

А 8652.8

Н.И. Дятчин

ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ТЕХНИКИ

ДЛЯ СТУДЕНТОВ
ВУЗОВ



ББК 30г

Д 99

Рецензенты:

доктор экономических наук, профессор *В. А. Бородин*
к.т.н., доцент *В. М. Роговой*

Дятчин Н.И.

История развития техники: Учебное пособие. — Ростов н/Д: Феникс, 2001. — 320 с. — (Учебники «Феникса»).

ISBN 5-222-02136-х

Освещена история развития техники с момента ее зарождения до эпохи индустриализации в тесной связи с достижениями науки и основными процессами социально-экономической жизни. Приведены данные о научно-технических изобретениях и открытиях, выдающихся деятелях науки и техники.

Предназначена для студентов при изучении курсов по истории техники, а также истории отечества и др. технических и естественнонаучных дисциплин, может быть полезна учащимся колледжей и лицеев, преподавателям, специалистам различных отраслей техники, а также широкому кругу читателей, интересующихся вопросами науки и техники.

ISBN 5-222-02136-х

ББК 30г

© Н. И. Дятчин, 2001

© «Феникс», оформление, 2001

ПРЕДИСЛОВИЕ

После полувекового забвения и игнорирования в системе вузов, и прежде всего технических, наконец-то наметилась тенденция к возрождению существовавших ранее курсов по истории техники. Тем самым был ликвидирован провал, разделявший науки технического и гуманитарного профиля, устранен барьер на пути гуманитаризации и гармонизации высшего технического образования, повысился его престиж. И это нельзя не приветствовать.

К сожалению, большая часть литературы по истории техники, вышедшей в 50–70-х гг., устарела, новой почти не прибавилось и вновь, как и полсотни лет назад, преподаватели вынуждены начинать чтение курса в условиях полного отсутствия учебников и учебных пособий, практически «с нуля».

Чтобы восполнить этот пробел, автором в 1999 г. было опубликовано справочное пособие «История развития техники», в котором представлена хронология развития техники от каменного топора до современных космических кораблей. Но в силу ограниченности объема (3,5 п. л.) оно не могло заменить полноценное учебное пособие, потребность в котором в связи с расширением контингента изучающих историю техники резко возросла.

Предлагаемая книга написана в первую очередь для студентов инженерно-технических специальностей вузов, но может быть использована и всеми другими специальностями, включая гуманитарные. В условиях дефицита литературы по истории техники данное пособие может быть полезно и специалистам различных отраслей техники, преподавателям и всем интересующимся историей развития науки и техники.

Книга написана с использованием материалов и опыта, накопленных автором в процессе многолетнего преподавания различных курсов по истории техники, чтения научно-популярных лекций, а также проработки исторических аспектов при подготовке общетехнических и специальных курсов.

Отличительной особенностью курсов по истории техники является многообразие охватываемых отраслей техники и огромный временной интервал, которые определяют насыщенность курса событиями, именами и датами. Поэтому, чтобы уложиться в ограниченные рамки учебного пособия, но при этом не ограничиваться лишь хронологическим перечислением событий, автор придерживался дифференцированного подхода к изложению материала. Более подробно освещались те направления и отрасли техники, которые являлись наиболее важными и определяющими в рассматриваемую эпоху.

Чтобы проще ориентироваться в обилии имен, дат и терминов учебник снабжен своеобразным справочником-путеводителем в виде именного, хронологического и предметного указателей.

Особое внимание уделено технической терминологии, владение которой является показателем грамотности и технической культуры специалиста, инженера. Поэтому в процессе изложения материала в скобках приводятся этимологические справки о происхождении упомянутых терминов.

В заключение автор приносит благодарность рецензентам, В.А.Бородину — д.э.н., профессору, директору института проблем промышленного развития, исполнительному директору Союза промышленников Алтайского края; В.М. Роговому — к.т.н., доценту, заместителю начальника инструментального отдела ОАО «Алтайдизель», а также своим коллегам, Е.Ю. Татаркину — д.т.н., профессору, члену-корреспонденту Сибирского отделения АН высшей школы; В.Д. Гончарову — к.т.н., профессору, академику Международной академии информатизации; Т.А. Аскалоновой — к.т.н., доценту за поддержку, знакомство с рукописью, ее обсуждение, высказанные ценные замечания и пожелания.

Автор надеется, что данное пособие привлечет внимание не только студентов и преподавателей вузов, но и более широкого круга читателей, интересующихся историей мировой и отечественной техники и науки. Вместе с тем с благодарностью примет все замечания, предложения и пожелания, направленные на улучшение содержания и оформления книги.

Автор

ВВЕДЕНИЕ

ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ И СТАНОВЛЕНИЯ ПРЕДМЕТА

Интерес к истории развития техники в нашей стране является традиционным и имеет глубокие корни. Еще в XIX в. отечественными учеными было опубликовано немало исследований по различным отраслям науки. Но вначале это были исследования ученых-одиночек, не координированные в общегосударственном масштабе.

С начала XX в. начался и новый этап в развитии истории техники как самостоятельного научного направления, в становлении организационных форм исследовательской деятельности. В учебные программы средних и высших технических учебных заведений стали включаться курсы по истории техники; широкую практику получило чтение лекций по истории различных отраслей техники в народных университетах, домах культуры, музеях. Этой же тематике начали посвящаться многие научные съезды и конференции, исследования во вузах страны.

Резко возросший интерес к прошлому техники и истории ее развития предопределил организационные меры по развитию историко-технических исследований и становлению истории техники как самостоятельной науки в общегосударственном масштабе. В 1922 г. при Академии наук была создана «Комиссия по истории знаний», выпустившая ряд книг по технико-исторической тематике. При научно-инженерных обществах начали организовываться группы исследователей по истории техники, вышли из печати первые работы Ю.К. Милонова, В.В. Данилевского, А.И. Сидорова и др. ученых.

Дополнительный импульс расширению исследований, становлению истории техники как науки и организации

ее преподавания придали решения ноябрьского 1929 г. Пленума ЦК ВКП(б) «О подготовке технических кадров». В них прямо указывалось на необходимость введения курса истории техники в программы технических учебных заведений. С этого времени предмет истории техники стал считаться обязательным, начали разрабатываться программы и организовываться специальные кафедры истории техники. Стали разворачиваться исследования по истории техники и в системе АН СССР, в рамках созданного в 1932 г. Института истории науки и техники.

Следующим важным этапом явилась организация в 1944 г. Комиссии по истории техники при Отделении технических наук АН СССР, в состав которой вошли академики А.А. Байков, И.П. Бардин, Г.М. Кржижановский и др. видные отечественные ученые. Главное внимание историков техники в послевоенное время было сосредоточено на использовании отечественного научного наследия, активизации исследований, прерванных войной. Повышенное внимание к истории развития техники обусловило новую постановку вопроса о ее преподавании. В результате широкого обсуждения проблемы 14.01.48 г. вышел важный приказ Министра высшего образования СССР «О преподавании истории науки и техники в высших учебных заведениях». Он в очередной раз подтвердил необходимость преподавания истории науки и техники в вузах и организации соответствующих кафедр.

Стали восстанавливаться расформированные в годы войны кафедры истории техники, возобновляться их научная и педагогическая деятельность, создаваться необходимые программы, учебники и учебные пособия. И результаты не замедлили сказаться — резко возрос интерес к техническим знаниям, поднялся престиж технических учебных заведений.

На начало 50-х гг. приходится пик активности историко-технических исследований и совершенствования системы преподавания. Правда, не обошлось и без «перекосов». Одержимые духом патриотизма некоторые историки техники начали искать первооткрывателей только в своей стране, обозначились тенденции к пропаганде приоритетности «советской», «социалистической» науки и

техники, были в известной степени утрачены принципы объективности и интернационализма.

С середины 50-х гг. наметились спад активности технико-исторических исследований, заметное охлаждение к пропаганде знаний истории техники, исключение этого предмета из вузовских программ. С 1956–58 гг. преподавание истории техники в вузах начало вообще сворачиваться, стали закрываться или перепрофилироваться кафедры истории техники. Раздутые до неприличия и в корне идеологизированные курсы «История КПСС», «Марксистско-ленинская философия» и прочие, курируемые непосредственно ЦК КПСС, стали теснить не только общинженерные, но и профилирующие дисциплины в технических вузах.

В результате курс истории техники оказался в числе тех, которые вообще оказались «за бортом». Более того, из учебников по техническим дисциплинам стали исчезать традиционные разделы, посвященные истории развития соответствующих областей техники. Сыграли свою негативную роль не только партийно-политические установки, но и объективные причины, связанные с наступлением научно-технической революции, развитием и распространением технократических концепций.

Перестройка системы высшего образования в последние годы не могла не коснуться и отношения к истории техники — обозначился процесс ее возвращения в лоно технического образования, исправления исторической несправедливости.

О НЕОБХОДИМОСТИ ИЗУЧЕНИЯ ИСТОРИИ ТЕХНИКИ

В настоящее время деятельность человека в технической области приобретает всеобъемлющее значение, вовлекая в свою орбиту все большее количество людей, призванных решать те или иные технические вопросы. Техника все больше вторгается в жизнь и быт всего населения. Именно технические, производственные потребности человека во все времена являлись двигателями научного прогресса, выдвигая все новые задачи перед фундаментальными, прикладными и естественными науками.

Изучение истории развития техники дает возможность проследить закономерности технического развития, выявить, как в процессе совершенствования производства человек научился познавать законы природы и овладевать ими, открывать новые стороны и свойства предметов, устанавливать связь между техникой, наукой и другими областями человеческой деятельности.

Установление закономерностей развития той или иной отрасли техники, оценка различных идей и изобретений на разных этапах этого развития позволяют вырабатывать критическое отношение к современным техническим достижениям, их правильному осмыслению и пониманию, дают возможность среди множества выделить наиболее перспективные и ценные для будущего.

Опыт прошлого в области техники никак нельзя сбрасывать в «корзину» истории, как ненужный хлам, напротив, его нужно максимально использовать, заставляя работать на будущее. Исследуя развитие любого механизма или машины в исторической и хронологической последовательности, можно не только установить определенные закономерности и тенденцию развития, но и натолкнуться на техническую идею, которая оставалась ранее нереализованной из-за несовершенства технологии, отсутствия необходимых материалов, неостребованности на данном уровне развития общества и др. причинам. От зарождения первых идей до появления технических проектов и от разработки последних до их внедрения могут проходить многие годы, века и даже целые тысячелетия.

Важнейшей задачей любого специалиста является овладение огромным запасом опыта и знаний, накопленных предыдущими поколениями, и их использование применительно к нуждам современной жизни. Без должного внимания к историческим аспектам развития техники и диалектике этого развития при подготовке специалиста его знания будут в известной степени ущербными и пассивными.

Теоретические знания могут быть прочными, активными и сознательными, когда они соединены с жизненным опытом и бытовым умением, а мышление развито

не только с технической, но и с историко-культурологической стороны, что делает личность не только полезной, но и интересной для окружающих. Любой специалист не должен быть технократом, как подчеркивал выдающийся русский историк В.О. Ключевский: «Определяя задачи и направления своей деятельности, каждый из нас должен быть хоть немного историком, чтобы стать сознательно и добросовестно действующим гражданином».

Актуальность истории техники как педагогического средства заключается в том, что любой предмет изучения неотделим от истории его возникновения, которая во многом помогает постигать его внутреннюю сущность. Изучение истории развития техники заставляет повторять забытые факты и положения из общетехнических и специальных курсов, что способствует лучшему усвоению и более глубокому овладению всем комплексом предметов.

Сведения исторического характера, приводимые лектором при чтении технических дисциплин, имеют не только большое познавательное значение, но и способствуют их оживлению, эмоциональному восприятию и лучшему запоминанию, что, впрочем, не исключает необходимости специального курса истории техники во всех учебных заведениях от школы до вуза. Это убедительно доказали такие известные ученые-педагоги, как В.В. Данилевский, В.С. Виргинский, И.Я. Конфедератов и др.

Курс истории техники является своеобразным мостиком, соединяющим технические и гуманитарные науки, технику и историю, составляющих диалектическое единство. Его изучение во многом способствует развитию перспективной тенденции гуманитаризации технического образования и технизации гуманитарного, которая в конечном счете может привести к становлению единого высшего образования — прообраза высшей школы будущего.

Далеко не всегда спорные вопросы приоритета решались в истории справедливо, нередко возникали споры и раздоры между изобретателями и претендентами на изобретения, имели место фальсификации и беззастенчивые плагиаты, проходили международные суды и заседания конфликтных комиссий. Нельзя забывать о необходимо-

сти уважения к творческому наследию отечественных ученых и деятелей техники, о непримиримости к предпринимавшим на Западе попыткам принизить их вклад в мировую науку и технику.

Безусловно, историей техники должны заниматься в первую очередь специалисты техники, которым проще вникнуть в исторический аспект проблемы, чем историку овладевать всеми тонкостями технических проблем. В отличие от «чистых» историков, которые в своих исследованиях обычно не поднимаются выше летописно-фактографического уровня, специалисты разнообразных отраслей техники способны всесторонне раскрыть техническую сущность собранного материала, произвести детальный технический анализ и дать объективную научную оценку деятельности пионеров науки и техники.

Важно не только установить, что, когда, где и кем было сделано, но и ответить на вопросы: почему, зачем и каким образом было разработано то или иное техническое средство. На смену стереотипу летописной хроники должен прийти глубокий анализ, раскрывающий техническую сущность, тенденции и закономерности развития исследуемого объекта. Тем не менее можно констатировать полезность и необходимость занятости в этой области науки как философов и представителей технического знания, так и ученых, соединяющих в себе оба начала.

Основные понятия и закономерности развития техники

По современному определению, техника (от гр. *techné* — искусство, мастерство) — это совокупность средств человеческой деятельности, созданных для осуществления процессов производства и обслуживания непродовольственных потребностей общества. В ней материализованы знания и производственный опыт, накопленные человечеством в процессе развития общественного производства.

В более узком и собирательном смысле под техникой подразумеваются машины, механизмы, приборы, устройства, орудия той или иной отрасли производства. Этот термин часто употребляется также для совокупной характеристики навыков и приемов, используемых в какой-либо

сфере человеческой деятельности, и является синонимом мастерства.

Часто в понятие техники и в объекты технических наук включается также технология (от гр. *tecne* + *logos* — слово, учение) — совокупность производственных процессов в определенной отрасли производства, а также описание способов производства. Дело в том, что техника и технология, образно говоря, это два колеса на единой оси поправки, на которые опирается любое производство.

Объектом истории техники является в первую очередь сама техника, поэтому ее можно определить как науку, изучающую закономерности развития техники в условиях различных общественно-экономических формаций. Изучая структуру и свойства техники, история техники носит характер технической науки, а изучая процесс развития техники и исследуя влияние общественных условий на ее развитие, она носит характер общественной науки — в этом состоит дуализм истории техники как науки. Техника, являясь элементом производительных сил, неразрывно входит в способ производства и производственные отношения, поэтому сведение техники только к средствам труда не раскрывает полного содержания этого термина.

Техническая деятельность человека не является изолированной и узкоспециализированной, ибо при разработке любых объектов техники необходимо учитывать целый ряд не только технических, но и экономических, экологических, эстетических и иных социальных требований, определяемых той областью материального производства, где техника создается, и той сферой общественной жизни, где она используется.

Вся история материального производства является вместе с тем историей познания всех его сторон, ибо без соответствующих знаний было бы невозможным как развитие и совершенствование предметов и средств труда, так и процесса трудовой деятельности. По мере развития производства не только существенно меняется техника, но и все более возрастают положение и роль науки в общественном производстве, которая все больше сращивается с техникой и становится ведущим фактором.

Система «человек — техника» занимает центральное место в технологическом способе производства и от характера и взаимосвязей элементов этой системы зависят их роль и положение в производственном процессе. С этой точки зрения, в развитии техники можно выделить три этапа: инструментализация, механизация и автоматизация.

ТЕХНИКА И ИНЖЕНЕР

Техническая деятельность возникла в процессе антропосоциогенеза на самых ранних этапах становления человеческого общества. Создание техники является результатом решения технической задачи в процессе разрешения технических противоречий.

В первобытном обществе в силу перемены видов труда техническая деятельность еще не имела самостоятельности, которую она стала приобретать в период отделения ремесел от земледелия и скотоводства, когда стал формироваться основной субъект технической деятельности — ремесленник. По мере перехода к классовому обществу и цивилизации, дифференциации и интеграции труда происходили дальнейшее развитие технической деятельности и Появление его спорадических форм в виде городского ремесла и зачатков инженерной деятельности.

Развитие мануфактуры привело к возникновению новых форм технической деятельности, субъектами которой наряду с ремесленниками становились и работники мануфактур. Одновременно быстрыми темпами шло формирование технических наук и инженерной деятельности.

Промышленная революция окончательно закрепила в качестве основного субъекта технической деятельности наемного промышленного рабочего. В эпоху наступления научно-технической революции с развитием технических наук и высшего технического образования, обусловивших появление новых форм технической деятельности, ее основными субъектами становятся инженер и рабочий.

Термин «инженер» (фр. *ingenieur* от лат. *ingenium* — ум, изобретательность, врожденные способности) появился

и получил большое распространение в Западной Европе в XIII–XIV вв. В XVII в. через французский и немецкий языки это слово проникло и в Россию. История инженерной деятельности тесно связана с историей цивилизации и закономерностями развития техники, достижения которых в значительной степени были обеспечены трудом и творчеством этой категории технических работников.

Первый (праинженерный) этап был этапом становления инженерной деятельности в эпоху рабовладельчества, связанным главным образом со строительством и архитектурой. Он ознаменовал собой резкий скачок в развитии общественных форм технической деятельности, первый узловый момент ее истории. Наиболее выдающимися инженерами этой эпохи были выходцы знаменитой Александрийской школы: Герон Александрийский, Ктесибий, Архимед, а также римский архитектор Марк Витрувий Поллион, написавший труд «Десять книг об архитектуре».

Второй (прединженерный) этап инженерной деятельности начался в эпоху Возрождения и развивался в условиях феодализма и зарождения машинного производства. Основной сферой инженерной деятельности продолжает оставаться строительство, а также создание военной техники (метательных, стенобойных и др. машин). И потому в «Энциклопедии» Дидро и Д'Аламбера инженер определяется как строитель воинских укреплений и машин. Самым выдающимся инженером эпохи Возрождения был Леонардо да Винчи, художник, архитектор, механик, экспериментатор и изобретатель, гениальность которого была подкреплена обширными техническими знаниями.

Третий этап становления инженерной деятельности имел место в эпоху промышленного переворота и распространения рабочих машин на базе парового двигателя.

Четвертый этап представлял развитие инженерной деятельности на основе системы машин и технических наук в условиях монополистического капитализма (империализма). В середине XIX в. развитие науки, вызванное потребностями материально-технического производства, привело к возникновению социальных институтов технических наук и научно обоснованной технической

деятельности, которая с этого времени стала считаться инженерной

С этих пор техническая подготовка производства становится по преимуществу инженерной и, прежде всего, конструкторской и технологической, а инженер — это уже главным образом машиностроитель. К. Маркс и Ф. Энгельс считали инженерную деятельность чисто промышленной отраслью, связанной с сознательным применением науки, а инженеров — научно образованными работниками.

Пятый этап — формирование современного инженера в эпоху научно-технической революции. Во второй половине XX в. происходит качественный скачок в развитии социальной функции науки как непосредственной производительной силы. Носителями этой функции становятся инженеры, деятельность которых и является основным каналом превращения науки в непосредственную производительную силу.

По современному определению, инженер — это специалист в какой-либо области техники с высшим техническим образованием. Инженерные разработки поглощают основную долю затрат при создании новой техники, а количество инженеров, как правило, значительно превышает количество научных работников и продолжает расти в той же пропорции. При производстве новых уникальных технических объектов трудозатраты инженеров равны, а часто и превышают трудозатраты рабочих.

Таким образом, инженерная деятельность представляет собой развитую форму технической деятельности, которая получила относительную самостоятельность и стала социальным институтом в результате разделения труда и развития производительных сил и производственных отношений. Современная инженерная деятельность представляет собой наиболее зрелую форму трудовой деятельности, непосредственно направленной на решение технических задач и создание техники. Техника есть то единое, что объединяет всех инженеров, независимо от того, в какой сфере общественной жизни используется их труд.

Инженерную деятельность нельзя отождествлять с научной, в том числе и в области технических наук. Если

ученый преследует познавательные цели, то перед инженером всегда стоит конкретная практическая задача — создать технический или технологический объект, причем в течение ограниченного промежутка времени и с минимальными затратами. Инженерная деятельность имеет смысл лишь тогда, когда ее результаты имеют практическую реализацию, инженер несет ответственность за технические решения в течение всего срока эксплуатации технического объекта, вплоть до замены его более прогрессивным.

Инженерная деятельность — это техническое применение науки, направленное на производство техники и удовлетворение общественных технических потребностей. Однако наличие принципиальных различий научной и инженерной деятельности вовсе не означает, что их нельзя совмещать. Творчество выдающихся деятелей науки и техники, таких как Архимед, Леонардо да Винчи, М.В. Ломоносов, И.В. Курчатов, И.П. Бардин, С.П. Королев и др., убедительно доказывают необходимость и возможность перемены труда, перехода от научной к инженерной деятельности и наоборот.

Средствами инженерного труда служат научные знания, результаты научной деятельности проявляются в виде готовых методик расчета, формул, зависимостей, правил, нормативов и других средств подготовки производства. Результаты инженерной деятельности, в свою очередь, являются средствами труда рабочих, которые опосредствуют воздействие инженера на технику.

Таким образом, инженерная деятельность представляет собой устойчивый, относительно самостоятельный вид технической деятельности, обладающий качественной определенностью и отличающийся от материально-производственной деятельности рабочих, научных работников и других специалистов, занятых в сфере производства и использования техники. Инженер выступает в роли основного источника технического прогресса, доказательством чего является постоянно увеличивающаяся доля затрат инженерного труда при создании современных технических объектов.

Основными инженерными специальностями являются: инженер-исследователь, инженер-конструктор (про-

ектировщик) и инженер-технолог. Первый выполняет функции сбора и обработки информации, второй — подготовку рабочего проекта, третий — его реализацию. Инженерам-технологам принадлежит ведущее место не только в структуре инженерной профессии, но и в производстве, поскольку они аккумулируют результаты деятельности всех других инженеров. Это профессия широкого профиля, так как технолог приходится выполнять не только свои собственные, но и функции проектировщика, производителя и эксплуатационника.

Профессиональный путь технического специалиста не совпадает с инженерным, хотя высшее техническое образование является необходимым как для первого, так и для второго. На практике уже отчетливо просматривается деление на технических специалистов и инженеров, необходимо лишь юридическое оформление этого разделения.

Технические вузы уже давно выпускают не инженеров, а лишь дают высшее техническое образование, создавая предпосылки для практической технической деятельности. Квалификация же приобретается в процессе инженерной деятельности после определенного периода самостоятельной трудовой деятельности по решению практических технических задач. Только после этого может произойти становление инженера, а может и не состояться.

Инженерное образование не совпадает с высшим техническим, так как последнее уже стало обязательным для некоторых групп высококвалифицированных рабочих. И не все специалисты, имеющие инженерное образование и занимающие инженерные должности, в действительности занимаются инженерной деятельностью. Инженерами являются лишь те из них, труд и творчество которых непосредственно направлены на создание и использование техники, вне техники они, естественно, лишаются предмета своей деятельности.

ВЛИЯНИЕ НАУКИ И УЧЕНЫХ НА РАЗВИТИЕ ТЕХНИКИ

На протяжении всей истории человеческого общества роль науки в развитии техники и техническом прогрессе непрерывно возрастала.

Несмотря на то, что возникновение и развитие естественных и точных наук, и прежде всего астрономии, математики и механики, во все времена было обусловлено потребностями производства, связь науки с производством и техникой, соответственно, в ремесленный период была односторонней. Обратное воздействие наук на производственную технику осуществлялось спорадически, поскольку сама техника в своем развитии опиралась не на выводы, добытые наукой, а на запас накопленных к тому времени эмпирических знаний. Поэтому и сама наука, оторванная от практики и находившаяся под влиянием религиозной идеологии, имела схоластический характер.

В период мануфактуры поток информации, направляющейся от науки к технике, значительно увеличился, однако систематическое применение науки в производстве началось лишь в XVIII в. с началом промышленного переворота. С этого времени начался быстрый рост числа изобретений и открытий и ускорение их внедрения в производство.

Техника является основной составляющей системы «наука — техника — производство», которая включает целый ряд взаимосвязанных звеньев, образующих единую цепь, ведущую от фундаментальных естественнонаучных исследований через технические науки и проектно-конструкторские разработки к внедрению в производство. Развиваясь на основе науки, техника ставит перед наукой новые задачи и совершенствует средства научной деятельности. Если в прошлом техника в основном представляла собой аккумулированные в средствах труда эмпирические знания и опыт, то сейчас она все больше представляет непосредственную материализацию научных знаний.

Роль новаторов и изобретателей в развитии техники. Технический уровень любого государства во многом определяется его изобретательским потенциалом, который формируется под влиянием научно-технической среды, в которой готовятся инженерные кадры.

История техники изобилует множеством всевозможных, в том числе и гениальных изобретений и открытий, которые, согласно легендам, нередко повторяемым в ли-

тературе, были выполнены по воле случая, в результате внезапного озарения.

В действительности случайным является лишь сам факт появления того или иного события, которое к тому времени уже было подготовлено всем предыдущим ходом развития техники, соединением труда и разума. Недаром знаменитый ученый и изобретатель Т. Эдисон говорил: «Гений — это десять процентов вдохновения и девяносто потения». Необходимость, назревшая потребность в том или ином техническом совершенствовании прокладывает себе дорогу через массу случайностей, что иногда и порождает наивную веру во всемогущего гения и решающую роль случая.

Изобретатель должен не только обладать трудолюбием и оптимизмом, но быть диалектиком и владеть методом исторического анализа, чтобы все правильно расставить на полках моральных и интеллектуальных ценностей. Забытые приемы, орудия и технологии наших предков представляют зарытые клады, остающиеся невосребованными. Поэтому многие современные изобретения являются лишь повторением забытого опыта предшествующих поколений.

Инженерная деятельность — это не только труд, но и познание, общение и творчество. Критерий технического творчества в инженерной деятельности закреплён юридически в «Положении об открытиях, изобретениях и рационализаторских предложениях», согласно которому изобретением «признается новое и обладающее существенными отличиями техническое решение задачи в любой области народного хозяйства, социально-культурного строительства или обороны страны, дающее положительный эффект».

В отличие от изобретения новизна рационализаторского (от лат *rationalis* — разумный, рациональный; *ratio* — разум) предложения носит местный (локальный) характер и имеет значение лишь для одного или группы предприятий. Во многих случаях рацпредложения являются устаревшими или «отложенными» изобретениями. Изобретения в основном являются прерогативой инженерно-технических работников, а рацпредложения — передовых рабочих-рационализаторов.

Мы можем по праву гордиться выдающимися достижениями технической мысли отечественных деятелей науки и техники. Благодаря им в нашей стране были заложены концепции многоступенчатых ракет, созданы первые экспериментальные ракеты, запущен первый искусственный спутник Земли, первым человеком в космосе стал также наш соотечественник. С 1950 г. половина трансурановых элементов была открыта отечественными учеными; неоспорим их вклад в разработку теории цепных реакций, теории света и радиоволн, открытие лазеров, современную аэродинамику, сверхвысокое давление и сверхнизкие температуры, металлургические технологии и др.

ГЛАВА 1. ПЕРВОБЫТНАЯ ТЕХНИКА

(500—4 тыс. до н. э.)

1.1. ПРОИСХОЖДЕНИЕ ЧЕЛОВЕКА И ПЕРВОБЫТНОГО ОБЩЕСТВА

ПЕРИОДИЗАЦИЯ ИСТОРИИ ПЕРВОБЫТНОГО ОБЩЕСТВА

Американский историк и этнограф Льюис Морган предложил разделять историю в зависимости от уровня развития хозяйства и материальной культуры на три эпохи: дикость, варварство и цивилизация. Каждая эпоха в свою очередь делится на ступени. Так, низшая ступень дикости начинается с появления древнейшего человека, средняя — с возникновения рыболовства и применения огня, высшая — с изобретения лука и стрел. Низшая ступень варварства начинается с возникновения гончарного дела, средняя — с введения скотоводства и поливного земледелия, высшая — с появления железа. Цивилизация делится на античную — со времен Древнего Рима и современную.

Однако применительно к истории техники наиболее подходящей является археологическая периодизация, предложенная в 1816 г. датским археологом Кристианом Томсенom. В ее основу положены материалы, из которых выполнены орудия труда. Именно используемые материалы являются важным, а для доисторических времен определяющим критерием материального производства.

Правильность такого подхода отмечал и К.Маркс: «...доисторические времена делятся на периоды на основании естественнонаучных, а не так называемых исторических изысканий, по материалу орудий и оружия: каменный век, бронзовый век, железный век» (Маркс К.,

Энгельс Ф. Соч. Т. 23. С. 191). В соответствии с такой периодизацией первобытная история делится на века (каменный, бронзовый и железный), века — на эпохи, эпохи — на периоды (ранний и поздний), а периоды на культуры, названные по первому месту археологических находок.

Рассматриваемый в данной главе каменный век делится на три эпохи: палеолит (от греч. *palaios* — древний + *lithos* — камень) — древнекаменный век, мезолит (от *mesos* — средний) — средний каменный век и неолит (от *neos* — новый) — новый каменный век. В свою очередь древнекаменный век (палеолит) делится на нижний (ранний или древний) и верхний (поздний).

ПРОИСХОЖДЕНИЕ И ЭВОЛЮЦИЯ ЧЕЛОВЕКА

Первые человекообразные приматы под названием гоминиды (от лат. *homo* — человек) появились более 10 млн лет назад. Общим предком человека и нынешних человекообразных обезьян (шимпанзе, гориллы) считаются дриопитеки (от греч. *dryas* — дерево + *pithekos* — обезьяна), что дословно означает — лесные обезьяны. Из этого антропоида (от гр. *anthropoeides* — человекообразный), согласно версии специалистов, выделилась ветвь наиболее крупных особей, которые, очевидно, не выдерживая конкуренции на деревьях, предпочли спуститься на землю.

Биологическое развитие одних, из которых, в частности произошли современные гориллы, пошло по пути увеличения размеров тела и физической силы, позволивших им бороться за свое существование. А из более прогрессивной ветви дриопитеков, мозг которых стал развиваться быстрее, вышли удабнопитеки (от грузинской местности Удабно) и рамапитеки (от Рама — героя индийской мифологии), облик которых был еще более сходным с человеческим.

Дальнейшее развитие антропоидов привело к тому, что некоторые из них начали передвигаться на задних конечностях, что освободило передние для использования подручных предметов, а вертикальное положение расширило кругозор и интенсифицировало развитие головного

мозга. Таким образом, примерно 4 млн лет назад, на арену жизни вышли австралопитеки (от лат. *australis* — южный), которые передвигались на задних конечностях, охотились на животных и питались мясной пищей. Последняя, благодаря большей питательности и лучшей усвояемости, способствовала их ускоренному развитию, особенно головного мозга. Так возник вид «человека прямоходящего» (*Homo erectus*).

Австралопитеки еще не умели ничего производить сами, они лишь приспосабливались к среде обитания с помощью природных орудий (камней и палок), то есть по уровню своего интеллектуального развития они не намного отличались от современных человекообразных приматов. Решающим в становлении человека (антропогенезе) и выделении его из остального животного мира как «человека умелого» (*Homo habilis*) стал переход к изготовлению орудий. Как отмечал Ф. Энгельс: «... ни одна обезьянья рука не изготовила когда-либо хотя бы самого грубого каменного ножа ... Труд начинается с изготовления орудий» (Маркс К., Энгельс Ф. Соч. Т. 20. С. 487, 491).

Наиболее древним из всех известных первобытных людей считаются питекантропы (от греч. *pithekos* + *anthropos* — человек), что в буквальном смысле означает — обезьяночеловек. Питекантропы населяли землю около 500 тыс. лет назад и создали дошелльскую культуру раннего палеолита. В черепе питекантропа сочетались специфические черты как обезьяны, так и человека, причем объем его мозга был в 1,5–2 раза больше, чем у современных человекообразных обезьян. Так что питекантропы могли не только пользоваться камнями и палками, но и изготавливать примитивные орудия труда, намеренно разбивая одни камни с помощью других и выбирая наиболее подходящие обломки.

Формирование человека происходило в различных природных условиях, что не могло не отражаться на характере его деятельности и применяемых орудиях. Изменение климата было связано с перемещением ледников, которые периодически наступали и отступали. В шелльскую эпоху климат был очень теплым, растительность вечнозеленой, водились теплолюбивые животные.

Увеличение оледенения и заметное похолодание происходило в ашэлье, но самое длительное и значительное — в мустье. На следующей, более высокой по сравнению с питекантропом стадии развития находился синантроп (от лат. Sina — Китай), что буквально переводится «китайский человек». Синантропы обитали около 400–150 тыс. лет назад, в шелльский и ашэльский периоды раннего палеолита, уже умели изготавливать каменные, костяные и деревянные орудия и утварь, а также владели членораздельной речью.

Еще более развитыми были неандертальцы, останки которых были впервые найдены в Германии, в долине Неандерталь. Они населяли землю около 200–45 тыс. лет назад, в мустьерскую эпоху раннего палеолита. Невысокого роста, сильные и мускулистые, они сумели хорошо приспособиться к суровым условиям того времени. Основным оружием неандертальцев было копье, а важнейшим занятием — коллективные способы охоты, объединявшие всех членов группы. Самым главным достижением неандертальского человека было овладение искусством добывания огня трением (сверлением) и ударом (высеканием искр).

В заключительный, мустьерский период раннего палеолита землю населяли кроманьонцы, останки которых были впервые обнаружены в гроте Кро-Маньон во Франции. Мозг кроманьонцев, если судить по строению черепа, практически уже не отличался от мозга современного человека, а руки были способны выполнять самые различные трудовые операции, в том числе и очень сложные. Поэтому кроманьонцев и всех людей, населяющих землю после них, принято считать *Homo sapiens* — человеком разумным, то есть мыслящим.

Определенное представление об уровне интеллектуального развития дают данные о вместимости черепа, соответствующие объему мозга: гориллы — 600–685, питекантропа — 800–900, синантропа — 1000–1100, современного человека — 1200–1700 см³.

ФОРМИРОВАНИЕ ОБЩЕСТВЕННЫХ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОТНОШЕНИЙ В ПЕРВОБИТНОМ ОБЩЕСТВЕ

Первоначально первобытные люди жили стадами (ордами) в 20–40 человек, отношения в которых были унаследованы от предков (обезьян) и характеризовались индивидуализмом и чисто животным эгоизмом. Стада возглавлялись стихийно выдвинувшимся вожаком. Этот начальный, дородовой этап первобытнообщинного строя, относящийся к эпохе древнего палеолита, назывался «первобытным человеческим стадом». С него началось становление человеческого общества, а переходом от «стада» к роду завершилось его формирование.

В эпоху раннего палеолита основным видом хозяйственной деятельности первобытного стада было собирательство, дополняемое охотой. По мере развития самого человека происходило и формирование общественных отношений по линии регламентации производственных и половых отношений, распределения пищи и взаимопомощи. Так возникло первое, носящее естественный характер, общественное разделение труда по полу и возрасту.

Совместная трудовая деятельность, а позднее общее жилище и огонь, объединяли и сплачивали людей, обеспечив переход в эпоху позднего палеолита первобытной стадной общины в родовую материнскую, в которой ее члены были уже связаны узами родства. Так, в ранний период первобытнообщинного (родового) строя возникла форма общественного устройства, характеризующаяся доминирующим положением женщины — матриархат (от лат. *mater* — мать + *arche* — начало, власть), в буквальном смысле — власть матери. Во времена матриархата род состоял из общин, насчитывающих по несколько десятков человек. Прародительницей, хранительницей очага и хозяйкой в жилище была женщина, вокруг которой группировались дети и которой отводилась руководящая роль.

Древние люди были всеядными, они ели как растительную, так и мясную пищу, но всегда преобладала растительная, которую человек получал от природы в готовом виде. Значение собирательства в мустьерский период в связи с резким похолоданием снизилось, но сохранилось

на протяжении всей первобытной эпохи. Повышение роли охоты в верхнем палеолите способствовало еще более четкому разделению труда между мужчинами и женщинами. Первые постоянно были заняты охотой, вторые — утилизацией продуктов охоты и ведением все усложнявшегося домашнего хозяйства.

В связи с развитием земледелия, скотоводства и охоты собирательство стало отступать на второй план. Роль мужчины в хозяйственной деятельности неуклонно возрастала, пока не стала преобладающей, что и привело к возникновению патриархата (от греч. *Pater* — отец). Эпоха патриархата, характеризующаяся преобладающей ролью мужчины в хозяйстве, обществе и семье, падает на период разложения первобытнообщинного строя, охватывающего большой отрезок времени от появления первых людей до возникновения классового общества. Эта первая в истории человечества социально-экономическая формация, обусловленная низким уровнем развития производительных сил, характеризовалась общей собственностью на средства производства, коллективным трудом и потреблением.

Совершенствование орудий труда и повышение его производительности, развитие общественного разделения труда, появление избыточной (товарной) продукции и налаживание регулярного обмена, возникновение частной собственности и переход к индивидуальному хозяйству привели к возникновению имущественного неравенства. Рода распадаются на большие патриархальные семьи, главы которых становятся полновластными владыками, развивается многоженство.

Племенная знать (вожди, старейшины, купцы), захватывает общинную собственность и превращает в рабов сначала военнопленных, а потом и своих обедневших соплеменников. Возникающие межобщинные и племенные столкновения в конце палеолита превращаются в настоящие войны, которые также становятся средством обогащения. Все это становится прелюдией к возникновению антагонистических классов (от лат. *classis* — разряд, группа) и классовых рабовладельческих государств в эпоху энеолита.

Эпоха палеолита соответствует этапу возникновения и развития орудийной техники, представляющей примитивные каменные орудия двойного применения, являющиеся одновременно как орудиями труда, так и оружием. Практико-методические знания того времени не имели письменной формы фиксации. Они содержались в человеческом опыте и передавались по наследству в процессе обучения.

1.2. ТЕХНИКА ЭПОХИ РАННЕГО ПАЛЕОЛИТА

Основная характеристика эпохи нижнего палеолита

Нижний (ранний) палеолит продолжался с возникновения первобытного человека (ок. 2 млн лет назад) до примерно 40-го тысячелетия до н. э. Этот промежуток времени делится последовательно на четыре культуры: дошелльскую (галечную), шелльскую (г. Шелль), ашельскую (местность Сент-Ашэль), мустьерскую (пещера Ле Мустье).

В дошелльский период землю населяли питекантропы, на смену которым в шелльский период пришли синантропы, а в ашельский и мустьерский — неандертальцы. Все они переживали эпоху дикости, которой соответствовали присваивающие отрасли хозяйства, сначала собирательство (первая ступень), потом дополнившееся охотой (вторая ступень), а впоследствии и рыболовством (третья ступень). Их первобытнообщинная формация укладывается в два этапа: первобытное человеческое стадо — в дошелльский период и раннюю матриархальную родовую общину собирателей, охотников и рыболовов — в последующие культуры (шелльскую, ашельскую и мустьерскую).

Дошелльская культура. Появление первых орудий

Дошелльская (галечная) культура представляет древнейший период в истории (ок. 2 млн — 100 тыс. лет

назад), когда люди научились применять палки и камни в качестве орудий и освоили начальные приемы их обработки.

Если самые первые орудия, применявшиеся австралопитеками, представляли случайные, необработанные камни с острыми краями и обыкновенные палки, то затем первобытные люди (питекантропы) начали подвергать их примитивной обработке — раскалывать камни и заострять палки. Последнее можно только предполагать, так как изделия из дерева до наших дней не сохранились.

Характерными для данного периода были грубые орудия из целых галек, грубо отесанных только с одной стороны, а также грубые массивные отщепы, получаемые при раскалывании крупных камней. Поэтому дошелльская культура и получила название галечной.

ШЕЛЛЬСКАЯ КУЛЬТУРА. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КАМЕННЫХ ОРУДИЙ И ТЕХНИКИ ИХ ИЗГОТОВЛЕНИЯ

В шелльский период (ок. 400–100 тыс. лет назад) техника изготовления и использования первобытным человеком (синантропом) каменных орудий уже вполне сложилась. Материалом чаще всего служил кремень — достаточно распространенный и чрезвычайно твердый минерал, который мог раскалываться на тонкие пластинки (отщепы) с острыми краями, обладающими превосходными режущими свойствами.

Основным орудием труда было «шелльское рубило» — массивный камень миндалевидной, овальной или копьевидной формы с гладкой пяткой для упора ладонью и заостренной режущей частью. Рубило было универсальным по своему назначению и позволяло с помощью мощных ударов рубить, а также резать и копать землю. Кроме того, оно было незаменимым оружием для охоты, при защите и нападении.

Изготавливались рубила путем грубой, двусторонней обивки лезвия другим камнем — отбойником. Обивка производилась сильными и резкими ударами, приводящими к отделению крупных кусков, что не позволяло получить качественное и острое лезвие.

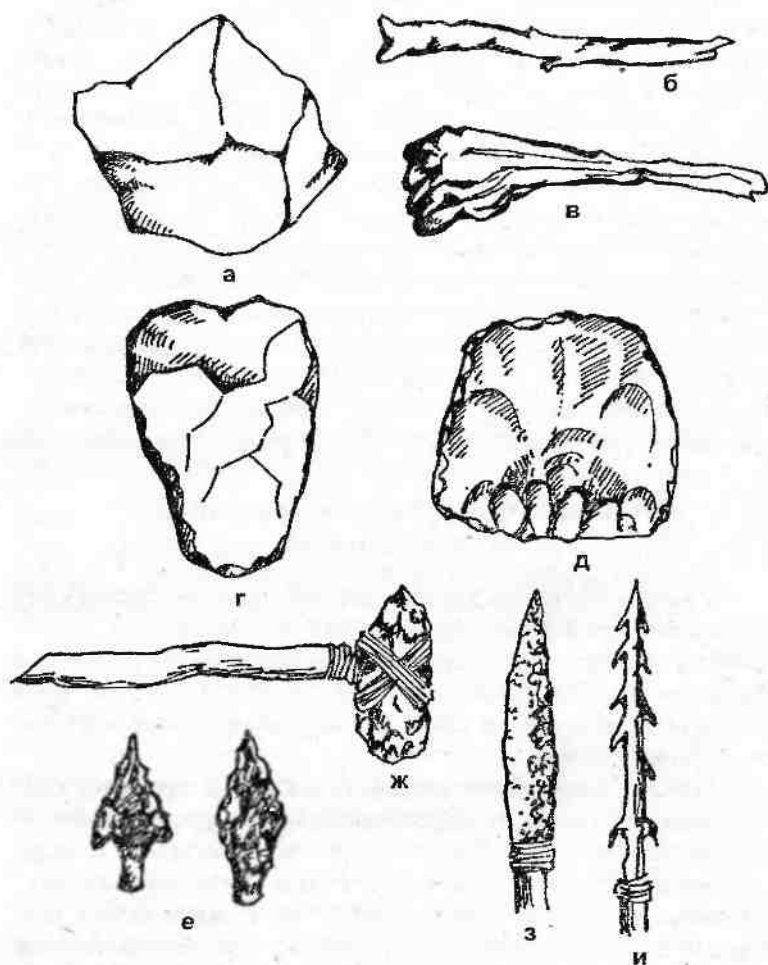


Рис 1. Орудия каменного века: а — эолит, б — палка-копалка, в — дубинка, г — рубило, д — скребло, е — остроконечники, ж — каменный топор, з — копье с каменным наконечником, и — гарпун с костяным наконечником

Кроме рубил синантропы использовали и отщепы, полученные в результате отесывания исходного желвака или гальки. Отщепы чаще всего использовались без дальнейшей обработки в качестве примитивных режущих инструментов для расчленения добычи, а также изготовления изделий из дерева. Кроме того, использовались рубящие и колющие орудия других конструкций — дисковидной формы и в виде массивных остроконечников.

Смысл изготовления большинства первобытных орудий состоял в придании их рабочей части формы клина, который сам по себе стал первым выдающимся изобретением первобытного человека. Именно клин лежит в основе всех современных режущих инструментов, в виде клина оформляется внешняя форма пуль, снарядов, ракет, самолетов, лодок и многих других современных конструкций, предназначенных для перемещения в различных средах (твердых, жидких, газообразных).

Ашэльская культура. Овладение техникой ретуши и применение огня

В ашэльский период (ок 100–40 тыс. лет назад) каменные орудия продолжали совершенствоваться, улучшалась техника их изготовления. Появились новые их виды, такие как каменные скребло для выскабливания и сверла-проколки для высверливания углублений и отверстий.

Ашэльский человек наряду с техникой крупных сколов овладел также техникой ретуши (от фр. *retouche* — исправление), заключающейся в «исправлении» формы исходной заготовки путем отделения от нее мелких пластинок с помощью частых несильных ударов. Такая техника в сочетании с точностью нанесения ударов умелой рукой мастера позволяла придавать орудиям более правильные геометрические формы, а их лезвиям — прямоту и остроту. Инструменты стали не только более изящными, но и меньшими по весу.

Для жилья ашэльский человек чаще всего приспособлял пещеры, гроты и другие естественные, природные укрытия, но постепенно начал осваивать и технику стро-

ительства искусственных жилищ. Вначале это были простейшие шалаши из жердей, опирающихся на центральный столб и накрытых ветвями, с очагом посередине.

Огромную роль начал играть огонь, который ашельский человек использовал не только для обогрева своего жилища, но и для защиты от хищников, а также для поджаривания мяса животных, съедобных плодов и корней. Это улучшило и разнообразило питание человека, обеспечило более комфортные условия его существования и позволило выжить в условиях резкого похолодания, связанного с самым длительным в истории Земли оледенением. К тому же была проведена еще более резкая грань между человеком и остальным животным миром.

Резкое похолодание заставило человека изобретать одежду, в качестве которой использовались шкуры убитых животных, сначала в невыделанном виде, а затем человек начал осваивать и технологию выделки кож.

МУСТЬЕРСКАЯ КУЛЬТУРА. ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ ОРУДИЙ ПО НАЗНАЧЕНИЮ И ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ

Ашельская культура сменилась мустьерской, а на смену питекантропам и синантропам пришли неандертальцы с более развитой культурой. К этому времени существенно расширилась номенклатура каменных орудий и началась их дифференциация по назначению и технологии изготовления. Формы каменных орудий стали более законченными и определенными, начали появляться и орудия из кости.

Для мустье наиболее характерными были остроконечники и скребла — первые специализированные мужские и женские орудия. Мужской остроконечник служил для обработки дерева и добывания животных, женское скребло — для сдирания шкур, соскабливания с них жира и подготовки для изготовления одежды. Появился также скобель, отличающийся от скребла выемкой в средней части и лучше приспособленный для строгания дерева и сдирания кожи. Двусторонне заостренные наконечники стали использоваться как кинжалы, а также могли

прикрепляться к концу палки. Так появилось копье, которое стало наиболее распространенным оружием неандертальца, незаменимое во время охоты на крупного зверя.

ОСВОЕНИЕ КОНТРРЕТУШИ. ПОЯВЛЕНИЕ ИНСТРУМЕНТОВ

Техника обработки камня пополнилась контрударной ретушью, с помощью которой обрабатывались, а чаще всего подправлялись режущие лезвия и наконечники оружия и инструментов. Для этого обрабатываемый предмет клали на массивную каменную наковальню и ударяли по нему деревянной колотушкой. В результате соударения с наковальней затачиваемого лезвия от него отслаивались совсем мелкие чешуйки и оно приобретало правильную геометрическую форму и высокую остроту.

Ударники, ретушеры, молотки, наковальни, сверла и прочие орудия, с помощью которых изготавливались все остальные, стали первыми инструментами, стоящими у истоков цивилизации, без которых немислима и жизнь современного человека.

Транспортировка добычи по суше осуществлялась в заплечных мешках и волоком, для форсирования водных преград служили деревья, связки хвороста и камыша, гребля осуществлялась руками и ногами. С этого началось зарождение сухопутного и водного транспорта.

Овладение техникой добывания огня. Самым важным техническим достижением мустьерской культуры было овладение способами искусственного добывания огня, который раньше использовался как полученный случайно и назывался природным («диким»).

