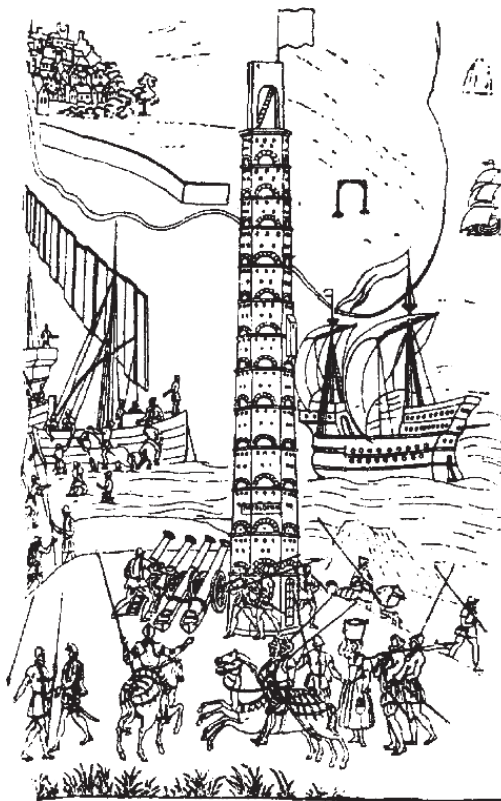


Рис. 69. Маяк в Булони. С английской настенной росписи XVI в.

## Средневековье

Здания и строения в Темные века изысканностью не отличались. В Англии, например, государственные и частные дома до эпохи норманнских завоеваний за редким исключением строились из дерева. Если использовался камень, как для знаменитых англиканских крестов Нортумбрии, предпочитали мягкие породы; по-видимому, не хватало инструментов для работы, к примеру с магнезиальным известняком на севере. О производстве кирпича практически забыли, а каменные работы в Англии вели или по крайней мере контролировали каменщики из Франции или Италии. Уцелевшие стены из расколотых бревен в церкви Гринстеда, графство Эссекс, демонстрируют самый распространенный тип церковного здания, сохранявшийся примерно четыре столетия.

Италия и в меньшей степени империи франков, а также Вестготская Испания сохранили более сильную традицию каменного строительства по типу возведения римской базилики. Этот римский общественный зал разделялся колоннами на неф и коридоры; а с IV века по его образцу строили ранние христианские церкви. Полукруглая апсида устраивалась в восточной части здания, а выступающий портик или неф (*лат. ante-nave* – «корабль» церкви) – в западной; колонны, которые прежде устанавливали в два яруса, теперь ставили в один ряд на каждой стороне нефа, поддерживая стены нефа с верхним рядом окон. О ранней романской архитектуре напоминало немного; выдающееся строение того стиля – собор Карла Великого в Ахене, созданный по образцу итальянской византийской церкви Сан-Витале в Равенне.

Лучшая архитектура Запада основывалась на непрерывающейся римской строительной традиции Константинополя. В 537 году, в эпоху Юстиниана, когда Западную Европу в основном заселяли варвары, возвели большой кирпичный собор Святой Софии с 30-метровыми сводами и удивительным парусом свода, названным так из-за конструкции перевернутых сферических треугольников, передающих вес на углы квадратной башни высотой 55 метров над

мозаичным полом. Посвященный божественной мудрости, собор по-прежнему олицетворяет возвышенную изобретательность человека. В Византии кирпич служил для облицовки либо использовался в кладке попеременно с камнем; каменная кладка была настолько точна, что некоторые здания возводились без раствора. Сильнее всего византийское влияние чувствовалось на севере Италии, где в соборе Сан-Витале в Равенне облегченный купол построили из полых глиняных горшков; а знаменитый мавзолей Теодориха (рис. 70), возведенный в том же городе в то же время (вторая четверть VI века), увенчали сплюснутым куполом из цельного куска известняка диаметром 11 метров. Во времена завоевания Англии норманнами собор Святого Марка в Венеции перестроили в византийском стиле.