Для получения огня использовался метод трения палочки, который применялся также для высверливания отверстий, причем точно не установлено, что было первичным, обнаружение возгорания палочки при высверливании отверстия или наоборот. Вторым способом получения огня было высекание искр при ударе камня о камень — явление, которое человек раньше замечал при обработке заготовок отбойником. Как отмечал Ф. Энгельс, овладение огнем «...впервые доставило человеку господство над определенной силой природы

и тем окончательно отделило человека от животного царства».

1.3. ТЕХНИКА ЭПОХИ ПОЗДНЕГО ПАЛЕОЛИТА

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЭПОХИ ПОЗДНЕГО ПАЛЕОЛИТА

Верхний палеолит в отличие от нижнего был существенно короче по продолжительности (ок. 40–12 тыс. лет назад) и его культуры (ориньякская, солютрейская и мадленская) не имели таких четких временных рамок.

В связи с отступлением ледника и потеплением климата существенные изменения претерпели флора и фауна. Поввысился уровень мирового океана, освободившиеся ото льда пространства заняли хвойные леса, а на их место пришли широколиственные. Наряду с представителями «мамонтовой фауны» — мамонтами, шерстистыми носорогами, северными оленями и др. выросло количество и разнообразие лесных животных.

Основным источником получения средств к существованию в эпоху позднего палеолита вначале было собирательство. Охота, являвшаяся поначалу лишь подспорьем и носившая эпизодический характер, превратилась в ведущий вид занятия. Особенно возросло значение охоты в связи с появлением в период оледенения крупных животных, таких как мамонт, пещерный медведь, зубр, северный олень и др. Занятие охотой давало людям кроме высококалорийной мясной — пицци и жира, прочные орудия из кости рога, а также шкуры для одежды, важность которой в свое время возросла в связи с наступлением оледенения.

Охота по-прежнему имела преимущественно загонный характер, но приемы загона к этому времени были усовершенствованы — животных теперь загоняли не только к обрывам и в болота, но и в заранее вырытые и замаскированные ямы-ловушки с применением хитроумных механических систем. При их устройстве человек впервые начал осваивать рычажные и другие механизмы. Для запугивания зверей во время охоты часто использовался огонь.

Занятия охотой натолкнули человека на идею приручения и одомашнивания диких животных, первым среди которых стала собака. Она же и стала незаменимым помощником человека во время охоты и его надежным защитником.

В начале позднего палеолита зародилось рыболовство, значение которого к концу периода существенно возросло. Это в свою очередь дало толчок к развитию орудий рыболовного промысла. Вначале добывали с помощью гарпуна, разновидности кося, крупную рыбу. Позднее стали изобретать рыболовные крючки из кости, сначала простейшей конструкции, потом усовершенствованные — с бородкой. Научились плести сети и неводы, овладев искусством плетения нитей, лежащим, как известно, в основе ткачества. Существенно повысило эффективность рыбной ловли изобретение лодки-однодревки, с изготовления которой началось зарождение судостроения.

Существенно изменился и образ жизни первобытного человека, улучшились его условия. В связи с переходом к оседлому образу жизни начали сооружаться уже достаточно сложные по своему устройству жилища, чаще всего земляные, с деревянными опорными конструкциями, накрытыми крышей и отапливаемые очагом. Жилища служили в то время не только для защиты от неблагоприятных внешних условий, но и являлись хозяйственной базой.

Имея костяные иголки и проколки и владея техникой выделки шкур, люди научились кроить и шить меховую одежду, что сделало их жизнь более комфортной и интеллектуальной. Убедительным примером повышения интеллекта первобытного человека является возникновение первобытного искусства в виде пещерной и наскальной живописи, а также художественной обработки каменных и костяных изделий.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОРУДИЙ ТРУДА И ОРУЖИЯ

Для верхнего палеолита характерно наличие разнообразных по форме, более совершенных по обработке и специализированных по назначению орудий труда, знаменующих собой скачок в развитии производительных сил.

Огромным достижением кроманьонцев стало умение соединять различными способами камень с палкой, что не только обеспечивало удобство пользования, но также «удлиняло» руку и многократно увеличивало силу удара. Так появились составные орудия труда и оружие: каменные молотки и топоры, оснащенные кремневыми и костяными наконечниками копья, гарпуны, дротики и остроги.

Для присоединения к палке служили стебли растений и кожаные ремешки, но нужно было еще овладеть и техникой плетения и вязания узлов, которая потом пригодилась в ткачестве. К этому времени уже насчитывалось до двадцати видов орудий, специализированных по назначению, среди которых, кроме названных, были резцы для обработки дерева и кости, скобели для выделки шкур животных, иглы с ушками и др.

Наступила эпоха рога и кости, из которых стали изготавливать мотыги, наконечники метательного оружия (гарпунов, дротиков, копий), проколки, иглы с ушками и др. Началось также производство деревянной утвари и посуды. Все это потребовало увеличения номенклатуры и расширения производства инструментов для обработки дерева и кости. Инструменты стали оснащаться удобными оправами и рукоятями и сменными режущими лезвиями — принцип, который широко используется при производстве современных режущих инструментов. Были освоены также операции сверления, пиления и шлифования камня, причем последняя вытеснила малопродуктивную отжимную ретушь.

Началось применение ручного метательного оружия, позволяющего существенно увеличить силу и дальность ручного броска. Для метания копий и дротиков стало применяться первое механическое приспособление — копьеметалка, представляющая первое механическое устройство, позволяющее метать это оружие на 70–80 м. Предположительно в конце мадлена появился и лук со стрелами, а затем и праща для метания камней.

Для добычи животных стали широко применяться различные, в том числе и механически действующие ловушки. Применение ловушек и прирученных собак, а

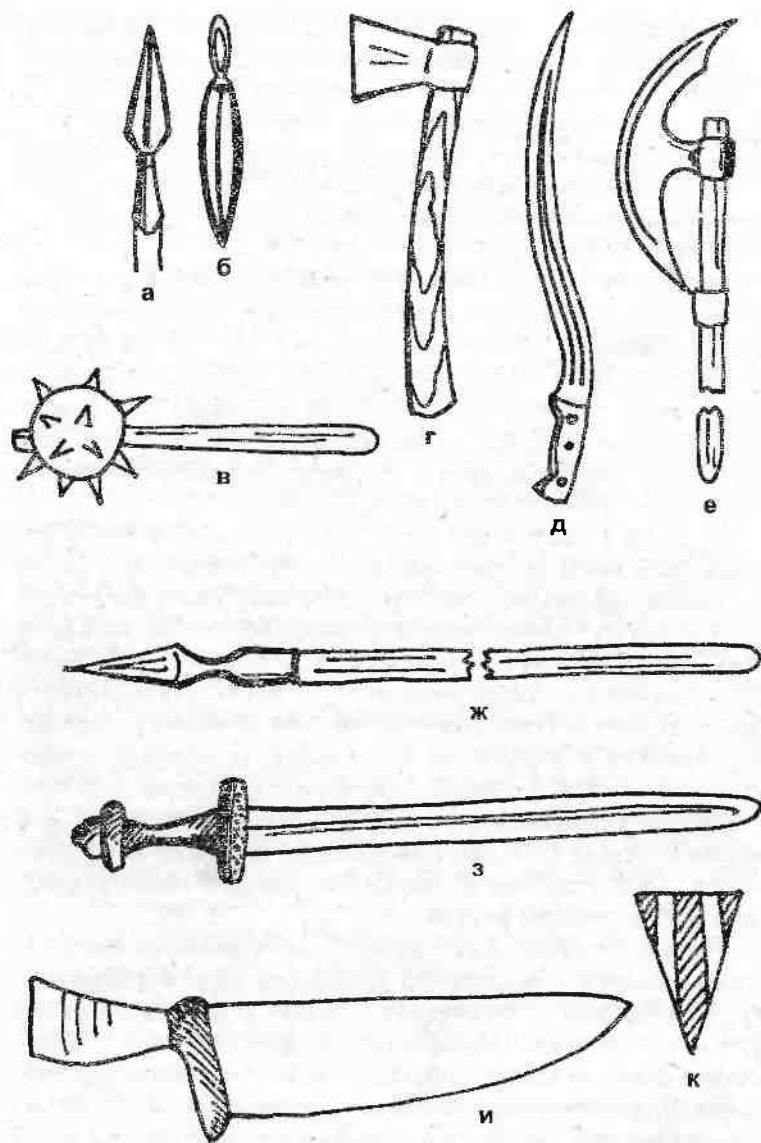


Рис 2. Холодное оружие: а — копье с медным наконечником, б — медный кинжал, в — булава, г — боевой топор, д — сабля, е — бердыш, ж — копьё с железным наконечником, з — русский трехслойный меч (к — сечение), и — дамасский клинок

также совершенствование способов загона позволили существенно повысить эффективность охоты и добывать мясо и шкуры про запас. Для выделки шкур кроме механических способов обработки стали использоваться и химические, в частности — золение. Наряду с охотой стала все шире практиковаться и рыбная ловля.

ЗАРОЖДЕНИЕ СТРОИТЕЛЬНОГО ДЕЛА И ТРАНСПОРТА.

ОСВОЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВА НИТЕЙ И ПЛЕТЕНИЯ

Для жилья стали строить землянки, покрывая их жердями, ветвями и шкурами животных, а в конце периода было налажено и освещение с помощью каменных светильников (плошек), имеющих углубления для жира и фитиля. Расширилась область применения и, соответственно, объемы добычи и обработки камня, из которого стали выкладывать очаги, основания стен и полы хижин.

Получили дальнейшее развитие и элементы текстильного производства — человек окончательно освоил операции ссучивания нитей и плетения, с помощью которых стал вить веревки и плести полосы ленты для шитья одежды, которая до этого производилась в основном из шкур. Началась эпоха зарождения и распространения текстильной одежды.

Зарождаются и первые примитивные виды транспорта. Для передвижения по воде стали изготавливаться в лесистых районах лодки-однодревки, а в безлесных — тростниковые челны. Деревянные лодки делались из цельных стволов деревьев, которые сначала отпиливались, выжигались изнутри и выдалбливались, а затем отесывались снаружи с помощью каменных инструментов.

Основным видом сухопутного транспорта являлись носилки и волокуши, представляющие шест с привязанным к нему грузом, один конец которого волочился по земле. Позднее стали использовать два шеста, соединенные шкурой, наподобие современных носилок, у которых два свободных конца опирались на землю. Широкое применение волокуш потребовало расчистки звериных троп, которые стали использоваться для устройства первых примитивных дорог-волоков.

Для перемещения больших тяжестей использовались простейшие механизмы, без которых человек не может обойтись и сейчас. установленные на катки платформы, склизы, рычаги и блоки с канатами. Они, в частности, использовались на исходе палеолита при строительстве пирамид в Египте (ок. 20 тыс. лет до н. э.) для перемещения тяжелых каменных блоков (весом до 7,5 т). Их применение имело не только большое практическое, но и познавательное значение — помогало осваивать законы физики и пока еще неосознанно их использовать.

1.4. ТЕХНИКА ЭПОХИ МЕЗОЛИТА

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЭПОХИ МЕЗОЛИТА

Мезолит (от греч. *mesos* — средний, промежуточный) — это непродолжительный переходный период (ок. 12–7 тыс. лет до н. э.) между древним каменным веком (палеолитом) и последующим новым каменным веком (неолитом). Его называют иногда эпиналеолитом (от греч. *epi* — после), что дословно означает послепалеолит, или протонеолитом (от греч. *protos* — первый), дословно — первый неолит.

Временные границы мезолита являются весьма приближительными, так как его наступление и окончание в различных областях земного шара не совпадало по времени. Начало мезолита совпало с окончанием таяния ледников и соответствующим изменением климата, географического ландшафта, флоры и фауны. Культуры в мезолите имеют территориально ограниченный характер и уже не наблюдается четкой их последовательности, присущей палеолиту.

Арктический климат сменился субарктическим, освободившиеся ото льда пространства покрылись лесами. Северный олень, живущий стадами, отступил на север, пещерные медведи и мамонты вымерли, а им на смену пришли современные виды лесных и степных животных. Поэтому коллективные способы загонной охоты стали уступать индивидуальным. Соответственно, изменилось ору-

жие и его функции, широкое распространение получило метательное оружие и прежде всего лук со стрелами.

Изменение растительного мира (фауны) обеспечило более благоприятные условия для одомашнивания диких животных и развития скотоводства. К этому времени уже были приручены козы, овцы, свиньи, а потом настала очередь и крупного рогатого скота. Собирательство стало более высокоорганизованным и от него стали постепенно переходить к искусственному возделыванию наиболее важных злаков.

Процесс окультуривания начался с вырубки кустарников и прополки с помощью каменных и костяных мотыг и серпов.

Происходило дальнейшее расширение производственной деятельности человека и наметился переход от собирательной и присваивающей форм хозяйства, собирательства, охоты и рыбной ловли, к производящим — земледелию и животноводству. Земледелие, как и ведение домашнего хозяйства, стало сугубо женской сферой деятельности.

Жили мезолитические люди в легких и небольших постройках, пользовались набедренными повязками, а на севере шили одежду из шкур животных. Огонь стал широко применяться не только для бытовых нужд, но и для технологических целей — заострения палок и придания концам большей твердости, выжигания стволов деревьев при изготовлении лодок и т. п. Жили в то время первобытными родовыми коллективами, которые со временем стали объединяться в охотничье-собираательные племена.

С переходом к земледелию и скотоводству в конце мезолита человек стал одновременно переходить к оседлому образу жизни, начали возникать постоянные поселения. Поэтому если раньше его удовлетворяли естественные укрытия и временные сооружения, то теперь человек начал сооружать более капитальные хижины, в лесистых районах деревянные, в безлесных — из земли, глины и камыша.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КАМЕННЫХ ОРУДИЙ И СПОСОБОВ ОБРАБОТКИ КАМНЯ

Для мезолитической техники характерно дальнейшее развитие и распространение составных каменных орудий. Их режущей частью являлась ножевидная (клиновидная) пластина, которая вставлялась в деревянную или костяную оправу и закреплялась в ней механическим способом или приклеиванием. Изделия стали приобретать все более четкие геометрические формы, улучшились их внешняя отделка и внешний вид.

Расширение производства каменных изделий привело к выделению в производственном процессе специализированных технологических операций: отделение от камня тонких пластин (отщепов); грубая обивка камня; чистовая обработка камня с помощью точечной и отжимной ретуши; сверление отверстий и др. В каждой такой операции можно было четко выделить инструмент, совершаемые им движения, а также результат воздействия его на исходный материал.

Появление и распространение лука со стрелами и других видов метательного оружия

Основным техническим достижением эпохи мезолита явилось широкое распространение лука и стрел.

Лук появились в мадленскую эпоху позднего палеолита, но тогда при загонной охоте на крупных животных (мамонта, бизона и др.) он был мало эффективен и почти не применялся. Это мощное и скорострельное метательное оружие просуществовало вплоть до появления в XVII в. огнестрельного, которое длительное время не могло конкурировать с ним по степени доступности и эффективности. А в конце XIX в. лук вновь возродился но уже в ином качестве — спортивном варианте.

Одновременно с луком появился и другой вид метательного оружия — бумеранг, представляющий изготовленную из твердых пород дерева палку серповидной формы, которая при техничном броске могла возвращаться в то место, откуда она была брошена. Это экзотическое

оружие сохранилась у некоторых аборигенов Африки и Австралии до настоящего времени, а также стало возрождаться, как и лук, в качестве спортивного оружия. Применение лука, бумеранга и копьеметалок, с одной стороны, стимулировало развитие охоты, с другой — свидетельствовало о начале интуитивного освоения человеком законов механики.

РАСПРОСТРАНЕНИЕ МИКРОЛИТИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ

Широкое распространение метательного оружия (стрел, дротиков, гарпунов и т. п.) с кремневыми наконечниками и резко увеличившийся расход последних обусловили развитие техники их изготовления, названной микролитической (от греч. *mikros* — маленький + *lithos*). Изделия, оснащенные микролитами, оказались намного проще в изготовлении и долговечнее, чем цельные, что было особенно важно для инструмента: резцов, сверл, долот и др.

Микролитическая техника быстро распространилась на многие континенты и стала кульминационным моментом развития техники обработки камня. Она стала основой для создания новых видов орудий и оружия, значительно сократила трудоемкость и сроки их изготовления, а также способствовала значительному повышению производительных сил первобытнообщинного строя.

В наше время подобная технология армирования инструментов твердым сплавом получила свое новое развитие при производстве металло- и минералокерамического инструмента. Наряду с микролитами продолжалось изготовление и макролитов: топоров, мотыг, тесел, гарпунов и др. крупных каменных орудий. При их изготовлении стали широко применяться такие новые способы обработки камня как шлифование, точечная ретушь и сверление.

РАЗВИТИЕ РЫБОЛОВСТВА, ТРАНСПОРТА И ПРИМЕНЕНИЯ ОГНЯ

Широкое распространение получили рыбная ловля и охота на морских животных, что породило потребность в соответствующих средствах передвижения. Совершенствовалась технология изготовления лодок-однодревок и

расширялось их производство. К этому времени уже были известны такие орудия лова, как гарпуны, рыболовные сети и невода, крючки с бородкой.

В качестве сухопутного транспорта наряду с известными с времен мезолита волокушами стали широко использоваться лыжи и транспортные устройства на полозьях: сани, салазки и т. п. Расширение производственной деятельности и потребности в транспортировках различных грузов потребовало прокладки новых дорог-волоков и улучшения их качества.

Огонь стал применяться не только для бытовых, но и технических нужд. С его помощью выжигались полости лодок, заострялись и упрочнялись концы палок, раскалывались крупные камни путем нагрева и полива водой.

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ И БЫТОВАЯ ТЕХНИКА

Зарождение мотыжного земледелия потребовало специализированных сельскохозяйственных орудий для возделывания земли (мотыг, заступов), уборки урожая (серпов, вил, граблей), а также для переработки зерна (пестов, ступок, зернотерок).

В домашнем хозяйстве наряду с различной деревянной, костяной и кожаной утварью появились и первые грубые глиняные (керамические) изделия, пока еще в необожженном виде: горшки, чашки, светильники и др.

1.5. ТЕХНИКА ЭПОХИ НЕОЛИТА

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЭПОХИ НЕОЛИТА

Неолит, или новый каменный век (от греч. neos — новый + lithos) условно делится на ранний (7–4 тыс. лет до н. э.) и поздний (4–3 тыс. лет до н. э.). Но о точных хронологических рамках говорить сложно, поскольку с возросшей неравномерностью исторического развития неолитический период различные первобытные племена проходили в разное время.

Неолит в отличие от предшествующих стадий каменного века в наименьшей степени отличался от современной эпохи по своим климатическим условиям, флоре и фауне, а неолитического человека по его антропологическим данным уже невозможно отличить от современного.

Во времена неолита происходят дальнейшее расширение области трудовой деятельности человека и его изменение, заключающееся в переходе от собирательной и присваивающей форм хозяйства, сбору плодов и охоты, к производящим — земледелию и животноводству. В 5–4 тысячелетиях до н. э. появились зачатки мотыжного и поливного земледелия, земледельцы перешли к культивации почвы. И хотя труд первых земледельцев был чрезвычайно тяжелым и всецело зависел от капризов погоды, это было важнейшим шагом первобытного человека от полного бессилия перед природой к овладению властью над ней.

Охота и развитие земледелия стали основой для одомашнивания диких животных. К уже прирученной собаке присоединились овцы, козы, свиньи, а затем и крупный рогатый скот. Позже человек одомашнил лошадь и верблюда. Скотоводство по сравнению с охотой давало не только в большем количестве мясо, жир, кожу и кости, но также молоко и шерсть. В свою очередь, развитие скотоводства содействовало прогрессу в земледелии, так как животных стали использовать в качестве вьючного и гужевого транспорта, а затем и как тягловую силу в плужном земледелии.

Вслед за естественным половым и возрастным разделением функций произошло первое великое разделение труда — отделение скотоводства от земледелия. Разделение труда и переход от присваивающего хозяйства к производящему ознаменовали наступление неолитической экономической революции.

Новые формы хозяйства, на которые перешли некоторые племена, в корне изменили условия их существования и продвинули далеко вперед по сравнению с собирателями, охотниками и рыболовами. Это явилось толчком к множеству других прогрессивных изменений, вызвало глубокие перемены в образе жизни человека,

его мировоззрении и психике, в развитии общественных отношений. Однако значительная часть неолитических племен, обитавших в менее благоприятных условиях, продолжали заниматься рыбацким и охотничьим промыслом, что сохранилось у северных народов и по сей день. Произошло окончательное утверждение племенных объединений.

В результате значительного роста производительных сил в эпоху неолита старое родовое общество (матриархат) уступило место патриархально-родовому строю (патриархату), а последний привел к возникновению классового общества. Вместе с тем первобытнообщинный строй в некоторых районах земного шара еще долго продолжал сосуществовать с новым, классовым, рабовладельческим обществом, а в некоторых местах сохранился и по сей день.

К концу неолита закончилось развитие первобытной техники и начала складываться ремесленная, основанная на применении простых орудий. Длительная по времени история первобытной техники не знает точных дат открытий и изобретений — неизвестно, кто открыл огонь, изобрел топор, лук, колесо, лодку и пр. Многие из них многократно изобретались и забывались, пока окончательно не утвердились на практике, есть и такие, которые по сей день остаются невостребованными.

ЗАРОЖДЕНИЕ ГОРНОГО ДЕЛА И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СПОСОБОВ ОБРАБОТКИ КАМНЯ

Резко возросшие потребности строителей, земледельцев, скотоводов и охотников в каменных орудиях стимулировали резкое увеличение его добычи и расширение ассортимента каменных материалов. Наряду с кремнем стали использовать и новые виды каменных материалов, нефрит, диорит, яшму и др., а вместе с открытыми способами разработки — подземные с помощью шахт (нем. Schacht). Вначале это были просто глубокие ямы (до 10–15 м), потом вертикальные стволы с короткими горизонтальными выработками (штреками).

Для разработки камня использовались кирки, кайла и молотки из рога и камня, костяные заступы, лопатки и грабли, деревянные колья. Выемку породы производили в кожаных мешках и плетеных корзинах на веревках, а для подъема и спуска людей использовались лестницы. Искусственное освещение обеспечивалось с помощью жировых ламп, смоляных и берестяных факелов, а поступающую воду вычерпывали или создавали дренажные устройства. Таким образом, можно уже говорить о зарождении горного дела.

Для неолита характерна более высокая и сложная техника обработки камня. Были освоены операции сверления, пиления и шлифования, а техника отжимной ретуши была доведена до степени настоящего искусства. Освоение операции пиления, появившейся еще в палеолите и неолите, позволило придавать изделиям необходимую форму в зависимости от их функционального назначения. Для ее интенсификации в пропил стали подаваться песок (наждак) и вода — так впервые появились процессы резания материалов с применением охлаждающих жидкостей. Подобный способ «мокрого», абразивного пиления сохранялся еще многие сотни лет при обработке сверхтвердых материалов, в частности алмаза.

Шлифование, как и пиление, зародившееся в предшествующую эпоху, также подверглось значительному совершенствованию. Наряду с «сухим» появился способ «мокрого» шлифования, в котором использование воды обеспечивало не только охлаждение, но и самозатачивание абразивного инструмента и повышение интенсификации процесса резания. Для отделки украшений и доводки режущих лезвий деревообрабатывающего инструмента стала использоваться операция полирования.

ИЗОБРЕТЕНИЕ СВЕРЛИЛЬНОГО СТАНКА

Особенно важное значение имело освоение и совершенствование операции сверления, обеспечившей наилучший и сохранившийся до наших дней способ соединения орудий (молотков, топоров и т. п.) с деревянными рукоятями. Сверление развивалось из известных ранее способов

прокалывания, а также выскребания и вытирания углублений в каменных материалах.

На смену ладонному способу вращения палочки при сверлении трением пришел более производительный способ вращения с помощью намотанного на него шнура, который дергали поочередно то за один, то за другой конец. А соединив концы веревки с помощью изогнутой палки в виде лука, человек получил возможность производить возвратно-вращательные движения сверла при помощи одной руки, высвободив вторую для вспомогательных действий. Так возник метод «лучкового сверления», просуществовавший вплоть до средних веков нашей эры.

И уже совсем недавно был изобретен способ реверсивного сверления, по кинематике весьма напоминающий лучковое и получивший широкое распространение в ручных дрелях, а при выполнении сверлильных работ в космосе ставший практически незаменимым. Это еще раз напомнило о том, что всякое новое есть хорошо забытое старое, что многие современные изобретения в свое время были сделаны нашими далекими предками.

Вслед за лучковым был изобретен метод «смычкового сверления», в котором возвратно-вращательные движения сверлу сообщались также при помощи шнура, но при этом один его конец наматывался, а другой сматывался с древка сверла с помощью возвратно-поступательных движений смычка в вертикальном направлении. В этом устройстве был воплощен принцип преобразования возвратно-поступательного движения в возвратно-вращательное. Воплощение другого важного принципа механики, накопления энергии, заключалось в установке на древко сверла тяжелого каменного или глиняного маховика. Опять же можно напомнить, что об этом изобретении древности вспомнили лишь в век паровых машин, сделав таким образом повторное открытие.

Но вершиной технической мысли неолитического человека явилось создание устройства для сверления, являющегося прообразом современного сверлильного станка. Основной его частью являлся рычаг с привязанным на конце грузом, с помощью которого создавалась постоянная нагрузка на сверло, вращаемое «лучковым» способом. Не-

смотря на внешнюю примитивность, этот древний станок имел все основные кинематические составляющие современного сверлильного станка — вращение инструмента и его осевую подачу, обеспечивающие процесс резания.

Сверление в мягких материалах производилось сверлами с кремневыми, а иногда и алмазными наконечниками, а в твердых — по-прежнему с помощью трения палочки. Как и в операциях шлифования и пиления для интенсификации процесса в зону трения периодически подсыпался свежий песок, а для охлаждения подавалась вода. И этот метод выполнения отверстий в очень твердых материалах, например в твердосплавных и алмазных фильерах, просуществовал вплоть до недавнего времени, когда был внедрен электроискровой способ обработки.

При высверливании неглубоких отверстий часто использовались кольцевые сверла из бамбука или трубчатых костей, позволявшие производить кольцевое сверление, оставляя среднюю часть удаляемого материала нетронутой. Этот экономичный метод сверления был затем вновь изобретен, но уже в XIX в., в частности для сверления орудийных стволов, а также получил широкое распространение в хирургии (операция трепанации черепа).

Важнейшим изобретением, относящимся к области механики, было изобретение коленчатого рычага (кривошипа), который был потом положен в основу важнейших механизмов многих современных машин: кривошипно-шатунного, кривошипно-ползунного, кулисного и др. Но в своем первоначальном виде он вначале использовался в качестве коловорота — простейшего устройства для сверления, которое и по сей день широко применяется в быту.

ИЗОБРЕТЕНИЕ КОЛЕСА И КОЛЕСНЫХ ПОВОЗОК

Развитие транспорта. 6 тыс. лет назад шумерами было изобретено колесо, вначале самой простой конструкции, в виде сплошного деревянного диска, что позволило существовавший до того сухопутный транспорт в полном смысле «поставить на колеса». Предшественниками

колесной повозки, появившейся в самом конце неолита, стали салазки и платформы для перемещения тяжестей, под которые подкладывались катки. Оставалось только научиться закреплять эти катки (колесные скаты), как это делается с колесными парами в современных железнодорожных платформах.

В начале 4 тысячелетия до н. э. появились одноосные (двухколесные), а к середине тысячелетия — и двухосные (четыреколесные) повозки. В качестве тягловой силы стали использовать вначале ослов и крупный рогатый скот, позднее — лошадей. На базе колеса были основаны и другие выдающиеся изобретения неолита — гончарный круг, ручная мельница (рушилка), маховик.

Развитие сухопутного транспорта потребовало прокладки дорог. Вначале это были звериные и охотничьи тропы, а позднее стали использовать и тропы, протоптанные при перегонке стад скота. В труднопроходимых местах укладывали ветки и устраивали деревянные настилы (гати). Для преодоления водных преград стали сооружаться мосты, сначала подвесные, потом установленные на сваях.

В качестве водного транспорта использовались уже известные ранее плоты, лодки-однодревки и тростниковые лодки, для приведения в движение которых стали применять шесты и весла. Позднее, когда люди с помощью топора и тесла научились от стволов деревьев отщеплять доски, их стали использовать вначале для наращивания бортов долбленых лодок, а потом и сооружать полностью дощатые суда. При этом широко использовались уже освоенные операции пиления, сверления, а также строгания с помощью двуручного струга.

ЗАРОЖДЕНИЕ ТЕКСТИЛЬНОГО, КОЖЕВЕННОГО И МЕХОВОГО ПРОИЗВОДСТВА

Развитие земледелия и животноводства позволило и более успешно решать проблему обеспечения потребностей человека в одежде и обуви.

Из конопли, льна, шерсти и пуха люди научились прясть пряжу. Для этого из пучка материала, закрепленного на прясле, вытягивались волокна, ссучивались паль-

цами и наматывались на веретено, которое другой рукой приводилось в быстрое вращательное движение. Для придания веретену устойчивого и равномерного вращения на него насаживались пряслица — каменные или глиняные кружки (маховички).

Из волокон, волоса, полосок кожи и прутьев люди научились плести самые разнообразные плетеные изделия: веревки, циновки, сети, корзины, сумки и др. Из плетеных полос потом шилась одежда, а производство пряжи и плетение положили начало ткачеству.

Первые примитивные ткацкие станки появились в пятом тысячелетии до н. э. и представляли две горизонтальные палки, из которых верхнюю обычно заменял горизонтальный сук, на которые натягивались нити основы. Между нитями основы с помощью пальцев или прутика продергивалась поперечная (уточная) нить и поджималась с помощью перемещавшегося вверх-вниз ползуна. Данный принцип образования полотна (тканья) остался неизменным и до наших дней, усовершенствовалась лишь техника ткачества.

Животноводство стало обеспечивать достаточное количество шкур и способствовало появлению кожевенного и мехового производств. Для выделки шкур появились усовершенствованные мездрильные скребки, а в результате появления керамической посуды возросла роль химической обработки и применения растительных дубителей (коры дуба, корней, каштанов и др.).

Жилищное строительство и производство керамики

Переход к оседлому образу жизни стимулировал переход от сооружения временных хижин к строительству постоянных жилищ, свайных, глинобитных и даже каменных построек. В лесных районах разворачивалось деревянное строительство, в безлесных — широко использовался саман (тюрк. — солома), представляющий кирпич-сырец с добавлением в глину в качестве связки костры, мякины или мелкой соломы. В Египте, Месопотамии и Древнем Риме уже в 3–2 тысячелетиях до н. э. из кирпича возводились арки, своды и другие сложные

строительные конструкции. В связи с возникновением искусственного орошения началось строительство грандиозных оросительных систем, включающих дамбы, плотины, запруды, каналы и водохранилища.

Огромное значение имело изобретение керамики (греч. *keramike* — гончарное искусство, от *keramos* — глина) — общее название всех видов изделий из обожженной глины, которые являются самыми массовыми находками в поселениях эпохи неолита. Поэтому неолит называют иногда керамическим веком.

Лепкой примитивной глиняной посуды человек начал заниматься еще в конце мезолита, и скорее всего этим занимались женщины. Вначале это были просто выдавливания в куске глины или обмазанные глиной плетенные из прутьев сосуды. Позже глиняные изделия стали изготавливать способами налепа и ленточным (жгутовым), когда предварительно изготовленные жгуты накладывались на форму по спирали и сдавливались. Так вручную, без помощи гончарного круга изготавливались грубая необоженная посуда, которая, как заметил человек, будучи сильно нагрета на огне, приобретала большую прочность.

Новое заключалось в применении обжига глиняных изделий при температуре около 800–900°, при которой происходит процесс оплавления и спекания частиц. Именно этот процесс «вспомнили» потом уже в середине XX в. при изобретении керамического инструмента (металло-, потом минералокерамического), а затем и при становлении порошковой металлургии. А во времена неолита стали изготавливать посуду усовершенствованной формы и покрытую орнаментом. Благодаря ее совершенствованию существенно улучшились способы приготовления пищи, расширился ассортимент продуктов питания и значительно облегчились условия жизни.

1.6. ИТОГИ РАЗВИТИЯ ТЕХНИКИ КАМЕННОГО ВЕКА

1. Зарождение начальной техники обработки камня, ее совершенствование, освоение операций ретуши, контрретуши, сверления, шлифования и пиления.

2. Использование эолитов, появление «шелльского рубила», переход к изготовлению сложных и составных каменных орудий (топоров, молотков) и инструментов для обработки дерева и кости.

3. Появление и распространение копьёметалок и копий, лука и стрел, бумерангов и других видов метательного оружия.

4. Начало и расширение добычи камня в шахтах и каменоломнях. Освоение и расширение производства микролитов.

5. Освоение огня и способов его искусственного добывания, а также применение его для бытовых нужд и технологических целей: выжигания, обжига и др.

6. Освоение технологии выделки кож, технологии кройки и шитья одежды. Освоение прядения, плетения и ткачества, появление первого ткацкого станка.

7. Применение волокуш, изобретение колеса и первых повозок, начало прокладки первых дорог-волоков.

8. Применение простейших приспособлений для подъема и перемещения тяжестей: катков, канатов, рычагов и блоков. Изобретение устройств для сверления: коловорота, лучкового и смычкового.

9. Зарождение и распространение рыболовства, изобретение орудий лова: гарпунов, крючков, сетей и неводов. Освоение строительства тростниковых лодок и лодок-однодревок.

10. Начало строительства постоянных жилищ, зарождение кирпичного строительства. Освоение производства самана, кирпича и глиняной посуды. Зарождение гончарного и керамического производства.

ГЛАВА 2. АНТИЧНАЯ ТЕХНИКА

(4 тыс. до н. э. — V в.)

2.1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА АНТИЧНОГО ПЕРИОДА

Периодизация эпохи античности

Античный (от лат. *antikius* — древний) период в истории человечества следует за первобытным и предшествует средневековому. Историками он часто называется историей древнего мира. Этот период включает, согласно археологической периодизации, три века: медный, бронзовый и железный.

Медный, или медно-каменный, век, называемый энеолитом (от лат. *aeneus* — медный + *lithos*), называют также халколитом (от греч. *chalkos* — медь + *lithos*). Он имеет небольшую протяженность во времени (4–3 тыс. лет до н. э.), является переходным периодом от каменного к бронзовому веку и характеризуется появлением первых металлических орудий труда и оружия из меди.

Бронзовый век — это исторический период (3 тыс. — нач. 1 тыс. лет до н. э.), сменивший энеолит и получивший свое название благодаря широкому распространению металлургии бронзы, бронзовых орудий и оружия.

Железный век, сменивший бронзовый в период 9–7 вв. до н. э., ознаменовал повсеместное распространение металлургии железа и изготовление железных орудий и оружия.

Переход от варварства к античной цивилизации

Рассматриваемый период является временем перехода от эпохи варварства к античной рабовладельческой

цивилизации (от лат. *civilis* — гражданский, государственный), предшествующей современной. Период варварства условно считается от изобретения гончарного круга до появления письменности. Переход к античной цивилизации характеризуется распространением поливного земледелия, кочевого скотоводства, письменности и наступлением эпохи металлов.

По мере роста производительных сил и расширения производства начинает все больше производиться «излишней» продукции, которая идет на обмен. Рост обмена, в свою очередь, приводит к развитию товарно-денежных отношений и появлению денег, представляющих «всеобщий товар», с помощью которого стали оцениваться все другие материальные ценности. Расширение ремесленного производства и обмена явилось основой для возникновения и роста городов, которые становятся торговыми и ремесленными центрами. А с возникновением городов начинается их отделение от селений и возникновение противоположности между ними.

Одним из первых очагов цивилизации была Месопотамия (Двуречье), расположенная между реками Тигр и Ефрат, на территории которой, в Шумере (Южной Месопотамии) в 4–3-м тысячелетии до н. э. стали образовываться города-государства, посменно управляемые царями. Не случайно, что именно шумеры создали великолепные произведения архитектуры, изобрели письменность (шумерское клинописное письмо), колесо и гончарный круг. Спустя тысячелетие возникла величайшая цивилизация Древнего Египта, на базе которой была создана иероглифическая письменность, сделан целый ряд открытий в области математики, медицины и астрономии.

В 3–2-м тысячелетии до н. э. на о. Крит возникла самая ранняя из европейских цивилизаций, древнейшая в Европе минойская культура, известная своими великолепными дворцами, широкими торговыми связями, непревзойденными по скорости и прочности критскими торговыми и военными кораблями. В первом тысячелетии до н. э., с захватом острова греками возникла культура Древней Греции, долгое время считавшаяся недостижимой и положенная в основу общеевропейской культуры.

Небывалого расцвета достигают искусство, архитектура, история, политика, философия, а мифы и сказания Древней Греции принадлежат к высочайшим, бесценным творениям человечества.

Античной в более узком смысле считается техника древних греков и римлян (5 в. до н. э. — V в. н. э.). В этот период происходит окончательный распад общества на антагонистические классы рабов и рабовладельцев, образование государств, возникновение и рост городов. В условиях преобладания натурального (от лат. *naturalis* — естественный, природный) хозяйства, в котором продукты труда производятся в основном для внутреннего потребления, происходит дальнейшее увеличение запасов орудий и технических средств, совершенствование труда ремесленников и переход к более сложному разделению труда.

ВОЗНИКНОВЕНИЕ КЛАССОВОГО ОБЩЕСТВА И ОБРАЗОВАНИЕ РАБОВЛАДЕЛЬЧЕСКИХ ГОСУДАРСТВ

Наступление эпохи металлов характеризуется зарождением и развитием рабовладельческого строя — первой в истории человечества классовой антагонистической общественно-экономической формации, возникшей в результате разложения первобытнообщинного строя. Применение металлов, особенно железа, дало мощный толчок в развитии производительных сил в различных отраслях и тем самым ускорило общественное развитие.

Первые рабовладельческие государства (Месопотамия и Египет) возникли в начале данного периода, на рубеже 4–3-го тысячелетий до н. э., достигнув к концу периода, началу 5 в. до н. э., своего расцвета. К 7–6 вв. до н. э. в районе Эгейского моря возникают автономные города-государства — специфичные рабовладельческие образования античного типа с наиболее высоким уровнем развития.

Основными классами рабовладельческого общества были рабовладельцы и рабы, наряду с которыми существовали свободные крестьяне, ремесленники и др. социальные группы. Однако территория, на которой на-

ходились рабовладельческие государства, даже в пору их расцвета, была лишь незначительной частью суши, населенной людьми. Большую же часть Земли населяли многочисленные племена, которые жили в условиях первобытнообщинного строя, а некоторые (в Африке и Австралии) жили еще в мезолите. Основой общественных отношений являлся преимущественно родовой строй, а основным занятием населения — мотыжное земледелие, скотоводство и охота.

Политическая история рабовладельческого периода знаменуется сплошными войнами с целью захвата рабов и грабежа чужого имущества, при этом основным объектом ограбления был океан первобытнообщинных племен, окружавший островки рабовладельчества. В то же время на смену межплеменным отношениям приходят межгосударственные, международные и начинается история их развития.

Период с 7 в. до н. э. по V в. н. э. был временем наивысшего подъема, а затем разложения и упадка античного способа производства, причем наиболее четко эти процессы были выражены в греко-римских государствах. Дальнейшее превращение рабства в господствующую форму эксплуатации привело к кризису рабовладельческой системы, а на смену изжившему себя рабовладельческому строю пришел более прогрессивный феодальный.

Возникновение и становление ремесленного производства

Рост городов и развертывание строительства, увеличение потребности в орудиях труда и оружии, расширение товарообмена и торговли стимулировало развитие и расширение ремесленного производства, способствовало выделению класса ремесленников.

Развитие ремесел обеспечивалось расширением сырьевой базы, широким использованием рабского труда, возникновением укрепленных городов, которые и стали центрами ремесленного производства.

Труд рабов использовался для выполнения наиболее тяжелых и вредных работ в каменоломнях, глиняных карьерах и при производстве земляных работ. В мастерских

количество невольников стало исчисляться десятками. Были также и свободные ремесленники, которые начали объединяться в союзы каменщиков, плотников, ткачей, медников, горшечников, ювелиров и др.

Ремесленному производству, господствовавшему вплоть до появления крупной машинной индустрии и частично сохранившемуся и по сей день, присущи характерные черты. К ним относятся индивидуальный характер производства — ремесленник работает один или с ограниченным числом помощников; применение простых орудий труда, а также решающее значение личного мастерства. Ручной труд применялся как в индивидуальной форме, так и в виде простой кооперации, при которой ряд работников были заняты в одном и том же или взаимосвязанных процессах производства.

Ремесленная техника представляла в основном ручные орудия и средства производства, что не исключало в отдельных случаях и применения довольно сложных устройств. Главную роль играла мускульная сила людей, в то время как использование тягловой силы животных ограничивалось областью сельского хозяйства и сухопутным транспортом.

Дальнейшее развитие и совершенствование ремесел и расширение ремесленного производства привело к его отделению от сельского хозяйства и появлению множества специалистов-ремесленников: кузнецов, ткачей, плотников, оружейников и др.

РАЗВИТИЕ НАУКИ И ЗАРОЖДЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ ЗНАНИЙ

Развитие производства и рост городов стимулировали активизацию научных знаний и развитие математики, минералогии, астрономии, медицины и других естественных и точных наук. Для возведения гигантских пирамид, Великой китайской стены и других сооружений древности требовались прежде всего точные математические расчеты и хорошее знание механики.

На рубеже 4–3-го тысячелетий до н. э. появилось десятичное счисление, а к концу указанного периода — первые десятичные символы. Математика развивалась

прежде всего за счет арифметики, необходимой для различного вида хозяйственных расчетов и геометрии — для земледелия.

Первым научным трудом по математике была «Арифметика», опубликованная в Китае во 2 в. до н. э. Затем появились работы по математике и механике Пифагора, Евклида, Аристотеля, Архимеда и других великих ученых древности. В обществе наметилось разделение между умственным и физическим трудом.

Особенных высот к концу периода достигла наука Древней Греции, где сложились замечательные натурфилософские школы, пытавшиеся объяснить многие природные явления. Центром прикладной науки стала Александрийская школа, выходцами из которой были такие выдающиеся механики как Ктесибий, Архимед, Герон Александрийский и др.

Ктесибий был выдающимся изобретателем, который сконструировал двухцилиндровый поршневой пожарный насос, водяные поплавковые часы, водяной орган (гидравлос), аэротрон и др. пневматические и гидравлические приборы.

Архимед предвосхитил интегральное исчисление, заложил основы статики и гидростатики, открыл закон, носящий его имя. Его научная деятельность была неразрывно связана с изобретательской. Он разработал ряд военных метательных машин для защиты его родного города Сиракуз от римлян, изобрел «архимедов винт», усовершенствовал зубчатое колесо.

Герон Александрийский дал систематическое изложение основных достижений античности в области математики и прикладной механики. Он описал также храмовые и театральные автоматы, являющиеся прообразом современных автоматов и роботов.

Примечательно понимание механики того времени, изложенное в «Математическом собрании» александрийского учёного Паппа: «Из всех искусств, основанных на механике, самым важным в практической жизни являются следующие: искусство мастеров, делающих полиспасты, лиц, строящих катапульты и, наконец, строителей водочерпальных устройств».

Научные знания того времени носили недифференцированный характер, поэтому труды великих ученых древности были энциклопедическими и порой сложно опрелелить их научную специализацию. Древняя наука, несмотря на наличие отдельных гениальных открытий, была отрывочна, умозрительна, внутренне противоречива и оторвана от производства — она переживала свой «донаучный» этап.

Возникновение и развитие точных и естественных наук (астрономии, математики и механики) в этот период было обусловлено нуждами производства, но обратное их действие было sporadическим, поскольку запас эмпирических знаний редко обобщался теоретически.

Не было науки в ее нынешнем понимании в древней культуре Китая, Египте, Риме, Греции и других оазисах античности. Соответственно не было систематичной подпитки практики, а были лишь эпизодические вспышки блестящих догадок, так и не сложившиеся в единый организм науки. Хотя отдельные явления, характерные для процесса становления наук о природе, могли наблюдаться и в рассматриваемый период.

Естественные науки являлись составной частью натурфилософии, а последняя основывалась на отвлеченных, умозрительных принципах, хотя учитывался и накопленный практический опыт. В этот период естественнонаучные и теоретические знания развивались параллельно, взаимодействуя лишь эпизодически, без непосредственной и постоянной связи между ними.

Отрыв науки от производства объясняется значительным влиянием религии, наука была фактически полностью в руках церковных ученых-схоластов. Кроме того, ремесленное производство не стимулировало распространения и применения научных знаний, так как секреты мастерства и эмпирически отработанные приемы ремесленники старались держать в секрете от конкурентов.

Постепенно в античной технике стали появляться конструктивно-технические элементы, обеспечивающие взаимодействие инструмента с объектом преобразования. Соответственно появляются конструктивно-технические знания.

К тому времени уже сформировались многие технологические операции, в которых вычленялся рабочий инструмент, совершаемые им движения, а также результат воздействия инструмента на исходный материал. Это, в свою очередь, привело к появлению технологических знаний, которые в сочетании с конструктивно-техническими, а также математикой и механикой, явились основой для зарождения технических наук в последующую эпоху средневековья.

ЗАРОЖДЕНИЕ ПИСЬМЕННОСТИ И ПОЯВЛЕНИЕ ПИСЬМЕННЫХ ПРИНАДЛЕЖНОСТЕЙ

Поистине бесценным достижением эпохи энеолита стало создание письменности, которая оказала огромное влияние на все стороны человеческой деятельности, в том числе и на развитие техники. Она создала возможность более точной и надежной фиксации накопленного производственного опыта и технологических знаний.

Зачатки письменности возникли в виде пиктографического письма (от лат. *pictus* — нарисованный и греч. *grapho* — пишу), в котором информация фиксировалась в виде рисунков или их последовательности. Этот вид письма стал известен во времена неолита.

Из рисуночного письма к началу 3-го тысячелетия до н. э. развилось условно-изобразительное, или идеографическое (от греч. *idea* — идея + *grapho*), в котором каждый знак соответствовал целому слову или морфеме. Позднее в нем стали преобладать слоговые знаки. Идеографический характер имели древнеегипетская, шумерская и другие старейшие системы письма. Наибольшего развития оно достигло в китайской иероглифике.

На базе идеографического к концу 3-го тысячелетия до н. э. возникло и получило широкое распространение шумерское клинописное письмо. В нем знаки, группы клинообразных черточек, выдавливались специальными палочками на сырых глиняных дощечках, которые потом подвергались обжигу. Совершенствование клинописи привело к появлению в 11–10 вв. до н. э. финикийской буквенно-слоговой системы письма и 22-буквенного

алфавита, легшего в основу почти всех известных нынешних алфавитов.

Одновременно с развитием письменности развивались и средства письма, которые определяли ее технику. Шумерские книги на керамических пластинах хорошо сохранялись, но были слишком громоздкими и неудобными для пользования. Поэтому с 7 в. до н. э. стали писать на папирусах (от греч. *papyrus*) — свитках из склеенных полосок стебля одноименного растения, название которого распространилось и на древние рукописи. Писали на папирусах кистью или специальной палочкой. Появились даже наливные авторучки, одна из которых была обнаружена среди сокровищ фараона Тутанхамона, относящихся к 14 в. до н. э.

С 3 в. до н. э. стали писать на пергаменте, материале, получаемом из кож животных, который начали выделять в г. Пергам (Малая Азия), откуда и произошло название. Для письма стала применяться тушь, которую начали изготавливать в Китае из сажки. Китайцами была изобретена и бумага (от ит. *bambagia* — хлопок), получаемая вначале из хлопка. Позднее бумагу стали производить из более дешевых отходов шелкового производства, а в 102 г. китайский ученый Цай Лунь разработал способ получения бумаги из древесной коры, конопли, тряпья и др. отходов.

Наиболее важные изобретения и открытия античного периода. К ним относятся, в частности, изобретения отметчиков времени — календаря, часов и глобуса, непосредственно связанных с астрономией.

Календарь (от лат. *calendarium* — долговая книжка) — система счисления больших промежутков времени (календ), через которые в Древнем Риме взимались проценты с должников. Календарь появился в 4 в. до н. э., а во времена Юлия Цезаря был введен юлианский календарь (старый стиль), впоследствии замененный более точным григорианским (новый стиль).

3 тыс. лет до н. э. в Индии, Египте и Китае для измерения времени начали пользоваться солнечными часами, которые не потеряли своего практического значения вплоть до наших дней. Позднее (в 1 в. до н. э. были со-

зданы водяные часы (клепсидры), с помощью которых можно было определять время в любое время суток и в любую погоду по количеству вытекающей (перетекающей) жидкости. На этом же принципе основаны и созданные позже песочные часы, которыми иногда пользуются, например медики, и по сей день.

Самым первым астрономическим прибором был компас (от лат. *compasso* — измеряю), первое упоминание о котором появилось в китайской летописи в 3 в. до н. э. В 1–2 вв. компас нашел широкое распространение в Китае под названием «указатель юга». Стрелка такого указателя подвешивалась на нити или закреплялась на пробке, плавающей в сосуде с водой. Окончательно же конструкция компаса оформилась лишь в 14 в., когда стрелка была установлена на иглу и заключена в застекленный корпус.

Во 2 в. до н. э. в Китае появилась астролябия (от греч. *astron* — звезда + *labe* — схватывание) — угломерный прибор, служивший до 18 в. для определения положения небесных светил. Во 2 в. Чжан Хэном были изобретены глобус (от лат. *globus* — шар) и сейсмограф (от греч. *seismos* — колебание, землетрясение + *grapho* — пишу) — прибор для записи колебаний земной поверхности при землетрясениях.

Рассмотренные приборы были не только важны сами по себе, но их появление знаменовало распространение особого класса устройств, позволяющих получать важную для человека информацию от окружающего мира, зарождение приборостроения.

2.2. ВОЗНИКНОВЕНИЕ ГОРНОГО ДЕЛА, МЕТАЛЛУРГИИ И МЕТАЛЛООБРАБОТКИ

НАСТУПЛЕНИЕ ЭПОХИ МЕТАЛЛОВ

Металлы появились у человека не вдруг, не в результате какого-то революционного скачка в развитии общества — они постепенно входили в его жизнь в течение некоторого переходного периода между каменным веком и веком металлов.

Нельзя точно установить, когда люди начали добывать и обрабатывать металлы, можно лишь предположить, что первыми привлекли внимание людей те, которые встречаются в природе в чистом, самородном виде. И прежде всего должны были обратить внимание людей своим блеском золотые самородки.

Самые древние золотые вещи, найденные археологами в Египте, были изготовлены более 8 тыс. лет назад. Уходит в глубокое прошлое также использование самородного серебра, меди и метеоритного железа. Скорее всего человек поначалу принимал эти самородки за мягкий камень и пытался обрабатывать уже известным методом обивки, постигая тем самым процессковки.

Также случайно люди обнаружили, что при помощи холоднойковки металлу не только можно было придать необходимую форму, но и сделать его более прочным и твердым. А нагревая такое упрочненное изделие на огне, можно снова вернуть ему первоначальную мягкость и пластичность. Так, люди, сами того не ведая, еще задолго до наступления эпохи металлов, уже овладели процессамиковки, упрочнения и отжига (отпуска) металлов.

Эпоха металлов наступила лишь тогда, когда человек сознательно освоил процессы выплавки металлов из руд, ихковки и литья. Так, прошли многие сотни лет после знакомства с медью, прежде чем люди научились плавить и отливать ее в формы. Первый найденный медный топор, отлитый в открытую форму, датируется 4 тыс. лет до н. э., но только в середине 3-го тысячелетия до н. э. медь в Египте стали получать из руды, добытой шахтным способом.

Поначалу медь, а потом и бронза, были очень дороги и их не хватало, особенно в первой половине бронзового века, поэтому каменные орудия еще долгое время имели широкое применение. Оценивая наступление эпохи металлов, Ф. Энгельс писал: «Из достижений этой ступени в области промышленной деятельности особенно важное значение имеют два: первое — ткацкий станок, второе — плавка металлических руд и обработка металлов. Самыми важными из них были медь и олово, а также выплавляемая из них бронза, бронза давала пригодные орудия и оружие, но не могла вытеснить каменные орудия; это было

под силу только железу, а добывать железо еще не умели». (Маркс К., Энгельс Ф. Соч. Т. 37. С. 229).

Первые железные изделия начали изготавливать 6 тыс. лет тому назад из самородного железа земного и метеоритного происхождения. Самородное железо мало чем отличалось от меди и не оставило заметного следа в жизни людей, а свою истинную роль оно стало играть, когда были широко налажены его выплавка и науглероживание, давшие человеку невиданный по прочности и твердости материал.

Таким образом, приход эпохи металлов непосредственно связан с зарождением новой области техники, науки и отрасли промышленности, называемой металлургией (от греч. *metallurgeo* — добываю руду, обрабатываю металлы). В настоящее время металлургия охватывает процессы получения металлов из руд и др. материалов, изменения химического состава, структуры и свойств металлических сплавов, а также придания металлу определенной формы литьем и давлением. Металлургия подразделяется на черную, охватывающую получение чугуна, стали и стального проката, а также цветную, включающую производство большинства остальных металлов и сплавов.

Освоение металлургии меди и изготовление медных орудий

Медь (лат. *Cuprum* — от названия о. Кипр), очевидно, раньше всего начали добывать в Средиземноморье. В самом начале, как уже отмечалось, использовалась самородная медь, которая могла быть расплавлена и на костре, но металлургия возникла лишь со времен ее получения из руды, в 5-м тысячелетии до н. э. Скорее всего, металлургия, и прежде всего цветная, возникла на Земле независимо и одновременно сразу в ряде мест и осваивалась различными народами в разное время.

Сначала медную руду добывали из поверхностных ее залеганий, которые обнаруживали по выступающим пятнам окислов. Разработка велась вручную кремневыми, а потом и медными кирками, молотками и заступами. Потом руду транспортировали в кожаных мешках, дробили,

перебирали (обогащали) и предварительно обжигали на костре.

Плавку руды в смеси с древесным углем производили вначале в неглубоких ямах, а затем в примитивных глиняных горнах, похожих на большие горшки. Раздувку поначалу осуществляли ртом с помощью трубок через специальные воздуходувные отверстия в стенках горна силой легких.

Позднее воздуходувную трубку стали вставлять в шейное отверстие снятой с животного шкуры. Полученное воздуходувное устройство стало называться мехом и приводилось в действие вначале вручную, а потом ногой, как сейчас рыбаки надувают резиновые лодки.

Температура в первых горнах обычно не превышала 700–800 °C и не достигала температуры плавления меди — 1083 °C. Поэтому руда не плавилась, а превращалась в губчатую массу, содержащую значительное количество примесей. Для придания полученному куску сплава необходимой формы его после остывания подвергали ковке, при которой медь освобождалась от наиболее грубых примесей и уплотнялась.

Позже для улучшения качества полученной сырой меди ее стали переплавлять в тиглях с последующей заливкой в формы. Вначале использовали простейшие открытые формы, полученные выдавливанием в сырой глине, с последующими сушкой и обжигом. Полученную в такой примитивной форме отливку отжигали и отпускали при температуре 500–700 °C для повышения пластичности, а затем подвергали ковке. Позднее была освоена отливка в более точные разъемные формы, при которой заготовки, как правило, не требовали последующей механической обработки.

Первоначально медь использовалась для изготовления украшений, затем из нее стали изготавливать орудия труда и оружие. Благодаря широкому применению медных инструментов получило широкое распространение строительство из мягкого камня — известняка. Применение медного литья позволило изготавливать более сложные по форме инструменты и оружие, которые легче подвергались заточке и исправлению путем перековки и переплавки.

Но при всех своих достоинствах медь была весьма мягким материалом, поэтому изготовленные из нее орудия и инструменты быстро тупились. К тому же медь, так же как и хорошо известное в то время золото, был чрезвычайно дорогим и малодоступным материалом, нашедшим применение в основном в производстве украшений и домашней утвари.

ОСВОЕНИЕ МЕТАЛЛУРГИИ БРОНЗЫ И ЛИТЬЯ БРОНЗОВЫХ ИЗДЕЛИЙ

Бронза (от фр. bronze) представляет сплав меди (90%) с оловом (10%) или другими элементами (мышьяком, сурьмой, свинцом, алюминием, бериллием и др.).

По сравнению с медью бронза имеет целый ряд преимуществ: более низкую температуру плавления (880–1015°C), лучшие литейные свойства, большую твердость и прочность, меньшую окисляемость.

Естественно, бронза прежде всего появилась там, где соседствовали залегания медных и оловянных руд, в частности в Иране. Сначала из бронзового сплава, как и из чистой меди, делали украшения и оружие, потом перешли к изготовлению сельскохозяйственных и других орудий типа мотыг, серпов, молотков, ножей и др.

Процесс получения бронзовых отливок в принципе мало отличается от литья медных и золотых изделий, которое были освоены раньше. К этому времени для дутья стали применяться более производительные ножные меха, что позволило добиться полного расплавления металла, повышения его чистоты и качества литья.

В эпоху бронзы был освоен способ литья по выплавляемым (восковым) моделям, который в наше время получил широкое распространение в усовершенствованном виде в качестве точного вида литья, называемого литьем «по выплавляемым моделям».

Для выполнения такого литья из воска делалась модель предполагаемого изделия, обмазывалась глиной, высушивалась и нагревалась для вытапливания воска. Полученная оболочковая форма обжигалась для прочности и заливалась металлом, а после его застывания и охлаждения разрушалась. Извлеченная из формы отливка при

необходимости обрабатывалась с помощью зубила и напильника.

Тогда же с целью экономии дорогостоящего металла было освоено литье полых отливок. Для получения полости в форму закладывали «шишку» (стержень), который после остывания отливки удалялся. Так зародилось литье с помощью закладных стержней, которое сейчас широко используется для получения сложных пустотелых отливок.

ОСВОЕНИЕ МЕТАЛЛУРГИИ ЖЕЛЕЗА И ЧУГУНА

Первые железные предметы, которыми люди стали пользоваться в глубокой древности, были сделаны из метеоритного железа. Изделия из железа земного происхождения, обнаруженные в Ираке, были выполнены в 3 тысячелетии до н. э. Их нетрудно отличить, так как в метеоритном железе содержится 9–10 процентов (по весу) олова, которое отсутствует в земном.

Метеоритное железо обрабатывали, как и медь, путем свободнойковки, после чего оно приобретало нужную форму и одновременно упрочнялось (наклепывалось), а после отжига на огне вновь приобретало пластичность. Не случайно шумеры считали, что оно происходит с неба, и называли железо «небесной медью». Одно из самых древних железных изделий, относящихся к 4-му тысячелетию до н. э., является ожерелье, выполненное из прокованных полосок метеоритного железа.

Первыми начали выплавлять железо из руд в достаточном количестве и были, соответственно, основателями черной металлургии халибы, жившие в Закавказье около 1500 г. до н. э. Месторождения железных руд встречались значительно чаще, чем других металлов, поэтому наладить производство железа, особенно в лесистых районах, где не было проблемы с древесным углем, оказалось проще и оно постепенно стало вытеснять медь и бронзу.

Вслед за оружием и инструментами из железа стали изготавливать и сельскохозяйственный инвентарь (лемешные плуги, мотыги, заступы, бороны и др.), что позволило существенно повысить производительность труда в зем-

леделии. Расширилось и применение железа для производства различных механизмов для подъема и перемещения тяжестей: катков, клиньев, рычагов, ворот, блоков, полиспастов и др.

Первый и самый древний процесс получения железа из руд в виде крицы назывался сыродутным. Он возник во втором тысячелетии до н. э. и просуществовал вплоть до 14 в., пока не был вытеснен кричным переделом. Многократной проковкой выплавленной крицы получали мягкое, хорошо поддающееся сварке железо. Но широкое практическое применение оно получило лишь тогда, когда научились его науглероживать и производить закалку полученной стали.

Для производства сыродутного железа смесь железной руды с древесным углем (шихту) засыпали в глиняный горн или в обычную яму, плотно закрывали, поджигали, а затем раздували, используя вначале естественную тягу, а позднее искусственное дутье. Температура в такой примитивной печи не превышала $1100-1350^{\circ}\text{C}$ и была недостаточной для полного расплавления железа, которое происходило при 1530°C . Поэтому удавалось добиться лишь его восстановления и получить тестообразную пористую массу, так называемое губчатое железо, или крицу, загрязненную примесями. Для удаления примесей крица подвергалась 5–6-кратной проковке, в результате чего получалось мягкое сварочное железо.

В 1580 до н. э. в Египте появились первые искусственные воздуходувки, позволившие существенно повысить производительность сыродутного процесса. 1400 лет до н. э. способы получения сварного железа и поверхностной закалки стали получили распространение в Армении; 1000 лет до н. э. железо было освоено скифами Причерноморья и распространилось в Европе. В 9–7 вв. до н. э. железный век полностью вступил в свои права — началось повсеместное распространение металлургии железа и изготовления железных орудий и оружия.

Но даже к концу железного века железо не смогло полностью вытеснить бронзу, напротив, бронзовых изделий изготовлялось даже больше, чем железных. Дело в том, что сыродутный процесс получения железа был чрезвычайно

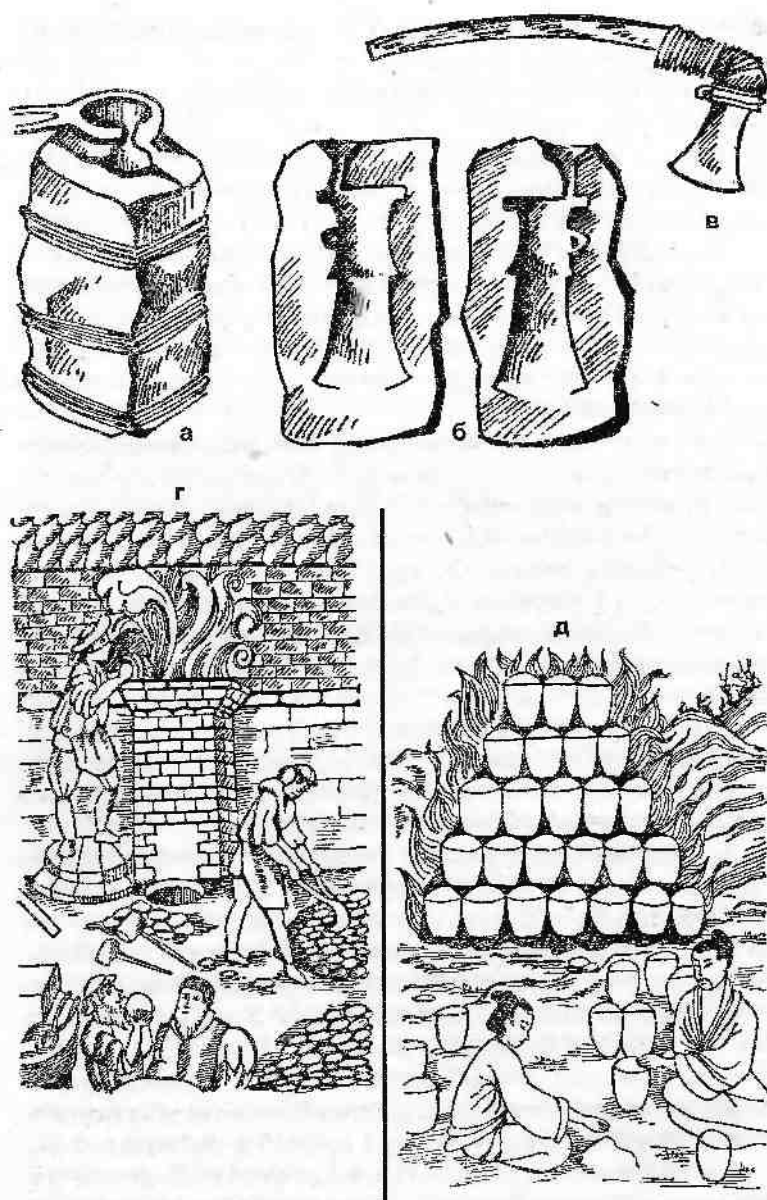


Рис 3. Начало металлургии: а, б, в — отливка медного топора (б — полуформы, в — готовый топор), г — кирпичное производство, д — тигельная плавка металла в Китае

длительным и трудоемким, а полученный при этом металл ценился дороже золота.

Большой вклад в распространение металлургии железа и металлообработки внесли воинственные кочевые племена монголов и туркменов с Востока, пришедшие с богатых рудами Алтайских гор и вооруженные прочным стальным оружием и доспехами. С 6–5 вв. до н. э. славились своими сортами стали многие районы Греции и Малой Азии, которые во времена Александра Македонского подразделялись на: лаконийскую — для изготовления сверл и напильников, лидийскую — для мечей и др. видов холодного оружия, синопскую — для плотницких инструментов и т. п. Лучшие сорта римских сталей содержали, как правило, больший процент углерода, чем греческие.

Славились своим мастерством обработки железа и своей сталью кельтские (галльские) племена, населявшие во второй половине первого тысячелетия до н. э. территорию Западной Европы. Для получения прочной, твердой и однородной стали кельтские кузнецы закапывали откованные из кричного железа полосы в землю и давали им проржаветь, а затем снова проковывали для удаления ржавчины, которая разрушала в первую очередь наиболее мягкие фракции железа.

Секреты науглероживания железа и получения из него твердой стали древние мастера держали в строжайшем секрете. Именно к таким, впоследствии утерянным секретам древности, и относится способ получения дамасской стали (булата), который был вновь открыт научным путем русским металлургом П.П. Аносовым. Этим искусством первыми овладели индийские металлурги, поэтому их холодное оружие из настоящей дамасской стали чрезвычайно ценилось в древности.

Необходимо отметить, что в Китае железный век наступил с некоторым запозданием, но зато там раньше научились получать чугуны. С 4 в. до н. э. в усовершенствованных горнах с искусственным дутьем китайские мастера стали выплавлять чугун и наладили производство чугунных отливок. Там чугун был распространен гораздо шире и уже к 1-му тысячелетию до н. э. литейная

техника у китайцев была доведена до высокого совершенства. В это же время в Китае был открыт способ получения стали бауглероживанием железа путем помещения железных изделий в чугунный расплав. Но в те времена производство стали еще не обособилось в отдельную, самостоятельную отрасль металлургии.

Успешному решению проблемы производства чугуна в Китае способствовали следующие благоприятные факторы. Использование руды с высоким содержанием фосфора, имеющей пониженную температуру плавления, мощных поршневых воздуходувок, каменного угля вместо древесного, тигельного способа плавки, при котором руда и уголь не смешивались. С 2357 до н. э. в Китае путем кричного передела стали перерабатывать чугун в мягкое железо и сталь.

Высокая трудоемкость получения железа и изготовления из него стальных изделий делали их в 15–20 раз дороже бронзовых, поэтому новый материал вначале применялся исключительно для изготовления оружия. Из него выковывали мечи, кинжалы, наконечники копий, а также защитные доспехи (щиты, шлемы, панцири).

Позднее из железа стали производить металло- и деревообрабатывающие инструменты: резцы, пилы, напильники, сверла, проушные топоры, стамески, лезвия рубанков. В результате войны и охотники получили оружие, а ремесленники — инструмент, которые по прочности, твердости и режущим свойствам намного превосходили бронзовые, а тем более медные.

Производство металлов и изделий из них, требующее высокого мастерства, превратилось в один из важнейших видов ремесленного производства. Наряду с мастерскими по производству каменных орудий и керамических изделий появились мастерские умельцев-литейщиков по производству металлических изделий: оружия и доспехов, орудий труда и инструментов, украшений и домашней утвари. Особенно большие успехи были достигнуты в области художественного литья из меди и ее сплавов.

ЗАРОЖДЕНИЕ И РАЗВИТИЕ ГОРНОГО ДЕЛА

Вначале руду для выплавки металлов добывали открытым способом из земли, потом со дна водоемов (болотную, озерную руду). Со временем эти запасы исчерпались и стал использоваться подземный способ разработки, который ранее применялся для добычи камня.

Возросший спрос на металлы стимулировал распространение подземной добычи руды и развитие горного дела. В современном понимании горное дело — это отрасль науки и техники, охватывающая процессы извлечения (добычи) из земных недр полезных ископаемых открытым и подземным (шахтным) способом, а также их первичную переработку.

Для разработки глубоко залегающих пластов стали создаваться шахты с выходящими на поверхность наклонными или вертикальными стволами (штольнями), соединяющимися подземными галереями (штреками). Глубина шахтных стволов постоянно увеличивалась и стала достигать 130 м. Естественно, что при столь глубоких разработках уже нельзя было обойтись без деревянных креплений, предотвращающих опасность обрушений. Таким образом, шахты по своей конструкции стали приближаться к современным.

Вентиляции в шахтах тогда еще не было, а для освещения использовались глиняные светильники. Поступающая вода удалялась с помощью специальных водоотводных галерей, ведрами, водочерпальными колесами, а также с помощью винтовых насосов («архимедова винта»).

Для разработки часто применялся «огневой способ», состоящий в нагревании породы с помощью костра и быстром охлаждении поливом водой. При этом руда растрескивалась, а затем разрушалась с помощью забивки в трещины сухих деревянных клиньев, которые при намокании создавали огромные расклинивающие усилия. Как известно, этот способ ранее использовался для откалывания каменных глыб в каменоломнях, в частности при строительстве египетских пирамид. Выломанные куски руды затем разрушались с помощью ручного рудничного

инструмента (молота, кайла или кирки). Измельченная порода выгребалась заступами и лопатами.

Подъем руды по наклонным штрекам производился в мешках (рюкзаках) за плечами или на тачках, по вертикальным — с помощью лестниц, а также в бадьях с помощью воротов. Руда, доставленная вручную «на гора», перебиралась (обогащалась), обжигалась и готовилась к плавке. Для выполнения этой нечеловечески трудной работы широко использовался труд рабов, прикованных навечно к своим орудиям.

ЗАРОЖДЕНИЕ И РАЗВИТИЕ МЕТАЛЛООБРАБОТКИ

Для того чтобы из выплавленного куска металла сделать готовую деталь или законченное изделие ему необходимо придать требуемую форму и обеспечить необходимые механические свойства и качество поверхности.

Получение необходимой формы детали или изделия обеспечивается литьем, обработкой давлением и резанием; необходимые механические, физические и технологические свойства металла — термообработкой; требуемое качество поверхности — механической обработкой и нанесением покрытий; получение неразъемных соединений — сваркой, пайкой, клепкой. Все эти современные технологические способы переработки металла в законченные детали и изделия обычно объединяются одним общим термином — металлообработка.

Первым, основным видом металлообработки, освоенным человеком еще задолго до наступления эпохи металлов, был метод обработки резанием, который первобытный человек стал применять для изготовления изделий из дерева и кости. Этот же принцип формообразования путем снятия стружки был перенесен и на обработку заготовок из металлов, но для этого понадобились более совершенные инструменты и устройства (станки) для обеспечения относительного движения инструмента и заготовки.

При обточке металлических изделий стали широко применяться сверлильные и токарные станки сначала с шнуровым, а с 6 в. до н. э. с лучковым приводом. В предшествующую эпоху они использовались для обработки

деревянных и костяных изделий. В 5 в. до н. э. был изобретен токарный станок, который отличался от сверлильного станка с лучковым приводом тем, что во вращение приводилась обрабатываемая деталь. Вначале появились токарные станки с ручным лучковым приводом, затем они были заменены ножными. Вращение в одну сторону (рабочий ход) осуществлялось нажимом ногой на педаль, а в другую (холостой ход) — за счет упругих сил лука, прикрепленного к потолку, или консольной балки (очерпа), вделанной в стену.

Позднее появились станки с кривошипным приводом, в основе которого был заложен коленчатый рычаг — древний коловорот, использовавшийся первобытным человеком для сверления. По утверждению историка Плиния Старшего, в 4 в. до н. э. знаменитый мастер Феодор, житель острова Самоса в Эгейском море, производил обтачивание металлических деталей замков на токарном станке собственной конструкции.

Указанный станок имел стойку, две бабки для крепления заготовки и кривошипный ножной привод. Для заточки инструмента и шлифования служил шлифовальный круг, сидевший на одной оси с заготовкой и выполнявший одновременно функции маховика. Подобный привод обеспечивал непрерывное вращение заготовки в одну сторону и освобождал обе руки рабочего для манипулирования инструментом, что позволило не только повысить производительность труда, но и качество обработки. При всей своей примитивности он уже имел все основные элементы современного токарного станка.

В металлообработке успех обеспечивал не только станок, но и металлорежущий инструмент. Овладев секретами науглероживания и закалки железа, человек стал изготавливать инструмент высокой твердости, прочности, с высокими режущими свойствами. Стало возможным в полном смысле резать металл, а не скоблить, как это было раньше.

Вторым в хронологической последовательности и не менее важным после резания был метод свободнойковки, который был затронут в разделе металлургии. Распространениековки было связано с совершенствованием

кузнечных мехов и кузнечного инструмента, а также появлением специальных приспособлений, таких как «гвоздильная доска», применявшаяся для высадки головок гвоздей и др.

Получаемое проковкой крицы малоуглеродистое железо обладало хорошей свариваемостью и называлось сварочным. Поэтому уже при получении такого железа был освоен процесс кузнечной (горновой) сварки, который вплоть до появления электросварки был одним из основных способов соединения металлов. Затем был освоен способ соединения клепкой, а в 8 в. до н. э. кузнец Главк из Хиоса (Греция) изобрел метод соединения металлических изделий пайкой вместо клепки.

Широкое распространение, особенно в Греции, получила торевтика (от греч. *toresco* — вырезаю, чеканю) — искусство ручной рельефной художественной обработки металлических изделий (чеканки, гравирования, отделки и т. п.) с помощью ручных инструментов.

Для изготовления появившихся к тому времени монет использовались почти все известные тогда способы обработки: литье, штамповка, чеканка и др. При производстве зеркал, золочении и серебрении применялось амальгамирование (от лат. *amalgama* — сплав) — предварительное покрытие ртутью стеклянной или металлической поверхности.

2.3. РАЗВИТИЕ ВОЕННОЙ ТЕХНИКИ И ТРАНСПОРТА

РАЗВИТИЕ ВОЕННОЙ ТЕХНИКИ

Постоянные войны между рабовладельческими государствами придавали военной технике исключительное значение. Поэтому техника и технология изготовления оружия достигли наибольшего совершенства.

Прежде всего требовало непрерывного совершенствования и расширения производства холодное оружие, являющееся основным видом вооружения. Все виды холодного оружия изготавливались из стали и подвергались закалке, тщательно отделывались и нередко богато укра-

шались. От короткого оружия (ножей и кинжалов) стали переходить к длинным мечам, от бронзовых мечей — к железным. На вооружение стали поступать также боевые топоры, секиры, серповидные мечи (сабли), боевые палицы и др. более изощренные виды холодного оружия. Распространенные раньше кремневые копья и дротики стали оснащаться бронзовыми, а затем и стальными наконечниками.

Так, с наступлением железного века наступил новый этап в развитии холодного оружия — эпоха железного меча. Железные мечи и наконечники копий появились в Греции в 11–10 вв. до н. э. Освоение производства стали позволило изготавливать оружие необычайной твердости, прочности и затачивать его до недоступной ранее остроты.

Был значительно усовершенствован лук — основное метательное оружие воинов и охотников. Уже во времена мезолита стали появляться конструкции рефлексивных луков, которые, благодаря изогнутости в средней части, рефлексировали, т. е. изгибались в противоположном направлении. Позднее для дальнейшего повышения упругости лук стали делать слоеным. Одновременно совершенствовались и стрелы, получившие бронзовые, затем стальные наконечники и более совершенное оперение. Увеличился и запас стрел, которые стали носить в кожаных колчанах. Широкое распространение получила также праща — древнее оружие для метания камней, представляющее ремень с расширяющейся средней частью.

Большого развития и распространения получили метательные машины, в конструкции которых были заложены самые передовые достижения механики античности. Они были первыми устройствами, требовавшими точных математических расчетов и проектирования. Так, Архимед среди множества своих изобретений много работал и над созданием военных машин, которые широко использовались при защите его родного города Сиракуз от римлян. По преданию, прежде чем пасть от руки римских легионеров, захвативших город, он произнес: «Только не трогайте моих чертежей».

На базе исходных метательных приспособлений, лука и пращи стали появляться более мощные с механическими

устройствами для натяжения упругого звена. Около 500 лет до н. э. в Китае появился камнемет, представляющий упругий шест, вкопанный в землю, к свободному концу которого крепилась праща, в которую закладывался камень.

Дальнейшим развитием этого вида метательных устройств была катапульта (от лат. *catapulta*), предназначенная для метания камней по отвесной траектории. Метательным элементом ее служил рычаг, вставленный в пучок из закрученных жил и взводившийся механически с помощью ворота. Камень или другой снаряд устанавливался в углублении в виде ложки на свободном конце рычага. В Древней Греции и Риме при осаде и обороне крепостей применяли онагры (от греч. *onagros*) — мощные катапульты, позволявшие метать камни весом до 200–300 фунтов, бочки с зажигательными составами и пр.

Термины «катапульта» и «катапультирование» не исчезли и из современного лексикона, поскольку катапультирующие устройства, естественно, более совершенной конструкции, широко используются для запуска летательных аппаратов и катапультирования летчиков и испытателей при авариях. Такими же вполне современными являются термины «баллистика» «баллистическая ракета» и т. п.

Одним из первых механических метательных устройств был также гастерофет — мощный лук с механическим приспособлением для натягивания тетивы, явившийся прототипом средневекового арбалета. Его дальнейшим развитием являлась баллиста (лат. *ballista* от греч. *ballo* — бросаю), применявшаяся вплоть до 5 в. для метания снарядов (бревен, стрел, камней и др.) по отлогой (настильной) траектории. Она монтировалась на раме с регулируемым по углу наклона желобом и была снабжена мощной тетивой из скрученных волокон, натягиваемой с помощью ворота.

При осаде крепостей широко использовались также гелеполы (от греч. *helein* — брать и *polis* — город) — передвижные (на катках или колесах), многэтажные (до 9 этажей) высотой до 35 м, деревянные обшитые металлическими листами или шкурами осадные башни. Передвигались они по бревенчатому настилу с помощью

рычагов, а на верхних этажах располагались метательные машины, перекидные мостки и отряды воинов. На Руси такие осадные башни назывались турусами (от лат. *taurus* — башня).

В нижней части галепол (турусов) обычно размещались стенобойные машины для выполнения проломов в крепостных стенах — тараны. Таран представлял тяжелое бревно с металлическим наконечником, подвешенное на цепях, которое раскачивалось воинами перед нанесением удара. Они начали применяться ассирийцами еще в 10–8 вв. до н. э.

Таранами в виде выступающей вперед подводной части форштевня и abordажными мостиками были оснащены в те времена финикийские военные корабли. В современном военном лексиконе выражение «пойти на таран» означает войти в непосредственное соприкосновение для поражения ударом корпуса (самолета, танка, корабля).

Огромную роль в сражениях того времени сыграли боевые колесницы, которые начали применять шумеры с 3-го тысячелетия до н. э. Во 2–1-м тысячелетиях они стали распространенным видом вооружения и использовались на решающих участках боевых действий, чаще всего перед фронтом или на флангах пехоты.

Колесница представляла двухколесную, реже — четырехколесную повозку, запряженную парой лошадей и управлявшуюся возничим. На ее платформе располагался воин, вооруженный копьем и луком, а иногда и его оруженосец, помогавший ездину и защищавший его. Ближайшими аналогами боевых колесниц являлись знаменитые боевые тачанки времен гражданской войны, тактика применения которых была почти такой же.

Совершенствование холодного оружия заставило искать средства защиты от него. Стали применяться сначала кожаные, потом медные, а затем и прочные стальные щиты, шлемы, панцири, а с 1-го тысячелетия до н. э. в Ассирии появились кольчуги. Это был очень дорогой оборонительный доспех в виде рубашки из железных колец. Чтобы изготовить такую рубашку на средний рост, требовалось примерно 20 тыс. колец — чем они были мельче, тем больше она ценилась.

Для изготовления кольчуги сначала нужно было протянуть проволоку, навить ее на оправку, а затем разрубить полученную спираль по одной стороне. Половину из полученных элементов сваривали, а у оставшихся расплющивали концы и пробивали или просверливали в них отверстия под заклепки. Потом производилась наиболее ответственная операция сборки и склепывания колец. Этот пример позволяет в полной мере оценить мастерство древних кузнецов, мастеров ручнойковки — древнего, наиболее универсального и почитаемого ремесла.

Кроме оружия и средств защиты в армии стала появляться и военная атрибутика (от лат. *attribuo* — придаю, наделяю): трубы, барабаны, стяги и т. п.

РАЗВИТИЕ СУХОПУТНОГО И ВОДНОГО ТРАНСПОРТА

Растущая торговля и постоянные военные экспедиции требовали совершенствования водного и сухопутного транспорта и увеличения количества транспортных средств.

Значительное развитие получил появившийся с 4-го тысячелетия до н. э. колесный транспорт, который заменил бесколесный типа волокуш. Появились двух-, а потом и четырехколесные телеги и повозки. Колеса были деревянными, вначале в виде сплошного диска, а потом, со 2-го тысячелетия до н. э., — со ступицей, спицами и гнутым ободом. Позднее на деревянный обод для прочности стали насаживать медную, а затем и железную шину.

Интенсивно развивался и водный транспорт. В 5-м тысячелетии до н. э. в Египте начали строить суда из папируса, а с 2500 до н. э. появились дощатые суда. Для передвижения использовались шесты и весла, сначала свободные, как у байдарки, потом они стали закрепляться в уключинах. Наряду с мускульной силой рабов для передвижения стала использоваться и сила ветра. Вначале парус крепился к двуногой (козловой) мачте, на смену которой пришла к 2600 до н. э. обычная, одностоечная. В составе флотов были не только лодки, но и корабли, в том числе и боевые, оснащенные таранами и аборажными устройствами.

При постройке судов лес стал незаменимым строительным материалом, потребность в котором непрерывно возрастала. Это способствовало развитию лесного хозяйства, появлению должностей лесничих, совершенствованию деревообработки и деревообрабатывающего инструмента. С 3400 до н. э. стали появляться письменные инструкции по постройке судов и их эксплуатации.

Наивысшего расцвета судостроение достигло в 2–1 тысячелетиях до н. э. в Финикии. Финикийцы переняли от сирийских корабелов конструкции судов с килем и шпангоутами. Подобные суда типа галер с круто загнутыми носом и кормой стали строиться со сплошной палубой и фальшбортами, а затем и 2–3-палубные.

2.4. РАЗВИТИЕ ТЕКСТИЛЬНОЙ, СТРОИТЕЛЬНОЙ И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

Развитие текстильной техники

Высокого уровня в античный период достигло текстильное (от лат. textile — ткань, от texo — тку) производство — выработка тканей, трикотажа, сетей, нитей, войлочных изделий и т. п. Оно, как известно, зародилось еще в первобытные времена из прядения и ткачества.

Ткани стали изготавливаться не только из льна, но и из хлопка, от самых грубых сортов (парусины и мешковины) до тончайших плательных и плессировочных. За период 3–1-го тысячелетий до н. э. в Египте появилось большое количество ткацких мастерских, в которых выделялись ткани из льна, конопли, шерсти: полотно, саржа, парча, гобелены, махровые и мелкоузорчатые ткани. С 3250 до н. э. в Индии зародилось хлопчатобумажное производство, которое к 2600 до н. э. распространилось в Китае, а затем в Египте и Греции.

С 2640 до н. э. в Китае появилось шелководство и шелкоткачество, которые долгое время содержались в секрете, пока во 2 в. до н. э. не стало известно в Корее, а потом в Японии. В 8 в. до н. э. в Персии, а затем в 5 в. до н. э. в Горном Алтае появилось ковровое производство.

Выросло производство дорогих многоцветных и златотканых изделий. При отделке стали широко использоваться набивка, протравливание и высокохудожественное крашение с помощью разнообразных красителей.

Успехи в ткачестве были достигнуты во многом благодаря совершенствованию конструкции ткацкого станка, который развился из простейшей рамы для плетения сетей и циновок, а также примитивного первобытного ткацкого станка. Их развитие было связано в основном с изобретением накопителя основы и ткани — товарного валика. К 4 тысячелетию до н. э. ткацкие станки достигли такого совершенства, что иногда продолжали использоваться в неизменном виде вплоть до настоящего времени.

В Греции широкое применение получили станки вертикального типа, состоящие из двух стоек с установленным вверху между ними валиком, на который наматывались нити основы, натягиваемые подвешенными к ним грузилами. Для раздвижения нитей основы при потягивании переплетающихся с ними уточными (поперечными) нитями служили две горизонтальные рейки, расположенные в средней части.

Помимо вертикальных стали появляться и более удобные для работы и более совершенные ткацкие станки горизонтального типа, которые могли обслуживаться одним ткачом, в то время как для обслуживания вертикальных требовалось несколько человек. Они оснащались двумя навоями (валиками или катушками), на которые наматывались нити основы и готовая ткань, и ремизками — подвижными приспособлениями для раздвижения нитей основы при пробрасывании вручную между ними челнока с утком. Поскольку пробрасывание утка пока что производилось вручную, ткани имели небольшую ширину.

Широкое распространение получило производство шерстяных и суконных тканей. Для изготовления сукна шерсть обезжиривалась, промывалась, сушилась и ворсовалась. Полученные на сукновальных машинах куски сукна для уплотнения ткани и увеличения сцепления между волокнами выдерживались под прессом между двумя гладкими досками.

Совершенствовалась также технология выделки кож, расширялось производство обуви, плетение корзин, циновок и др. утвари.

РАСШИРЕНИЕ СТРОИТЕЛЬСТВА, РАЗВИТИЕ СТРОИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ И СТРОИТЕЛЬНОГО ДЕЛА

Рост городов, развитие транспорта и ирригации (лат. *irrigatio* — поливка, орошение) в рассматриваемый период были связаны с резким расширением объемов строительных работ, совершенствованием строительного дела и строительной техники, а также значительным увеличением производства строительных материалов. Это потребовало расширения добычи камня и производства обожженного кирпича и бетона.

В 3 в до н. э. была построена Великая китайская стена длиной около 4 тыс. км и высотой до 10 м, на строительстве которой было занято до 2 млн человек. Огромный размах строительных работ того времени был в основном ориентирован на дешевый, но малопроизводительный и неквалифицированный рабский труд, не способствующий развитию механизации. В основном применялись простейшие механизмы в виде рычагов, катков, блоков и полиспастов, которые были известны уже во времена позднего неолита.

Во второй половине 1 в. до н. э. своевременно появился первый научный трактат «Десять книг об архитектуре», изданный римским архитектором и инженером Марком Витрувием Поллионом. В этом сочинении были рассмотрены вопросы римского зодчества и градостроительства, а в десятой книге, посвященной строительным машинам, было дано первое определение машины: «Машина есть деревянное, во всех своих частях связанное приспособление, представляющее значительные преимущества для поднятия грузов; она действует искусственным путем при помощи вращательного движения».

С точки зрения современных понятий, приведенное определение больше подходит не для машины, а для грузоподъемного механизма, например винтового домкрата.

Термин «машина» вплоть до конца XIX в. продолжал оставаться неопределенным, но сам факт его появления свидетельствовал о том, что человек оказался уже на пороге новой машинной эпохи.

Наряду со строительством глинобитных, деревянных и тростниковых хижин с глинобитными полами в городах начало развиваться строительство многоэтажных зданий в 3–4 этажа. Улицы стали моститься камнем, а в портовых городах сооружались каменные причалы и гранитные набережные. В домах городской знати стали появляться водопровод, ванны, центральное отопление и канализация.

Для устройства кровли использовалось дерево, а при его дефиците применялись сводчатые каменные и кирпичные перекрытия различной формы (цилиндрические, крестовые, купольные и др.). Широко использовались штукатурка из извести и гипса, кровля, настилка полов и облицовка мраморной, керамической плиткой и черепицей. Для освещения применялись светильники, заправляемые сырой нефтью.

Рост городов и расширение орошаемого земледелия потребовало строительства плотин, водоподъемных сооружений и водопроводов. Для снабжения городов водой сооружались водопроводы и акведуки (от лат. aqua — вода + ducis — веду) — сооружения в виде мостов с водоводами. Длина подобных сооружений в Вавилоне (19–6 вв. до н. э.), например, равнялась расстоянию от Парижа до Лондона.

Для строительства водопроводов, длина которых достигала 10 км, широко использовались керамические трубы. Подъем воды производился двуплечным рычагом с противовесом на конце, который на Востоке назывался шадуфом, на Руси — журавлем. Использовались также водоподъемные (наливные) колеса.

Основными строительными материалами являлись камень и кирпич, а в качестве связующих использовались глина, гипс, смола, битум, асфальт. В 4 в. до н. э. в Италии получил широкое распространение известковый раствор, а в 3 в. до н. э. пуццолановый (ит. Pozzuoli — название горы около Неаполя) раствор, на основе которого стали вскоре производить «римский бетон», а позже был разра-

ботан и пуццолановый цемент (от лат. *caementum* — битый камень).

В связи с развитием многоэтажного строительства, при сооружении пирамид и для обеспечения прочности сооружений при обороне в условиях постоянных войн кирпичу во многих случаях предпочитали естественный камень. Например, для постройки пирамиды Хуфу (2600 до н. э.) понадобилось 2,3 млн монолитных известняковых блоков весом более 2 т, которые добывали в каменоломнях и обрабатывали по следующей технологии.

Вначале блок выдалбливали в монолите, а потом выламывали путем забивки в щели деревянных клиньев, смачиваемых затем водой. Извлеченную каменную глыбу затем отесывали с помощью медных, а потом бронзовых и железных долот молотками и кувалдами с такой точностью, что при установке блоков в место стыка нельзя было просунуть лезвие ножа.

Сверление отверстий для установки шипов производилось трением с использованием воды и абразивного порошка. Часто в качестве инструмента использовались трубчатые сверла, приводимые во вращение лучковыми дрелями и коловоротами.

Для перемещения каменных глыб и других тяжелых грузов с 4 тысячелетия до н. э. использовались салазки, под которые подкладывались катки. Для подъема применялись рычаги, блоки, полиспасты и журавли (шадуфы). При выполнении этих поистине циклопических по объему работ широко использовался рабский труд.

Самым распространенным строительным материалом в лесистых районах было дерево, наличие которого, а также совершенствование ручного деревообрабатывающего инструмента способствовало расширению и развитию деревообделочных работ. Они стали делиться на грубые, связанные с первичной обработкой дерева и сооружением деревянных конструкций, называемые плотницкими, и более точные и тонкие работы, связанные обычно с изготовлением мебели — столярные. Так зародилось плотницкое и столярное ремесло.

Столяры и плотники получили в свое распоряжение стальной инструмент (топоры, пилы, рубанки, стамески и

др.), обладающий большой твердостью, износостойкостью и замечательными режущими свойствами. Рукояти топоров и др. инструментов стали изготавливать изогнутой формы, что существенно улучшило их рычажные свойства и обеспечило удобство пользования.

В связи с развитием колесного транспорта, увеличением грузоперевозок и совершенствованием строительного дела получило широкое развитие дорожное строительство. Строились все новые грунтовые дороги, а существующие переделывались в шоссейные. Так, из Рима расходилось ни много, ни мало как 23 дороги, откуда, очевидно, и пошла поговорка «Все дороги ведут в Рим».

Магистральные дороги в те времена сооружались с необычайной монументальностью и представляли, по существу, каменно-бетонные дамбы шириной в 10–30 м с покрытием до четырех слоев толщиной 1–1,5 м. В городах строились каменные и деревянные мостовые. С 1-го тысячелетия до н. э. при строительстве дорог в горных местностях начали пробивать тоннели.

Через водные преграды с 6 в. до н. э. стали возводить деревянные мосты, конструкция которых постоянно совершенствовалась. От этрусков, древних племен, населявших Апеннинский полуостров в первом тысячелетии до н. э., римляне заимствовали секреты строительства каменных арочных мостов. Юлий Цезарь построил и использовал в своих военных экспедициях понтонный мост.

В связи с интенсивным развитием водного транспорта началось строительство каналов, гаваней, портов, каменных и бетонных молов, сигнальных башен-маяков. В 6 в. до н. э. был построен канал длиной 400 км, соединяющий реки Тигр и Ефрат. Велось строительство Суэцкого канала, первоначальный вариант которого функционировал до середины 9 в.

Развитие сельскохозяйственной техники

Благодаря использованию тягловой силы животных стал возможным переход с 3–2-го тысячелетия до н. э. от мотыжного земледелия к пахотному. Вначале для

этой цели использовали крупный рогатый скот, потом лошадей. Гоняя скот по уложенным на землю снопам, производили обмолот зерна, из которого на ручных мельницах и зернотерках приготавливали муку.

С конца 4-го тысячелетия до н. э. на Древнем Востоке в качестве пахотного орудия стала применяться деревянная соха, которая просуществовала у некоторых народов более двух тысячелетий. В отличие от плуга, появившегося позже, она не переворачивала пласт почвы, а отваливала его в сторону. Позднее соху стали снабжать воронкой, в которую засыпался запас зерна — так возник древний прототип современной сеялки.

Греческие земледельцы пахали с помощью аротрона, имеющего металлический наконечник и полоза для регулирования глубины вспашки, в который впрягалась пара волов. Важное значение имело изобретение рала (орала) — первого примитивного плуга для отвальной вспашки.

С 1 в. до н. э. стал применяться усовершенствованный колесный плуг, снабженный вначале бронзовым, а затем и стальным ножом (лемехом) с отвалом и отвесными деревянными рукоятками, соединенными поперечиной, за которую он удерживался работником.

Для боронования стали использовать бороны с металлическими зубьями. Отвальная пахота и боронование существенно повысили качество обработки почвы, а использование быков, а потом и лошадей в качестве тягловой силы — производительность.

По мере освоения металлов широкое применение получили бронзовые, а потом и железные ручные сельскохозяйственные орудия: мотыги, вилы, грабли, серпы.

В рабовладельческих государствах (Египте, Двуречье) с 1500 до н. э. началось строительство сложных ирригационных систем, которое достигло своего расцвета в Вавилоне при Навуходоносоре Втором (685–562 до н. э.). Эти грандиозные сооружения позволяли регулировать течение рек и включали водохранилища, оросительные каналы и закрытые водопроводы. От магистральных каналов отходили распределительные арыки, в которые вода поступала самотеком или подавалась с помощью

водочерпальных колес и шадуфов. С 4–3 вв. до н. э. для перекачивания воды стал применяться «водоподъемный винт», или «улитка», впоследствии описанный Архимедом и названный его именем («архимедов винт»).

В 1 в. в Галлии появилась «галльская жатка», представляющая одноосную тележку, снабженную спереди загнутыми вверх ножами, которые захватывали и отрывали колосья, когда запряженный сзади вол толкал ее вперед.

Для размола зерна широко использовались ручные мельницы-зернотерки (рушилки) с прямоугольными и круглыми жерновыми поставами, включающими подвижный и неподвижный жернова. В первом случае подвижный жернов — возвратно-поступательное движение с помощью рычага, во втором — вращательное с помощью рукоятки. С 4 в. до н. э. в Греции стали применяться круглые мукомольные постава, в которых верхний жернов вращался животными или рабами.

В 3 в. до н. э. стали применяться простейшие водяные мельницы мутовчатого типа с лежащим горизонтально водяным колесом, снабженным изогнутыми лопастями (лепестками), а в 230 до н. э. Филоном Византийским были описаны водяные колеса с горизонтальной осью вращения — нижнебойное (подливное) и верхнебойное (наливное).

ПРОЧИЕ ВИДЫ АНТИЧНОЙ ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИИ

Большое распространение в античный период получило ремесленное производство художественных изделий из керамики, а потом и из стекла.

К 4 тысячелетию до н. э. относится изобретение гончарного круга, который вращался вначале вручную, а с 2–1 тысячелетия получил ножной привод и стал снабжаться маховиком. С изобретением гончарного круга, механизировавшим гончарное производство, наблюдался его непрерывный рост и совершенствование. Резко возросли производительность труда гончаров, качество посуды и других керамических изделий.

С 3-го тысячелетия до н. э. керамические изделия стали покрываться глазурью и обжигаться вначале на от-

крытом огне, а затем в специальных гончарных печах и горнах. Рельефные фигуры и орнамент стали выдавливаться с помощью специальных матриц и штампов.

Для изготовления керамических изделий стала использоваться глина различных сортов, в том числе и наиболее ценная, каолиновая. Впервые произведенная из нее в итальянском городе Фаэнца посуда была названа фаянсовой, или просто фаянсом. Фаянсовое производство является разновидностью керамического и очень близко к появившемуся позднее фарфоровому.