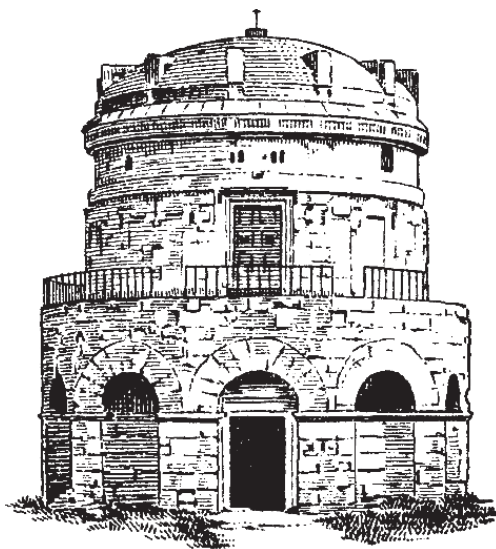


Рис. 70. Мавзолей Теодориха

Романский архитектурный стиль, пришедший через Альпы после визитов высшего духовенства в Рим и миграции итальянских рабочих, энергично внедрялся с начала XI века. Нормандские аббатства Берне и Жюмьеж – достижение итальянского аббата-бенедиктинца; аббатство Жюмьеж, кажется, вдохновило Эдуарда Исповедника основать Вестминстерское аббатство. Со времен Вильгельма I унаследованный архитектурный стиль норманны особенно старательно прививали в завоеванной ими Англии – это прослеживается по частым ссылкам на право разработки карьеров в юридических документах. Лучший материал получали из Нортгемптоншира, Южного Йоркшира и Сомерсета, но все же предпочитали местный камень или камень, легко доставляемый по морю; важные здания в Юго-Восточной Англии построены из известняка из Кана в Нормандии. Из-за сложностей транспортировки каменные блоки делали как можно меньше: внутри толстые стены заполнялись бутовым камнем, который очень часто просто оштукатуривался. Характерной особенностью церквей и замков были полукруглые своды римского происхождения, внешнюю нагрузку которых поначалу распределяли не на контрфорс, а за счет утолщения стен или возведения второго свода под прямым углом – как в нижних проходах часовни Святого Иоанна в лондонском Тауэре. Окна также имели полукруглые своды, часто называемые «нормандскими».

Строительство церкви аббатства Сен-Дени около Парижа, начатое в 1137 году, считается зарождением готического стиля, но отправная точка в Англии – восстановление Кентерберийского собора французским архитектором (на целое поколение позже); только в начале XIII века началось масштабное возведение заостренных арок. Большое преимущество заостренной арки в том, что ее высота не фиксировалась шириной пролета, что позволяло возводить римский крестообразный свод. Самая высокая «парящая крыша» – предмет гордости готиче-

ского собора – составляла приблизительно 50 метров на клиресе в Бове; крыша опиралась на ребра, выходящие из одиночной опоры в трех направлениях, образуя различные арки одинаковой высоты. Кроме того, чем заостреннее арка, тем больше была вертикальная нагрузка; чем арка ниже, тем опаснее была боковая нагрузка. В церквях без центрального прохода, вроде часовни Королевского колледжа в Кембридже, нагрузку от каменной крыши распределили на контрфорс. Проблему с центральным проходом триумфально решили французские архитекторы, изобретая летающий контрфорс, как в Вестминстерском аббатстве. В структуре Солсберийского собора середины XIII века просматривается каркасная форма здания, доведенная до совершенства после 1500 года. К тому времени стены были рамами для красивых витражей, а узкие опоры, достигающие вверного свода, увеличивали иллюзию простора.

Качество строительства очень зависело от работы каменщика. В XIV веке работали со всеми породами английского камня, начиная с портлендского камня при перестройке Вестминстерского аббатства в эпоху Генриха III и заканчивая алебастром (гипсом) из Северо-Восточного Мидленда для вырезания объемных портретов и алтарного ретабло; каменные материалы массово экспортировались. Чтобы сэкономить транспортные расходы, основную обработку камня проводили в карьере, служившем опытным полигоном каменщиков и даже строительных мастеров, которые, как современные наемные рабочие, трудились бок о бок с теми, кого контролировали. Было три класса рабочих: свободные каменщики, названные так за умение гравировать строительный камень (*англ.*

## **Конец ознакомительного фрагмента.**

Текст предоставлен ООО «ЛитРес».

Прочитайте эту книгу целиком, [купив полную легальную версию](#) на ЛитРес.

Безопасно оплатить книгу можно банковской картой Visa, MasterCard, Maestro, со счета мобильного телефона, с платежного терминала, в салоне МТС или Связной, через PayPal, WebMoney, Яндекс.Деньги, QIWI Кошелек, бонусными картами или другим удобным Вам способом.