Производство глазури для покрытия керамических изделий привело в 3-м тысячелетии до н. э. к открытию стекла и возникновению стеклоделия. В 1-м тысячелетии до н. э. был изобретен способ выдувки с помощью воздуходувной трубки, что открыло новые возможности массового изготовления относительно дешевых и изящных стеклянных изделий. Особенно большим спросом пользовались поделки из мозаичного стекла. В это же время римские ремесленники, используя технологию варки бесцветного стекла, разработанную сирийцами, освоили производство прозрачных оконных стекол.

Появились первые зачатки химической технологии и производства химических веществ. С 3-го тысячелетия до н. э. для химического разложения жиров, отбеливания холста, бальзамирования, приготовления пищи, очистки и других целей стала широко использоваться сода.

Началась добыча соли и расширение ее потребления при приготовлении пищи и заготовке ее впрок, освоение технологии консервирования и длительного хранения продуктов. Соль не только вошла в ежедневный рацион питания человека, но и стала важнейшим продуктом обмена и торговли, которые постоянно расширялись. Добыча соли чаще всего производилась из солончаков и методом выпаривания из морской воды.

С 3-го тысячелетия до н. э. получили широкое распространение различные краски минерального (охра, киноварь, сурик, лазурь и др.), растительного (индиго, лакмус, сандал и др.) и животного происхождения, а также клеи.

Стал расширяться и ассортимент продуктов питания, приближаясь к современному. В рационе появились

животное и растительное масло, сыр, пиво, вино и др. пищевые продукты. Повышались их качество и калорийность.

2.5. ИТОГИ РАЗВИТИЯ АНТИЧНОЙ ТЕХНИКИ

1. Окончательный переход от каменных орудий к металлическим, бронзовым, а потом стальным; развитие ремесленного производства и отделение его от земледелия.

2. Освоение и развитие металлургии бронзы, чугуна, способов производства железа и его науглероживания; производства бронзовых, а затем стальных орудий и оружия; способов соединения металлов сваркой, пайкой и клепкой.

3. Развитие и совершенствование гужевого и водного транспорта, использование телег и колесниц, строительство кораблей и их оснащение парусным оборудованием.

4. Рост городов и этажности строений, расширение производства строительных материалов; возведение оборонительных сооружений, пирамид, каналов, дамб, плотин, водопровода.

5. Изобретение гончарного круга и механизация изготовления керамической посуды; изобретение ткацкого станка и расширение производства тканей.

6. Совершенствование лука и наступление эпохи «железного меча»; распространение боевых колесниц, металлических и стенобойных машин, штурмовых башен.

7. Расширение производства строительных, грузоподъемных механизмов и сельскохозяйственного инвентаря; изобретение металлического плуга.

8. Начало добычи соли и ее употребления в пищу, освоение технологии консервирования и заготовки продуктов впрок.

9. Совершенствование клинописного письма и появление финикийского алфавита; зарождение естественных наук и наметившееся отделение умственного труда от физического.

10. Налаживание производства бронзового, а затем стального металлорежущего и деревообрабатывающего инструмента.

ГЛАВА 3. СРЕДНЕВЕКОВАЯ ТЕХНИКА

(V–XVI вв.)

3.1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СРЕДНЕВЕКОВОГО ПЕРИОДА

ПЕРЕХОД ОТ РАБОВЛАДЕЛЬЧЕСКОГО СТРОЯ К ФЕОДАЛИЗМУ. Эпоха Возрождения

В III–VII вв. совершился переход от рабовладельческой к более прогрессивной феодальной классово-антагонистической формации. Феодальные государства существовали преимущественно в виде монархий.

Наряду с феодальной существовала также единоличная собственность крестьян и ремесленников на орудия труда и продукты частного хозяйства, основанного на личном труде. Это создавало заинтересованность непосредственного производителя в повышении производительности труда, что и определило более прогрессивный характер феодального строя по сравнению с рабовладельческим. Вместе с тем для эпохи феодализма характерно чрезвычайно медленное развитие производительных сил, связанное с господством натурального хозяйства и традиционных видов техники, основанных на применении преимущественно ручного труда.

Центр технического и культурного прогресса с Востока и Средиземноморья стал перемещаться в Западную Европу, где, особенно после крестовых походов (XIII–XV вв.), наблюдался быстрый рост технических достижений. Вплоть до монголо-татарского нашествия в XIII в. материальная культура Древнерусского государства, в частности ремесло, развивалась на уровне передовых стран Западной Европы.

В XIV–XVI вв. многие страны Западной и Центральной Европы переживали период Возрождения, или Ренессанс (от фр. Renaissance), характерного обращением к культурному наследию античности и как бы его «возрождению», откуда и произошло название. Антиклерикальные и гуманистические идеи эпохи Возрождения способствовали разрушению феодально-религиозных представлений и во многом объективно отвечали потребностям зарождавшегося буржуазного общества. Именно в этот период были сделаны выдающиеся научные открытия в географии, астрономии, анатомии и др. областях, наблюдался небывалый расцвет искусства и архитектуры.

РАЗВИТИЕ РЕМЕСЛЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА И ЗАРОЖДЕНИЕ МАНУФАКТУР

Хотя основной сферой материального производства в средневековый период оставалось сельское хозяйство, значительное развитие получили также различные виды подсобных промыслов и городского ремесла, имевшего в основном цеховую организацию.

На протяжении всего средневековья происходили специализация ремесленного производства и рост числа ремесленных профессий, которые наблюдались прежде всего в городах. Городское ремесленничество стало играть ведущую роль в развитии техники и технологии добывающих и обрабатывающих промыслов. Рост ремесленного производства и его специализация приводили к созданию все новых цехов, количество которых в городах стало исчисляться десятками.

Производство стало регламентироваться цеховыми правилами. Работа осуществлялась с помощью ручных инструментов, а также станков и орудий труда в небольших мастерских самим мастером, его подмастерьем и учениками. Наряду с ручными орудиями и мускульным приводом стали использоваться устройства, использующие силу животных и прежде всего лошадей, с IX–X вв. — силу ветра, а с XV в. — энергию воды.

Характерной для многих отраслей средневекового производства являлась простая кооперация, при которой

все работники, выполняющие совместные согласованные действия, были заняты однородной работой в одном и том же процессе производства.

Мануфактурное производство, основанное на применении наемного труда, стало зарождаться в XIII–XIV вв. в городах-государствах Италии, на Пиренейском полуострове, во Фландрии и некоторых других областях Западной Европы, но характерной формой производства стало лишь к концу рассматриваемого периода (в XVI в.).

Вначале (в XIII в.) во Фландрии на базе домашнего ремесла стали возникать суконные мануфактуры рассеянного типа, а затем и централизованные судостроительные, горные и металлургические мануфактурные предприятия, в которых все операции производились под надзором хозяина или его управляющего.

Переход от ремесла к мануфактуре протекал в условиях первоначального накопления капитала, осуществлявшегося самыми варварскими методами и прежде всего с помощью завоевательных войн и беспощадной эксплуатацией колоний. Будущие владельцы мануфактур сосредоточивали в своих руках богатства путем торговых и банковских операций, откупов, присвоения общинных и государственных земель, а также благодаря щедрым правительственным субсидиям за счет налогоплательщиков.

К наиболее выдающимся изобретениям, открытиям и техническим разработкам ремесленного периода необходимо отнести прежде всего изобретение водяного и ветряного двигателей и разработку на их основе водо- и ветродействующих установок, изобретение пороха и разработку огнестрельного оружия. Именно они в наибольшей степени обеспечили дальнейшее развитие ремесленного производства и стали базой для организации мануфактур.

Соединение науки с практикой, становление экспериментальной науки

Рост крупных городов, развитие промышленности, торговли, сельского хозяйства, мореплавания и т. п. открыли перед наукой более широкие перспективы, а ее развитие

пошло вперед в нарастающем темпе. Практические нужды общества в развитии мореплавания, военного дела, особенно артиллерии, гидроэнергетики и прочих отраслей выдвинули на первый план задачу разработки основ механики, астрономии и других наук.

Выдвижения на первый план механики требовали настоящие потребности в развитии механической техники, а также необходимость в изучении природы движения материи, начиная с ее простейшей формы — механического перемещения. В исследованиях различных свойств вещества и энергии нуждались металлургия и металлообработка, керамическое и стеклодувное производство, текстильное и зарождающееся химическое производство. Все это создало материальную основу для становления и развития подлинной экспериментальной науки.

Элементы становления естественных наук наблюдались еще в античности, но активизация становления экспериментальной науки началась лишь в эпоху Возрождения и распространилась на значительный исторический период. Этот период, охватывающий примерно XV–XVIII вв., считается первым, начальным периодом развития современной науки.

В течение эпохи Возрождения осуществлялся синтез научно-теоретического мышления и практики, подготавливающий возникновение экспериментального метода. Характеризуя эту эпоху, Ф.Энгельс писал: «Это был величайший прогрессивный переворот из всех переживаемых до того времени человечеством, эпоха, которая нуждалась в титанах и которая порождала титанов по силе мысли, страсти и характеру, по многосторонности и учености» (Маркс К., Энгельс Ф. Соч. Т. 20. С. 346). К их числу относятся Леонардо да Винчи, Никколо Тарталья, Ванноччо Бирингуччо, Николай Коперник, Агрикола (Георг Бауэр), Джероламо Кардано, Галилео Галилей и др.

В III–IV вв. в Александрии возникла алхимия (лат. *alchimia*) — донаучное направление в химии, получившее особенно широкое распространение в Западной Европе в IX–XVI вв. Все усилия алхимиков были направлены на превращение простых металлов в драгоценные и полу-

чения «эликсира долголетия» с помощью несуществующего в природе «философского камня». Пытаясь связать и объяснить реальные факты и наблюдения на основе мистических представлений, алхимия совершила множество ошибок, которые надолго закрепились, но было бы несправедливым считать ее сплошным шарлатанством и надувательством.

Положительная роль алхимии заключается в том, что в процессе поиска чудодейственного средства были открыты и усовершенствованы способы получения многих практически ценных продуктов (стекол, красок, эмалей, солей, кислот, щелочей, лекарственных препаратов и др.), а также разработаны многие приемы лабораторной техники (перегонка, возгонка и др.). Алхимия ознаменовала собой раннюю, донаучную стадию развития химической науки и оказала сильное влияние на развитие естествознания. На этом пути было сделано и много ценных изобретений и открытий — от пороха до фарфора.

В XIII–XV вв. количество изобретений и открытий в западноевропейских странах увеличивалось в нарастающем темпе, формировались квалифицированные технические кадры не только мастеров, но и инженеров — горных, военных, строительных, корабельных и др.

Вклад в развитие науки и техники выдающихся ученых и инженеров эпохи Возрождения

Выдающаяся роль в становлении экспериментальной науки принадлежит прежде всего видному основоположнику современного естествознания, гениальному художнику, ученому и инженеру эпохи Возрождения Леонардо да Винчи. Кроме увлечения искусством, анатомией, математикой, физикой и механикой он активно занимался исследованиями и конструированием в области техники. Труды этого гения насчитывают около 5 тыс. страниц.

В своих сочинениях Леонардо да Винчи подробно описал практически все виды зубчатых передач, передач с гибкими звеньями, кулачковых и винтовых механизмов. Он изобрел несколько типов экскаваторов, несколько

гидравлических машин, в том числе тангенциальную турбину; разработал конструкции прядильного, волоочильного, прокатного станов и стана для навивки канатов, а также конструкции токарно-винторезного станка и станка для насечки напильников. К числу его изобретений, намного опередивших свое время, относятся проекты: огнестрельного нарезного оружия, боевой пушечной повозки (1484), вертолета (1475), парашюта и др.

Агостино Рамелли, один из преемников Леонардо да Винчи, издал книгу «Различные искусные машины», которая неоднократно переиздавалась. В ней были описаны изобретенные им машины, зачастую весьма сложные по конструкции и насыщенные различными механизмами: мельницы, грузо- и водоподъемники, насосы. К представленным в них механизмам относятся: зубчатые и червячные передачи, кривошипно-шатунные и кулисные механизмы и др. Есть даже установка для одновременно чтения нескольких книг.

Своеобразной технической энциклопедией того времени был также труд итальянского ученого и инженера В. Бирингуччо «О пиротехнике», в котором кроме пиротехнических рассмотрены также вопросы горнорудного, гончарного производства и металлургии. А его современник Д. Кардано, один из основоположников кинематики механизмов и разработавший теорию и практику зубчатого зацепления, изобрел карданный механизм, получивший наибольшее распространение в автомобилях.

Настоящий переворот в естествознании вызвал выход в свет в 1543 г. сочинения польского астронома Н. Коперника «Об обращениях небесных сфер», в котором была обоснована гелиоцентрическая система мира. Работа была запрещена католической церковью, а его продолжатель Д. Бруно, выдвинувший концепцию о бесконечности и бесчисленности миров Вселенной, был обвинен в ереси и сожжен в Риме инквизицией.

Как отмечал Энгельс в своей книге «Диалектика природы»: «...Первое место заняло элементарнейшее естествознание — механика земных и небесных тел, а наряду с ней, на службе у нее, открытие и усовершенствование математических методов» (Маркс К., Энгельс Ф. Соч. Т 20. С. 348).

Математическое подтверждение «коперниковская астрономия» получила в трудах немецкого астронома И. Кеплера. Значительный вклад в утверждение гипотезы множественности обитаемых миров внес и М.В. Ломоносов, который, наблюдая за движением планеты Венера, установил на ней наличие атмосферы.

3.2. РАЗВИТИЕ ГОРНОГО ДЕЛА, МЕТАЛЛУРГИИ И МЕТАЛЛООБРАБОТКИ

РАЗВИТИЕ ГОРНОГО ДЕЛА

Горное дело, как и перерабатывающие промыслы, было организовано по цеховому принципу, при котором разработка руд производилась товариществами (корпорациями) рудокопов. В первую очередь разрабатывались открытые месторождения (болотные, озерные), но по мере их истощения руду все чаще стали добывать в шахтах.

Способы добычи и применяемая техника практически не отличались от античных, лишь с XII в. в Саксонии начал применяться взрывной метод разработки с применением пороха. С XIV в. для подъема руды на поверхность, ее измельчения и для производства водоотливных работ стали применяться вододействующие устройства, в значительной степени облегчавшие тяжелый труд горняков. Но их внедрение в рассматриваемый период шло весьма медленно.

Большой производственный опыт, накопленный в горно-металлургическом производстве к середине XVI в. в странах Западной Европы, был впервые обобщен в 1550 г. немецким ученым Г. Бауэром, более известным под латинским именем Агрикола. Представление о содержании дает полное и пространное, в духе того времени, название его книги: «География Агриколы врача в Хемнице и известного философа о горном деле и металлургии двенадцать книг, в которых обязанности, инструменты, машины и все вообще относящееся к горному делу не только самым достоверным образом описывается, но и столь наглядно показывается при помощи размещенных

в соответствующих местах изображений, с присовокуплением их латинских и немецких наименований, что они не могли бы быть переданы с большей ясностью».

В этом выдающемся труде, в частности, была приведена подробная технология сыродутного способа производства железа, а также сведения об изготовлении металлических рам, зубчатых колес и подшипников. Была обоснована идея привода нескольких механизмов от одного источника энергии. Агрикола убедительно показал, что горное дело необходимо всему человечеству, а без металлургии не обходится ни одна область человеческой деятельности.

Более двух веков трактат Агриколы, называемый для краткости «О горном деле и металлургии», служил учебником по технике горного дела, металлургии и лабораторному делу. В отличие от сочинений алхимиков этот труд был совершенно лишен налета мистики и шарлатанства.

В своем трактате Агрикола ссылается на книгу лично известного ему итальянского инженера и ученого В. Бирингуччо «Пиротехника», изданную в 1540 г. в Венеции. Эта книга была своеобразной технической энциклопедией того времени, в которой кроме пиротехники были широко освещены металлургия, горное дело и гончарное производство. В ней были описаны: шахтная печь для переплавки твердого чугуна, различные способы производства железа и превращения дров в уголь, лаборатория для рудных проб, групповой привод нескольких воздуходушных мехов от одного водяного колеса, устройство для волочения проволоки с приводом от того же колеса через коленчатый рычаг.

Развитие производства чугуна и его переработки в железо

Первый процесс получения железа, названный сыродутным, зародившийся в недрах первобытнообщинного строя, существовал в течение многих столетий, обеспечивал металлом рабовладельческое общество и перешел в средневековье.

Для получения мягкого (малоуглеродистого, сварочного) железа повсеместно применялись сыродутные горны

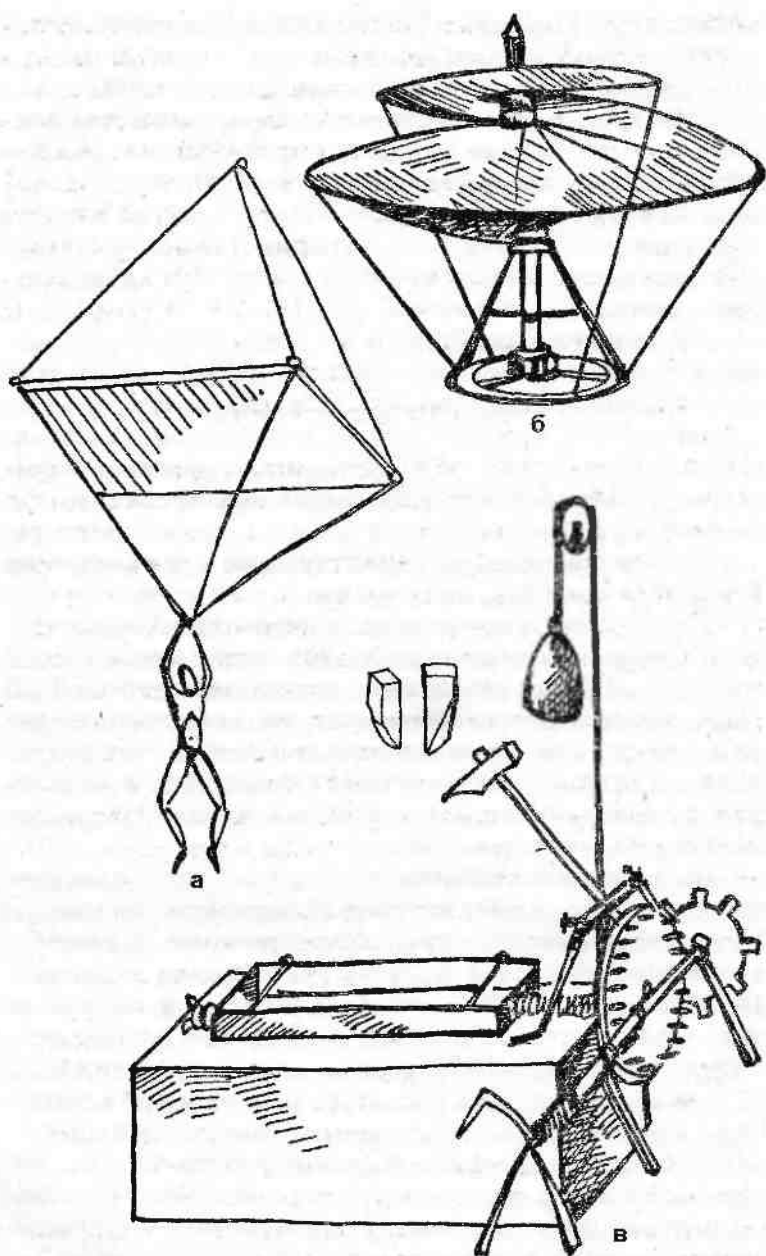


Рис. 4. Некоторые проекты Леонардо да Винчи: а — парашют, б — вертолет, в — станок для насечки напильников

небольших размеров, с дутьем от ручных мехов. В качестве топлива применялся древесный уголь. В результате трехчасовой плавки в таком примитивном горне выплавлялась загрязненная шлаком и другими примесями крица, после 5–6-кратной проковки которой получалась железная чушка весом несколько килограммов. За сутки удавалось получить около 500 кг железа, при этом до 70–75% руды уходило в отходы. Метод, как видно, был чрезвычайно трудоемким и непроизводительным.

С развитием производительных сил возрастала и потребность в металле, задувались все новые и новые горны, увеличивались их размеры. С увеличением размеров горнов росла и загрузка шихты, что требовало увеличения мощности дутья, которое не могли обеспечить прежние ручные воздуходувки. С этой проблемой помогло справиться изобретенное в XI–XII вв. водяное колесо, которое было приспособлено металлургами для приведения в действие воздуходувных мехов.

Резкое увеличение размеров горнов и силы дутья привело к тому, что вместо привычной густой массы крицы на дне горна стал появляться жидкий металл, который после застывания становился хрупким, не поддавался ковке и ломался при ударе. Вначале этот металл, позднее названный чугуном, считали просто непригодным и браковали, называя его грязным, сорным «камнем» или даже «свинским железом».

Но вскоре было замечено, что чугун хорошо заполняет формы и из него можно получать качественные отливки, не хуже, чем из меди и бронзы, но более дешевые. Тогда чугун стали выпускать через пробитые в основании горна отверстия (летки) и разливать в формы. Так зародилось чугунолитье, которое в усовершенствованном виде стало в наши дни основным видом литья в машиностроении.

Горны, выросшие в высоту и превратившиеся в шахтные печи, стали называть «домницами», а потом доменными печами, или просто домнами. В XIII–XV вв. в Западной Европе стали появляться высокие доменные печи с мощным дутьем, обеспечивающим температуру в нижней части до 1350, а в верхней — 750–900°C. Появление

доменного процесса для получения чугуна и все возрастающие потребности в металле и прежде всего в стали, которые не мог удовлетворить прежний сыродутный процесс, заставили искать и новый способ переработки чугуна в железо.

Такой способ был найден и сущность его заключалась в том, что в кричной горн стали загружать куски чугуна в смеси с древесным углем, при горении которого происходило расплавление чугуна, окисление его примесей и в первую очередь углерода. Так происходил процесс превращения чугуна в железо, называемой фришеванием, или оздоровлением. По сравнению с сыродутным процессом уменьшились потери металла со шлаками, но самое главное — произошел почти стократный скачок в производительности.

Таким образом, в средние века произошла техническая революция в металлургии — переход от единого прежде сыродутного способа получения железа к двухступенчатому, включающему доменный и кричной. Двухступенчатый передел в основных чертах сохранился и до наших дней, претерпев определенную модификацию на второй стадии (ступени). Он позволял получать не только чугун и мягкое железо, но и сталь, занимающую по содержанию углерода промежуточное положение.

Еще в первобытные времена были известны способы цементации железа и закалки, позволявшие получать изделия и прежде всего оружие с высокой поверхностной твердостью и мягкой сердцевинной. Технологию процесса цементации древние металлурги держали в строгом секрете и позднее она была утрачена. В средние века упоминание о цементированной стали появилось, в частности, в «Книге разных искусств» немецкого монаха-пресвитера Теофила.

Неоднородность по содержанию углерода в цементированной стали и его высокая концентрация в поверхностном слое заставили искать способ получения более однородной стали. Так появился тигельный процесс, способ выплавки стали в специальных огнеупорных горшках (тиглях), о котором писал еще Аристотель. Тигельную сталь выплавляли главным образом в странах Древнего

Востока (Персии, Индии, Сирии), где она использовалась для производства холодного оружия и инструментов. Но в средние века секреты тигельной плавки также были утрачены и были вновь воссозданы в середине XVIII в. уже за пределами рассматриваемого периода англичанином Б. Гентсманом.

РАЗВИТИЕ МЕТАЛЛООБРАБОТКИ

Металлы и прежде всего железо были средствами войны в античные времена, таковыми они продолжали оставаться и в средние века. Очень медленно, по мере роста мастерства металлургов и совершенствования кузнечного ремесла, железо становилось сырьем и для изготовления орудий труда. Появились профессии кузнецов (ковалей), оружейников, жестянщиков, литейщиков, колокольщиков, лудильщиков, замочников и др.

Средневековые кузнецы хорошо владели различными сложными приемами и способами механической и термической обработки металлов, особенно при изготовлении оружия и доспехов. На протяжении всего средневековья кузнецы считались самой почтенной и уважаемой категорией ремесленников, причем наибольшим почетом пользовались оружейники. Восток стал поставщиком холодного оружия и слитков дамасской стали, которая на Руси называлась булатом, там же начала использоваться цементация стали.

В XIV–XV вв. стали появляться вододействующие молоты и протяжные устройства для вытягивания проволоки и выделки жести. Для преобразования вращательного движения водяного колеса в колебательное, например молота, широко использовались кулачковые устройства.

В XI в. высокого расцвета достигло бронзовое литье. Бронзовые скульптуры того времени по своему художественному и техническому совершенству по праву принадлежат к самым значительным творениям средневековья. Еще раньше, в V в. в Италии и во Франции, а в X в. на Руси зародилось искусство литья колоколов. Широкое распространение получило литье по восковым моделям,

освоенное еще во времена античности. С XIII в. русскими мастерами-литейщиками стал использоваться способ тонкостенного полого литья «на выплеск», при котором залитый через верхнее отверстие металл выпускался (выплескивался) через нижнее, застывая в виде тонкой оболочки у стенок.

При изготовлении оружия, доспехов, предметов роскоши и украшений широкое применение получили операции чеканки, гравировки, филиграни (скани), покрытие чернью и позолотой и т. п.

С появлением артиллерии потребовались станки и в первую очередь сверлильно-расточные, предназначенные для удаления неровностей в каналах литых артиллерийских стволов. При этом в ствол, установленный вертикально, дульной частью вверх, вводилась деревянная расточная борштанга с закрепленными в ней несколькими резцами. Вращение ее вначале осуществлялось вручную с помощью веревки, а позднее от водяного колеса. Существовала и другая схема, при которой ствол располагался сверху и подача его осуществлялась под действием собственного веса. При этом обеспечивался лучший отвод стружки, но усложнялись установка ствола и его вращение.

Со второй половины XVI столетия началась история суппорта. Специальная «поддержка» в станке для нарезания винтов была впервые описана в труде французского изобретателя Ж.Бессона «Театр инструментов», появившемся в 1565 г. Впоследствии это изобретение повторили, но уже в ином виде, в начале XVIII в. русский механик Андрей Нартов, а в конце XVIII в. — английский промышленник Г. Модесли.

Французский математик и механик Жак Бессон в середине XVI в. в своей книге «Театр инструментов» впервые описал токарно-винторезный станок со специальной поддержкой для инструмента, которая была им названа суппортом (англ. и фр. support от лат. supportare — поддерживать). Им же были описаны токарно-копировальные станки, на которых по бронзовым образцам (копирам) можно было вытачивать неограниченное количество изделий из дерева и кости.

Другим важным совершенствованием станков явилось отделение привода от станка, что позволило не только повысить производительность обработки, но и полностью освободить руки рабочего для управления суппортом с установленным в нем инструментом.

3.3. ПОЯВЛЕНИЕ ВОДЯНЫХ И ВЕТРЯНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ, МЕХАНИЧЕСКИХ ЧАСОВ

Появление водяных и ветряных двигателей, мельниц. Зарождение машинного производства

В связи с увеличением размеров и мощности механизмов «живые двигатели» (животные и человек) уже не могли удовлетворить растущие потребности в механической энергии. И на смену биоэнергетике пришла механическая энергия, базирующаяся на силе воды и ветра, которая прежде всего стала использоваться для размола зерна и подачи воды. Поэтому независимо от назначения все водяные и ветряные двигатели вначале назывались мельницами.

Как отмечал К. Маркс: «Мельницы — это первые орудия труда, в которых применен принцип машинного производства, в истории мельниц мы находим все виды движущей силы: силу человека, животных, силу воды, ветра, пара, что по истории мельниц можно изучить всю историю механики ... в мельнице с самого начала, с тех пор как была создана водяная мельница, имелись все существенные элементы организма машины: механическая двигательная сила; первичный двигатель, который она приводит в действие; передаточный механизм; и, наконец, рабочая машина, захватывающая материал; все эти элементы существуют независимо друг от друга» (Маркс К., Энгельс Ф. Соч. Т. 30. С. 263). Это было не только самой точной характеристикой мельницы, но и первым истинно научным определением машины, которое не потеряло своего значения и в наше время.

Ветряные мельницы, которые появилась более 2-х тысячелетий назад в Китае были вообще первыми механическими двигателями, созданным руками человека. В ос-

нове мельницы, ее рабочим механизмом, был жерновой постав, появившийся в 7 в. до н. э. и представляющий неподвижный и вращающийся жернова, поставленные один на другой.

Широкое развитие в IX–X вв. ветряные мельницы получили в арабских странах, бедных водными ресурсами. Во Франции ветряные мельницы козловой конструкции появились в X в, шатровой — в XIII в., а с XIV в. Голландия стала считаться страной ветряных мельниц. В нашем сельском хозяйстве ветряные мельницы («ветряки») просуществовали вплоть до 50-х гг. XX в. Сейчас, как известно, наблюдается возрождение использования этого экологически наиболее чистого способа получения энергии, но уже на новой научно-технической основе.

Первые водяные мельницы появились в Китае в 2–3 вв. и уже в период античности начали использоваться в мукомольном производстве. До конца XI в. мельницы были плавучими (судовыми), так как сооружались на судах или плавучих деревянных платформах и приводились во вращение течением реки. Вначале для простоты колесо монтировалось в горизонтальном положении и непосредственно соединялось с вращающимся жерновом без промежуточных механических передач.

Позднее валы колес, которые назывались подливными, стали монтироваться горизонтально, а передача вращения от горизонтального вала к вертикальному, приводящему в движение жернов, стало передаваться с помощью зубчатых передач цевочного (пальцевого) типа. Так, в 536 г. в Риме была изобретена судовая мельница, в которой вращение водяного колеса передавалось жерновам с помощью зубчатых колес. Водяное колесо в течение 14 веков (IV–XVIII) являлось энергетической основой производства, пока на смену не пришел паровой двигатель.

Появление механических часов — первых автоматов

Изобретение механических часов, которые явились первым автоматическим механизмом, созданным для практических целей, было одним из величайших достижений

ремесленного периода. Они играли большую роль в развитии техники XVII и особенно XVIII в., как отмечал К. Маркс: «Часы — это первый автомат, употребленный для технических целей. На их основе развивалась вся теория производства равномерного движения».

В X в. ученый монах Герберт (впоследствии папа Сильвестр II) изобрел первые механические часы с приводом от груза (гирь). Они имели вначале одну стрелку и в виде башенных распространились в XIII–XIV вв. Они служили тогда в основном церкви — оповещали боем время богослужения. Основным элементом башенных часов был заводной барабан, на который наматывались канат или цепь с подвешенным на конце грузом. Внутри барабана монтировался механизм, обеспечивающий его равномерное вращение при медленном опускании груза.

В отличие от множества других механизмов, которые в средние века выполнялись преимущественно деревянной конструкции, все детали часов с самого начала делались из металла. Кроме того, создание часов требовало теоретических расчетов и применения математики, что обеспечило соединение науки с практикой. Позднее, в XV в., появились механические настольные часы, а в конце рассматриваемого периода (в XVI в.) карманные (шпиндельные) часы. Но окончательно эра часов наступила в следующем периоде благодаря изобретениям Х. Гюйгенса.

3.4. РАЗВИТИЕ ВОЕННОЙ ТЕХНИКИ И ТРАНСПОРТА

Развитие военной техники

Постоянные войны требовали непрерывного совершенствования вооружения. Определяющим, как и в античные времена, по-прежнему являлось холодное оружие.

Средневековые рыцари (от нем. *ritter* — всадник), полное вооружение которых составляли длинное копье, щит, шлем и панцирь или кольчуга, к IX в. стали серьезной военной силой в сражениях. Наряду с луками на вооружение поступил арбалет (фр. *arbalete*), который на

Руси назывался самострелом — стальной лук, укрепленный на деревянном ложе, тетива которого натягивалась воротом. Это мощное оружие для метания стрел просуществовало в средние века и возродилось в наши дни не только как спортивное, но и как боевое, используемое, в частности, спецслужбами.

Метательные и осадные машины (катапульты, баллисты, онагры, осадные башни, тараны и штурмовые лестницы), унаследованные с античных времен, получили в войсках большое распространение и широко использовались, в частности, монголами в их завоевательных походах в XIII в. Строились средневековые военные машины по тем же принципам, что и античные, но менялись и совершенствовались их боевые характеристики и прежде всего надежность, скорострельность и дальнобойность.

ИЗОБРЕТЕНИЕ ПОРОХА

Зажигательные и взрывчатые вещества начали применяться еще во времена завоевательных походов Александра Македонского (356–323 до н. э.). При осаде крепостей и в морских сражениях стал широко использоваться изобретенный в 671 г. сирийским мастером Калинником «греческий огонь» — зажигательный состав, включающий смолу, нефть, селитру и серу, который не гасился водой. Глиняные бомбы и бочки, начиненные таким составом, бросались метательными машинами, а также в виде струи выдувались с помощью медных труб или сифонов, являвшихся прототипами современных огнеметов. Позднее, с появлением огнестрельного оружия, «греческий огонь» потерял свое значение.

Порох, основными компонентами которого являлись селитра и сера, был впервые изобретен в VI в. в Китае, где он вначале использовался для врачевания, а потом им стали начиняться ракеты для фейерверков. Из Китая порох попал в Индию, а первое боевое применение его в качестве зажигательного средства имело место при осаде Константинополя в 668 г. Впервые состав пороха (селитра — 60%, сера — 20, опилки — 20%) был описан китайским алхимиком Сун Сымяо в 682 г. и приведен в 846 г.

в рукописи Мари Грена. Потом его стали «изобретать» вновь и совершенствовать европейские алхимики.

Поначалу порох приготавлился в виде порошка, очевидно, поэтому и получил такое название, а с 20-х гг. XV в. начал выпускаться зернистый порох, который в отличие от порошкового сгорал практически мгновенно. С этого времени черный (дымный) порох стал использоваться не как зажигательное, а как взрывчатое вещество и после замены опилок на уголь его состав практически не менялся на протяжении многих веков. С XI в. китайцы начали использовать разрывные гранаты (бомбы), начиненные порохом, а в начале XIII в. у них появилось и огнестрельное оружие. Первые пороховые заводы начали строиться в Западной Европе в 1340 г. — в Страсбурге (Франция), в 1348 г. — в Лейпциге (Германия).

ПОЯВЛЕНИЕ И РАЗВИТИЕ ОГНЕСТРЕЛЬНОГО ОРУЖИЯ

Первые орудия, из которых с помощью пороха металы каменные булыжники, напоминали бочки, так как их стволы не умели лить целиком, а составляли из отдельных листов (клепок), которые соединяли сваркой и для прочности скрепляли обручами. Вначале они были очень ненадежными и потери артиллеристов от разрывов стволов часто превышали ущерб, нанесенный неприятелю.

Первые литые бронзовые стволы имели форму горшков или ступок и назывались мортирами (от голл., фр. *mortier* — ступка). Впоследствии так стали называться орудия с укороченным стволом для ведения навесного огня, прототипы современных минометов. В ствол, который для наводки ложился на откосе, засыпали порох, закладывали цельнометаллическое ядро или просто подходящий булыжник и, поджигая раскаленным прутом порох через затравочное отверстие, производили выстрел. Вначале даже имелись подразделения солдат, собирателей снарядов-булыжников для стрельбы.

Вплоть до XIII–XIV вв. огнестрельное оружие еще не делилось на стрелковое и артиллерийское и называлось на Западе бомбардами (фр. *bombarde*) или петронеллами. Ручное огнестрельное оружие к XIV в. развилось из мел-

ких пушечек, представлявших цельнокованую или сваренную из полос трубу, заглушенную с одного конца. На Руси они назывались пищалями (ручницами, самопалами, недомерками), а на Западе — аркебузами (фр. *arquebuse*), что дословно означает «ружье с крючком», так как при стрельбе его необходимо было подвешивать, поскольку удержать стрелку в руках было сложно.

Совершенствование ружей сразу пошло по линии уменьшения калибра (диаметра канала ствола), которое достигалось совершенствованием технологии изготовления. Приклад стал приобретать более удобную изогнутую форму, а также появились прицельные устройства и полочки возле затравочного отверстия для пороха, который поджигался с помощью фитиля. Такой вид приобрели ружья к началу XV в.

Следующее усовершенствование было связано с креплением фитиля на рычаге, изогнутом в виде буквы «S» и представляющем прообраз современного спускового крючка. Такие ружья стали называться на Западе кулевринами или серпентинами (от фр. *couleurin*, *serpentinus* — змееподобный, виться). Впоследствии (в XV–XVII вв.) названия кулеврины и серпентины перешли и на длинноствольные орудия, предназначенные для стрельбы на дальние расстояния, которые украшались своеобразным, змееподобным орнаментом.

В конце XV в. появился пружинный курок, который вскоре стал приводиться в действие системой рычагов при нажатии пальцем на спусковой крючок. Таким образом, была усовершенствована система зажигания (запала), но крайне несовершенной оставалась система зарядки с дула, отнимавшая у стрелка несколько минут — нужно было насыпать порох, загнать пыж, пулю и еще один пыж, чтобы пуля не выкатилась из ствола. За это время арбалетчик успевал сделать несколько выстрелов, а лучник — несколько десятков. Учитывая, что убойная сила арбалетных стрел превышала поражающую способность ружей становится понятным чрезвычайно медленное внедрение ручного огнестрельного оружия.

С XV в. орудийные стволы стали отливать с цапфами, с помощью которых они устанавливались на лафете

(вначале неподвижном, а потом колесном) и производилась их наводка. Огнестрельное оружие использовалось в 1247 г. при осаде Севильи, а в 1259 г. при защите Миллу в Италии. В 1382 г. Москва защищалась от татар «огненным боем» — с помощью орудий, завезенных из Германии и называемых на Руси тюфяками.

РАЗВИТИЕ СУХОПУТНОГО И ВОДНОГО ТРАНСПОРТА

В качестве сухопутного транспорта, как и в античные времена, продолжала оставаться повозка, запряженная лошадьми.

Совершенствования коснулись в основном упряжи. К VII–VIII вв. появились повозки с оглоблями и постромками, а лошадей впрягали не с помощью нашейных ремней или дышла, сдавливающих горло животным, а с помощью хомута, имеющего стягиваемый деревянный остов с мягким валиком на внутренней стороне. Для верховой езды стали использоваться седла и стремена, а с X в. появились металлические подковы вместо защитных сандалий, которые надевались на копыта лошадей.

Начало морскому судостроению положили викинги — скандинавы, участники морских завоевательных походов, достигшие берегов Америки, которых в Западной Европе называли норманнами, а на Руси — варягами. Свои корабли викинги строили из прочных дубовых досок, обшивка крепилась к шпангоутам металлическими заклепками, стыки конопатили и шпаклевали. Круто поднятые нос и корма соединялись по днищу килем, обеспечивающим хорошую устойчивость и рассекаание воды, что позволяло достигать скорости 5–6 узлов (до 10 км/ч).

В наследство от рабовладельческой эпохи достались весельные галеры длиной 20–50 и шириной 3–5 м, несущие 10–20 пар пятиметровых весел. С VI–VIII вв. суда начали получать парусное оснащение, которое вначале являлось дополнительным, а затем и основным. Ведущая роль в судостроении от викингов в XI–XII вв. стала переходить к Генуе и Венеции, где окончательно отказались от весел. Это позволило наращивать высоту бортов, увеличивать водоизмещение (до 600 т) и устраивать несколь-

ко (до трех) палуб, которые делились на нижнюю, главную и помост.

На смену гребным галерам пришли более совершенные парусные суда — нефы (от лат. *navis* — корабль). В целом же переход от гребного флота к парусному был весьма длительным и продолжался вплоть до XVII–XVIII вв., поскольку постоянно сказывался основной недостаток парусного движителя — зависимость от ветра.

Вначале применялся один квадратный парус, на смену которому пришел треугольный (латинский), затем появились дополнительные косые паруса, позволившие передвигаться и против ветра. С XII в. появились трехмачтовые суда с полным набором изобретенного к этому времени такелажа и снабженные рулем, навешиваемым на корме с помощью шарниров. В XIII–XVII вв. наибольшее распространение получили быстроходные 3–4 мачтовые морские суда со сложной системой парусного оснащения и специальной обшивкой «карпель», названные каравеллами. Именно на таких судах в 1492 г. Колумб пересек Атлантический океан, а 1497–98 гг. Васко да Гама достиг Индии.

Военные суда по внешнему виду практически не отличались в то время от торговых. Главным их оружием являлись подводные тараны, прикрепленные к носовой части судна, а также размещенные на верхней палубе метательные машины. Для ведения abordажного (от фр. *bord* — борт судна) боя имелись специальные крючья и перекидные мостики, с помощью которых производились захват и сцепление атакующего корабля с неприятельским при переходе к рукопашному бою.

3.5. РАЗВИТИЕ ТЕКСТИЛЬНОЙ, СТРОИТЕЛЬНОЙ И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

Развитие текстильной техники

Как и в предшествующий период, текстильное производство развивалось ускоренными темпами, что стимулировалось постоянно растущим спросом на различные

виды тканей. Особое развитие оно получило в Азии и Северной Африке, где изготовлялись разнообразные льняные, шерстяные, хлопчатобумажные и шелковые ткани.

В Западной Европе текстильное производство первоначально охватывало лишь производство льняных и шерстяных тканей. Причем лидером в производстве шерсти являлась Англия, на Руси специализировались на производстве льняных тканей, в Индии — хлопчатобумажных, в Китае — шелковых.

С XII–XIII вв. в Западной Европе от ручного веретена стали переходить к прядению нитей на прялке, колесо которой вначале вращалось вручную, а затем с помощью ножного педального механизма и кривошипа. От тканья на примитивном вертикальном ткацком станке античного периода в средние века полностью перешли к горизонтальному станку непрерывного действия, который вместо нескольких мог обслуживаться всего одним рабочим.

Такой станок был оснащен валками (навоями) для навивки нитей основы и готовой материи, гребнем (бердом) для разделения нитей основы, установленном на качающейся раме (батане) с ремизками для поднятия нитей основы с помощью ножной педали. Поскольку пробрасывание челнока по-прежнему осуществлялось вручную, полотна ткались узкими. И тем не менее средневековый ткацкий станок имел уже практически все основные элементы современного, а профессия ткача в то время стала престижной и почитаемой. В это же время в Европе, сначала в Италии, появились первые шелкокрутильные машины.

РАЗВИТИЕ СТРОИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ И СТРОИТЕЛЬНОГО ДЕЛА

Средневековая строительная техника и технология строительных работ не претерпели существенных изменений по сравнению с античными. От каменного строительства стали все чаще переходить к кирпичному, что потребовало прежде всего расширения производства кирпича.

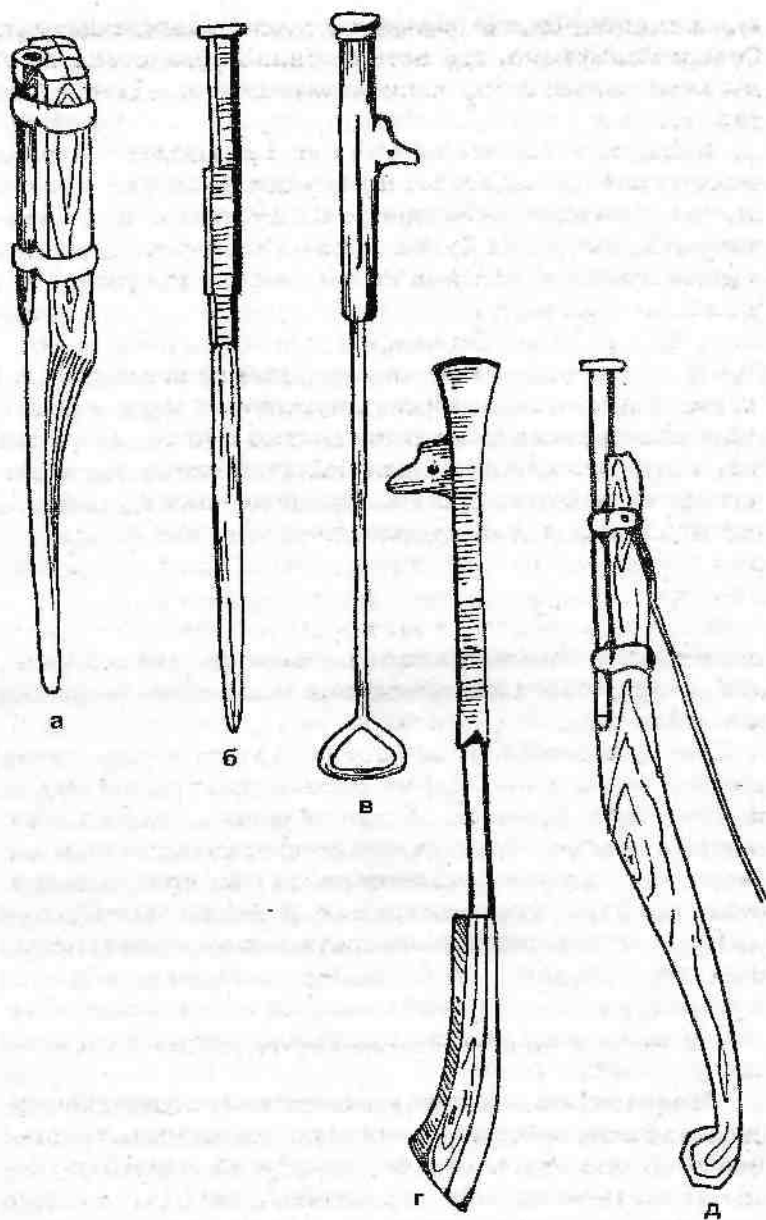


Рис. 5. Ручное огнестрельное оружие XV века:
а, б — бомбарды (железная, бронзовая), в — петронелла,
г, д — кулеврины

Как и в древности, кирпич формировался с помощью деревянных форм, сушился и обжигался в печах. Кроме строительного широко использовались отделочный (изразцовый) кирпич, плитка и черепица. Широко использовались также местные сорта камня, так Москва застраивалась с использованием белого камня, откуда и пошло название «Москва белокаменная». Для подъема и перемещения грузов использовались простейшие грузоподъемные механизмы античного периода: блоки, полиспасты, рычаги, платформы, тележки, катки, склизы и т. п.

В лесных районах развивалось деревянное строительство. При этом использовались стальные деревообрабатывающие ручные инструменты, многие из которых были известны в эпоху Возрождения: топор (секира), тесло (инструмент для отесывания наподобие тяпки), скобель (струг), долото, сверло (бурав), пила.

Развитие сельскохозяйственной техники

Сельскохозяйственная техника в средние века так же не претерпела кардинальных изменений со времен античности.

По-прежнему наибольшее распространение имели легкие, бесколесные, деревянные плуги, называемые на Руси сохами. Однако с распространением железа деревянные части сельскохозяйственных орудий стали все чаще заменяться металлическими, стало все больше появляться и цельнометаллических орудий. С VIII–IX вв. у сохи стали появляться сошники, у плуга — ножи (лемехи) и отвалы, у борон — зубья, выполненные из железа. Это позволило увеличить глубину вспашки, улучшить обработку посевов и повысить производительность сельскохозяйственных работ.

Помол зерна, который в античные времена производился преимущественно на ручных мельницах, стал переводиться на мельницы с приводом от животных, а с X–XI вв. — на водяные и ветряные мельницы. С этого времени мельницами стали называться практически все машины с приводом от водяного или ветрового колеса.

3.6. ИЗОБРЕТЕНИЕ И РАЗВИТИЕ КНИГОПЕЧАТАНИЯ И ПРОИЗВОДСТВА БУМАГИ

ИЗОБРЕТЕНИЕ И РАЗВИТИЕ КНИГОПЕЧАТАНИЯ

От античности средневековая культура Западной Европы и Византии унаследовала рукописную пергаментную книгу, вытеснившую древний египетский папирус. Переписка книг продолжала оставаться чрезвычайно длительной и кропотливой ручной работой.

Переписчики книг (писцы) аккуратно линовали предварительно подготовленный, тщательно отглаженный лист пергамента диском или свинцовыми стерженьками, а затем писали заточенными и раздвоенными перьями (обычно гусиными), как правило, разноцветными чернилами. Именно в эти времена и появился небольшой карманный складной нож, служивший для очинки гусиных перьев, названный перочинным. Одновременно с совершенствованием техники переписки совершенствовалась также техника иллюстрирования и переплета. Книги того времени отличались богатством оформления, но были редки и чрезвычайно дороги.

В VI в. в Китае зародилась гравюра на дереве, названная ксилографией (от греч. *xilon* — дерево + *graphein* — пишу). С ее помощью в 704–751 гг. в Корее были получены первые печатные тексты, а в 1041–1048 гг. Би Шеном в Китае были предприняты первые опыты по печатанию книг. К XIV в. способ ксилографического печатания книг был освоен в Европе, а потом и на Руси.

Но настоящий переворот в печатании книг начался с 1040 г., когда тот же самый Би Шен начал печатать тексты с помощью набора из отдельных букв (литер). Литеры с зеркальным изображением иероглифов с помощью заостренной палочки выдавливались на глиняных кубиках, которые затем для прочности обжигались. Текст постранично набирался с помощью рамки из отдельных литер и скреплялся смолой. В XIII в. в Китае перешли с глиняных на деревянные литеры, а в 1390 г. в Корее они стали отливаться из бронзы. Но тогда этот метод еще не получил широкого распространения.

Идею печатания с помощью подвижных литер воплотил в жизнь немецкий изобретатель Иоганн Гутенберг из г. Майнца, который в 1444–47 гг. напечатал Библию — первое печатное издание в Европе. Он усовершенствовал технологию изготовления литер, которые стал отливать из свинцового сплава в металлических формах (матрицах). Эти принципы и были положены в основу современного книгопечатания.

Развитию книгопечатания способствовало не только совершенствование техники печати, но и разработка алфавита, происходившие параллельно. На IX в. приходятся годы жизни известных славянских просветителей и проповедников христианства Кирилла (827–869) и Мефодия (815–885), создавших на основе греческого уставного письма славянскую азбуку — кириллицу, положенную в основу русского алфавита. Они же перевели с греческого языка на славянский несколько богослужебных книг.

Одновременно с разработкой алфавита в средние века появились и цифры (от лат. *cifra*) — знаки для обозначения чисел. Первые цифры появились у египтян и вавилонян. У ряда народов, в том числе и на Руси до XVI в. цифрами служили буквы алфавита. В Западной Европе в средние века вначале использовали систему римских цифр. В 1202 г. вышел труд итальянского математика Л. Пизанского «Книга абака», в котором он наряду с систематическим изложением достижений арабской математики привел и цифры, попавшие к арабам из Индии. В Европе арабские цифры получили широкое распространение со второй половины XV в. и были положены в основу современного счисления.

ИЗОБРЕТЕНИЕ И РАЗВИТИЕ ПРОИЗВОДСТВА БУМАГИ

Другими важнейшими стимулами развития книгопечатания стали изобретение бумаги и налаживание ее производства.

Первые книги у египтян писались на папирусах, у вавилонян и ассирийцев — клинописью на глиняных дощечках, у славянских народов — костяным шилом на

бересте и деревянных дощечках. Позже, со 2 в. до н. э., стали использовать пергамент (от названия г. Пергам, где начали его изготавливать) — недубленая кожа, выделанная из шкур крупного рогатого скота и свиных. Понятно, что древние рукописи на таком материале, которые также назывались пергаментом, были чрезвычайно редки и дороги.

Изобретение бумаги в Китае во 2 в. относится к числу наиболее выдающихся в истории. Вначале ее производили из хлопка, потом перешли на более дешевые отходы шелкового производства, затем стали изготавливать из очесов, ветхого белья, старых канатов и парусов. Позднее был изобретен способ изготовления бумаги из еще более дешевого сырья (древесной коры, конопли, тряпья и др. наполнителей), который в XI–XII вв. распространился и в Европе.

Технология изготовления бумаги была непростой и включала до 30 операций, из которых основными являлись следующие: очистка и промывка сырья, толчение, разрыхление в чанах, разливка на проволочные сетки. Итальянские бумагоделы механизировали наиболее трудоемкую операцию толчения, применив толчей и окованные железом песты, приводимые в действие с помощью водяного колеса.

3.7. ИТОГИ РАЗВИТИЯ СРЕДНЕВЕКОВОЙ ТЕХНИКИ

1. Соединение науки с практикой и становление экспериментальной науки, развитие механики; развитие ремесленного производства и зарождение мануфактур.

2. Появление водяных и ветряных мельниц и расширение сферы их производственного применения, изобретение механических часов и их распространение.

3. Развитие горного дела, производства чугуна и переход на двухступенчатый способ производства стали; совершенствование литейного производства и металлообработки.

4. Развитие военной техники: распространение метательных, стенобитных машин и осадных башен; применение

зажигательных и взрывчатых составов, изобретение и производство пороха, появление огнестрельного оружия.

5. Развитие строительной техники и расширение производства строительных материалов.

6. Совершенствование и развертывание производства бумаги, разработка алфавита и начало книгопечатания.

7. Развитие текстильного производства, появление механических прядильных и усовершенствованных ткацких станков горизонтального типа.

8. Внедрение металлических орудий в сельском хозяйстве, переход от ручных к механическим мельницам.

9. Развитие сухопутного и водного транспорта; переход от гребного флота к парусному, начало строительства военных судов.

ГЛАВА 4. ТЕХНИКА ЭПОХИ МАНУФАКТУРНОГО ПРОИЗВОДСТВА

(XVI в. — 1760 г.)

4.1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЭПОХИ

ОСНОВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ МАНУФАКТУРНОГО ПРОИЗВОДСТВА

На смену технологическому застою рабовладельческого общества пришли более прогрессивные отношения между производительными силами и производственными отношениями в феодальном обществе.

При феодализме наибольшее развитие техника получила в период XVI–XVIII вв. Великие географические открытия, новые рынки сбыта и источники сырья дали мощный толчок развитию торговли, а та, в свою очередь, стимулировала резкое увеличение выпуска товаров. Цеховые корпорации, ремесленников, господствовавшие с XI по XVI вв., не могли справиться с этой задачей. Путь к увеличению производства лежал через увеличение производительности труда, которого можно было добиться лишь через разделение труда между участниками технологического процесса.

Мануфактурное (от лат *manus* — рука + *factura* — изготовление) производство, основанное на применении наемного труда, начало зарождаться в недрах средневекового ремесленного производства еще в XIII–XIV вв. в городах-государствах Италии и других местах Западной Европы. Как отмечал К. Маркс: «В недрах ремесла развиваются зачатки мануфактуры, а местами, в отдельных сферах и для выполнения отдельных процессов уже имеет

место применение машин. В еще большей мере это последнее относится к периоду собственно мануфактуры. Но это имеет место в единичных случаях и не определяет господствующего периода» (Маркс К., Энгельс Ф. Соч. Т. 47. С. 461).

Мануфактура, базирующаяся на ручной ремесленной технике, способствовала общественному разделению труда и тем самым подготовила переход к машинному производству. Господствующую форму общественного производства она занимала в Западной Европе в период с середины XVI и до последней трети XVIII в. в России — со второй половины XVII до первой половины XIX в.

При полном развитии мануфактурного производства весь технологический процесс разлагался на отдельные обособленные операции или на изготовление отдельных деталей, которые затем собирались воедино. Таким образом, каждая операция или изготовление отдельной детали становились исключительной функцией особого работника.

При этом имела место целая иерархия специальностей, требующих различной квалификации, имеющих разную оплату труда, предполагающая обязательное наличие учеников. Благодаря общественному разделению труда и повышению его производительности мануфактура создала необходимые условия для создания машинного производства.

Наряду с капиталистической мануфактурой, основанной на использовании преимущественно наемного труда, широко использовался и принудительный труд крепостных крестьян (особенно в России), заключенных, обитателей приютов и т. п. В России зачатки мануфактуры наблюдались еще в XV—XVI вв. в виде «пушечных (литейных) изб» в Москве. При Петре I количество мануфактур достигало уже более двухсот, среди них: оружейные, горно-металлургические, лесопильные, текстильные, кожевенные и др. Примерно половина их являлась казенными (государственными), остальные принадлежали компаниям и частным лицам.

Но и при мануфактуре в основном производстве применялись главным образом машины-двигатели, в то

время как рабочие машины (машины-орудия) использовались лишь в подготовительных и вспомогательных процессах. Против внедрения машин выступали часто рабочие, считая их своими врагами, лишаящими их заработка, а также ремесленники, боясь разорения. В законодательных документах Германии, Голландии и др. стран часто появлялись статьи, осуждавшие изобретение машин и запрещающие их применение. Положение в корне изменилось лишь с середины XVIII в. с началом промышленной революции.

Сближение техники с наукой и зарождение технических наук

Эпохой Возрождения закончился первый, донаучный, этап развития технического знания, охватывающий значительный период времени, начиная с первобытно-общинного строя.

Начинается зарождение технических наук на стыке производства и естествознания для решения практических задач и обслуживания производства. Научный и технический прогрессы стали сближаться XVI–XVIII вв., когда мануфактурное производство, нужды торговли и мореплавания требовали теоретического и экспериментального решения практических задач.

Предпосылки возникновения технических наук появились вместе с возрождением естественнонаучных знаний и постепенно возрастали по мере их становления. Этот период соответствовал этапу возникновения машинной техники, вызванному к жизни капиталистической социально-экономической формацией.

Начиная со второй половины XV в. и до начала XVIII в. происходит становление экспериментального метода на основе соединения науки и практики. Наука проникает в прикладную сферу, но техническое знание еще не приобретает статуса научной теории, поскольку еще не сформировались окончательно теоретические построения естественных наук, основанные на эксперименте.

На начало рассматриваемого периода приходится деятельность второго после Леонардо да Винчи «великого итальянца» Галилео Галилея — знаменитого ученого,

физика и астронома, одного из основоположников современной науки. В отличие от да Винчи истоком творчества Галилея были не живопись, не искусство вообще, а техника и только техника. Техническая деятельность этого разностороннего ученого чрезвычайно разнообразна. Он занимался проектированием каналов и оросительных систем, мостов и крепостей, изобрел гидростатические весы, микроскоп (1610 г.), телескоп с 32-кратным увеличением и др.

«Трактат о науке механике», написанный на основе прочитанных Галилеем лекций в Падуанском университете, является основой современной механики, которую он понимал как науку о машинах и практическом их использовании. Он установил законы инерции, свободного падения и движения тел по наклонной плоскости, сложения движений; открыл изохронность колебаний маятника; первым исследовал прочность балок, заложив основы сопротивления материалов. Велика роль Галилея в становлении и развитии экспериментального метода в науке, которым он уже владел в полной мере. Как защитник гелиоцентрической системы Коперника был подвергнут в 1633 г. суду инквизиции и конец жизни провел в ссылке.

Таким же разносторонним ученым и деятелем техники был и Исаак Ньютон — английский математик, механик, астроном и физик, президент (с 1703 г.) Лондонского королевского общества. Он открыл закон всемирного тяготения и сформулировал основные законы классической механики, заложив ее основы. Независимо от Г. Лейбница разработал дифференциальное и интегральное исчисления, развил корпускулярную и волновую теории света, открыл дисперсию и абберрацию, исследовал интерференцию и дифракцию света, построил зеркальный телескоп.

С XV–XVI вв. начинают возникать научные общества в виде вольных объединений ученых и др. лиц, ведущих исследовательскую работу. Вначале они представляли, как правило, профессиональные объединения ученых и назывались академиями, позже стали более широкими по своему составу. Впервые слово «академия» (греч. *Akademia*) появилось в названии философской школы,

основанной Платоном (ок. 387 до н. э.) близ Афин, которое она получила в честь мифического героя Академа.

Название академий стали носить в XV–XVI вв. многие научные общества Европы, а в XVII в. сформировались первые высшие научные учреждения — академии наук (АН). Так, в 1700 г. известный математик Готфрид Лейбниц основал Бранденбургское научное общество, позднее ставшее Берлинской АН. Основанная в 1724 г. Петром I Петербургская АН стала высшим научным учреждением России, а ее первым действительным членом стал М.В. Ломоносов.

В XVII в. стали появляться и специализированные научные общества (технические, географические, медицинские и др.). Универсальные же научные общества в XVIII–XIX вв. стали приобретать статус национальных научных центров. Таким было, в частности, основанное в 1660 г. Лондонское королевское общество, членами которого могли быть только признанные ученые. С самого начала деятельность научных обществ строилась на принципах добровольности и выборности, а их целью являлись координация исследований, обмен информацией, издание трудов, ведение научно-технической пропаганды.

Развитие науки и техники, а также интенсивный рост потока изобретений, потребовал юридической защиты прав новаторов техники и изобретателей. Некоторые общие правила таких привилегий стали разрабатываться с XV в. в Венеции, а с XVI в. — в Англии и Германии. Но окончательно патентное законодательство впервые оформилось в 1624 г. в Англии. В других странах, в том числе и в России, соответствующие законы были приняты позже.

4.2. ЗАРОЖДЕНИЕ МАШИННОЙ ТЕХНИКИ, ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭНЕРГИИ ВОДЫ И ВЕТРА

Господство водяных и ветряных двигателей

Водяные двигатели в мануфактурный период стали господствующими во всех видах производства: горном

деле и металлургии; бумажном, текстильном, лесопильном, мукомольном, маслобойном и др.

Продолжалось совершенствование гидроустановок и расширение их применения для водоснабжения и комплексной механизации производственных процессов в горнодобывающей и перерабатывающих отраслях производства. От античности и средневековья мануфактурный период унаследовал нижнебойные (подливными) водяные колеса, в которых водяной поток воздействовал на их лопасти в нижней части и вращал за счет своей кинетической энергии. Это был самый простой вид гидродвигателя, в котором использовалось естественное течение потока, не требующее специальных сооружений.

Потом появились более мощные среднебойные колеса, в которых вода по желобу подавалась в среднюю часть колеса и за счет подъема увеличивалась потенциальная (запасенная) энергия падающего потока. С XVI в. стали применяться самые мощные верхнебойные или наливные колеса, в которых водяной поток, поднятый плотиной на большую высоту, падал на колесо сверху. В этом случае кроме мощных плотин требовалась система лотков (ларей) для направления потоков воды, а также «вешнячный» прорез для сброса излишних паводковых вод.

В Западной Европе применялись водяные колеса всех типов, при этом во Франции отдавали предпочтение нижнебойным. В конце XVII в. голландским инженером Раннекеном была построена водоподъемная установка в г. Марли (под Парижем) для обслуживания фонтанов Версаля. Она включала 14 нижнебойных водяных колес диаметром 12 м, приводящих в действие 253 поршневых насосов, закачивавших воду из р. Сена. Еще раньше (в конце XVI в.) на базе водяного колеса была построена Лондонская насосная установка, питающая город питьевой водой.

Российские мастера-гидротехники пошли по пути создания более мощных и совершенных вододействующих колес верхнебойного типа, устройство которых требовало особого технического мастерства. Одну из первых гидротехнических установок построил в середине XVI в. в Соловецком монастыре игумен Филипп (в

миру Ф.С. Колычев), впоследствии митрополит Московский. Кроме мельницы и крупорушки, с помощью которых мололи и просеивали зерно, от единого привода приводилось в действие и квасоделательное устройство.

Устройство различных гидротехнических сооружений и потребность регулирования водных потоков привели к развитию гидравлики, основоположником которой считается Леонардо да Винчи, и гидромеханики, развитой в работах итальянского ученого Э. Торричелли и француза Б. Паскаля.

В России в области гидравлики и гидродинамики работали такие выдающиеся деятели науки как Д. Бернулли и Л. Эйлер. Бернулли, в частности, принадлежит выдающийся труд «Гидродинамика, или Записки о силах и движениях жидкостей...», опубликованный в 1738 г., а Эйлеру — такие фундаментальные работы, как «Более полная теория машин, приводимых в движение действием воды» (1754) и «Общие принципы движения жидкостей» (1755).

Водяное и ветряное колеса, веками служившие человеку и являвшиеся универсальными двигателями по техническому применению, не были универсальными по своему использованию в промышленности и на транспорте. Водяное колесо было привязано к водяным источникам, которые не отличались стабильностью, были подвержены паводкам, замерзанию и пересыханию. Не менее серьезными недостатками обладал и ветряной двигатель.

Вместе с тем из практики создания ветряных и гидравлических двигателей был извлечен значительный технический и научный опыт, заложивший основы конструктивно-технологических знаний. Он базировался на естественнонаучных открытиях XVII в. и техническом опыте разработки различных механизмов, элементов привода и передаточных систем.

ПЕРВЫЕ ШАГИ В СОЗДАНИИ ПАРОВОЙ МАШИНЫ

Острая потребность в универсальном по своему применению и не зависящем от места работы двигателе

заставляла изобретателей постоянно биться над идеей его отыскания.

Естественно, возникла мечта о создании вечного двигателя (лат. *perpetuum mobile* — перпетуум-мобиле), зародившаяся еще в XII в. Вечный двигатель первого рода представлял воображаемую, непрерывно действующую машину, которая, будучи раз запущенной, совершала бы работу без получения энергии извне. Подобный двигатель противоречит закону сохранения и превращения энергии и потому неосуществим.

Вечный двигатель второго рода — воображаемая тепловая машина, которая бы полностью преобразовывала в работу теплоту, получаемую от какого-либо «неисчерпаемого» источника (океана, атмосферы и т. п.). Подобный двигатель не противоречит закону сохранения и превращения энергии, но нарушает второе начало термодинамики, а потому неосуществим, как и первый.

В мануфактурный период было выдвинуто множество проектов вечного двигателя, авторами которых были даже такие видные деятели науки и техники как Д. Кардано и И.П. Кулибин. Но, несмотря на то, что еще в 1775 г., задолго до открытия закона сохранения энергии, Парижская академия наук приняла решение не рассматривать любые проекты вечного двигателя, как противоречащие здравому смыслу, попытки его изобретения не прекратились вплоть до настоящего времени. Незвзирая на всю нелепость идеи и научные доказательства невозможности создания вечного двигателя «мечта-тиран», как ее называл Кулибин, продолжает и сейчас терзать умы изобретателей.

Острая потребность в универсальном и более совершенном источнике энергии заставила в свое время обратить внимание на пар еще Леонардо да Винчи и И. Ньютона. Первый предложил паровую пушку, в раскаленный углем ствол которой впускали холодную воду в результате следовало ее мгновенное испарение и выталкивание ядра. Таким образом, ствол одновременно выполнял функции топки, котла и цилиндра.

Ньютон предложил идею использования прямооточного реактивного двигателя для экипажа. В своих опытах

он устанавливал на тележку реторту с водой, при нагревании которой тележка приводилась в движение под действием струи выходящего пара. Но это была пока идея, не получившая практического осуществления.

В 1601 г. итальянец Д. Порта предложил способ использования разряжения (вакуума) посредством конденсации пара в замкнутом сосуде. Само существование атмосферного давления и вакуума («торричеллиевой пустоты») открыл в 1644 г. итальянский ученый Э. Торричелли, а наглядно продемонстрировал в 1654 г. немецкий физик О. Герике, создавший воздушный насос и осуществивший опыт с «магдебургскими полушариями». Открытие атмосферного давления и вакуума имели чрезвычайно важное значение на пути к разработке паровой машины.

Применение ветряных мельниц, а также освоение энергии пара, стимулировали интенсивное развитие пневматики, значительный вклад в которую внес уже упомянутый О. Герике, установивший ряд важнейших свойств воздуха и выполнивший свой знаменитый опыт. Разработка фундаментальных законов пневматики принадлежит английскому ученому Р. Бойлю, установившему в 1662 г. независимо от французского физика Э. Мариотта (1676) один из газовых законов, названный «законом Бойля — Мариотта».

В 1666 г. Х. Гюйгенс высказал идею о необходимости «исследовать силу воды, разреженной силою огня», имея в виду пар. Кроме того, он направил в 1673 г. в Парижскую академию наук проект поршневого порохового двигателя, предвосхитив идею двигателя внутреннего сгорания.

Соотечественник Гюйгенса Д. Папен, помогавший ему в опытах, в 1690 г. предложил паровую поршневую машину аналогичной конструкции. Вода кипятилась, а затем охлаждалась непосредственно в цилиндре, который, таким образом, выполнял роль котла и холодильника. Но ни пороховой двигатель Гюйгенса, ни паровой Папена также не имели распространения на практике.

Практическое применение получил изобретенный в 1680 г. «Папенов котел» — паровой котел с предохранительным клапаном, первоначально предназначенный для «разваривания костей» и который сейчас известен всем

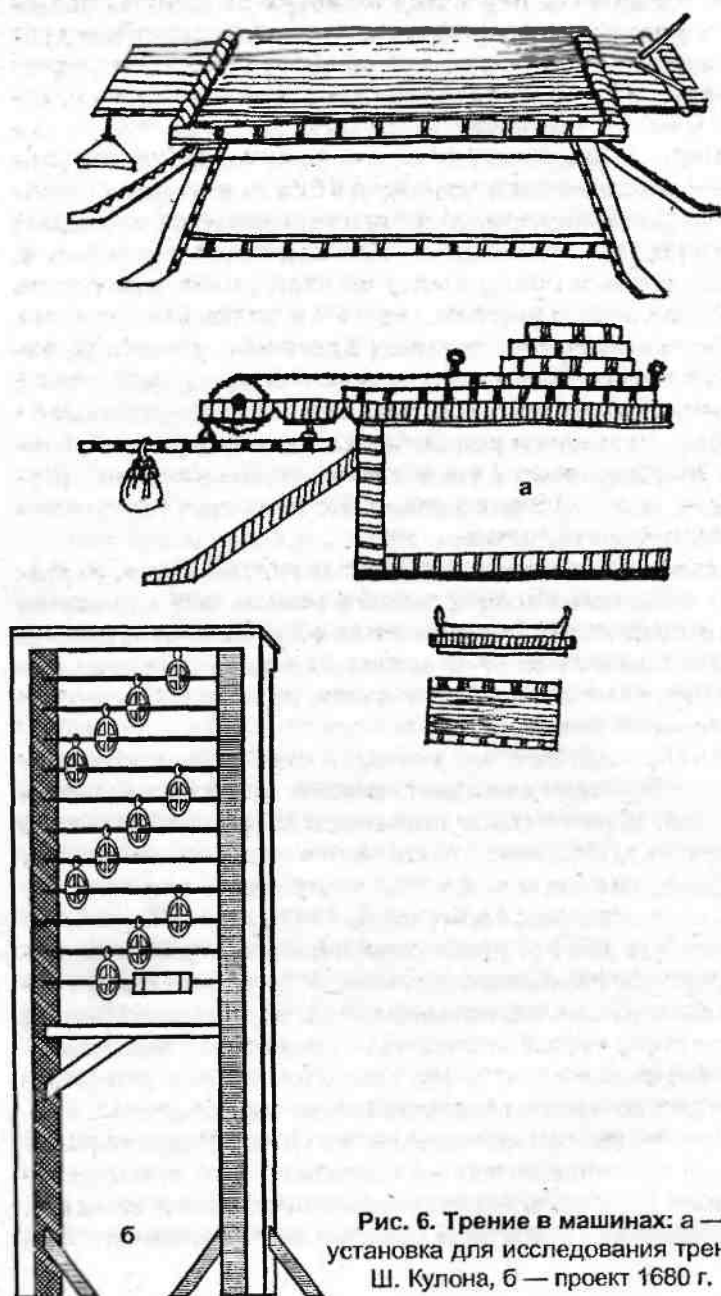


Рис. 6. Трение в машинах: а — установка для исследования трения Ш. Кулона, б — проект 1680 г.

домохозяйкам в качестве скороварки. Папен первый описал пароатмосферный цикл, в 1690 г. выдвинул идею применения силы пара для «продвижения судов против ветра», а в 1708 г. предложил проект парового судна, который остался неосуществленным.

Первую практически применимую паровую машину-водоподъемник построил в 1698 г. английский инженер Томас Севери. Его «огневой насос» имел узкое назначение — откачку воды из подземных выработок. Котел в его машине был уже отделен от двигателя, объединенного с насосом, поршня и цилиндра в машине не было. Отделение котла от двигателя повышало эффективность установки и было важным шагом на пути создания паровой машины. В 1715 г. машина Севери была усовершенствована французским физиком Ж. Деагюлье и была первой, появившейся в России, — ее в 1718 г. приобрел Петр для обслуживания фонтанов Летнего сада.

Дальнейшее совершенствование паровой машины связано с именем английского инженера Т. Ньюкомена, построившего в 1712 г. совместно с Д. Колли (Коули) первую работоспособную поршневую паровую, а точнее, пароатмосферную машину для откачки воды из шахт, в которой паровой котел был отделен от цилиндра и соединялся с ним трубкой.

«Водоподъемник» Ньюкомена — Коули стал первым тепловым двигателем, в котором появился передаточный механизм в виде балансира, связавшего насосную штангу с поршнем двигателя, и в результате двигатель конструктивно обособился от рабочей машины.

Дальнейшее совершенствование в машину Ньюкомена внес его соотечественник Г. Бейтон, который в 1718 г. автоматизировал процессы попеременного пуска пара и воды, а также снабдил котел предохранительным клапаном.

Однако даже после усовершенствований, внесенных в конструкцию ньюкоменовского двигателя Бейтоном, Смитом и Уаттом, он до начала 1780-х гг. сохранял свое узкое назначение, ограничивавшееся откачкой воды из шахт. Хотя недостатка в попытках расширения его производственного применения не было. Так,

англичанин Д. Холъз (Гулль) в 1736 г. первый представил проект парового судна, оснащенного машиной Ньюкомена и двумя гребными колесами, расположенными за кормой.

На этом, по существу, и закончился первый этап создания паровой машины, которая пока еще не получила широкого распространения. Как подчеркивал К. Маркс: «Паровая машина в том виде, в котором она была изобретена в конце XVII в., в мануфактурный период, и просуществовала до начала 80-х годов XVIII в., не вызвала никакой промышленной революции» (Маркс К., Энгельс Ф. Соч. Т. 23. С. 386).

НАЧАЛЬНЫЕ ОПЫТЫ С ЭЛЕКТРИЧЕСТВОМ

Первые сведения об электризации трением и некоторых свойствах естественных магнитов были известны еще в VII–VI вв. до н. э.

В рассматриваемый период интерес к электричеству стал всеобщим и в среде ученых он стал даже предметом моды. Но до конца XVIII в. развивалась преимущественно электростатика. В 1600 г. появился первый труд У. Гильберта «О магните, магнитных телах и о большом магните Земле», в котором впервые появился термин «электричество» (от греч. *elektron* — янтарь). В 1747 г. американский ученый Б. Франклин, один из пионеров исследования атмосферного электричества, разработал его унитарную теорию, изобрел молниеотвод (1752) и плоский конденсатор.

В 1752–53 гг. русские ученые М.В. Ломоносов и Г.В. Рихман исследовали атмосферное электричество с помощью «громовых машин». По результатам экспериментов была опубликована (1753) работа Ломоносова «Слово о явлениях воздушных, от электрической силы происходящих», а Рихманом еще в 1745 г. был изобретен «электрический указатель». Впоследствии академик Рихман погиб во время опыта с молнией. Другой русский физик, академик Ф.У. Эпинус исследовал пироэлектричество и в своей работе «Опыты теории электричества и магнетизма» предпринял первую попытку математической трактовки электрических и магнитных явлений.

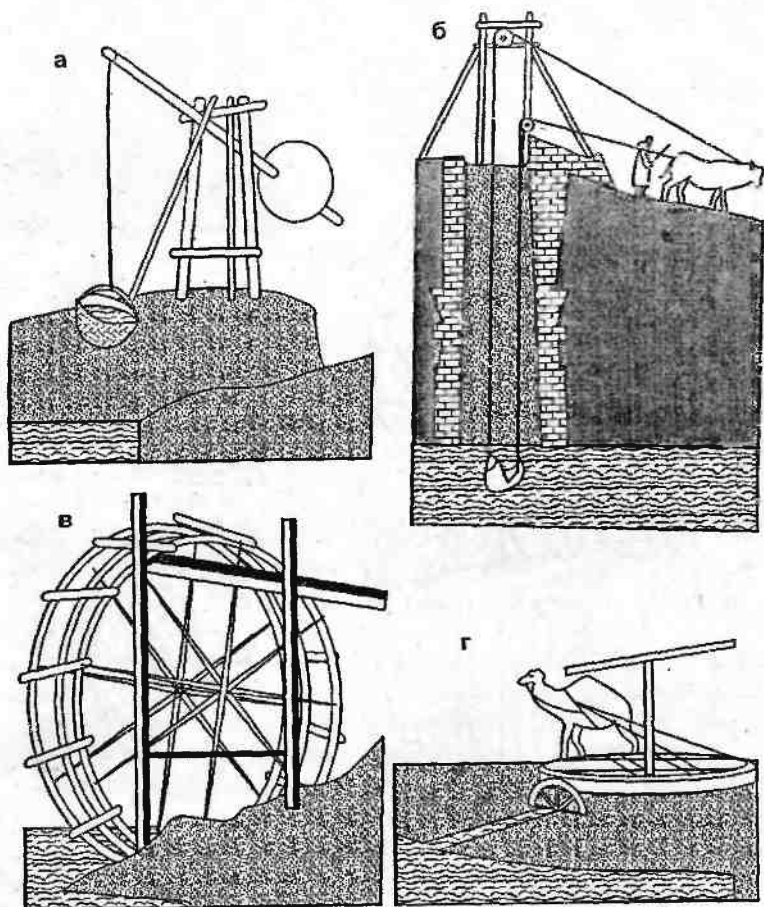
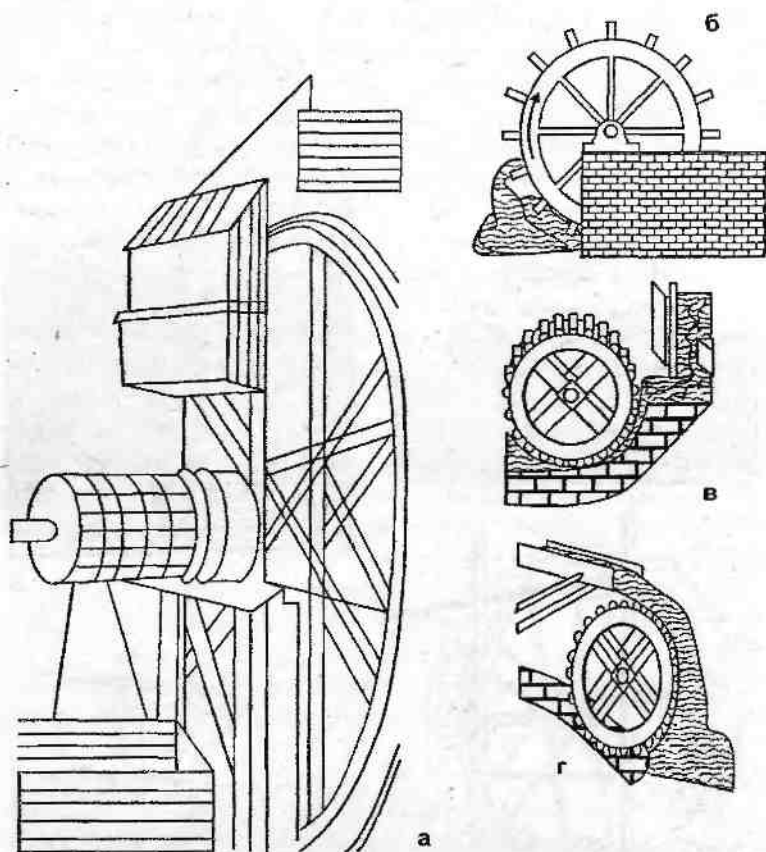


Рис. 7. Средневековая техника водоснабжения: а — шадуф (журавель), б — колодец, в, г — водочерпальное колесо



**Рис. 8. Конструкции водяных колес: а — реверсивное, б —
нижнебойное (подливное), в — среднебойное, г — верхнебойное
(наливное)**

Практического использования электрическая энергия в этот период не получила за редкими исключениями. Так, в Чехии в 1745 г. был впервые установлен молниеотвод для защиты от разрушительного воздействия прямого попадания молнии, который в просторечии неправильно называют громоотводом. В Англии в 1753 г. были опубликованы первые предложения по созданию электростатического телеграфа, но первая телеграфная линия между городами Мадрид и Аранхуэс была построена испанским инженером Ф. Сильва лишь в 1785 г., полсотни лет спустя.

СОЗДАНИЕ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ ЧАСОВ

Вторым после мельницы по своей важности изобретением ремесленного периода, как уже отмечалось выше, были часы.

К. Маркс отмечал в своем письме к Ф. Энгельсу: «...За время с 16 до середины 18 в., то есть за период мануфактуры, развивающейся из ремесла до собственно крупной промышленности, имелись две материальные основы, на которых внутри мануфактуры происходит подготовительная работа для перехода к машинной индустрии, это часы и мельница...» (Маркс К., Энгельс Ф. Соч. Т. 30. С. 262–263).

Появившиеся в IX–X вв. ремесленного периода башенные часы, несмотря на свое несовершенство, стали важнейшим из изобретений, которое открыло эпоху автоматических приборов, создаваемых для практических целей. В дальнейшем происходило не только совершенствование часовых механизмов, но и создание на их основе различных автоматических устройств.

К. Маркс писал: «.. в XVIII в. часы впервые навели на мысль применить автоматы (а именно пружинные) к производству» (Маркс К., Энгельс Ф. Соч. Т. 30. С. 263). Именно с часов начинали свою изобретательскую деятельность такие знаменитые механики, как Вокансон — во Франции, Кулибин — в России и многие другие.

В начале XVI в. немецким изобретателем И. Хенленом были изобретены переносные (карманные) пружинные

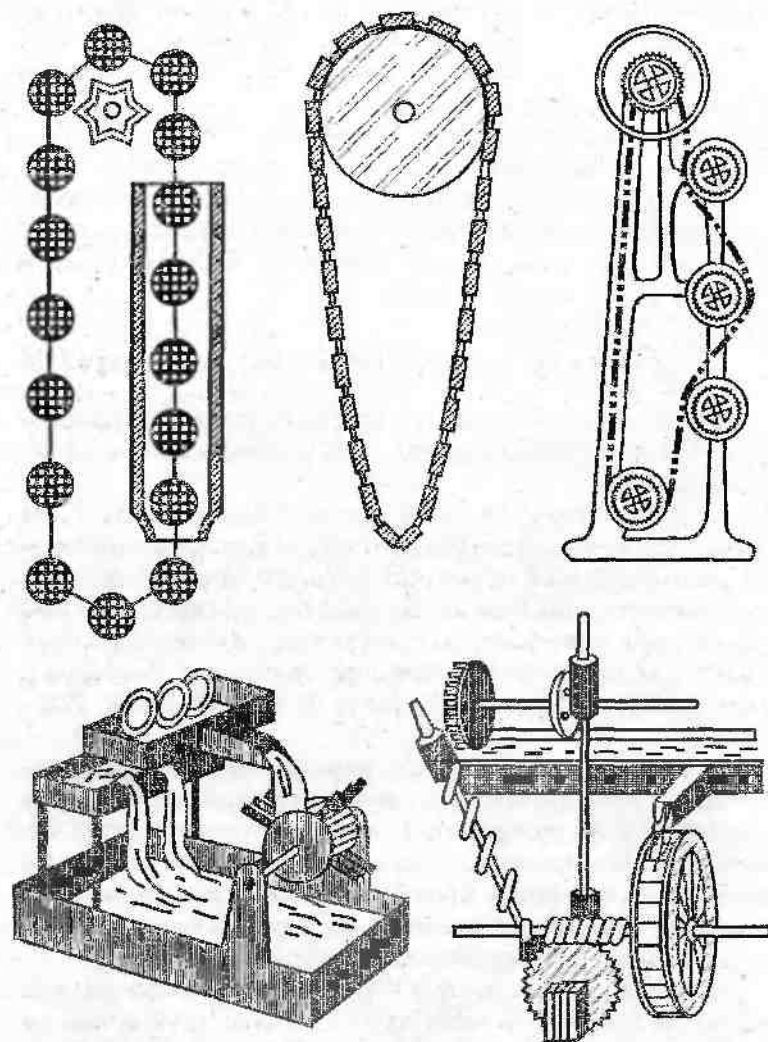


Рис. 9. Некоторые конструкции «вечного двигателя»

часы, которые были совершеннее средневековых башенных, но и они показывали весьма приблизительное время. Большую роль в развитии маятниковых часов сыграли труды Г. Галилея и Х. Гюйгенса середины XVII в., специально посвященные этому вопросу.

Галилей открыл изохронность колебаний физического маятника, но кардинальный переворот в часовом деле произвел нидерландский ученый Х. Гюйгенс. Он первый применил в 1657 г. в часах маятник в качестве регулятора хода, а также изобрел баланси́р со спиралью и анкерным спуском для карманных часов. Им была написана специальная книга «Маятниковые часы», являющаяся образцом сочетания научной теории с практикой.

На основе часовых механизмов начали создаваться автоматические вычислительные приборы, предшественники современных калькуляторов и других вычислительных машин. Этому способствовало в частности и развитие вычислительных разделов математики. В 1619 г. вышла работа шотландского математика Д. Непера «Устройство удивительной таблицы логарифмов», а в следующем — «Арифметические и геометрические таблицы прогрессий» швейцарского математика Бюрги. Б. Паскаль, автор теории вероятностей, в 1641–42 гг. сконструировал суммирующую машину для механизации операций сложения и вычитания, а Г. Лейбниц в 1667 г. изобрел счетную машину, ставшую образцом для дальнейших работ в этой области.

Другим направлением использования часовых механизмов было создание «андроидов» (по имени Анри Дро), или «человекоподобных» автоматов. Это направление было связано с развитием «механицизма» и попытками философов распространить законы механического движения на живую природу. Сами же авторы видели в своих изобретениях лишь остроумные механизмы, практическое средство приложения своих знаний и таланта.

К концу рассматриваемого периода было создано великое множество «андроидов», из которых наибольший восторг современников вызывали «Порхающая утка», «Флейтист» и «Барабанщик» французского механика Жака Вокансона (1730–40), а также «Рисовальщик» и «Писец»

выдающихся швейцарских часовых мастеров братьев Пьера и Анри Дро. В 1774 г. «андроиды» братьев Дро на выставке в Париже пользовались шумным успехом, но когда Анри повез их в Испанию, то святая инквизиция, обвинив его в колдовстве, надолго упрятала за решетку.

ЗАРОЖДЕНИЕ ПРИБОРОСТРОЕНИЯ

Потребности экспериментальной техники и регулирования производственных процессов привели к зарождению новой отрасли приборостроения, возникшей на стыке науки и техники.

Задачами приборостроения являлись разработка и производство подзорных труб, микроскопов, телескопов, пневматических, гидравлических, электрических и др. приборов. Наибольшее распространение получили оптические приборы, из которых одним из первых была оптическая труба, получившая в XVII в. наибольшее распространение в армии и во флоте и вытесненная затем (в XX в.) биноклем.

В 1614 г. римский академик Линкеев ввел термин «микроскон» (от греч. mikros — малый и skopeo — смотрю), разработку которого закончил Галилей, он же изобрел и телескоп (от греч. tele — вдаль, далеко + скоп). Созданию оптических приборов способствовало развитие оптики как важнейшего раздела физики. В частности, Гюйгенс разработал волновую теорию света, объяснил двойное лучепреломление, он же усовершенствовал телескоп и изобрел окуляр, названный его именем.

Для получения изображения объектов и последующей их зарисовки начала применяться камера-обскура (от лат. obscurus — темный) — светонепроницаемая коробка (камера) с небольшим отверстием в центре одной из стенок, через которое наблюдаемый предмет проецировался на противоположной. Этот прибор, прототип современного фотоаппарата, до его изобретения продолжительное время использовался для точных натуральных зарисовок.

Изучение тепловых явлений, а затем и экспериментирование с тепловыми двигателями, потребовали создания

специальных приборов для измерения температур. Один из первых таких приборов, названный «термоскопом», был создан Галилеем. Приоритет в создании практически пригодного спиртового (1709), а затем ртутного (1714) термометров (от греч. *thermos* — теплый + метр) принадлежит немецкому физiku Д. Фаренгейту, который предложил также и температурную шкалу, названную его именем. Позднее свои шкалы предложили французский ученый Р. Реомюр (1730) и шведский ученый А. Цельсий (1742).

В 1644 г. Э. Торричелли изобрел ртутный барометр (от греч. *Baros* — тяжесть + метр), с помощью которого открыл существование атмосферного давления и вакуума («торричеллиевой пустоты»). В 1650 г. О. Герике из Магдебурга изобрел воздушный насос («пневматическую машину»), с помощью которого опытами с «магдебургскими полушариями» наглядно доказал наличие атмосферного давления.

Многие экспериментальные методы и приборы разработал автор первого систематического курса физики (1739), нидерландский ученый П. Мушенбрук. В 1745 г. он изобрел первый электрический конденсатор, названный им «лейденской банкой» в честь г. Лейдена, где он проводил свои опыты. В 1650–72 гг. Герике были изобретены и изготовлены первые электростатические генераторы, так называемые электрофоры, а также приборы для измерения статического электричества, над созданием которых работал позднее французский физик Люфе.

С 1660-х гг. начинается разворачиваться производство наиболее ходовых приборов. В Голландии, например, было развернуто производство подзорных труб и микроскопов на продажу. В 1720–30 гг. при Петербургской академии были основаны специальные мастерские, в которых при участии Нартова, Ломоносова и Кулибина началось изготовление самых разнообразных приборов для научных исследований.

4.3. РАЗВИТИЕ ГОРНОГО ДЕЛА, МЕТАЛЛУРГИИ, ЛИТЕЙНОГО И МЕТАЛЛООБРАБАТЫВАЮЩЕГО ПРОИЗВОДСТВ

РАЗВИТИЕ МЕТАЛЛУРГИИ И ГОРНОГО ДЕЛА

При мануфактурном производстве на смену сыродутному способу производства железа пришел кричной передел. При этом металлургический процесс стал включать: выплавку чугуна — доменный процесс; чугунолитейное производство — отливка готовых изделий из чугуна; кричный передел — рафинирование чугуна в кричном горне с целью получения ковкого (сварочного) железа; передел сварочного железа в сортовое.

Первые доменные печи (домны) появились в Европе с середины XIV в., а в России — с 1630 г. и работали вначале на древесном угле. Основным их недостатком являлась недостаточная мощность дутья, которая и подверглась совершенствованию в первую очередь. Для дутья в 1620 г. на металлургических заводах Герца в Германии стали применяться деревянные меха, приводимые в действие от водяного колеса, а в 1755 г. английский инженер Вилкинсон для привода воздуходувок доменного производства первый применил паровую машину.

Другим направлением совершенствования доменного процесса был перевод его на минеральное топливо — каменный уголь. Первым заменил древесный уголь на каменный, правда, частично, английский промышленник А. Дерби (отец) в 1708 г., а его сын — в 1735 г. Первый применил кокс в доменном производстве. Но окончательный переход на кокс начался лишь с середины XIX в. после налаживания его промышленного производства.

Одна часть полученного чугуна шла непосредственно на отливку изделий, другая использовалась для передела в железо. Передел чугуна в железо осуществлялся на железоделательных заводах, где в коричневых горнах получали крицу, которую для удаления шлаков подвергали проковке на вододействующих молотах. Часть полученного железа шла непосредственно для производства изделий, остальное перерабатывалось в сортовое. Для вы-

делки сортового железа с XVII в. стали применяться вододействующие прокатные станы, а для производства проволоки — волочильные станы. Первый гидравлический волочильный стан был изобретен в Германии еще в 1351 г.

Сталь применялась чрезвычайно редко, в основном для мелких инструментов и дорогого оружия. Существовало три основных способа ее изготовления: плавкой в тиглях, переделом из чугуна в кричных горнах, поверхностным науглероживанием (цементацией) железных изделий в специальных печах. При отсутствии научных основ производства стали в условиях ремесленного производства существовало множество секретов, которые передавались обычно по наследству, а нередко и просто терялись.

Расширялась добыча цветных и драгоценных металлов и получение сплавов. В медеплавильном производстве последовательной плавкой в нескольких горнах выплавлялась медь, которая применялась как в чистом виде, так и в виде различных сплавов: бронзы, латуни, колокольного и подшипникового сплавов. В России получила большое развитие выплавка драгоценных и цветных металлов из полиметаллических руд на Урале и Алтае.

С 1740-х гг. на Алтае, на базе Змеиногорского месторождения, которое разрабатывалось с помощью знаменитой вододействующей системы Фролова, на Барнаульском заводе было налажено крупнейшее в России сереброплавильное производство. На заводе в 1751 г. действовало 14 водяных колес, которые обслуживали 22 рабочих механизма: воздуходувные меха, мслота, толчеи, пилы и др.

РАСЦВЕТ ЛИТЕЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Истинного расцвета получило литейное дело (литье чугуна, бронзы и др. сплавов), особенно в России. В XV в. в Москве открылся Пушечный двор для литья колоколов и пушек, а в XVI появились колокольные заводы в Воронеже, Костроме, Енисейске, Валдае. Замечательными образцами русского монументального художественного литья считаются «царь-пушка» и «царь-колокол».

«Царь-пушка», предназначенная для обороны Кремля, была отлита в 1586 г. русским литейщиком А. Чоховым. Ее ствол имел длину 5,34 м, калибр — 890 мм и весил 40 т. Чудом литейного искусства является отлитая из меди в 1588 г. тем же Чоховым стоствольная пищаль с калибром стволов 50 мм.

Как и Чохов, числилась «артиллерии и колокольных дел мастерами» также семья Моториных. «Царь-колокол», отлитый Иваном Моториным и его сыном Михаилом в 1735 гг., весил более 200 т, имел диаметр 6,6 м и высоту 6,14 м. Опыт пушечных и колокольных мастеров пригодился последующим поколениям металлургов и сыграл важную роль в совершенствовании технологии литья.

РАЗВИТИЕ МЕТАЛЛООБРАБОТКИ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СТАНКОВ

Развитие металлургии и резкое увеличение производства металла дало мощный толчок развитию металлообработки и совершенствованию металлорежущего оборудования.

Токарный станок, в свое время возникший как универсальный механизм для вытачивания изделий из дерева и кости, стал находить все большее применение в металлообработке. На рубеже XVI–XVII вв. вышла книга французского ученого Ш. Плумье «Искусство точения», переведенная в 1716 г. на русский язык по приказу Петра I. В ней был собран и систематизирован опыт, накопленный за это время токарями-ремесленниками разных стран в области обработки резанием различных материалов.

На протяжении XVII в. токарный станок подвергся значительному совершенствованию, которое состояло прежде всего в отделении привода от станка и переходе от мускульного ручного и ножного привода к гидравлическому. Дальнейшее совершенствование было связано с появлением суппорта — основного узла для закрепления и перемещения режущего инструмента.

Особого внимания заслуживает история изобретения суппорта, о котором К. Маркс писал: «Это механическое приспособление заменило не какое-либо особенное орудие, а самую человеческую руку, которая создает опреде-

ленную форму, приближая, прилагая острое режущего инструмента к материалу труда или направляя на материал труда, направляя на железо. Таким образом удалось производить геометрические формы отдельных частей машин с такой степенью легкости, точности и быстроты, которой никакая опытность не могла бы доставить руке искуснейшего рабочего».

Первые сведения о немеханизированном суппорте встречаются в старинной немецкой рукописи, датированной 1480 г. Позднее специальная «держалка» для резца, была описана в 1565 г. Ж. Бессоном в его «Театре инструментов». Спустя 50 лет после Бессона герцог М. Баварский, который, как и Петр I, любил проводить свой досуг за токарным станком, использовал уже более совершенную «держалку», но и ее можно было назвать суппортом лишь с большой натяжкой.

И лишь «держалку» русского изобретателя Андрея Нартова в созданном им в 1729 г. токарно-винторезном станке уже можно было назвать суппортом. С ее помощью резец не только надежно закреплялся, но и механически перемещался в продольном направлении с помощью винта, а в поперечном от копира. Только в 1794 г. Г. Модсли изобрел «крестовый суппорт», представляющий две каретки, имеющие возможность независимого перемещения в двух взаимно перпендикулярных направлениях с помощью винта. В таком виде суппорт и просуществовал до настоящего времени.

Деятельность личного токаря Петра I, выдающегося изобретателя, впоследствии первого президента Российской академии наук, А.К. Нартова вписана красной строкой в историю техники. Всего этот выдающийся изобретатель создал 13 типов токарных станков, среди которых несколько токарно-копировальных (1718–29), токарно-винторезный с механизированным суппортом и сменными зубчатыми колесами (1738), а также зубофрезерный станок для нарезания зубчатых колес. В своей книге «Театрум Махинарум» он описал технологию изготовления и сборки нескольких десятков станков. Особого рассмотрения заслуживает его вклад в области артиллерии.

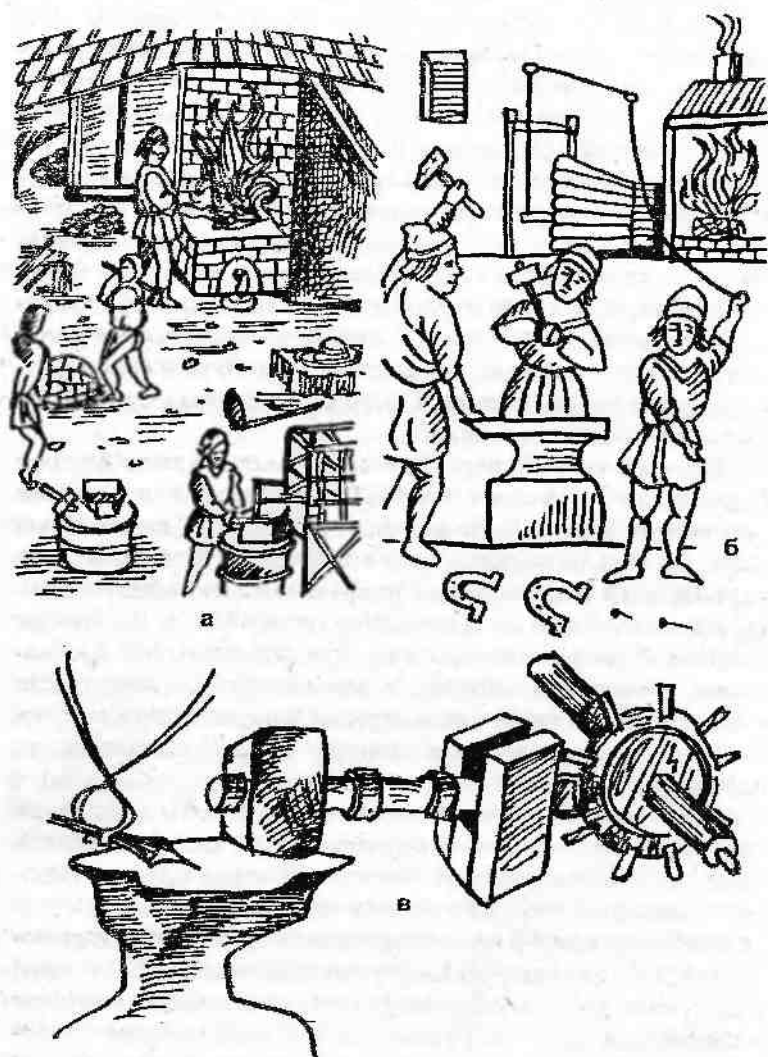


Рис. 10. Кузнечное производство XVI–XVII вв.: а — по Агриколе, б — из немецкой рукописи, в — вододействующий молот

Значительному совершенствованию подверглись также сверлильные станки, которые с первой половины XVI в. стали переводиться на привод от водяного колеса. Сначала на них в основном производили рассверливание (растачивание) ружейных и пушечных стволов, потом стали переходить и на выпуск гражданской продукции.

В 1649 г. в Москве на р. Яуза было создано первое в Европе предприятие мануфактурного типа для обработки пушечных стволов, называемое ствольной мельницей. Для рассверливания канала ствола применялись станки двух типов с приводом от водяного колеса. В станках первого типа рассверливание (растачивание) осуществлялось борштангой, которая вращалась с помощью водяного колеса и подавалась сверху вниз канатной передачей. Во втором варианте вращался и подавался сверху-вниз под действием собственного веса сам ствол.

В 1704 г. на станке второго типа с вращающейся заготовкой швейцарец Ж. Мориц-старший первый просверлил канал в сплошной заготовке оружейного ствола, положив начало методу сплошного глубокого сверления, ставшего известным под названием «метод Морица». В 1740-х гг. его сын Мориц-младший, работавший во Франции, вместе со своими коллегами применил для этой же цели усовершенствованный горизонтально-сверлильный станок, предназначенный также для глубокого сверления.

В 1712–14 гг. на Олонецком заводе в России мастер В.И. Генин на базе водсдействующей установки создал станочный комплекс, состоящий из пилы для отрезки прибылей, горизонтально-сверлильного станка и станка для наружной обработки пушечных стволов. В это же время на Тульском оружейном заводе Марк Сидоров на той же базе создал 12-шпиндельные «вертельные» станки для сверления ружейных стволов, которые были улучшены Яковом Батищевым и могли одновременно обрабатывать по 24 ствола. Это были первые в истории многошпиндельные станки полуавтоматического действия.

К концу XVII в. наряду со сверлильными и токарными появились и горизонтально-расточные станки, которые в отличие от специализированных горизонтально-

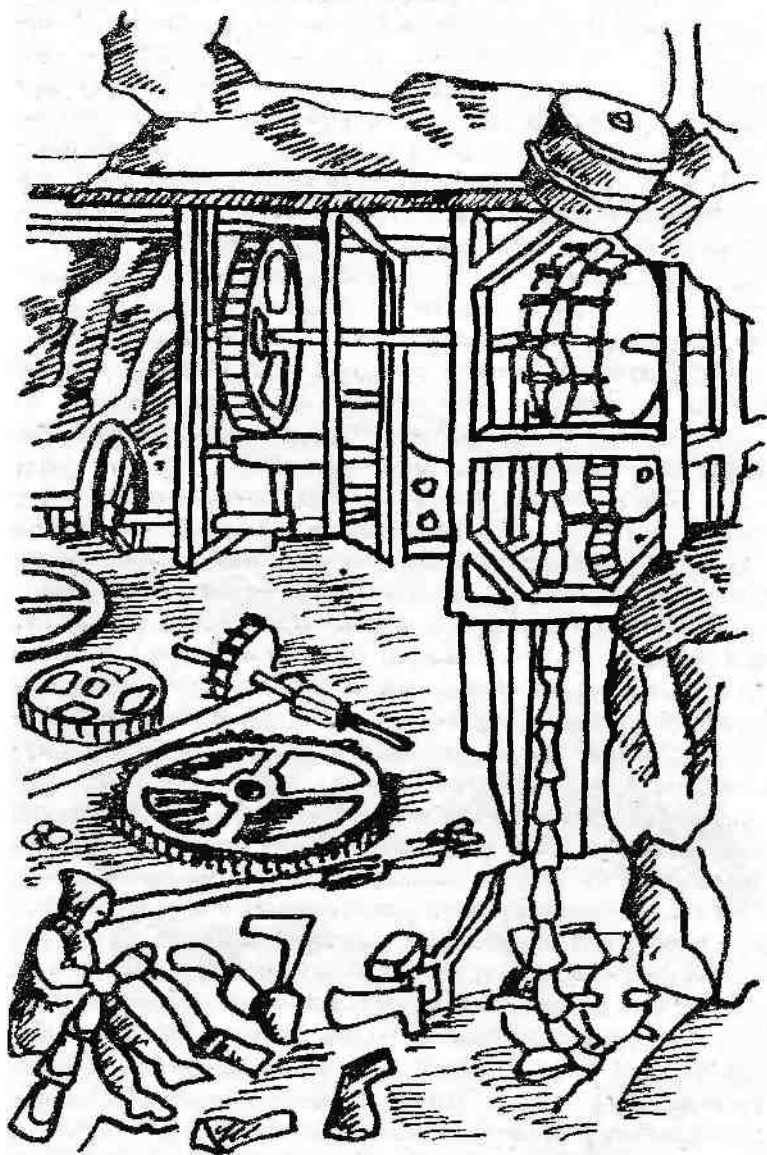


Рис 11. Средневековая горная техника (из книги Агриколы)

сверлильных станков для ружейного и пушечного сверления были станками универсального назначения. В связи с широким распространением воздухоудных мехов, насосов, а позднее и паровых машин, появилась острая потребность в растачивании их цилиндров. Эту проблему и помог решить указанный тип станков, на которых в принципе можно было обрабатывать и пушечные стволы.

4.4. РАЗВИТИЕ ВОЕННОЙ ТЕХНИКИ

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОГНЕСТРЕЛЬНОГО ОРУЖИЯ И ЕГО РАЗДЕЛЕНИЕ НА РУЧНОЕ АРТИЛЛЕРИЙСКОЕ

Постоянные феодальные войны требовали непрерывного совершенствования оружия и прежде всего огнестрельного, которое стало решать судьбу многих сражений. Большое значение для дальнейшего его развития имело начавшееся с XV в. отделение ручного огнестрельного оружия от артиллерии.

Одним из первоначальных образцов ручного оружия была аркебуза (от фр. arquebuse), называвшаяся на Руси пищалью. Это было тяжелое ружье (или легкая пушка), заряжавшееся с дула каменными, а затем свинцовыми пулями. Пороховой заряд поджигался через затравочное отверстие вначале с помощью раскаленного прута, а позднее фитиля. Из-за большого веса и сложности изготовления стрельбу из аркебузы можно было вести лишь зацепив его с помощью крючка за какую-либо опору, поэтому оно в переводе дословно называлось «ружье с крючком».

На смену аркебузы в XVI в., вначале в Испании, пришел мушкет (от фр. mousquet — название хищной птицы породы пустельга) крупнокалиберное (20–23 мм) ружье с фитильным замком, из которого стреляли с подставки (сошки). Мушкетами вначале вооружались стрелки королевской гвардии, называвшиеся мушкетерами, которые к концу XVI в. составляли уже половину численности пехоты. К этому времени возможности фитильного зажигания были исчерпаны и новым этапом стало изобретение кремневого искрового замка.

В середине XVII в. на смену мушкетам пришли кремневые ружья, которые в России продолжали называться мушкетами вплоть до XIX в. Вначале в них использовался для высекаания искры кремневый колесцовый замок, изобретенный часовым мастером из Нюрнберга Иоганном Кифусом в 1517 г.

Позже установили, что чертежи первого колесцового замка были выполнены еще в 1482 г. Леонардо да Винчи. В 1504 г. свою конструкцию колесцового замка предложил Даннер, но некоторые исследователи приписывают это изобретение Эттору. Этот принцип и по сей день используется в зажигалке.

При дальнейшем усовершенствовании взвод колесца и открывание полочки с порохом производились уже за одну операцию при взведении курка. Затем колесцовый замок был заменен на более простой и надежный ударный кремневый, в котором искра высекалась не при вращении колесца, а при ударе кремня о стальное «огниво». Это принцип добывания огня при помощи удара кресала о кремень, зародившийся, как известно, еще в каменном веке, просуществовал почти до середины XX в.

С середины XVII в. появились штыки (от польск. *sztynch* или нем. *stich*) — колющее и режущее оружие, закрепляемое на дульной части ствола ружья или винтовки. Штыком это оружие стало называться при Петре I, а вначале называлось байонетом (багинетом), поскольку местом изобретения считался французский г. Байонна. Вначале штыки насаживались перед рукопашной схваткой на деревянный штырь, вставляемый в дуло, что исключало возможность стрельбы. Позднее штык стал одеваться снаружи ствола и фиксироваться с помощью штыря на стволе и прорези на втулке штыка поворотом последнего. Поэтому позднее байонетами стали по аналогии называться и быстроразъемные соединения применяемые в фотоаппаратах, станочных приспособлениях и др. областях техники.

С конца XVI в. появился пистолет (от фр. *pistolet*), приоритет создания которого приписывается итальянскому мастеру Камилло Ветелли из г. Пистойя, откуда, очевидно,

и пошло название. Но одна из первых миниатюрных пушек, напоминающая пистолет и хранящаяся в Стокгольме, в Национальном историческом музее, была изготовлена еще в XIV в. Пистолеты, которые назывались вначале «маленькими ружьями», позволяли вести огонь с одной руки. Это больше всего пришлось по душе кавалеристам, и поэтому этот вид оружия получил вначале наибольшее распространение в кавалерии. Первые пистолеты, имевшие фитильное зажигание, были сложны в обращении и малоэффективны. Поэтому широкому распространению их способствовало изобретение кремневого замка. Своеобразным образцом считается изготовленный в 1625 г. шестизарядный пистолет царя Михаила Федоровича, хранящийся в Оружейной палате Московского Кремля.

Все виды огнестрельного оружия изготавливались в то время гладкоствольными, хотя первое нарезное ружье, названное винтовкой, появилось в Германии еще в XVI в. Вначале нарезы для простоты делались прямыми, а затем винтовыми, чтобы придать пуле (снаряду) вращательное движение, обеспечивающее большую устойчивость, точность и дальность полета.

Однако из-за сложности изготовления и несовершенства технологии нарезное оружие в рассматриваемый период не получило широкого распространения. В качестве боевого оружия винтовки стали употребляться с XVII в. лишь в подразделениях особо метких стрелков-егерей (от нем. *Jäger* — охотник, стрелок), действовавших в рассыпном строю и кавалерии.

РАЗВИТИЕ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ АРТИЛЛЕРИИ

Широкое распространение получила и артиллерия, которая вначале отличалась большой разнотипностью. Были серпентины («змейки»), кулеврины («ужа»), фальконеты («соколы») и др., крупным орудиям обычно присваивали собственные имена. Орудийные стволы снаружи украшались обычно богатым орнаментом и надписями и представляли настоящие произведения искусства, в которых каждый мастер-ремесленник пытался увековечить свое имя.

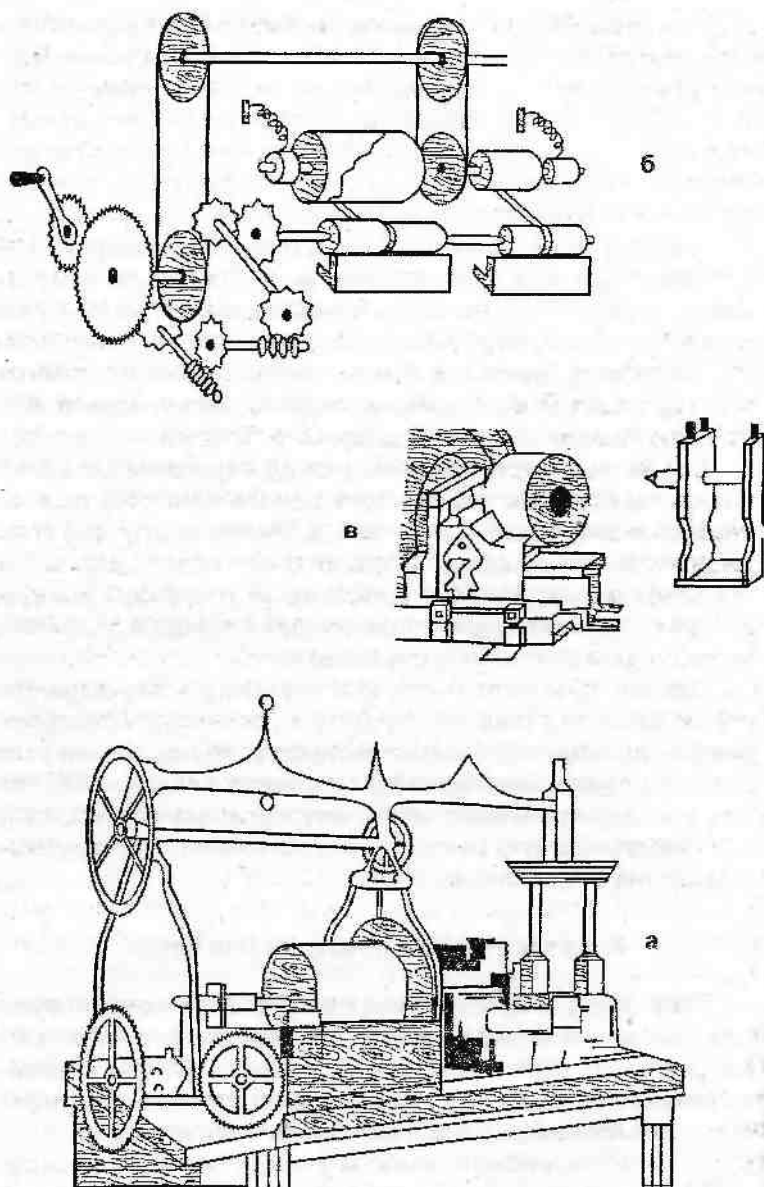


Рис.12. Токарно-копировальный станок А.К. Нартова:
 а — общий вид, б — кинематическая схема, в — узел суппорта
 (держалки)

К концу XVII в. число типов орудий стало сокращаться и они стали различаться по весу снаряда и калибру — диаметру канала ствола. А в зависимости от траектории снаряда стали подразделяться на пушки, предназначенные для настильного огня, мортиры — для навесного огня, промежуточное положение занимали гаубицы.

С конца XV в. орудийные стволы стали отливаться с цапфами, позволяющими менять угол установки его в процессе ведения огня. И почти одновременно стали появляться орудийные лафеты, что значительно повысило точность стрельбы и сократило время прицеливания. Затем лафеты были поставлены на колеса, а для их перемещения стала использоваться конная тяга, которая применялась еще и во вторую мировую войну.

Для стрельбы из орудий использовались снаряды, которые назывались ядрами или бомбами и делились на зажигательные и разрывные. Разрывные ядра представляли два свинченных между собой полых чугунных полушария, которые начинялись порохом и кусками железа и снабжались медленно тлеющим фитилем. Аналогичное устройство имели и гранаты (итал. *granata*, от лат. *granatus* — зернистый) — ручной разрывной снаряд, имеющий сходство с плодом граната, полного семян.

Ручные гранаты стали применяться с XIV в., а в России — с XVII в. Для их метания отбирались наиболее рослые и сильные солдаты-гранатометчики, называемые гренадерами (франц. *grenadiers*, от *grenade* — граната). С XVIII в. гренадерскими стали называться отборные пехотные подразделения, которые комплектовались из наиболее рослых и сильных солдат.

К середине XVI в. московский гарнизон по оснащению артиллерией занимал одно из первых мест в Европе. В Москве, Новгороде, Пскове и Туле существовали «пушечные дворы» — казенные предприятия, занимавшиеся производством артиллерийского вооружения, которым на Руси ведала Оружейная палата.

В настоящее время в Артиллерийском музее Санкт-Петербурга хранится бронзовая пищаль (малокалиберная пушка), изготовленная в 1615 г., заряжающаяся с казенной

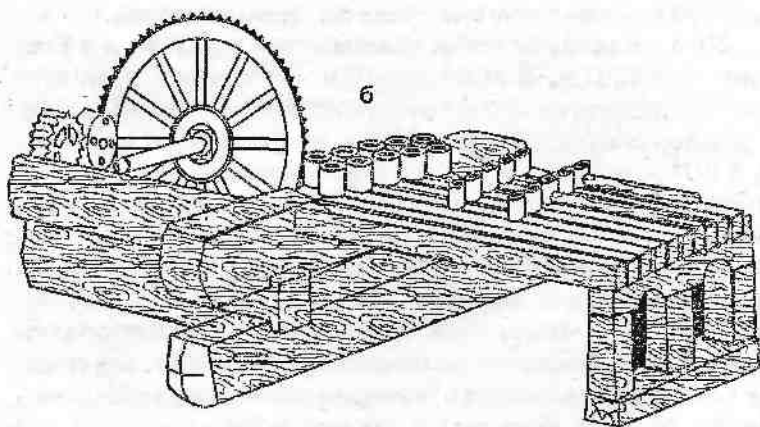
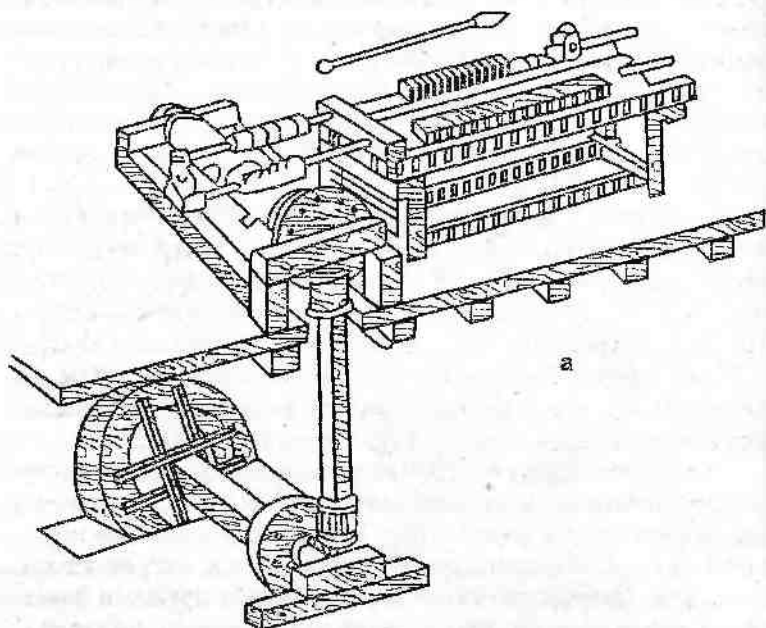


Рис. 13. Многошпиндельные станки для обработки
ружейных стволов Я. Батищева (ТОЗ):
а — обтиральный, б — шустовальный

части, снабженная клиновым затвором и десятью винтовыми нарезами. Она считается одним из первых, если не самым первым казеннозарядным нарезным оружием. Но, как и ручное, артиллерийское нарезное оружие по причине сложности изготовления и несовершенства технологии почти не применялось.

Значительный вклад в развитие артиллерии внес А.К. Нартов, который создал станки для сверления канала ствола и обточки цапф, а также новые способы отливки стволов и заделки раковин в их каналах. Он же изобрел оптический прицел и ряд других артиллерийских приборов, а также создал первую многоствольную артиллерийскую установку из 44 мортирок, позволявшую вести непрерывный огонь. Это был прообраз многоствольных артиллерийских установок — «катюш».

С XVI в. в России стали использоваться ракеты (от ит. *roccheta*) вначале для зрелищных («потешных»), а затем и военных целей. Производство и применение их поощрялось Петром I и по его указанию была издана переводная книга «Учение и практика артиллерии», в которой кроме обычной артиллерии описывалось также изготовление и применение ракет. В 1537 г. вышла в свет работа итальянского математика и механика Н. Тартилии «Новая наука», в которой были изложены достижения того времени в баллистике и фортификации, а также применении ракет.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОРАБЛЕЙ И СОЗДАНИЕ ВОЕННО-МОРСКИХ ФЛОТОВ

С XV в. начался и в XVII в. закончился переход от гребного флота к парусному, который лишь в XIX в. стал вытесняться паровым. В XVII в. в Англии, Франции, Испании и России создаются военные флоты, государственные верфи для постройки кораблей и адмиралтейства. В состав флотов стали входить линейные корабли водоизмещением до 2 тыс. т. с мощным пушечным вооружением и парусным оснащением, позволявшим достигать скорости 12–13 узлов и более. Гребные галеры (от итал. *galera*) стали оснащаться парусами и артиллерией. Для этого в

обшивке судна прорезались прямоугольные порты (амбразуры) для пушек, которые устанавливались на палубах.

Большие трехпалубные корабли, которые стали называться линейными, несли до 100 пушек и более 700 человек экипажа. Меньшими по величине были фрегаты (от голл. *fregat*) — быстроходные трехмачтовые военные корабли, имевшие до 60 пушек и применявшиеся для крейсерских операций и разведки. Самый мощный на Балтийском море флот России к 1725 г. насчитывал 32 линкора, 16 фрегатов и 85 галер.

Увеличению скорости кораблей способствовали также более рациональные очертания корпуса, который стал делаться заостренным с носа и кормы. Для обеспечения надежности и высоких мореходных качеств уже нельзя было рассчитывать лишь на опыт и интуицию мастеров-корабелов. Понадобилась научная разработка расчетных методов проектирования и строительства и уже в XVII в. появились первые труды по кораблестроению Вальтера Рэля и Антони Дина. К проектированию стали привлекаться и известные математики, такие как Д'Аламбер, Кондорсе, Босею и др.

Стали появляться и новинки, нашедшие применение значительно позже. Так, в 1716 г. шведский ученый Э.Сведенборг предложил конструкцию судна на воздушной подушке, приподнимающегося над поверхностью воды нагнетаемым под днище воздухом. Но начали применяться такие суда лишь с середины XX в.

РАЗВИТИЕ ИСКУССТВА ФОРТИФИКАЦИИ

Развитие артиллерии, усиление мощности ее огня и совершенствование подрывного дела вызвали подлинный переворот в искусстве фортификации (от лат. *fortificatio* — укрепление) — отрасли инженерного искусства возведения оборонительных сооружений.

Стены крепостей стали делать выше, башни массивнее и с несколькими ярусами амбразур. Самой большой и мощной крепостью в начале XVI в. стал Московский Кремль, насчитывавший 18 башен, с высотой стен 5–17 м и толщиной 3–6 м. Опыт возведения Московского Кремля использовался затем при возведении аналогичных ук-

реплений Смоленска, Троице-Сергиева монастыря, Тулы и др. российских городов-крепостей.

Поскольку высокие стены и башни становились все более уязвимыми для артиллерийского огня и подведения мин, начала складываться новая система фортификации, в которой основную роль стали играть земляные укрепления, облицованные камнем лишь в некоторых местах. Вместо прежних круглых башен стали сооружаться пятиугольные бастионы (от фр. *bastion*). В промежутках между бастионами стали возводиться рavelины (от фр. *ravelin*) — выдвинутые вперед рва вспомогательные укрепления треугольной формы, обеспечивающие возможность ведение перекрестного огня по осаждающим. Петр I уделял большое внимание как артиллерии, так и фортификации, а также искусству осады крепостей. При нем были переведены на русский язык наиболее авторитетные труды по фортификации.

РАЗВИТИЕ СУХОПУТНОГО ТРАНСПОРТА И СТРОИТЕЛЬСТВО ДОРОГ, ЗАРОЖДЕНИЕ РЕЛЬСОВОГО ТРАНСПОРТА

Заметные успехи были достигнуты и в области сухопутного транспорта, который в рассматриваемый период был исключительно гужевым.

Основная часть гужевых перевозок в России осуществлялась «ямской гоньбой» — ямщиками, набранными из государственных крестьян. Во второй половине XVI в. был создан специальный Ямской приказ, ведавший ямскими дворами (станциями) откуда отправлялись обозы и верховные гонцы.

В XVI в. в Англии впервые появился дилижанс (от фр. *diligence*) — многоместный крытый экипаж, запряженный лошадьми, для перевозки почты, пассажиров и их багажа, который просуществовал до появления железнодорожного и автомобильного транспорта. Пассажиры в таком экипаже могли только сидеть, поэтому в России они были прозваны «нележанцами».

В 1662 г. в Париже появился омнибус (от лат. *omnibus* — для всех) — первый вид общественного транспорта, в виде многоместной конной кареты, совершавшей

регулярные рельсы в городах и между ними. Он просуществовал в ряде европейских стран до XX в.

Наряду с неблагоустроенными грунтовыми дорогами, которые были преобладающими, начали строиться и шоссее (от фр. *chaussee* — обутая) — дороги с каменным покрытием, строительство которых зародилось в Римской империи и получило наиболее широкое распространение во Франции.

С XV–XVI вв. в горном деле при добыче руды, каменного угля и других полезных ископаемых для их откатки начали применяться деревянные лежневые пути как зачатки будущего рельсового транспорта. Вначале они использовались для подземной откатки, а затем стали сооружаться и на поверхности для соединения шахт и рудников с заводами.

С 1630-х гг. при устройстве таких путей стали применяться поперечины, предшественники современных шпал. Несколько позже деревянные лежни стали покрывать железными полосами, а потом и чугунными профилями, являющимися прообразом современных рельсов. С 1720-х гг. повозки (составы повозок), перемещаемые конной тягой, стали снабжаться чугунными колесами с закраинами (ребордами).

4.5. РАЗВИТИЕ ТЕКСТИЛЬНОЙ ТЕХНИКИ И ВОЗНИКНОВЕНИЕ КНИГОПЕЧАТАНИЯ

Создание машин для текстильной промышленности

Больших успехов в рассматриваемый период достигла техника текстильного производства, что стимулировалось расширением потребности в различных тканях и одежде.

Еще в XIV в. в шелковом производстве в Италии стали применяться «крутильные машины» первоначально с ручным приводом для скручивания нитей. В XV в. их заменили ручные «самопрялки» с рогульками, позволявшие одновременно выполнять уже две операции — скрутку и намотку нитей. Позднее широкое распространение получила «самопрялка» с ножным приводом,

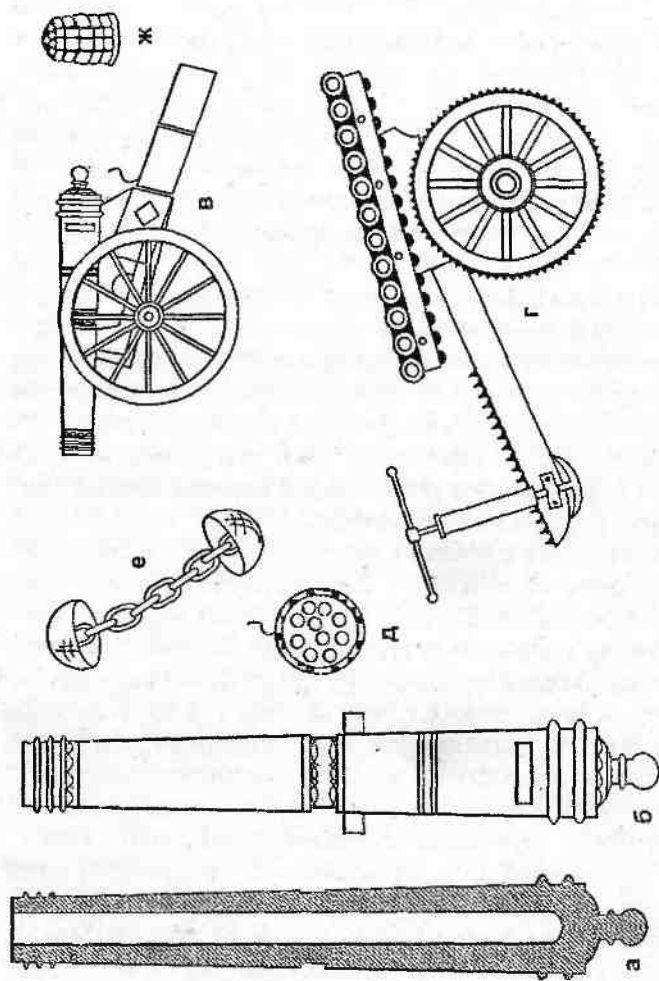


Рис 14. Артиллерия XVIII-XIX вв.: а, б — литой артиллерийский ствол (а — разрез), в — единокорпусная повозка, г — батарея А. К. Нартова, д, е, ж — снаряды (д — разрывное ядро, е — морской, ж — граната)

изобретенная немецким мастером Юргеном в 1530 г., которая просуществовала в некоторых местах до настоящего времени.

В начале XVII в. в труде итальянского конструктора В. Цонка описываются уже довольно сложные шелкокрутильные вододействующие установки. В начале XVIII в. подобные машины были освоены в Англии, а затем во Франции. Но фактически история прядильных машин начинается с 1735 г., когда американский конструктор Д. Уайет и его компаньон Л. Поль построили прядильную установку, запатентованную последним в 1738 г. Эта машина была рассчитана на двигательную силу животных и позволяла прясть без помощи пальцев рабочего.

Важнейшим изобретением в ткацком деле явился механический «самолетный» челнок, изобретенный в 1733 г. английским рабочим Д. Кэем. Он пробрасывался между нитями основы уже не вручную, а с помощью специального приспособления, что позволило не только существенно ускорить операцию, но и ткать широкое полотно. В 1745 г. Ж. Вокансон создал первый шелкоткацкий станок с гидравлическим двигателем.

В средние века хлопчатобумажные ткани в Европе не производились, а ввозились с Востока и считались индийским товаром. Об этом говорят и названия наиболее распространенных сортов хлопчатобумажных тканей, например название «ситец» происходит от бенгальского «читс», коленкор — от названия г. Калькутты и т. п. С начала XVI в. в Италии, Швейцарии и др. западноевропейских странах стали выделять ткани из хлопчатобумажной, льняной пряжи и их смеси, а в XVII в. в Англии в Ланкашире возникли первые хлопчатобумажные предприятия. С XVIII в. ситценабивное производство распространяется в большинстве передовых западноевропейских государств.

Одновременно происходило развитие трикотажного (вязального) производства. В 1589 г. английский изобретатель У. Ли изобрел трикотажную (от фр. *tricoter* — вязать) машину с ножным приводом, обеспечивающим высвобождение обеих рук работника для производства

ручных операций. К началу XVIII в. в Англии насчитывалось уже около 8 тыс. таких станков усовершенствованной конструкции.

РАЗВИТИЕ КНИГОПЕЧАТАНИЯ

Поистине триумфальным можно считать достижения того времени в области книгопечатания в странах Западной Европы и в России, где оно полностью вытеснило ручную переписку книг.

В XVI в. в Венеции, Флоренции, Париже и Антверпене возникают крупные издательские и типографские предприятия — настоящие мануфактуры по выпуску книг. Высокого расцвета достигло искусство иллюстрации, наряду с гравюрой на дереве стала распространяться и гравюра на меди.

Напечатанные кириллицей в 1517–19 гг. белорусским первопечатником Ф. Скориной «Псалтирь» и 20 книг Библии являлись настоящими шедеврами полиграфического искусства. В 1564 г. русским первопечатником И. Федоровым, совместно с украинским П. Мстиславцем была выпущена первая русская датированная печатная книга «Апостол». Позднее, в 1574 г., Федоровым была напечатана первая славянская «Азбука», а в 1581 г. — первая полная славянская Библия («Острожская библия»).

Новым этапом явилось начало печатания Московской типографией светской литературы: букварей, газеты «Ведомости» (1702), учебников по математике Л. Магницкого (1702). В 1708 г. вышли первые 11 книг, отпечатанные новым гражданским шрифтом, упрощенным по сравнению с кириллицей, в разработке которого принимал участие сам Петр I.

Для удовлетворения растущих потребностей в бумаге в связи с расширением выпуска печатной продукции понадобилась механизация ее производства. Появляются «бумажные мельницы» — толчеи с приводом от водяных и ветряных двигателей для приготовления сырья из тряпья, из которого после очистки и промывки получалась бумага.

4.6. ИТОГИ РАЗВИТИЯ ТЕХНИКИ В ЭПОХУ МАНУФАКТУРНОГО ПРОИЗВОДСТВА

1. Становление и развитие мануфактурного производства, основанного на ремесленной технике, общественном разделении труда, узкой специализации работников и орудий труда.

2. Зарождение технических наук, выдвижение на первый план механики и экспериментальных методов исследования, первые работы по электричеству и магнетизму.

3. Окончательная замена сыродутного способа производства железа кричным переделом; перевод домен с древесного угля на кокс, совершенствование дутья, развитие литейного дела и начало производства сортового железа.

4. Совершенствование сверлильных и токарных станков, изобретение суппорта и отделение привода от станка, внедрение привода от водяного колеса. Появление горизонтально-расточных станков и станков для глубокого сверления.

5. Создание и механических часов и их совершенствование, распространение автоматических устройств на их базе.

7. Совершенствование огнестрельного оружия и его разделение на ручное и артиллерийское, появление нарезного и казенно-зарядного оружия.

8. Первый этап создания парового двигателя и попытки его практического применения.

9. Развитие водного и сухопутного транспорта. Переход от гребного флота к парусному, появление средств общественного транспорта — дилижансов, омнибусов.

10. Начало механизации текстильного производства, появление механических прядильных машин с приводом от водяного колеса.

11. Совершенствование технологии производства бумаги и дальнейшее развитие книгопечатания.

ГЛАВА 5. ТЕХНИКА ЭПОХИ ПРОМЫШЛЕННОГО ПЕРЕВОРОТА (1760 — 1870 гг.)

5.1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЭПОХИ

ПЕРЕХОД ОТ МАНУФАКТУРЫ К МАШИННОМУ ПРОИЗВОДСТВУ

Промышленный переворот означал резкий скачок в развитии производительных сил, заключающийся в переходе от мануфактуры к машинному производству. Он происходил в эпоху разложения и крушения феодально-крепостнических и утверждения капиталистических производственных отношений. Этот исторический отрезок времени первой прошла Великобритания, затем США, Франция, Германия, Италия, Япония и Россия.

Переворот в промышленности стал возможен благодаря научно-техническому прогрессу (НТП), который заключался во взаимном стимулировании развития науки и техники и ускорении темпов этого развития. В этот период технические знания начинают приобретать теоретический характер, наступает время окончательного формирования научного технического знания, совершенствования его средств и обобщения в форме научной теории.

Развитие средств и способов осуществления технологических операций, накопление и комбинирование элементов, повышающих их эффективность, являлось одной из существенных сторон технического прогресса. Это постепенно вело к вытеснению ручных операций, созданию разнообразных машин и в конечном счете к возникновению машинного производства. По словам К. Маркса: «Простые орудия, накопление орудий, сложные орудия;

приведение в действие сложного орудия одним двигателем — руками человека, приведение этих инструментов в действие силами природы; машина; система машин, имеющая один двигатель; система машин, имеющая автоматически действующий двигатель, — вот ход развития машин» (Маркс К., Энгельс Ф. Соч. Т. 4. С. 156).

Говоря о переходе к машинному производству необходимо уточнить понятие машины, которому в разные периоды придавалось различное содержание. Поистине классическим для того времени являлось определение машины, данное Марксом: «Всякое развитое машинное устройство состоит из трех существенно различных частей: машины-двигателя, передаточного механизма, накопец машины-орудия, или рабочей машины».

РАЗВИТИЕ ТЕХНИЧЕСКОЙ НАУКИ И ОБРАЗОВАНИЯ

Если анализировать взаимоотношения науки и техники в рассматриваемый период, то нельзя не заметить тенденцию упрочения места науки в обществе, возрастания ее роли и усиления воздействия на развитие техники и материального производства. Как отмечал Ф. Энгельс: «Восемнадцатый век собрал воедино результаты прошлой истории ... знание стало наукой, и науки приблизились к своему завершению, то есть сомкнулись, с одной стороны, с философией, с другой практикой» (Маркс К., Энгельс Ф. Соч. Т. 1. С. 599).

Смыкание науки с практикой и явилось той областью, в которой технические науки приобрели самостоятельное существование и развитие. В процессе соединения науки с производством и естествознания с техникой и происходило формирование технических наук.

Процесс становления технических наук начался с возникновения наук механического цикла, таких как теория механизмов, сопротивление материалов, детали машин. И это не случайно, поскольку механическая форма движения материи была наиболее широко вовлечена в человеческую практику и ее познание логично предшествовало познанию других, более сложных форм движения материи. Предшествовало этому становление эксперименталь-

ного метода, проникновение науки в прикладную сферу, а также интенсивное развитие механики.

Важное значение для развития механики имели работы французского математика и механика Ж. Лагранжа, особенно его «Аналитическая механика» (1788). На рубеже XVIII–XIX вв. возникает прикладная или, как ее тогда называли, практическая механика, занимающаяся непосредственно изучением работы машин, механизмов и сооружений, а также разработкой методов их расчета. В 1820-е гг. вышли в свет важнейшие труды французского математика и инженера Ж. Понселе «Курс механики в применении к машинам» и «Введение в промышленную, физическую и экспериментальную механику».

В 1781 г. была издана «Теория простых машин» французского инженера и физика Ш. Кулона, ознаменовавшая зарождение теории механизмов. Весомый вклад в ее разработку внесли и русские ученые С.Е. Гурьев, который в 1806 г. издал работу «Общее правило равновесия с приложением оного к машинам», а также П.Л. Чебышев, опубликовавший в 1853 г. свой труд «Теория механизмов, известных под названием параллелограммов». Будучи не только знаменитым ученым, но и талантливым изобретателем, Чебышев изобрел, построил и исследовал целый ряд чрезвычайно важных для техники механизмов.

В рассматриваемый период происходит также становление технической химии, базирующейся на химической форме движения материи и электротехники, в основе которой лежат электрические и магнитные явления. Происходят окончательная достройка научного технического знания, кристаллизация его средств и придание ему статуса научной теории, что и создало предпосылки для окончательного утверждения технических наук.

Научная техническая деятельность, зародившаяся еще в XV в., с тех пор непрерывно наращивалась и к концу рассматриваемого периода стала опережать развитие техники. В дальнейшем эта тенденция продолжала усиливаться. Люди, заинтересованные в развитии науки и техники, начали учреждать научные общества и академии, которые пытались решать теоретические и прикладные

вопросы естествознания, а в ряде случаев и выполняли роль учебных заведений.

В 1866 г. образовалось Русское техническое общество — ведущее научно-техническое общество России, в котором работали Д.И. Менделеев, А.Н. Крылов, Д.К. Чернов, Н.Е. Жуковский и др. выдающиеся ученые. В 1868 г. возникло Русское химическое общество, четыре года спустя — Русское физическое общество, которые в 1878 г. объединились в Русское физико-химическое общество.

Предшественницей современных высших технических учебных заведений можно считать образованную во второй половине XVI в. во Флоренции Академию «Дель Дисенья», которая впервые воплотила в жизнь требования, необходимые при подготовке квалифицированных инженеров. Преподавание математических наук там находилось на более высоком уровне, чем в итальянских университетах, кроме того, преподавались курсы проектирования машин, строительства мостов и крепостей, устройства улиц и прокладки каналов.

Развитие производительных сил, породившее потребность в подготовке специалистов естественнонаучного профиля, способствовало усилению наметившейся тенденции к политехнизации обучения в университетах ведущих европейских государств. Тенденция поворота к техническим знаниям наблюдалась и в деятельности национальных академий. Наибольших успехов добилась российская Петербургская академия наук в период (1743), когда ее возглавил А.К. Нартов. Ее академические мастерские, которыми с 1769 г. руководил И.П. Кулибин, стали крупнейшим центром отечественного приборостроения.

До 1765 г. борьбу за сближение теории с практикой и за использование в промышленности, на транспорте и в сельском хозяйстве последних достижений науки возглавлял М.В. Ломоносов. Эту деятельность в стенах Петербургской Академии наук продолжили его ученики и последователи, в частности академик В.М. Севергин. По его инициативе с 1804 г. начал издаваться «Технологический журнал», в котором печатались труды по науке и технике не только русских, но и зарубежных деятелей.

Развитию технических знаний во многом способствовал выпуск технической литературы, из которой особенно выделяется труд французских ученых Д. Дидро и Ж. Д'Аламбера «Энциклопедия, или Толковый словарь наук, искусств и ремесел», вышедший в 1779 г. В нем описано состояние техники XVIII в., ее материальные и научные основы.

Началась подготовка специалистов технического профиля и помимо университетов. Во Франции этим занималась учрежденная Г. Монжем и его соратниками в 1794 г. в Париже Политехническая школа, в которой впервые был введен курс теории механизмов. В следующем (1795) году к этой работе подключилась и Консерватория технических искусств и ремесел, являющаяся своеобразным хранилищем собранных моделей, образцов, проектов и чертежей механизмов и машин. В России еще до организации Академии и Университета, в 1701 г. была основана Школа математических и навигацких наук, а в 1712 г. — Инженерная школа, имевшие технический уклон.

РАЗВИТИЕ ИЗОБРЕТАТЕЛЬСТВА И ЗАЩИТЫ ПРАВ ИЗОБРЕТАТЕЛЕЙ

Настоящими «двигателями технического прогресса» стали изобретатели. Особенно большой всплеск изобретательской мысли вызвал социальный заказ на универсальный двигатель, на который лишь в Англии во второй половине XVIII в. было выдано более десятка патентов. Выдающимися изобретателями являлись творцы паровой машины И.И. Ползунов и Д. Уатт, деятельность которых рассмотрена ниже.

Среди выдающихся изобретателей в рассматриваемый период особенно выделяется русский механик-самоучка И.П. Кулибин. Под его руководством с 1769 г. в мастерских Академии наук начали создаваться навигационные и астрономические приборы, микроскопы, термометры, барометры, насосы, точные весы, часы различных систем и др. Он сам изобрел множество различных механизмов, усовершенствовал шлифовку стекол для оптических приборов; создал целую серию часов, уникальных по конструкции;

изобрел (1779) «зеркальный фонарь» — прототип прожектора, оптический телеграф; разработал проект 291-метрового одноарочного моста через Неву; изобрел лифт, гибкий протез ноги и др. Настоящим шедевром изобретательской мысли являются его часы, выполненные в виде яйца, исполняющие мелодии и показывающие целые сценические представления.

Рост количества изобретений потребовал защиты прав изобретателей с помощью патентования (от лат. *patens* — свидетельство, грамота) изобретений и открытий, которое было впервые в 1623 г. введено в Англии, затем в США, в 1791 г. во Франции, в 1812 г. в России, в 1817 г. в Голландии, а затем в других странах.

5.2. ПЕРЕХОД ОТ ГИДРО- К ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКЕ, ЗАРОЖДЕНИЕ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ

Дальнейшее совершенствование гидроэнергетики. Гидродвигатель в рассматриваемый период, с одной стороны, достиг своего совершенства, с другой — наиболее четко выявилось и его несовершенство.

Наиболее ярким образцом триумфа гидроэнергетики являлась уникальная Змеиногорская гидравлическая система на Алтае, созданная в 1780-х гг. Козьмой Дмитриевичем Фроловым. Им были применены самые мощные верхнебойные (верхненаливные) колеса, по своим размерам не имевшие аналогов в мире. Применена была наиболее совершенная каскадно-деривационная система (от лат. *derivatio* — отведение) с длиной отводных каналов 2740 м и тремя каскадами, так что вода последовательно проходила через три колеса. При этом подводные каналы и камеры были вырублены внутри горы и таким образом было устранено промерзание. С помощью сложной трансмиссионной системы водяные колеса приводили в действие рудоподъемные, рудодробительные, рудопромывающие и водоотливные машины, а также лесопилки и кузницу. По существу это был первый в мире завод-автомат.

Детище Фролова было наивысшим достижением мануфактурного периода и его заключительным аккор-

дом, так как водяное колесо истощало себя — оно вызывало производство к рекам и ставило его в зависимость от непостоянства водной стихии. Водяное колесо являлось универсальным двигателем по техническому применению, но не универсальным по своему использованию в промышленности и на транспорте, поскольку было связано с водяным источником. Сильнее всего ограниченность гидроэнергетики сказывалась в металлургии и горнорудном производстве. Маркс писал: «...употребление силы воды было связано с различными затруднениями. Нельзя было произвольно увеличить или сделать так, чтобы она появилась там, где ее нет; временами она истощалась и, главное, имела чисто локальный характер» (Маркс К., Энгельс Ф. Соч. Т. 23. С. 388).

В течение 14 веков (IV–XVIII) водяное колесо исправно служило человеку, являясь энергетической основой производства, но в конечном счете потеряло перспективу. Еще большими недостатками страдали ветряные двигатели, которые использовались там, где был недостаток в гидроресурсах. Нужен был источник энергии, не зависящий от местных условий, который можно было использовать везде и обеспечивать мощность, определяемую потребностями производства.

Используя опыт, накопленный при создании водяных колес, изобретатели натолкнулись на идею создания водяной турбины, которая отличалась от водяного колеса искривленной формой лопаток и была рассчитана на большие скорости вращения. Еще в 1813 г. Алтайским механиком П. Залесовым подобная установка была построена на Сузунском заводе, но, как и детище Ползунова, опередило время и не получило тогда практического распространения.

Позднее, в 1827 г., французский инженер Б. Фурнейрон создал первую практически пригодную гидравлическую турбину, запатентованную им в 1832 г. Предложили свои конструкции водяных турбин Жан Понселе, Геншель и Жонваль, Фрэнсисс др. изобретатели. Но это были лишь первые попытки — время широкого использования турбин еще не наступило, о гидротурбинах «вспомнили» лишь в конце XIX в., когда появился новый,

более достойный потребитель в образе динамо-машины для производства электроэнергии.

ЗАРОЖДЕНИЕ И РАЗВИТИЕ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКИ

Социальный заказ на универсальный паровой двигатель предопределили как состояние и потребности производства, так и развитие науки и всплеск изобретательской мысли во второй половине XVIII в. Первым поставил задачу об универсальном двигателе в форме всеобщего перехода от гидроэнергетики к теплоэнергетике как задачу государственного значения и масштаба русский теплотехник Иван Иванович Ползунов. Он первый спроектировал в 1763 г. двухцилиндровую паровую машину непрерывного действия, которая могла обеспечить непосредственный привод большинства существующих в то время машин-орудий.

Однако Ползунов своим изобретением намного опередил время. На Алтае, богатом гидроресурсами, его еще не вполне совершенное детище не могло в то время успешно конкурировать с уникальными гидроустановками Фролова. А преждевременная смерть изобретателя не позволила ему довести начатое дело до конца. Запущенная в 1766 г., уже после его смерти, в упрощенном варианте (только для привода воздуходувных мехов) машина из-за поломок была остановлена и вскоре вообще ликвидирована «за ненадобностью».

Вторая стадия создания универсальной паровой машины непосредственно связана с промышленным переворотом в Англии и главную роль в этом сыграл английский изобретатель Д. Уатт. Он оказался в нужное время в нужном месте и потому был востребован. Он начал с того, что в 1769 г. получил патент на одноцилиндровую паровую машину простого действия, в которой рабочий ход осуществлялся под давлением пара, отводимого в конденсатор. Но эта машина не была универсальной, она выполняла узкие функции насоса для откачки воды.

Успех пришел к Уатту в 1774–84 гг., когда он создал свою знаменитую паровую машину с цилиндром двойного действия и запатентовал с целым рядом важных усо-

вершенствований. К ним относятся прежде всего центробежный регулятор и механизмы преобразования поступательного движения штока во вращательное движение вала. Обеспечив Уатту приоритет в изобретении универсального теплового двигателя, его машина сыграла большую роль в переходе к машинному производству. Отмечая это событие, К. Маркс писал: «Великий гений Уатта обнаруживается в том, что в патенте, который он получил в апреле 1784 г., его паровая машина представлена не как изобретение лишь для особых целей, но как универсальный двигатель крупной промышленности» (Маркс К., Энгельс Ф. Соч. Т. 23. С. 386).

Изобретение паровой машины означало наступление второго этапа промышленной революции, первый, как известно, начался с создания и применения машин в текстильном производстве. Как отмечал Маркс: «Паровая машина была первым действительно интернациональным изобретением, и этот факт в свою очередь свидетельствует об огромном историческом прогрессе» (Маркс К., Энгельс Ф. Соч. Т. 20. С. 431). Развитие машинного производства на теплоэнергетической базе вызвало существенное расширение производства, с другой стороны, эта база сама нуждалась в совершенствовании техники, технологии и организации производства.

Дальнейшее совершенствование машины Уатта состояло в наращивании давления, которое в первых его образцах лишь незначительно превышало атмосферное. В 1800 г. американский изобретатель О. Эванс построил паросиловую установку с повышенным начальным давлением, обосновав повышение давления до 8–10 атм. Двумя годами позже английский изобретатель Ричард Тревитик совместно с Вивьеном получил патент на усовершенствованную паровую машину, в которой давление уже превышало 3 атм.

В 1804 г. соотечественник Тревитика инженер А. Вульф запатентовал машину повышенного давления в 3–4 атм. Используя расширение пара последовательно в двух цилиндрах, он добился повышения коэффициента полезного действия (КПД) более чем в 3 раза. Д. Перкинсом в 1822 г. в США и Э. Альбаном в 1828 г. в Германии

были проведены опыты по созданию паросиловых установок, работающих при давлении 45–50 атм., но они определили уровень техники того времени и не имели практического осуществления. После экспериментов, проведенных в 1850-х гг. Г.А. Гирном во Франции, началось применение перегретого пара в паросиловых установках, обеспечивающее существенное повышение их КПД.

До конца рассматриваемого периода паровая машина двойного действия Уатта, продолжая оставаться основным двигателем силовой установки подвергалась непрерывному совершенствованию с целью повышения его мощности и экономичности. Усовершенствовались котел, непосредственно паровой двигатель, а также передаточный механизм; повышалось начальное давление пара, применялись перегрев пара и его многократное расширение, наращивались скоростные характеристики. От балансирного механизма, характерного для первых машин Уатта, перешли к кривошипно-шатунному, от золотникового парораспределения — к клапанному.

Успеху становления парового двигателя способствовало развитие и становление теплотехники как науки и особенно труды Ж.Б. Фурье и Н.Л.С. Карно. Первый установил общие законы теплопроводности (1822), применив специальные математические методы (ряды и интеграл Фурье), второй сформулировал второй закон термодинамики и ввел (1824) свой знаменитый «цикл Карно», обеспечив практику мощным средством совершенствования тепловых двигателей.

К концу рассматриваемого периода мощность паросиловых установок стала достигать 1000 л.с. и более и под них стали отводить специальные здания для размещения котельной и машинного отделения. От паровых двигателей с помощью трансмиссионного вала и шкивно-ременных передач приводились в действие самые разнообразные производственные машины.

Кроме стационарных с 1830-х гг. стали широко использоваться, особенно в сельском хозяйстве, передвижные самоходные паросиловые установки — локомобили (фр. *locomobile*, от лат. *loкус* — место, *mobilis* — подвижный), в которых котел и паросиловая установка были

объединены в один агрегат. Локомобиль был изобретен американским инженером О. Эвансом в 1805 г. и существовал в некоторых отраслях до середины XX в.

ЗАРОЖДЕНИЕ И РАЗВИТИЕ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ

Первые шаги в исследовании электричества вплоть до конца XVIII в. были связаны с электростатикой.

Начало было положено французским физиком Ш. Кулоном, открывшим в 1785 г. закон электростатики, названный его именем, и исследовавшим взаимодействие зарядов с помощью им же изобретенных (1784) крутильных весов. В 1791 г. вышла работа итальянского физиолога Л. Гальвани «О животном электричестве», где впервые стало фигурировать понятие разности потенциалов. От фамилии Гальвани произошли множество терминов в электротехнике: гальванометр, гальванотехника, гальванопластика и т. п.

Большое значение имело создание в 1800 г. итальянским физиком А. Вольта первого химического источника тока под названием «вольтов столб». С его помощью русский электротехник В.В. Петров в 1802 г. открыл электрическую дугу и указал на возможность ее практического использования. Он же первый наблюдал плазму — явление электрического разряда в вакууме, исследовал химическое действие тока, электрические явления в газах, электропроводность и люминесценцию. В 1807–09 гг. английский ученый, основатель электрохимии Г. Дэви также исследовал электрическую дугу и с помощью электролиза получил целый ряд химических элементов.

Уже на этом уровне электричество нашло применение в военном деле. В 1812 г. русский ученый П.Л. Шиллинг провел успешные опыты по электрическому подрыву мин.

В 1821 г. немецкий физик Т. Зеебек открыл явление возникновения термоэдс в замкнутой электрической цепи, составленной из последовательно соединенных разнородных проводников тока, спаи которых находятся при разных температурах. «Эффект Зеебека» впоследствии стал использоваться в термоэлементах, применяющихся

в измерительной и холодильной технике, термогенераторах и т. п.

Период 1830–70 гг. выделяется как время зарождения и развития электротехники, появления электрических машин постоянного тока и заложения основ электро-механики. Начало электротехнике положил английский физик М. Фарадей, открывший (1831) явление электромагнитной индукции, пара- и диамагнетизм, а также законы электролиза (1833–34). Д. Максвелл, развивая в 1860–70 гг. идеи Фарадея, создал теорию электромагнитного поля, предсказал существование электромагнитных волн, разработал электромагнитную теорию света и установил статистическое распределение, названное его именем.

В первой половине XIX в. наибольшее распространение в качестве источников постоянного тока получили гальванические элементы различных систем и аккумуляторы, в которых химическая энергия превращалась в электрическую. Первоначально их практическое использование ограничивалось телеграфной связью, гальванопластикой и электровзрывателями для подрывных работ. Поэтому такие источники тока скоро перестали удовлетворять непрерывно растущее производство.

Параллельно с усовершенствованием источников тока шла разработка конструкций электродвигателей — машин для превращения электрической энергии в механическую. Открытие Фарадея подсказало новый способ получения электрического тока посредством магнитоэлектрического генератора. На этих проблемах и сосредоточились усилия ученых и изобретателей в области электротехники.

В 1834 г. русский ученый Б.С. Якоби первый изобрел электродвигатель и через четыре года опробовал его для привода судна. Одновременно Якоби создал гальванопластику, совместно с Э.Х. Ленцем исследовал электромагниты и установил обратимость электромагнитного цикла. Последнее открытие и позволило создать практически пригодный электродвигатель, так как первые его образцы в принципе преобразования прямолинейно-возвратного движения во вращательное полностью копировали паровую машину.

В 1854 г. датчанин Хиорт создал генератор с самовозбуждением, а в 1869 г. бельгиец З. Грамм разработал во Франции первый практически пригодный генератор постоянного тока с кольцевым якорем и основал промышленное производство электрических машин.

Но в отличие от теплоэнергетики, прочно занявшей свое место в сфере производства, электроэнергетика делала в этом направлении лишь первые шаги. Предпосылками широкого применения этого нового вида энергии явились создание динамо-машины на основе самовозбуждения, надежного электродвигателя и освоение способов передачи сильных токов по проводам.

К рассматриваемому периоду относится зарождение гальванотехники — области прикладной электрохимии, включающей гальваностегию (от гальвано и греч. *stego* — покрываю) и гальванопластику (от гальвано и греч. *plastike* — ваение). Средства гальванотехники позволяли, используя электролитическое осаждение металлов на поверхность металлических и неметаллических изделий, изготавливать точные клише для изготовления денежных знаков и ценных бумаг, статуи и барельефы (для Зимнего дворца, Эрмитажа, Исаакиевского собора и др.). Основы гальванотехники в конце 1830-х гг. были заложены Якоби, имели большое практическое значение и заслужили всемирное признание.

5.3. РАЗВИТИЕ МАШИНОСТРОЕНИЯ И МЕТАЛЛООБРАБОТКИ, МЕТАЛЛУРГИИ И ГОРНОГО ДЕЛА

Расширение номенклатуры металлообрабатывающего оборудования и его совершенствование. Резкое расширение применения машин, увеличение их мощности и быстроходности, а также различных механизмов, изготавливаемых все в большей мере из металла, требовало соответствующего развития машиностроения и металлообработки. И в первую очередь нужны были станки — машины, создающие машины.

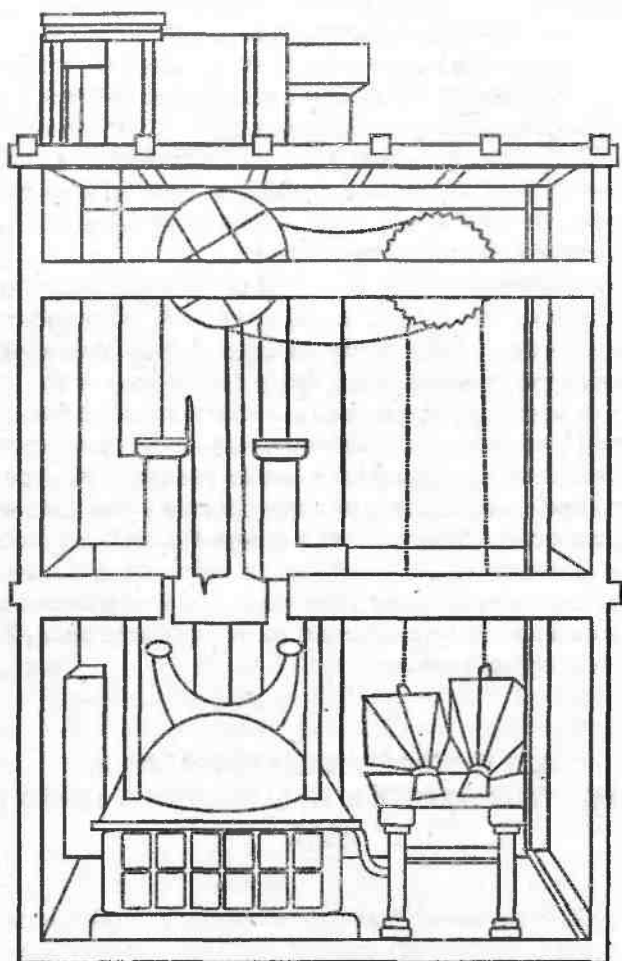


Рис. 15. Паровая машина И. И. Ползунова (1766)

Чрезвычайно плодотворной в этом направлении была деятельность известного английского механика и промышленника Г. Модесли (Модслея), который изобрел и запатентовал самоходный крестовый суппорт. В 1797 г. он создал токарно-винторезный станок на чугунной станине с самоходным суппортом и сменными шестернями, являющийся наиболее близким прототипом современного. В это же время он изобрел дыропробивной пресс для пробивки отверстий в листах котельного железа и сконструировал микролитический штангенциркуль. Все эти нововведения и изобретения позволили ему в 1812 г. первому организовать массовое, механизированное производство винтов и гаек на своем машиностроительном заводе.

Потребность в расточке цилиндров паровых машин, насосов, воздуходувок и других механизмов потребовала создания необходимого станка. Таким стал горизонтально-расточной станок, созданный английским изобретателем Д. Вилкинсоном в 1775 г., который усовершенствовал существовавшие до него менее совершенные устройства для расточки. Так, десятью годами раньше И.И. Ползунов производил расточку цилиндра своей паровой машины на им же специально изготовленном для этого станке. Позже, в 1769 г., аналогичные операции на станке собственной конструкции осуществлял англичанин Д.Смитон, кому некоторые отдают приоритет в изобретении горизонтально-расточного станка.

Продолжает расширяться номенклатура и увеличиваться парк металлообрабатывающего оборудования. Кроме сверлильных, токарных и расточных начинают появляться станки и для других видов обработки. В 1817 г. Р. Робертс создал один из первых строгальных станков для обработки деталей с плоскими поверхностями. А годом позже американский изобретатель Э. Уитни сконструировал первые фрезерный станок и разработал для него специальный многолезцовый инструмент — фрезу. Уитни и его соотечественник С. Норт, занимавшиеся изготовлением мушкетов для американской армии (1798–1812), заложили также основы стандартизации и взаимозаменяемости в оружейном производстве. Это позволило

в дальнейшем осуществлять специализацию и широкое кооперирование производства.

Позднее, в 1829 г. Д. Несмит разработал свою конструкцию фрезерного станка, а в 1836 г. и более совершенную конструкцию поперечно-строгального станка, получившего широкое распространение. Но наибольшую известность Несмиту принесло изобретение им в 1839 г. парового молота, конструкцию которого он сам же усовершенствовал в 1856 г. и который получил большое распространение во многих странах.

В 1839 г. швейцарский изобретатель И.Г. Бодмер получил патент на карусельный станок, представляющий токарный с вертикальной осью для обработки крупных деталей небольшой длины. Как и продольно-строгальный станок он стал незаменимым в тяжелом машиностроении.

Наступила эра автоматических станков, первым из которых был токарный автомат, запатентованный английским инженером и предпринимателем Д. Витвортом в 1835 г. Он же предложил конструкцию «резьбы Витворта», получившую широкое распространение и просуществовавшую многие десятилетия, благодаря разработанной им же системе ее стандартизации. Созданная Витвортом точная измерительная машина и система калибров для измерения деталей в массовом производстве, способствовала широкому внедрению стандартизации.

В период 1810–18 гг. механик Тульского оружейного завода (ТОЗ) П.Д. Захава создал целый ряд станков для обработки ружейных стволов, отличающихся высокой степенью механизации, применением стружколомов и смазочно-охлаждающей жидкости для интенсификации процесса резания. Среди них были станки для наружной обточки, сверления, отрезки, нарезки, обработки казенной части, протягивания и др. Следует отметить также выдающиеся успехи ТОЗа в области взаимозаменяемости ружейных деталей, которая благодаря прекрасно налаженному калибровому хозяйству начала применяться на 36 лет раньше, чем была создана Уитни в США.

Получили широкое развитие гильотинные ножницы для резки листового металла, создание которых непосред-

ственно связано с разработкой гильотины. Гильотина была введена во Франции в 1861 г. по предложению врача Ж. Гильотена в качестве гуманного оружия для обезглавливания, но поначалу работала ненадежно, пока король Людовик XVI ее не усовершенствовал, предложив ставить падающий нож под углом. По иронии судьбы его собственная голова была отсечена с помощью такой усовершенствованной гильотины. И это не единственный пример двойного применения, когда орудия убийства впоследствии приобретали вполне мирные профессии.

Как одним из важных достижений механики являлось конструирование замков с «секретами», которое началось еще в средние века. В 1781 г. английский механик Д. Брама изобрел сверхсекретный, долго считавшийся не открываемым замок, называемый у нас «английским».

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ДОМЕННОГО ПРОЦЕССА И СПОСОБОВ ПЕРЕРАБОТКИ ЧУГУНА В ЖЕЛЕЗО

Резкий рост машиностроения и металлообработки поставил вопрос об увеличении выплавки чугуна и переработки его в железо. Все это требовало совершенствования горнометаллургического производства и создания его научных основ. Поэтому весьма своевременным был выход в свет в 1763 г. работы М.В. Ломоносова «Первые основания металлургии или рудных дел», представляющей первое учебное руководство по металлургии и настольную книгу для отечественных горных инженеров и металлургов.

Уже известный доменный процесс получил дальнейшее развитие и в первую очередь за счет перевода доменных печей на минеральное топливо (кокс), увеличения их размеров и совершенствования конструкции. К концу XVIII в. подавляющая часть чугуна уже выплавлялась на коксе, была усовершенствована система загрузки домен, стали применяться системы водяного охлаждения сводов печей.

В 1850 г. англичанин Парри изобрел загрузочное устройство для доменной печи. Огромное значение имело введение цилиндрических воздуходувок, приводимых в

движение паровыми машинами. Впервые такая воздуходувка была предложена в 1769 г. английским изобретателем Д. Ом и установлена в 1776 г. на заводе Вилкинсона.

Получила свое успешное разрешение проблема горячего дутья и связанная с ней возможностью использования колошниковых газов, образующихся в доменной печи, которые раньше уходили в атмосферу. Первое исследование по вопросу использования доменных газов опубликовал в 1814 г. французский исследователь П. Бертье, а в России в 1830–40 гг. решением этого вопроса успешно занимался Ф.И. Шведов.

В 1828 г. Д. Нилсону был выдан патент на первый доменный воздухонагреватель, годом позже горячее дутье начинает применяться на Александровском литейном заводе в Петербурге. В 1857 г. англичанин Э. Каупер изобрел способ подогрева воздуха отходящими газами доменной печи в устройствах, названных его именем, — кауперах. С этого времени кауперы стали постоянными спутниками доменных печей.

С совершенствованием доменного производства и ростом выплавки чугуна наметилось отставание его переработки в железо и прежде всего в Англии. Основной причиной этого было существование малопроизводительного и несовершенного «кричного передела» — традиционного способа передела чугуна на железо в кричных горнах, работавших на древесном угле. Только в 1766 г. англичане, братья Кранеджи, переконструировали кричной горн в газопламенную печь, а их соотечественник, мастер П. Онъен предложил в 1783 г. способ передела чугуна в железо, напоминающий пудлингование.

Год спустя другой английский металлург Г. Корт запатентовал пудлинговую печь, на поду которой осуществлялось пудлингование (от англ. *pudding* — перемешивать), которое окончательно вытеснило «кричной передел». Пудлингование — это передел чугуна в железо в пламени пудлинговой печи, в которой топливо сгорает в топке, отделенной от загруженного в нее чугуна порогом и с ним не соприкасается. С 1817 г. пудлинговый процесс начал внедряться и в России.

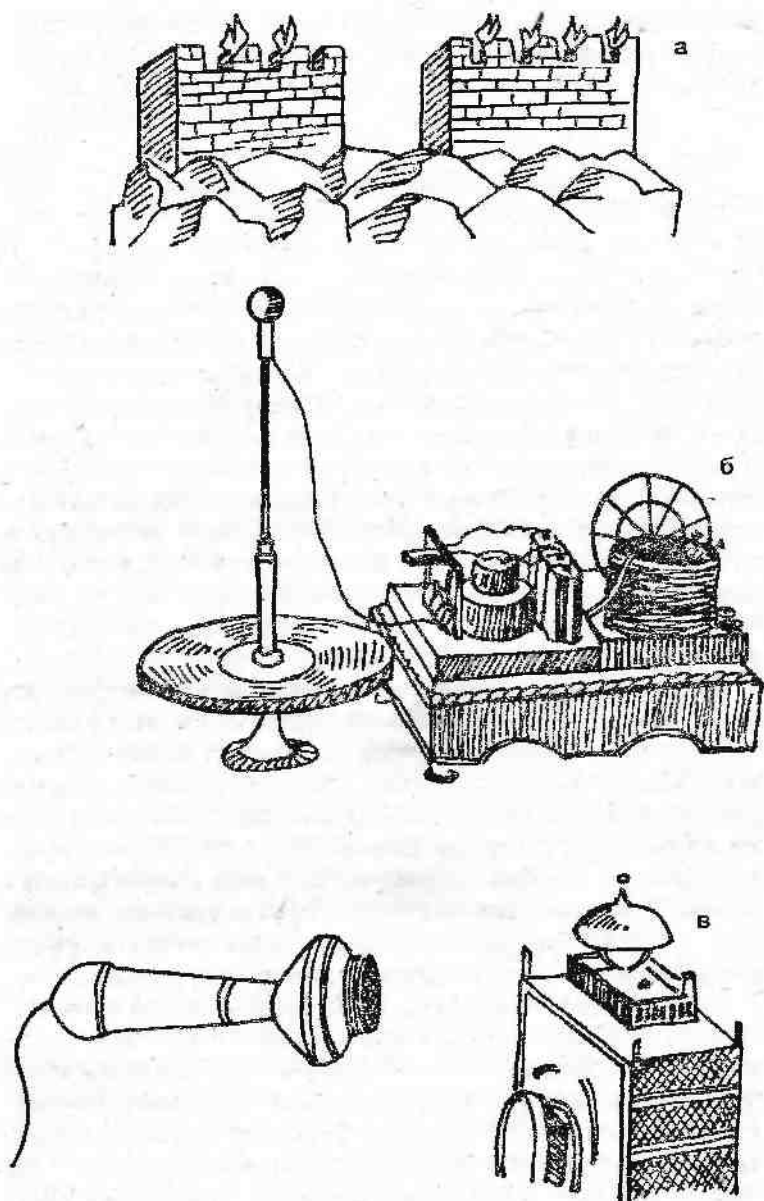


Рис. 16. Техника связи: а — древний оптический телеграф, б — приемник А. С. Попова, в — телефон Белла

В 1856 г. английский изобретатель Г. Бессемер создал так называемый бессемеровский процесс — конвертерный способ передела жидкого чугуна в сталь без подвода тепла путем продувки воздухом в специальном вращающемся сосуде, называемом конвертером (от лат. *converto* — изменяю, превращаю). В результате продувки избыток углерода и некоторые содержащиеся в жидком чугуне примеси быстро выгорали и он превращался в сталь, которую обычно разливали в изложницы. Но хорошую бессемеровскую сталь можно было получить только из малофосфористого чугуна, что препятствовало широкому распространению этого метода.

В 1864 г. французские инженеры Эмиль и его сын Пьер Мартен ввели в эксплуатацию отражательную печь с регенеративной (воздухо-нагревательной) установкой, ранее изобретенной немецкими инженерами Вильгельмом и Фридрихом Сименсами. В этой печи, названной в честь изобретателей мартеновской, можно было переделывать в сталь не только чугун, но и железный лом (скрап), который в большом количестве скапливался на предприятиях при их переоборудовании.

Мартеновский процесс не конкурировал с бессемеровским, а дополнял его, позволяя перерабатывать в частности и отходы бессемеровского производства. Мартеновское оборудование было дешевле бессемеровского, поэтому, несмотря на существенные затраты на топливо, он считался экономически выгодным. К концу XIX в. мартеновский способ стал основным процессом в производстве стали. Только за пять лет (1865–70) в результате внедрения в производство бессемеровского и мартеновского способов мировое производство стали возросло на 70%.

Уже упоминавшийся Г. Корт одновременно с изобретением пудлинговой печи запатентовал и способ прокатки железа с помощью валков (вальцов), который заменил трудоемкую операциюковки криц под молотом. Первую практически пригодную конструкцию универсального прокатного стана создал, как считают, немецкий инженер Дэлэн, в 1848 г. По другим сведениям, еще в 1830–40 гг. в Европе уже была налажена прокатка железнодорожных рельсов. В 1859 г. русский техник В.С. Пятов впер-

вые изготовил броневые плиты способом прокатки, заменив малопроизводительный пудлинговый способ. В дальнейшем методом прокатки стало перерабатываться до 80% всей выплавляемой стали.

ЗАРОЖДЕНИЕ ПОРОШКОВОЙ МЕТАЛЛУРГИИ

Важным событием того времени было зарождение порошковой металлургии. Началось с того, что русские изобретатели П.Г. Соболевский и В.В. Любарский разработали технологию изготовления монет из платины путем прессования и спекания губчатой платиновой шихты, отказавшись от дорогостоящей плавки. В 1826 г. по этой технологии на Петербургском монетном дворе была изготовлена первая партия таких монет.

Но широкого распространения в то время этот способ не получил, данную технологию «вспомнили» лишь через сто с лишним лет в связи с изготовлением керамических твердых сплавов. В 1797 г. русский ученый А.А. Мусин-Пушкин разработал процессковки платины и аффинаж (от фр. *affinage* — очищать) — метод получения благородных металлов высокой чистоты, являющийся разновидностью рафинирования.

Истоки же порошковой металлургии ведут в глубокую древность, в эпоху зарождения керамического производства. При обжиге изделий из глины и их смесей с минеральными добавками, в результате их оплавления материал приобретает высокую прочность и твердость, в которых прежде всего нуждались режущие инструменты.

НАЧАЛО ПРОИЗВОДСТВА ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ, ЛЕГИРОВАННЫХ СТАЛЕЙ И АЛЮМИНИЯ

Резкое расширение производства стали потребовало замены существовавших в то время чисто эмпирических методов исследования научными.

Появилась новая наука — металловедение, тесно связанная с металлофизикой и представляющая научную основу для получения металлов с заданными свойствами. Ее основоположником был П.П. Аносов, который с

1847 г. и до конца жизни являлся начальником известных тогда Алтайских заводов.

В 1820–40 гг. Аносов создал новый метод получения высококачественной стали, объединив процессы плавления и науглероживания. Он же раскрыл и научно обосновал утерянный в средние века секрет получения булатной стали, который изложил в своей книге «О булатах». Успеху во многом способствовал разработанный Аносовым металлографический метод исследования с применением металлографического микроскопа, изобретенного им в 1831 г.

Растущие потребности машиностроения, оружейной и инструментальной промышленности требовали расширения производства специальных и легированных сталей и разработки их новых видов. Для раскисления и легирования сталей с 1860 г., вначале во Франции, начинается производство ферросплавов.

В 1856 (1864) г. англичанин Р. Мешет, добавив к железу довольно много вольфрама и марганца и поменьше хрома получил сплав, который по твердости оказался лишь чуть выше углеродистой стали, но мог резать металл со скоростью 8 м/мин — в полтора раза больше. Это была большая победа и несколько десятилетий инструменты из стали «мешет» считались лучшими и использовались преимущественно для обработки изделий из самых твердых металлов. Только одна улучшенная марка инструментальной стали, выпущенная фирмой «Мидвель» могла успешно конкурировать со сталью Мешета.

В 1825 г. датский физик Х.К. Эрстед впервые выделил в свободном состоянии алюминий, а через два года немецкий химик Ф. Велер ввел новый способ его получения. Но и после совершенствования его производства он не нашел в те времена широкого применения из-за дороговизны и дефицитности.

МЕХАНИЗАЦИЯ ГОРНЫХ РАБОТ

Машинизация труда на новой технологической основе захватила и горнодобывающую промышленность. На базе механизации горных работ более успешно стали ре-

шаться проблемы безопасности и улучшения условий труда горняков. Было изобретено несколько видов машин для проходки глубоких скважин, созданы установки для канатного бурения.

В середине XIX в. шахтах и на рудниках появились первые перфораторы для бурения шпуров. Первый американский паровой перфоратор, изобретенный инженером Коучем в 1849 г., оказался чрезвычайно тяжелым и неудобным в работе, поэтому традиционный пар стали заменять сжатым воздухом.

В 1857 г. французским инженером Соммелье был изобретен первый пневматический перфоратор ударного действия — бурильный молоток. С 1814 г. начинается применение «мокрого» бурения шпуров и скважин. Подача воды под давлением не только повысила производительность бурения и улучшила отвод породы из шпура, но и существенно уменьшила запыленность забоев и улучшила условия труда горняков.

Еще в конце XVIII в. начались работы по созданию врубовых машин, призванных облегчить тяжелый труд шахтеров. Так, в 1761 г. англичанин М. Мензис создал машину для подрубки угля. В следующем столетии уже существовало несколько систем врубовых машин. Так, в 50-е гг. в Англии была создана первая штанговая врубовая машина, в 1859 г. горный инженер Г.Д. Романовский в России предложил паровую машину для бурения, получившую широкое распространение и особенно эффективную для роторного способа. С 1870-х гг. для привода врубовых машин также стал применяться сжатый воздух.

Совершенствовались методы разработки грунта и разрабатывались новые способы добычи полезных ископаемых. В 1814 г. русский механик Л.И. Брусницын изобрел машину для промывки золотосодержащих песков, а на Урале вскоре заработал прииск с использованием таких машин. Позднее (в 1840 г.) свою машину, получившую широкое распространение на приисках Алтая, предложил известный металлург П. Аносов.

В 1839 г. французский инженер Триже впервые предложил кессонный (от фр. *kaisson* — ящик) метод проходки шахтных стволов. В 1864 г. другой французский

инженер, Кувре, построил первый многоковшовый экскаватор (от лат. *excavo* — долблю) на железнодорожном ходу, который использовался при проходке Суэцкого канала.

В 20-е гг. начинается широкое применение паровых машин в рудничных подъемниках. В 1827 г. впервые на руднике «Каролина» в Рурском бассейне начали применяться проволоочные канаты, изобретенные немецким инженером В. Альбертом. Механизируются не только основные (проходческие), но и вспомогательные работы в горном производстве. В 1832 г. русским изобретателем А.А. Саблуковым был изобретен центробежный вентилятор, впервые примененный в 1835 г. на Алтае, на Чигирском руднике. В этом же году он изобрел и центробежный водяной насос.

Для добычи нефти вместо желонки инженером Иваницким, тоже в России, был применен глубинный поршневого насос, который в зависимости от производительности приводился в действие вручную, конной тягой или паровой машиной.

Несмотря на большой поток изобретений к концу XIX в., механизация подземных работ оставалась чрезвычайно низкой. Это объяснялось дешевизной ручного труда, невысокими темпами развития горной промышленности, косностью и боязнью новизны. Аналогичное отношение к машинам наблюдалось и во многих других отраслях.

5.4. ПЕРЕВОРОТ В СРЕДСТВАХ ТРАНСПОРТА И СВЯЗИ

ПЕРЕХОД ОТ ПАРУСНОГО ФЛОТА К ПАРОВОМУ

Подготовка переворота на транспорте началась в 1760–70-е гг. и заключалась в дальнейшем развитии путей и средств сообщения, появившихся на последнем этапе предшествующего периода (быстроходные парусные суда

и шоссейные дороги), а также в первых опытах по созданию паровых судов и повозок.

Говоря об условиях, обусловивших переворот в средствах транспорта и связи, К. Маркс отмечал: «...Революция в способе производства промышленности и земледелия сделала необходимой революцию в средствах транспорта и связи... Не говоря уже о полном перевороте в парусном судостроении, связь и транспорт были постепенно приспособлены к способу производства крупной промышленности посредством системы речных пароходов, железных дорог, океанских пароходов и телеграфов» (Маркс К., Энгельс Ф. Соч. Т. 23. С. 395–396).

Первым видом сообщения, где регулярно стала использоваться сила пара, стал водный транспорт. Наступление эпохи пара и железа совпало с периодом наивысшего развития деревянного парусного флота. Кораблестроение в основном продолжало сохранять характер ручного производства, характерного для мануфактурного периода. Совершенствование прежде всего касалось конструкции судов, увеличения их грузоподъемности и скорости хода. Улучшалась форма корпуса и совершенствовалось парусное оснащение, подводную часть корпуса стали обшивать медными листами, пеньковые якорные канаты заменялись железными цепями.

Широкое распространение получили легкие трехмачтовые шлюпы грузоподъемностью 450–550 т., с экипажем около полусотни человек и большие четырехмачтовые барки грузоподъемностью до 1500 т и экипажем до сотни человек, почти всегда двухпалубные. Для повышения быстроходности корпус стали заострять, увеличивать длину мачт и число парусов.

Под влиянием растущей конкуренции со стороны парусных судов был выработан особый тип скоростного грузового судна, клипера — промежуточного между шлюпом и барком, с увеличенным парусным оснащением. Клиперы могли развивать скорость до 18 узлов (35 км/ч), вдвое превышающую максимальную скорость грузовых пароходов. Но с увеличением высоты мачт и площади парусов уменьшилась устойчивость судов, для восстановления которой приходилось увеличивать вес балласта, который стал

достигать 25–28% водоизмещения. А это в свою очередь снижало полезное водоизмещение, запас плавучести и ухудшало ходовые качества. Наступил кризис парусного флота и, хотя его эпоха еще не закончилась, он постепенно начал сдавать свои позиции паровому.

Переход к машинной ступени начался почти одновременно как на сухопутном, так и водном транспорте, но организация рейсов паровых судов требовала меньших капиталовложений, поэтому их производство и началось раньше. Работы, завершившиеся созданием парохода, заключались прежде всего в переходе от парусного движителя к паровому и замене деревянной обшивки корпуса судна на металлическую. Первую попытку оснащения судна паровой машиной предпринял англичанин Д. Хулл еще в 1736 г., за ним француз Жоффруа в 1781 г.

Увеличение размеров корпусов и грузоподъемности судов привело к тому, что возможности дерева как конструкционного материала оказались полностью исчерпанными. Первым высказал идею построения железного судна в 1644 г. француз Мерсени, но ее удалось реализовать Д. Вилкинсону лишь в 1787 г., после того как научились прокатывать стальной лист. Систематически же стальными стали делать корпуса пароходов с 1840-х гг.

В 1802 г. англичанин У. Саймингтон построил буксирный катер с машиной Уатта мощностью 10 л.с. и гребным колесом в качестве движителя, как и у предыдущих образцов. Среди зрителей, наблюдавших за испытанием судна Саймингтона, находился и Р. Фултон — будущий создатель первого парохода. Другой француз Ж.Б. де Оксирон с компаньонами в 1774 г. пробовал использовать паровую машину в паровом судне.

Фултон, в отличие от своих предшественников, не просто применил паровую машину на железном судне, а сделал его надежным и пригодным для повседневной эксплуатации. В 1807 г. он построил колесный пароход «Катарина Клермонт», совершивший первый рейс по р. Гудзон в США. Всего Фултоном было построено 15 пароходов. Первые паровые суда обычно повторяли установившиеся формы парусных и даже сохраняли поначалу парусное оснащение.

Второй страной после США, вступившей на путь сооружения паровых судов была Канада (1809), за ней последовала Англия (1812) и, наконец, Россия (1815). Первый пароход в Англии построил шотландец Белль в 1812 г. Первый в России пароход «Елизавета», построенный петербургским заводчиком Бердом в 1815 г., открыл регулярные пассажирские рейсы между Петербургом и Кронштадтом. А первый межконтинентальный рейс из Америки в Англию совершил пароход «Саванна» в 1819 г.

Однако для того чтобы окончательно выиграть конкуренцию с парусниками, более экономичными и быстроходными при попутном ветре, пароход кроме паровой машины и металлического корпуса должен был получить еще и новый вид движителя — гребной винт. Это гениальное изобретение Архимеда было поистине интернациональным, так как в разработке его конструкции принимали участие чешский изобретатель И. Рессель (1826–27 гг.), швед Д. Эрикссон (1830-е гг.) и англичанин Д. Смит. По сравнению с гребным колесом гребной винт имел небольшие размеры, более простую и надежную конструкцию, высокий КПД, а также хорошо встраивался в корпус. Применение гребного винта и обеспечило в конечном счете полное господство парового флота к концу рассматриваемого периода.

В первой половине XIX в. пароходы стали делать из металла и оснащать гребными винтами — первое железное паровое судно было построено в Англии в 1822 г., а первый пароход с гребным винтом построил англичанин Д. Смит в 1838 г. И уже в 1842 г. такой пароход совершил свое первое кругосветное путешествие.

Кронштадтский судовладелец М.О. Бритнев на базе грузо-пассажирского судна «Пайлот» построил первый в мире ледокол, курсировавший между Кронштадтом и Ораниенбаумом. Началось также строительство высокоскоростных маломерных судов. В 1867 г. французский изобретатель К. Адлер построил первый быстроходный катер-глиссер (от фр. *glisser* — скользить).

Интенсификация судоходства потребовала создания системы каналов и других искусственных гидротехнических

сооружений, а также регулирования и исправления естественных судоходных путей. Сооружение каналов, как известно, имело место и в древности, но постройка каналов совершенного типа, удовлетворяющих новым запросам судоходства, началась со второй половины XVIII в. Для подъема и перемещения судов кроме шлюзов стали применяться мощные гидравлические подъемные краны и рельсовые пути с платформами. На гидротехнических работах начали использоваться землечерпалки, краны и другие механизмы с паровым приводом.

В первой четверти XIX в. в России уже функционировало три искусственных водных системы, связывающих Балтийское море с Волгой (Вышневолоцкая, Мариинская — 1810 и Тихвинская — 1811); Березинская система, соединяющая Днепр с Западной Двиной; Кирилловский канал между Шексной и Северной Двиной и др. В 1869 г. состоялось открытие крупнейший безшлюзового Суэцкого канала, протяженностью 16 км, шириной (по дну) 22 м и глубиной 7,5 м. На его строительстве было занято 36 тыс. египетских земледельцев (феллахов).

ЗАРОЖДЕНИЕ И РАЗВИТИЕ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Развитие железнодорожного транспорта шло в направлении развития железных дорог и совершенствовании паровых машин для их использования в качестве средств тяги.

После начала промышленного переворота в Англии лежневые дороги (лежневки) стали заменяться рельсовыми путями. Чтобы тяжелые вагоны (от англ. *waggon* — повозка) не ломали хрупкие чугунные рельсы, английский предприниматель Р.Л. Эджоуорт (Эджворт) предложил в 1786 г. составы из нескольких тележек. Они и явились предшественниками будущих поездов. В 1801–03 гг. в Англии была построена первая Сэррийская конная чугунная дорога общего пользования.

В России строительство первой заводской рельсовой дороги началось на Александровском заводе в Петрозаводске. В 1806–09 гг. на Алтае, на Змеиногорском руднике, П.К. Фроловым, сыном знаменитого гидротехника,

была построена одна из первых чугунных дорог длиной около 2 км.

Возможность использовать паровой двигатель на сухопутном транспорте появилась после того как удалось повысить его коэффициент полезного действия и снизить удельную массу. Первый шаг в этом направлении выполнил американский изобретатель О. Эванс, который в 1794 г. построил, а в 1797 г. запатентовал паровую машину высокого давления, КПД которой ему удалось повысить на 10%.

Попытки применения паровой машины на транспорте начали производиться в Англии и длительное время не выходили из стадии экспериментов. В 1802 г. англичанин Р.Тревитик построил паровую машину высокого давления и установил ее на дорожный экипаж, а в 1804 г. им же был построен и испытан первый паровоз с реечной передачей на колеса для перемещения вагонеток с углем. Однако реечный привод был несовершенным и вскоре вышел из строя, а паровоз был превращен в локомобиль.

В 1808 г. Тревитик построил более совершенный паровоз с гладкими ведущими колесами и другими усовершенствованиями, который мог развивать скорость до 30 км/ч. В том же году им была построена в Лондоне первая опытная кольцевая дорога, а в 1810 г. была пущена в эксплуатацию (от фр. *exploitation* — использование, извлечение выгоды) первая в мире пассажирская железнодорожная линия Ливерпуль — Манчестер протяженностью 40 км.

Но наиболее плодотворной оказалась деятельность другого английского изобретателя Д. Стефенсона, который постарался учесть как положительный, так и отрицательный опыт своих предшественников. За период 1813–29 гг. он создал несколько конструкций паровозов, из которых наиболее удачным оказался последний, построенный в 1829 г. под названием «Ракета».

В дальнейшем конструкции паровозов непрерывно совершенствовались и в 1850 г. английский машинист Д. Никольсон предложил новый проект паровоза системы «Компаунд» (от англ. *compound* — составной) на основе паровой машины двойного действия с параллельным расположением цилиндров.

В России первые паровозы ввозились из Англии. В 1835 г. Е.А. и М.Е. Черепановы (отец и сын) построили на Нижне-Тагильских заводах два паровоза с трубными котлами собственной конструкции и проложили заводскую «чугунку». Однако не получили поддержки в попытках наладить отечественное производство паровозов.

Основной заслугой Стефенсона было понимание необходимости одновременного совершенствования как самого паровоза, так и вагонов и рельсового пути. Он отказался от хрупких чугунных рельсов и перешел на железные, которые были впервые предложены в 1803 г. английским инженером Никсоном. Сначала Стефенсон переводил на паровую тягу уже существующие конные дороги, а затем приступил к постройке новых линий. В 1825 г. была открыта построенная им первая междугородная железная дорога между Дарлингтоном и Стоктоном, протяженностью 61 км.

Совершенствовалась также и конструкция вагонов. В 1840-х гг. были введены закрытые товарные вагоны, в 50-х гг. — спальные пассажирские вагоны, в 60-х гг. — пульмановские (англ. — большие, обычно 4-осные) вагоны, вагоны-люкс, специальные вагоны для перевозки скота и др. С 1840 г. для сцепки вагонов стала использоваться винтовая стяжка, а в 1859 г. американец Вестингауз изобрел действующий от сжатого воздуха пневматический тормоз для одновременного торможения всех вагонов.

Строительство железных дорог развертывалось возрастающими темпами. В 1830 г. в Англии была открыта вторая железная дорога между Ливерпулем и Манчестером и первая в США — Чарльстон — Огаста; в 1835 г. — в Бельгии и Германии, в 1837 г. в Австрии и России (Петербург — Царское Село). В России в 1851 г. было завершено строительство дороги Петербург — Москва, протяженностью 650 км. Если в 1840 г. мировая сеть железных дорог составляла 9 тыс. км, то через каждые 10 лет она увеличивалась соответственно до 40, 110 и 210 тыс. км. Одновременно велось и строительство станционных зданий для пассажиров — вокзалов (от англ. Vauxhall — увеселительное заведение близ Лондона).

В наиболее крупных городах началось строительство подземных железных дорог — метро, или метрополитенов (от фр. *metropolitain* — столичный). Первая «подземка» была пущена в Лондоне в 1863 г.

ЗАРОЖДЕНИЕ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА

Многовековое безраздельное господство конной тяги для перемещения повозок давно стало тормозом для развития сухопутных перевозок. Поэтому одновременно с железнодорожным стали искать возможность оснащения паровой машиной и обычный безрельсовый транспорт.

Первый автомобиль (от греч. *autos* — сам + лат. *mobilis* — подвижной), а точнее, паровую повозку, хранящуюся в Парижском музее искусств и ремесел, создал в 1769–70 гг. французский изобретатель Н. Кюньо. Это была повозка с паровым двигателем для перевозки артиллерийских снарядов. После него над созданием автомобиля с паровым двигателем работали многие изобретатели.

В конце 1780-х гг. свою паровую повозку построил английский изобретатель У. Мердок, занимавшийся совершенствованием двигателя Уатта. «Паровую тележку» в 1815 г. создал чешский механик И. Божек, а десять лет спустя французский изобретатель Пеке построил грузовик с паровым двигателем и механизмом дифференциала. В то же самое время английский изобретатель Джеймс предложил конструкцию четырехколесного парового тягача со всеми ведущими колесами и передачами через карданные валы.

В 1830 г. в Англии и Франции появились первые колесные тракторы (от лат *traho* — тащу) с паровым двигателем, а в 1837 г. Д.А. Загряжским в России был запатентован гусеничный ход, давший толчок к созданию гусеничных тракторов. В 1831 г. на линии Лондон — Стратфорд было впервые организовано движение паровых омнибусов (дилижансов) в качестве общественного транспорта по обычным дорогам. Однако на обычном транспорте, в отличие от железнодорожного, паровой двигатель так и не прижился вследствие громоздкости и

низкого КПД, а двигатель внутреннего сгорания (д.в.с.) находился еще в стадии разработки.

В 1860 г. французский изобретатель Э. Ленуар создал газовый двигатель, действующий по принципу парового двигателя Д. Папена, который был признан как первый практически пригодный д.в.с. Пару лет спустя его соотечественник Д. Роша выдвинул идею использования д.в.с. для безрельсового транспорта, которая была осуществлена несколькими годами позже.

Создание велосипеда

Принципиально новым видом транспорта, ориентированным на мускульную энергию человека и оказавшимся на редкость перспективным, стал велосипед (от лат. *velox* — быстрый; *pes* — нога).

Идея самоката, витавшая еще в глубокой древности, была реализована во времена Римской империи. Уже в те времена дети катались, стоя одной ногой на доске, под которой были установлены два колесика, одно из которых управлялось вертикальным рулем. Роджер Бэкон в 1257 г. писал, что возможно устройство самодвижущихся повозок, без животной тяги, а знаменитый художник А. Дюрер вычертил десяток вариантов таких повозок для императора Максимилиана.

В 1751 г. нижегородский крестьянин Л. Шамшуренков построил самобеглую коляску, которая могла передвигаться по пересеченной местности, управляемая двумя пассажирами. Сидя второй десяток лет в тюрьме, он писал, что на их задней оси можно часы пристроить, «чтобы версты считать», а также надумал построить «самобеглые сани», которые «могут и морем ходить». До нас дошли 10 чертежей и описания трех- и четырехколесных самобеглых колясок И.П. Кулибина, снабженных педалями, маховым колесом для устранения неравномерности хода, коробкой скоростей, системой торможения и подшипниками для уменьшения трения.

Ближайшим прототипом велосипеда считается примитивный самокат конца XVII в., представлявший брус на двух колесах, переднем и заднем, нередко украшен-

ный бутафорскими головами лошади или иного зверя. Сидя на брусе и отталкиваясь ногами, можно было, балансируя, ехать по инерции. Приняв такой селерифер (быстроход) за основу, немецкий изобретатель К. Дрейзе в 1817 г. убрал всякую бутафорию, снабдил его седлом и рулем для переднего колеса, назвав «дрезиной». Это название потом закрепилось за изобретенной Дрейзе железнодорожной тележкой с мускульным приводом.

Француз Динер в 1818 г. первый получил патент на «дрезину» в своей стране и назвал его велосипедом (фр. *velocipede*). Первыми его взяли на вооружение сельские почтальоны для доставки корреспонденции. Но близким к современному детскому велосипеду он стал после того как немецкий изобретатель Миниус в 1845 г. приделал ему педали. Одновременно француз Мишо поставил тормоз, и он же в 1868 г. первый организовал фабричное производство велосипедов.

Вначале велосипеды делались из дерева, металлическими были только шины да крепежные элементы, поэтому были тяжелыми как по весу, так и на ходу и назывались в простонародье «костотрясами». Но они быстро совершенствовались: с 1867 г. появились металлические спицы, через год — рама, а еще через год — шарикоподшипники на колесах. В 1868 г. француз Тевенон изготовил шины из каучука, в 1890 г. английский ветеринар Денлоп изобрел пневматические шины, в 1884 г. была введена цепная ускоряющая передача, а в 1897 г. он был снабжен обгонной муфтой (механизмом свободного хода). В 1896 г. в Англии из 30 тысяч патентов на изобретения 5 тысяч касались велосипеда, продолжают активно «изобретать велосипед» и в наше время.

РАЗВИТИЕ ТЕХНИКИ СВЯЗИ

Еще в XVI в., вначале во Франции для осуществления регулярной связи возникла почтовая (польск. *poszta*) служба, занимающаяся пересылкой всякого рода корреспонденции. Сам термин «почта», очевидно, произошел от слова «пост», которое на Руси означало ямской двор. Для осуществления регулярных почтовых перевозок были

введены особые виды почтовых карет, а также почтовые ящики. Вплоть до конца XVIII в. наибольшая быстрота передачи даже самых экстренных сообщений определялась на суше скоростью конных курьеров, а на море — скоростных парусных судов. Исключение составляла «голубиная почта», не получившая широкого распространения. Поэтому развитие и совершенствование техники связи стало одной из важнейших проблем, требующих своего разрешения.

Резкий рост почтовых отправок потребовал коренной реформы почтового дела и прежде всего упрощение оплаты почтовых услуг. С этой целью главой британского почтового ведомства Роулендом Хиллом в 1840 г. были введены в употребление приклеиваемые марки, первыми из которых были известные среди филателистов «черный пенни» (марка в 1 пенни) и марка в 2 пенса. В 1843 г. к выпуску марок приступили Бразилия и Швейцария, в 1845 г. — США, затем Франция и другие страны, в том числе и Россия (1858).

Важнейшее место принадлежит телеграфной (от греч. *tele* — вдале, далеко + *граф*) связи — передачи на расстояние дискретных (буквенно-цифровых) сообщений с записью их в пункте приема.

В первой четверти XIX в. в Европе, включая Россию, значительное распространение получил оптический телеграф, который зародился еще в древности в виде сигнальных костров и развился в систему визуальной связи с использованием семафорной азбуки. Его изобретателем считается французский механик Клод Шапп (1793), по проекту которого в 1794 г. была построена первая телеграфная линия Париж — Лилль, а в 1798 г. Париж — Брест. Совершенствованием оптического телеграфа занимался И.П. Кулибин, который разработал свой код и сконструировал остроумный механизм для его передачи.

Передающее устройство оптического телеграфа представляло систему подвижных крыльев или реек и фонарей, зажигаемых ночью или в пасмурную погоду. Линия оптического телеграфа состояла из цепочки станций (башен), отстоящие друг от друга на расстоянии прямой видимости (до 30–40 км). Каждая такая

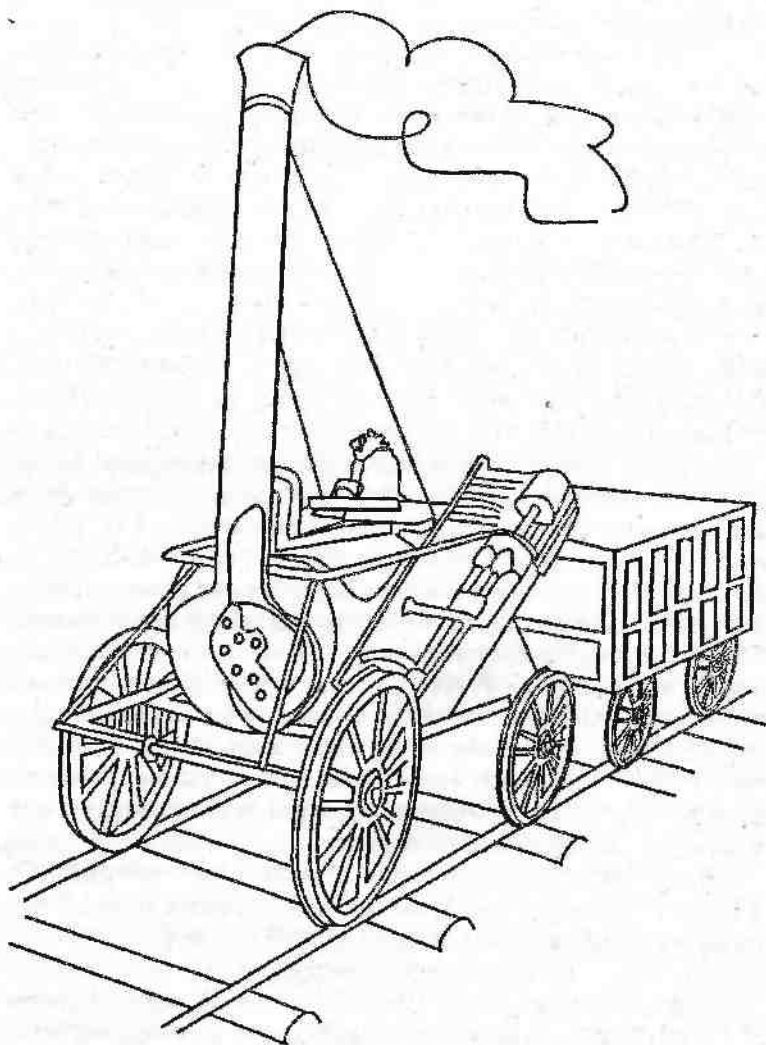


Рис. 17. Паровоз Стефенсона «Ракета»

станция с помощью специального кода принимала депешу (фр. *dépêche* — спешное уведомление, телеграмма) и передавала ее дальше.

Другой французский инженер Ж.П. Шато, приглашенный в Россию, создал свою, более совершенную по сравнению с «шапповской» систему, благодаря которой на передачу одного сигнала затрачивалось в среднем по 0,35 мин. По системе Шато в 1839 г. была создана самая длинная (1200 км) в Европе линия телеграфа между Петербургом и Варшавой. Но оптический телеграф стал лишь первым этапом развития этого вида связи — будущее было за электрическим телеграфом.

Создание электрического телеграфа началось в 1802 г. с предложения испанского инженера Ф. Сальва и опытов С.Т. Земмеринга (1809) по созданию электрохимического (электролитического) телеграфа, который не оставил заметного следа в телеграфии. Большее распространение получил электромагнитный (стрелочный) телеграф, основы которого заложил русский изобретатель П.Л. Шиллинг, продемонстрировавший свой аппарат в 1832 г.

Передача знаков в системе Шиллинга производилась за счет изменения положения стрелок в аппарате приемной станции. По его системе в 1833 г. в Геттингене немецкими учеными К.Ф. Гауссом и В.Э. Вебером была построена экспериментальная линия, а в Англии с небольшими изменениями была применена (1832) У.Ф. Куком и Ч. Уитстоном. Основным недостатком стрелочных телеграфных приемных аппаратов было отсутствие фиксации передаваемых знаков.

Б.С.Якоби, занимавшийся стрелочным телеграфом с 1839 г., применил самописец для фиксации передачи в виде ломаной линии с последующей ее расшифровкой. В 1843 г. по его проекту была проложена подземная телеграфная линия между Петербургом и Царским Селом. В Германии устройством подобных самоотмечающих стрелочных систем занимался инженер К.А. Штейнгель, в США — С.Ф. Морзе.

В 1837 г. американский изобретатель С. Морзе разработал электромеханический телеграфный аппарат, включающий передатчик — телеграфный ключ и приемник —

электромагнит, управляющий работой пишущего механизма. Годом позже он же разработал «азбуку Морзе» — код, в котором каждый знак (буква) представлялись в виде комбинаций тире и точек с помощью посылок электрического тока разной продолжительности.

Уже упоминавшийся Якоби, разработавший систему вертикального стрелочного телеграфа и несколько типов телеграфных аппаратов, в 1850 г. изобрел первый буквопечатающий аппарат. Правда, широкое распространение получил аппарат американского конструктора, выходца из Англии, Дэйвида Юза, который был создан пятью годами позже.

Наряду с воздушными начинают сооружаться и подземные кабельные телеграфные линии, протяженность которых непрерывно возрастала. В 1840-х гг. встал вопрос о прокладке межконтинентальных подводных кабельных линий, вступили в строй две трансатлантические кабельные линии между Англией и США, потом кабельная линия соединила Америку с Индией.

Для передачи корреспонденции на короткие расстояния начинает применяться пневмопочта. Корреспонденция в этом случае закупоривалась в легкие алюминиевые цилиндры, которые за счет напора или разряжения воздуха перемещались по металлическим трубам. Первая такая установка была пущена в 1854 г. в Лондоне, затем в Париже, Вене и др. крупных городах Европы. В настоящее время наибольшее применение пневмопочта получила в больших библиотеках, крупных научных учреждениях и т. п.

5.5. РАЗВИТИЕ ВОЕННОЙ ТЕХНИКИ И ВОЗДУХОПЛАВАНИЯ

ЗАРОЖДЕНИЕ ВОЗДУХОПЛАВАНИЯ И ВОЕННОГО СУДОСТРОЕНИЯ

Вслед за гражданскими паровая машина появилась на военных судах, среди которых было и первое военное паровое судно «Демологос», построенное Фултоном. Первое военное судно в Англии было построено в 1814 г. А в

1797–1806 гг. тот же Фултон разработал проект деревянной подводной лодки, приводимой в движение мускульной силой экипажа, название которой «Наутилус» использовал писатель-фантаст Жюль Верн в своем известном романе.

Началось освоение воздушного пространства. Французы, братья Жозеф и Этьенн Монгольфье в 1783 г. совершили первый длительный (на расстояние 8 км) полет на воздушном шаре-аэростате собственной конструкции. Именно водородные аэростаты стали в этот период основным видом летательных аппаратов, а их широкое распространение имело место благодаря достижениям химической технологии, позволившей производить в большом количестве водород.

Реализуется идея управляемых полетов и интенсивно разрабатывается идея полетов на аппаратах тяжелее воздуха. В 1852 г. француз А. Жиффар впервые совершил полет на аэростате с паровым двигателем, названном дирижаблем (от фр. dirigeable — управляемый). А в 1842 г. английский механик У. Хенсон подал заявку (и получил патент) на летательный аппарат для перевозки пассажиров и почты, представляющий моноплан с фюзеляжем, верхнерасположенным крылом и двумя толкающими винтами.

Получила практическое осуществление и выдвинутая еще Леонардо да Винчи идея полета и спуска с помощью парашюта (от фр. parer — предотвращать + chute — падение). В 1785 г. француз Бланшар первым изобрел парашют, а его соотечественник Ж. Гарнерен два года спустя совершил первый прыжок.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СРЕЛКОВОГО ОРУЖИЯ И АРТИЛЛЕРИИ, ПОЯВЛЕНИЕ РАКЕТ

Вплоть до 1820-х гг. в употреблении были в основном гладкоствольные ружья, пистолеты и другие виды ручного оружия, заряжавшиеся с дула. Процесс заряжания был сложным, медленным и ненадежным. Такое оружие было снабжено замком с кремневым курком, требовавшим замены после каждых трех десятков выстрелов.

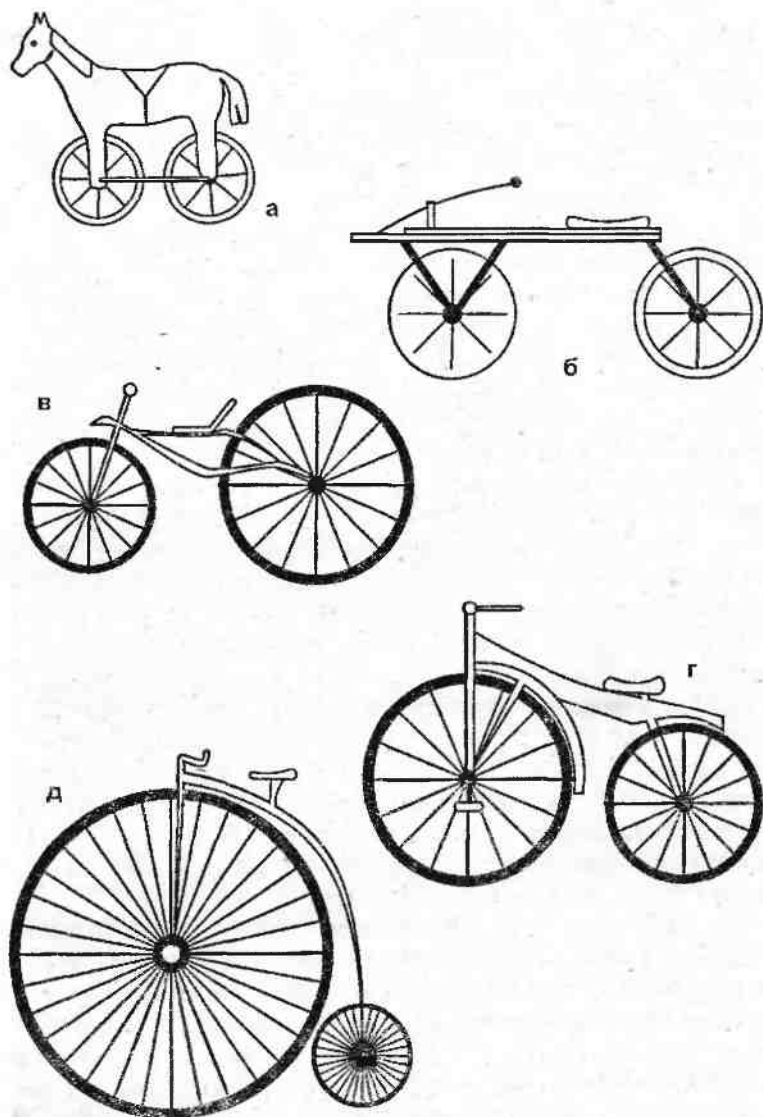


Рис. 18. Эволюция велосипеда: а — селерифер Севрана (1791), б — самокат Дрейзе (1817), в — педальный велосипед Мак-Миллана (1839), г — велосипед Фишера (1850), д — пеннифартинг (1875)

Новым этапом совершенствования стрелкового оружия стало вытеснение гладкоствольного оружия нарезным, которое происходило на протяжении многих десятилетий. Первым нарезной штуцер изготовил француз А. Дальвиль в 1826 г., но его распространение сдерживалось заряджанием с дула, поэтому гладкоствольное оружие преобладало до конца века. В 1827 г. немецкий изобретатель Иоганн Дрейзе сконструировал «игольчатое ружье», в котором использовался ударно-капсюльный принцип зажигания пороха, как в современном оружии. Впоследствии он изобрел казенно-зарядную, нарезную винтовку с трубчатым затвором, которая была в 1867 г. принята на вооружение в России. В 1832 г. француз Лефоссе ввел в употребление охотничьи ружья, заражавшиеся с казенной части.

Параллельно с винтовкой совершенствовался и патрон. Применение унитарных патронов, которые содержали в себе в качестве единого целого все элементы выстрела, обеспечили игольчатому ружью высокую скорострельность и устранение опасности прорыва газов через щели в казенной части. Вначале использовалась бумажная гильза, а капсюль располагался в доннышке пули, поэтому для его поражения игла должна была прежде пронизать весь пороховой заряд. Этот недостаток удалось устранить в 1861 г. французу Потге, который изобрел первый центральновоспламеняемый патрон. В 1849 г. француз Л. Флобер предложил латунную гильзу, которую в 1856 г. улучшил Берингер, а американец Д. Вессон наладил их машинное производство.

В 1849—54 гг. С. Кольт совместно с Э. Рутон основали фабрику ручного автоматического оружия, работающую на принципах взаимозаменяемости и использования полуавтоматического оборудования. И заключительным аккордом на данном этапе было создание в 1860 г. американцем К. Спенсером магазинной многозарядной винтовки. Кстати, многозарядные револьверы с вращающимся барабаном на 5—6 патронов, усовершенствованной конструкции С. Кольта появились намного раньше — в 1836 г. Дальнейшее совершенствование винтовок было связано с изменением конструкции зат-

воров — появились системы Х. Бердана, В. и П. Маузеров, Гра и др.

С самого начала развития ручного огнестрельного оружия, с момента его отделения от артиллерии прослеживалась тенденция снижения калибра, которое обеспечивало существенное снижение веса оружия, отдачи при выстреле, затрат на боеприпасы и увеличение дальности стрельбы. Однако реализация этой тенденции была связана с уровнем развития техники и технологии глубокого сверления, совершенствованием конструкции ружейных сверл и станков для глубокого сверления.

В период наполеоновских войн и позже применялись гладкоствольные пушки, заряжавшиеся с дула сплошными или разрывными снарядами (ядрами). Материалом для стволов морской артиллерии служил чугун, полевой — бронза, а в качестве взрывчатого вещества применялся черный (дымный) порох. Подлинным переворотом в артиллерии явилась замена бронзовых и чугунных орудий стальными, что стало возможным по мере расширения производства стали, особенно после появления способа Бессемера.

Совершенствование конструкции артиллерийских систем было связано также с успехами машиностроения и металлообработки, в частности с развитием способов глубокого сверления стволов пушечными сверлами. Русский ученый-металлург П.М. Обухов в 1856 г. разработал способ получения высококачественной литой стали для артиллерийских стволов и наладил ее производство. Им же был построен пушечный завод, на котором в 1867 г. была создана знаменитая 9-дюймовая пушка системы Маиевского, положившая конец крупновской монополии. В 1850-е гг. появляется нарезная артиллерия.

Наиболее знаменательным в военном деле является создание с 1817 г. боевых ракет, начатое русским ученым-артиллеристом А.Д. Засядко, создавшим несколько типов, разработавшим тактику применения и организовавшим их производство. В артиллерии английский генерал Х. Шрапнел (1803) ввел новый вид разрывных снарядов, начавших применяться еще со второй половины

XVI в. «Шрапнельный» снаряд, начиненный картечью, взрывался в заданной точке траектории и отличался большим поражающим действием. В 1820 г. француз Пексан изобрел взрывную бомбу, прототип современной гранаты.

РАЗРАБОТКА ВЗРЫВАТЫХ ВЕЩЕСТВ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНИКИ ВЗРЫВНЫХ РАБОТ

Одновременно с совершенствованием огнестрельного оружия разрабатываются и вводятся новые взрывчатые вещества. Возможности этого обеспечивались быстрым развитием химической промышленности.

В 1830 г. был изобретен огнепроводный (бикфордов) шнур, в 1845–46 гг. был получен пироксилин, являющийся основным компонентом бездымного пироксилинового пороха; а через один год итальянский химик А. Собrero изобрел нитроглицерин, применяющийся для изготовления нитроглицериновых взрывчатых веществ, бездымных порохов и в медицине. Но, бесспорно, наиболее важным было изобретение в 1863 г. шведским изобретателем и промышленником, учредителем Нобелевской премии А. Нобелем динамита, получившего на него патент в 1867 г. Им же были изобретены в качестве взрывчатого вещества глицерин (1862), ртутный капсюль-детонатор (1867), а позднее (1890) и взрывчатая желатина, ставшая основным компонентом желатиновых динамитов.

5.6. РАЗВИТИЕ ТЕКСТИЛЬНОЙ, СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ И ДРУГИХ ВИДОВ ТЕХНИКИ

РАЗРАБОТКА МЕХАНИЧЕСКИХ ПРЯДИЛЬНЫХ И ТКАЦКИХ СТАНКОВ

С создания и распространения новых рабочих машин в текстильном производстве начался в 1760-х гг. первый этап промышленного переворота.

К этому времени в английском текстильном производстве возникла резкая диспропорция между ткачеством и прядением, которую заложило изобретение в

1733 г. английским механиком Д.Кэем «самолетного» челнока. Резкий подъем производительности ткачества вызвал отставание прядильного производства, проблемы которого не смогла решить прядильная машина Д. Уаетта.

В 1765 г. рабочий-механик Д. Харгривс из Ланкашира изготовил «самопрялку», которую он назвал именем своей дочери «Дженни» и запатентовал пять лет спустя. Вся сущность изобретения состояла в том, что вращающееся веретено устанавливалось на каретке, совершающей возвратно-поступательные движения. Отдаляясь от пучка пряжи, веретено вытягивало нить, приближаясь — скручивало и наматывало. Таким образом удалось механизировать основные операции вытягивания и скручивания нити.

Поскольку на каретку можно было поставить сразу несколько веретен, сначала их было 8, а затем было доведено до 18, производительность труда резко возрастала. Благодаря простоте конструкции, дешевизне изготовления и применения ручного двигателя, «Дженни» получила широкое распространение и уже в 1788 г. в Англии количество таких машин составляло 20 тысяч.

В 1769 г. английский предприниматель Р. Аркрайт, используя принцип машины Уаетта и изобретения механика-часовщика Т. Хайса, запатентовал свою машину, рассчитанную на использование водяного колеса, потому она и называлась «ватерной» (от англ. water — вода). Машина Аркрайта была предназначена для применения в крупном производстве при выработке грубой и крепкой пряжи. Такое крупное производство в виде первой фабрики (прядильни) и было им организовано в 1771 г. в Кромфорде.

Машины Уаетта, Харгривса и Аркрайта завоевали мировую славу, но мало кому было известно, что в 1760 г. русский механик Р. Глишков построил 30-веретенную «самопрялочную машину», с приводом от водяного колеса, в которой были полностью механизированы операции прядения и перемотки льняной пряжи.

В дальнейшем прядильные машины продолжали совершенствоваться в направлении их механизации и

повышения производительности. В 1779 г. английский изобретатель С. Кромптон сконструировал свою прядильную «мюль-машину», которая в дальнейшем была улучшена Келли и стала пригодной для выработки тонкой и прочной пряжи. Дальнейшее совершенствование мюль-машин шло за счёт увеличения количества веретен, число которых к 1800 г. было доведено до 400. Позднее, в 1825–30 гг., англичанин Р. Робертс изобрел сельфактор-автомат «мюль-машину», а в 1834 г. его соотечественник Джеймс Смит внес существенные изменения в автоматизацию прядильных машин. В 1810 г. француз Жирар создал машину для механического прядения льна. В результате была полностью решена проблема производства пряжи.

Появилась острая нужда в высокопроизводительном ткацком станке и в 1785 г. английский изобретатель Э. Картрайт создал механический ткацкий станок с ножным приводом. В 1801 г. французский изобретатель Ж. Жаккар в ткацком станке собственной конструкции («машине Жаккара») использовал механизм с перфокартами для настройки на различные узоры на тканях при производстве ковров, скатертей, декора и т. п. В 1804 г. станок Жаккара демонстрировался на промышленной выставке в Париже.

Совершенствовались также машины для производства трикотажа и очистки сырья. В 1769 г. в Англии была создана первая механическая трикотажная машина для вязания трикотажного полотна и штучных изделий. В 1793 г. американец Э. Уитни изобрел хлопкоочистительную машину.

В 1785 г. французский химик К.А. Бертолле предложил способ отбеливания тканей хлором, а в 1798 г. англичанин С. Теннант разработал способ приготовления белильной извести для крашения тканей.

Механизация сельскохозяйственного производства

Механизация в сельском хозяйстве проходила значительно медленнее, чем в промышленности и на транспорте, и вначале затрагивала лишь наиболее трудоемкие работы. Прежде всего усовершенствовались рабочие машины

(плуги, культиваторы, сеялки, жатки и сноповязалки и др.), которые применялись не на всех операциях и были рассчитаны в основном на конную тягу.

Совершенствованию подверглись прежде всего металлические плуги, пришедшие на смену деревянным сохам. В 1802 г. англичанин Р. Рансор сделал цельный плуг из чугуна, а в 1819 г. американский фермер П. Вуд сконструировал чугунный плуг разборного типа. В 1833 г. шотландский кузнец Д. Дир создал цельнометаллический плуг с лемехом и отвалом, заменивший конный деревянный однолемешный плуг, изобретенный в Голландии в конце XVII в. В 1850-х гг. русский инженер Э.П. Шуман сделал так называемый южно-российский цельнометаллический плуг с широким полувинтовым отвалом.

Для механизации посевных работ стали применять сеялки и одна из первых была создана англичанином Куком в 1785 г. Еще большую проблему представляла механизация уборочных работ. Первая жатвенная машина, работающая по принципу ножниц, была построена англичанином Г. Оглем в 1822 г., а в 1826 г. появилась «жнея» шотландца Белля.

Первую практически пригодную молотилку, рабочим органом которой являлся барабан с билами, построили в 1785 г. в Шотландии отец и сын Майкл. В 1840 г. Тернер в США предложил вместо выбивания современный принцип вычесывания зерна, который и получил преимущественное распространение. А русский изобретатель А.Р. Власенко создал свою жнею-молотилку на конной тяге, которая являлась первым комбайном (англ. combine — соединение) — агрегатом или совокупностью нескольких машин для выполнения нескольких производственных операций. В 1850 г. в США был выдан патент на первую хлопкоуборочную машину.

С 1830-х гг. начался перевод сельскохозяйственных машин с конной на механическую тягу. С начала указанного десятилетия в Англии и Франции появились первые паровые колесные тракторы, а в 1832 г. англичанин Дж. Хиткоут получил патент на плуг, который перемещался с помощью троса, наматываемого на ворот стационарной паровой машины. Аналогичные «паровые плуги»,

перемещаемые с помощью троса от локомобиля, в середине XIX в. предлагали и другие изобретатели, но они не нашли широкого распространения для вспашки. Еще менее перспективным оказалось применение паровых тягачей (тракторов) из-за их большого веса и плохой проходимости.

Более перспективным оказался локобель в качестве привода стационарных сельскохозяйственных машин: молотилок, веялок и др. С середины XIX в. в связи с увеличением запасов зерна для хранения потребовалось строительство специальных хранилищ — элеваторов (от лат. *elevator* — поднимающий). Один из первых элеваторов был построен в США в 1846 г.

ЗАРОЖДЕНИЕ И РАЗВИТИЕ ХИМИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Среди новых отраслей производства, достигших наибольших успехов в эпоху промышленного переворота, следует прежде всего назвать химическую промышленность.

Значительные успехи химической технологии были непосредственно связаны с достижениями химической науки. В первую очередь получили развитие отрасли химической промышленности для производства кислоты, соды, хлора и других химических веществ, которые необходимы для получения удобрений, красителей, фармацевтических препаратов, взрывчатых веществ и др.

Наибольший вклад в химическую науку и развитие химической промышленности, безусловно, внес выдающийся русский ученый Д.И. Менделеев, открывший в 1869 г. свой периодический закон химических элементов, являющийся основополагающим законом естествознания. Он непосредственно разработал основы теории растворов, изобрел один из видов бездымного пороха и предложил крекинг-процесс — промышленный способ фракционного разделения нефти. Как выдающийся научный и общественный деятель он активно пропагандировал применение минеральных удобрений в сельском хозяйстве и орошение засушливых земель.

В 1780–90 гг. Н. Леблан основал заводское производство соды из поваренной соли, который непрерывно со-

вершенствовался, пока в 1860-е гг. ему на смену не пришел более производительный аммиачный способ бельгийского изобретателя Э. Сольве. Совершенствовалась также технология производства серной кислоты, в котором в качестве исходного сырья вместо серы стали использовать колчеданные (пиритные) огарки.

Получило развитие и технология производства соляной и азотной кислот. Соляная кислота, которая вначале являлась отходом при выработке соды, стала важнейшим компонентом при производстве хлора и хлорной извести. Предложенный в 1785 г. Бертолле во Франции, а в 1785 г. С. Теннантом в Англии способ отбеливания хлорной известью в XIX в. получил широкое распространение в текстильной промышленности.

В 1842 г. выдающийся русский химик Н.Н. Зелинский получил синтетическим путем красящее вещество анилин из нитробензола, добываемого из каменноугольного дегтя. В 1850-е гг. в англичанином У.Перкином был открыт мовеин, немецким химиком А.Гофманом — розанилин, поляком Натансоном и французом Бергеном — фуксин. В результате были заложены основы анилинокрасочной промышленности, получившей наибольшее развитие в Германии.

Основы целлюлозно-бумажной промышленности заложил английский химик Ф. Хаутон, разработавший в 1857 г. химический способ получения целлюлозы путем обработки древесной массы горячим раствором каустической соды. Немного позже, в 1869 г. Д. Хафет в США получил на основе нитрата целлюлозы и пластификатора самый первый вид пластмассы — целлулоид, который из-за горючести позднее был вытеснен другими, негорючими видами пластмасс.

К рассматриваемому периоду относится также зарождение прикладной электрохимии, основы которой заложил русский ученый Б.С. Якоби. В 1840 г. вышла его знаменитая книга «Гальваноопластика, или способ по данным образцам производить медные изделия из медных растворов с помощью гальванизма». В 1864 на Международной выставке в Париже демонстрировались его достижения, принесшие ему всеобщее признание и заслуженную славу.

Открытия Якоби, выполненные им в 1838 г., непосредственно заложили основы гальванотехники — области прикладной электрохимии, включающей гальваностегию и гальванопластику и охватывающей процессы электролитического осаждения металлов на поверхность металлических и неметаллических изделий. При этом гальваностегия (от имени Л. Гальвани + греч. *stego* — покрываю) представляет нанесение металлических покрытий методом электролитического осаждения, а гальванопластика (от гальвано + греч. *plastike* — ваяние) — получение точных металлических копий методом электролитического осаждения.

Метод гальванопластики получил широкое распространение в изготовлении точных и однотипных клише для печатания денежных знаков и государственных ценных бумаг. В гальванотехнической мастерской, организованной Якоби, было изготовлено много замечательных произведений искусства, таких как статуи и барельефы Исаакиевского и Петропавловского соборов, Эрмитажа и Зимнего дворца, Большого театра в Москве и др.

РАЗВИТИЕ СТРОИТЕЛЬСТВА И БЛАГОУСТРОЙСТВО

Рост городов и концентрации населения потребовали коренного изменения в качестве и технологии его обслуживания в соответствии с резко возросшими бытовыми запросами человека. Возросли требования к технике сооружения жилых, производственных и торговых зданий и иных сооружений, к санитарной технике, технике отопления, освещения и прочим видам благоустройства.

В эпоху промышленного переворота объем строительства по сравнению с мануфактурным периодом вырос в десятки раз, резко увеличилось производство строительных материалов. Резко возросшее производство кирпича потребовало совершенствования машин по его формовке и печей для обжига, начали создаваться мощные кирпичные заводы.

В 1824 г. английский каменщик Д. Аспдин изобрел романский (от лат. *romanus* — римский), а через не-

сколько лет — портландский (по названию п-ва Портленд в Англии) цемент. Портландцемент, систематическое применение которого началось с середины XIX в., и по сей день является основным видом цемента, отличающимся способностью к быстрому схватыванию и просыханию.

С 1830-х гг. началось использование металлов в качестве строительных материалов вначале при возведении промышленных и торговых зданий, а потом и жилых. Приверженцем применения металлических конструкций в сочетании со стеклом и бетоном был английский инженер У. Ферберн. В 1840-х гг. такие здания начали сооружаться в России, а в 1851 г. в Лондоне был построен Хрустальный дворец, ставший образцом сооружений нового типа. Но преобладающими сталь и бетон стали при переходе на многоэтажное строительство, при возведении «небоскребов» в последующие периоды.

Тормозом к повышению этажности строительства был недостаток в подъемных кранах для высотного строительства, а также несовершенство лифтов. Гидравлические лифты были тихоходными, а паровые к середине XIX в. еще не получили широкого распространения. Поэтому жилые дома обычно строились не выше 4–5 этажей.

В больших городах началось устройство централизованных систем водоснабжения и канализации. В Москве в 1805 г. была пущена в эксплуатацию Мытищинская система водоснабжения. Были созданы системы канализации в Гамбурге — в 1842 г., в Лондоне — в 1853 г., в Париже — в 1856 г., затем в Брюсселе, Берлине и др. городах.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СПОСОБОВ ОСВЕЩЕНИЯ И ДОБЫВАНИЯ ОГНЯ

Освещение жилищ и мест общественного пользования в рассматриваемый период отличалось большим разнообразием и определялось уровнем достатка.

Многие деревенские избы по-прежнему освещались дотопотной лучиной из смолистой древесины, вставленной

в светец — деревянную или металлическую стойку, под которой устанавливалось корытце с водой или песком. Широко использовались также каганцы — глиняные плоски с фитилем, заполненные жиром в качестве горючего. В зажиточных домах использовались дорогие тогда восковые свечи, устанавливаемые в подсвечниках на одну свечу — шандалах и на несколько канделябрах и люстрах. Их ценность, художественные достоинства, а также число зажженных свечей определялось уровнем достатка их хозяев. В трапезных помещениях и дворничьих жгли сальные свечи в дешевых подсвечниках и фонарях.

Восковые свечи («церей») и сальные («фебацей») были известны еще в Византии. Производством свечей вначале занимались мыловары и пекари, первые получали жир или воск, вторые — делали из них свечи. В начале XIX в. после многочисленных опытов по расщеплению жиров французскими химиками был получен стеарин (греч. *stear* — жир, сало). А вскоре (с 1817 г.) появились лучше и дольше горевшие, более прочные и дешевые стеариновые свечи, фабричное производство которых было налажено в 1830-е гг. во Франции Милли и Мотаром. Позже, в 1837 г., появились также парафиновые свечи. Наряду со свечами широко использовались масляные лампы, горючим для которых служили дешевые сорта растительных масел: оливковое («деревянное»), сурепковое, маковое и т. п. Усовершенствованием ламп занимался еще Леонардо да Винчи, который предложил «лампу с дымовой трубой», улучшавшей тягу, а соответственно процессы горения и свечения. А для получения ровного и мягкого света к ламповому стеклу сверху приставлял стеклянный шар, заполненный водой.

Усовершенствованием масляных ламп занимался уже упоминавшийся ранее Д. Кардано. Но важнейшие улучшения внес швейцарский изобретатель А. Арган, воплотивший в жизнь идею да Винчи с ламповым стеклом и применивший в горелке круглый плетеный, а не крученный, как раньше, фитиль. Его светильники в 1785 г. были установлены в Гранд-опера в Париже и поразили публику ярким свечением.

Но наибольший успех выпал на долю француза Кенкэ, который, по предложению Л. Пру, отделил горелку от резервуара с маслом и соединил их резиновой трубкой, позволяющей изменением положения горелки по высоте регулировать ее пламя. Он же и наладил производство своих светильников, которые под названием «кенкет» были хорошо известны в России.

В 1840-х гг. английские исследователи, занимавшиеся разложением нефти и сухой перегонкой каменного угля, получили новый вид горючего, которое Э. Геснером было названо керосином (англ. kerosene от греч. kerosе — воск). Раньше греки называли нефть «воском земли». По другой версии, изобретателем керосина и керосиновой лампы (1853) является польский аптекарь И. Лукасевич, двумя годами позже которого подобный осветительный прибор создал Б.Силеман.

Промышленное производство керосина началось в США и в Канале в 1850-е гг. и там же началось изготовление дешевых и удобных керосиновых ламп со стеклами («пузырями»). Керосиновые лампы, которыми пользуются и в настоящее время там, где отсутствует электричество, различаются шириной фитиля, которая измеряется в «линиях». Наиболее распространены 6–10-линейные лампы, но есть и с большей шириной фитиля (до 30-ти линий). Такие лампы с несколькими широкими фитилями, называемые керосинками, также используются и сейчас в качестве бытовых приборов.

Уличное освещение зародилось еще в Древней Греции, но было большой редкостью не только в средние века, но и в начале рассматриваемого периода. Первые уличные фонари зажглись на улицах Парижа в 1558 г., а в Санкт-Петербурге у Зимнего дворца и Адмиралтейства в 1723 г. Но с самого начала несовершенство свечного и керосинового освещения заставляло искать новые источники света.

В 1783–89 гг. голландский аптекарь Я. Минкеларе провел первые опыты по использованию для освещения светильного газа, добываемого из угля или дерева. Первым применил газовое освещение в 1792 г. У. Мердок, сотрудник Д. Уатта, а шестью годами позже его изобретение было реализовано в мастерских Уатта.

В 1806 г. английский предприниматель Ф. Уинзор с компаньонами создали национальную компанию газового освещения и отопления и с 1808 г. приступили к устройству уличного освещения Лондона. Вырабатываемый светильный газ по трубам стал направляться в специальные хранилища (газгольдеры), а оттуда через регулятор давления — в городскую сеть к рожкам и горелкам.

В 1805 г. рабочий Стопс изобрел «мотыльковую» горелку для сжигания газа, которая в 1820 г. была усовершенствована англичанином Д. Нильсоном. С этого времени и вплоть до 1870-х гг. газовая горелка стала основным видом освещения улиц, площадей и квартир европейских городов до прихода электричества. В 1814 г. газовые фонари зажглись на улицах Лондона, в 1825 — в Петербурге перед зданием генерального штаба. В 1836 г. был открыт ацетилен, но газ был еще дорог и не мог полностью вытеснить свечи, масляные и керосиновые лампы.

Принципиально новым решением проблемы освещения стало применение электричества, приоритет которого, бесспорно, принадлежит русскому ученому-электротехнику В.В. Петрову, обнаружившему в 1802 г. явление электрической дуги при помощи созданной им мощнейшей гальванической батареи. Сущность этого явления состояла в том, что между двумя угольными электродами при их сближении возникает высокотемпературное пламя, названное им электрической дугой. Английский физик Гэмфри Дэви, наблюдавший электрическую дугу в 1808–09 гг, назвал ее вольтовой, в честь итальянского ученого Вольты.

Петров также обнаружил, что древесный уголь, помещенный в безвоздушное пространство при прохождении электрического тока раскаляется и начинает ярко светиться. Эти открытия положили начало многочисленным опытам, проводившимся как в России, так и в Англии и во Франции по устройству и совершенствованию дуговых ламп и фонарей, которые для нормальной работы требовали постоянного регулирования зазора между электродами. Это устройство было изобретено в 1878 г. чешским инженером Франтишеком Критиком.

Проводились также опыты по созданию ламп накаливания и замене в них ненадежного угольного стержня платиновой нитью. Первым предложил эту идею в 1820 г. англичанин У. Деларю, а первая лампа с платиновой нитью была создана в 1860-х гг. В.Г. Сергеевым. Однако ни одна из предложенных ламп не нашла широкого и систематического применения в рассматриваемый период. И дело было не только в несовершенстве самого осветительного устройства, а в отсутствии надежных источников тока и средств его передачи, недостаточном уровне развития электротехники. Изобретения А.Н. Лодыгина и Томаса Эдисона появились в следующем периоде.

Требовала своего разрешения не только проблема освещения, но и проблема «добывания огня», зародившаяся с момента его овладения человеком еще в глубокой древности. На протяжении многих веков основным средством добывания огня было высекание искр путем удара огнива (кресала) в виде закаленной стальной пластинки о кремьнь и поджигание трута. Трутом назывался фитиль или высушенный гриб-трутник, зажигающийся от искры при высекании огня. Этот принцип, как известно, был заложен в основе ружейного кремневого замка и современной зажигалки. Потом в России появились серные спички (серянки), которые зажигались с помощью тлеющего угля или трута.

В 1825 г. в Англии Д. Купер начал производство «каменных спичек» с головками из примесей серы и белого фосфора, которые зажигались от трения («чирканья») о твердую поверхность. Два года спустя его соотечественник, аптекарь Д. Валкер предложил изготавливать головки из смеси сернистой сурьмы с хлористым натрием. В 1833 г. немецкий предприниматель И. Камерер начал изготовление спичек с головками из желтого фосфора, которые, как и предыдущие, были вредными и небезопасными. Тем не менее в Англии в 1840-х гг. производство фосфорных спичек получило широкое распространение.

И лишь в 1845–50 гг. братья Лундстрем в Швеции наладили производство близких к современным, безопасных спичек, названных «шведскими». Их головки выполняются

из безвредного и безопасного состава, включающего серу, бертолетову соль, клей, а покрытие на коробке — красный фосфор, сульфид сурьмы, песок, клей — также полностью безвредно.

РАЗВИТИЕ ПОЛИГРАФИИ, БУМАЖНОГО ПРОИЗВОДСТВА И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПИСЬМЕННЫХ ПРИНАДЛЕЖНОСТЕЙ

Быстрый рост производства и активизация общественно-политической жизни способствовали развитию техники полиграфии (греч. *poligraphia* — многописание) — отрасли промышленности, занятой изготовлением различных видов печатной продукции. Этому способствовал также целый ряд изобретений.

В 1798 г. немецкий изобретатель Алоис Зенефельд разработал литографический (от греч. *litos* — камень + *grapho* — пишу) способ плоской печати, при котором печатной формой служила поверхность камня (известняка). Первое сообщение о литографии в России сделал академик В.М. Севергин в 1803 г., а первое литографическое предприятие было открыто в Петербурге известным новатором техники П.Л. Шиллингом в 1816 г. Была усовершенствована гравюра на дереве (ксилография), а в 1830–40 гг. стала применяться гравюра на стали. Все это позволило воспроизводить тексты и рисунки любой степени сложности и выполнять оттиски большими тиражами.

Важным моментом в производстве печатной продукции явилось изобретение фотографии (от греч. *photos* — свет + *grapho* — пишу). Первый практически пригодный способ фотографии — дагерротипию, в которой светочувствительным слоем служил йодид серебра, разработал в 1830-е гг. французский изобретатель Л. Дагер, используя опыты своего соотечественника Ж. Ньепса. Но этот метод позволял получать снимок лишь в одном экземпляре, требовал большой выдержки при съемке (до получаса) и громоздкой аппаратуры, вес которой достигал 50 кг, поэтому не получил распространения.

Широкое распространение фотография получила после 1840-х гг., когда освоили способ получения негатива на стеклянной пластинке, с которого можно было полу-

чить любое количество позитивных отпечатков на светочувствительной бумаге. Одновременно разрабатывались различные конструкции объективов для фотокамеры, из которых наиболее совершенным оказался портретный объектив, разработанный в 1840 г. австрийским ученым Й. Пецвалем. В 1868 г. француз Л. Дюко де Орон изобрел цветную фотографию. С этого времени фотография начинает использоваться не только в полиграфии, но также в науке, технике и в быту.

С начала XVIII в. начинается интенсивная разработка различных типов наборных машин и типографских печатных станков. В 1810 (1812–14) г. немецкие изобретатели Ф. Кениг и Бауэр создали первую пригодную для работы плоскочечатную машину, а 1815 г. англичанин Б. Фостер создал наборную машину. Позднее появились наборные машины Черча (1822) и др. изобретателей, был усовершенствован и сам типографский станок, превратившийся в скоропечатающую машину.

Очередным прогрессивным шагом была разработка в 1850–60-х гг. ротационных печатных машин. Они обеспечивали скоростное непрерывное печатание одновременно на обеих сторонах бумажной ленты, разматываемой с рулона с помощью печатных форм, закрепляемых на поверхности прижимаемых друг к другу вращающихся барабанов. Предпосылками применения ротационных машин были успехи стереотипии (греч. stereos — твердый + typos — отпечаток) — техники изготовления копий (клише) с типографского набора, которая, в свою очередь, базировалась на достижениях гальванопластики и фотографии.

Развитие полиграфической промышленности стимулировало бурный рост бумажного производства, переход от ручной выделки бумаги к машинной. В 1799 г. француз Л. Роберт запатентовал созданную им бумагоделательную машину («самочерпалку»), за которой последовал целый ряд других изобретений, в которых проявилась четкая тенденция к непрерывному и автоматизированному технологическому производству. В 1844 г. Ф. Келлером в Германии была предложена технология выделки бумаги из целлюлозы (древесной массы), что позволило

уйти от традиционного применения тряпья, разборка которого являлась наиболее вредной ручной операцией.

Требовала своего совершенствования и техника ручного письма и прежде всего замена птичьего (гусиного) пера металлическим. Первым предложил делать стальные перья, которые начали изготавливаться в 1780 г. в Бирмингеме, И. Янсен из г. Аахена. Изготовление стальных перьев было запатентовано англичанином Б. Донкином в 1808 г.

Поначалу они стоили чрезвычайно дорого, пока в 1828 г. Д. Гиллотом в Бирмингеме не было налажено их массовое фабричное производство. В Западной Европе в то время было выдано также много патентов на авторучки, называемые тогда «вечными», или «дорожными», перьями, внутрь полого корпуса которых наливались чернила. Однако в тот период времени они не получили широкого распространения.

На протяжении предшествующего периода в основном использовались графитные карандаши (от турк. кара — черный + даш — камень), которым предшествовали «итальянские» (с XIV в.), до создания которых (с XII в.) писали и рисовали с помощью свинцовых и серебряных штифтов в металлической оправе. В 1784 г. француз Ж. Контэ предложил вместо цельнографитового стержня выполнять его из смеси графитового порошка, что можно считать моментом создания современного карандаша.

Принципиально новым в развитии ручного письма стала замена его печатанием на пишущей машинке. Первый патент на способ печатания букв с помощью специального аппарата был выдан в 1714 г. англичанину Г. Миллю. После него было предложено много типов подобных аппаратов, большая часть которых предназначалась для слепых, к тому же все они были сложны, громоздки и не обеспечивали достаточной скорости печатания. Наиболее удачной оказалась конструкция, предложенная в 1867 г. американским топографом К. Шоулзом, который, не имея средств на реализацию своего изобретения, продал его предпринимателю Ремингтону. Последний и наладил в 1870-е гг. промышленный выпуск пишущих машинок под своим именем — «Ремингтон».

5.7. ИТОГИ РАЗВИТИЯ ТЕХНИКИ В ЭПОХУ ПРОМЫШЛЕННОГО ПЕРЕВОРОТА

1. Резкий скачок в развитии производительных сил в результате промышленного переворота и перехода от мануфактурного к фабричному производству и применению систем машин.

2. Дальнейшее совершенствование гидротехнических установок и их использование для водоснабжения и механизации производственных процессов в горнодобывающих и перерабатывающих отраслях производства.

3. Развитие металлургии и литейного производства, совершенствование доменных печей и переход от сыродутного способа получения железа к кричному переделу и пудлингованию. Использование достижений металлостроения для расширения производства высококачественных сталей.

4. Рост машиностроительного производства и объема металлообработки, увеличение парка и расширение номенклатуры металлорежущего оборудования. Внедрение стандартизации и взаимозаменяемости деталей машин.

5. Разработка и совершенствование паросиловых установок, расширение их производственного применения и переход к серийному изготовлению. Создание и развертывание строительства паровозов и пароходов, изобретение паровых и гидравлических турбин.

6. Развертывание строительства железных дорог, наладивание парового судоходства и строительство каналов. Появление парового безрельсового транспорта, изобретение и наладивание производства велосипедов. Первые опыты по применению д.в.с. на транспорте.

7. Изобретение, наладивание производства и расширение применения сельскохозяйственных машин с конным, а затем и паровым приводом: металлического плуга, механических жаток, молотилок и первых комбайнов.

8. Создание и расширение производства строительной и горнопроходческой техники: одно- и многоковшовых экскаваторов, ленточных и цепных транспортеров, паровых подъемников, пневматических перфораторов и др.

9. Механизация производства тканей, создание высокопроизводительного прядильного оборудования и ткацких станков, совершенствование технологии отбеливания и окраски тканей.

10. Совершенствование конструкций и налаживание производства огнестрельного оружия, переход к нарезному оружию и производству стальных орудий, разработка конструкций боевых ракет. Изобретение многозарядной винтовки и револьвера, бездымного пороха и динамита.

11. Зарождение новой науки, электротехники; разработка первых электрических машин и способов передачи электроэнергии на расстояние. Изобретение электрического и семафорного телеграфа, налаживание телеграфной связи.

12. Использование достижений химической науки и зарождение анилинокрасочной промышленности, производства целлюлозы для изготовления бумаги и пластмасс.

13. Изобретение литографии, фотографии, стальных перьев, карандашей и пишущей машинки, совершенствование печатных машин и другого типографского оборудования, расширение выпуска печатной продукции.

ГЛАВА 6. ТЕХНИКА В ЭПОХУ ИНДУСТРИАЛИЗАЦИИ (1870–1920 гг.)

6.1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЭПОХИ

ПЕРЕХОД ОТ МАНУФАКТУРЫ К КРУПНОЙ МАШИННОЙ ИНДУСТРИИ

В течение этого периода в результате осуществления технического переворота и промышленной революции мануфактура уступила место крупной машинной индустрии (лат. *industria* — деятельность).

Индустриализация — это создание крупной, технички развитой промышленности и прежде всего отраслей, производящих орудия и средства производства, как основы и ведущего сектора в хозяйстве любой страны. Характерным для этого процесса является опережающее развитие производства средств производства по сравнению с производством средств потребления.

Особенностью процесса индустриализации являлась неравномерность технического развития. Промышленная монополия Англии заканчивалась, с 1870 г. Германия и в особенности Америка стали ее обходить в конкурентной борьбе, а другие страны перестали от нее зависеть. В то же время правительства метрополий и их монополии старались всячески задержать технический прогресс в колониальных и зависимых странах, народы которых пребывали в нищете и невежестве.

Однoboкo и неравномерно развивалось производство и в ведущих странах, стремящихся обеспечить себе победу в войнах и конкурентной борьбе. Несоразмерно выросли военные отрасли, строительство и транспорт, развитию которых прямо или косвенно способствовали горное дело, металлургия и машиностроение.

Колоссальный рост средств сообщения способствовал созданию мирового рынка, который, в свою очередь, создал огромные запросы на машины и аппараты, энергию и топливо, химическое сырье, грузовые перевозки. Поэтому отрасли, их производящие, такие как машиностроение и приборостроение, металлургия, энергетика, горное дело, химическая промышленность, транспорт получают приоритетное развитие, становятся ведущими и определяющими технический прогресс в целом.

Предпосылками индустриализации производства стали его концентрация и централизация, тенденции к массовому и непрерывному выпуску продукции на базе автоматизации производства и стандартизации продукции. Механизация и автоматизация захватили не только основные, но и вспомогательные операции производственного процесса. Развитие непрерывного поточного производства предполагает расчленение производственного процесса на большее количество простых операций, осуществляемых на специализированном оборудовании, а также широкое применение конвейеров для непрерывного перемещения продукции.

На смену простой кооперации рабочих машин приходит расчлененная система машин, в которой будущее изделие проходит через ряд взаимосвязанных, непрерывно действующих процессов. Особенно ярко указанные тенденции стали проявляться в машиностроении как отрасли, занимающие ведущие позиции. В течение рассматриваемого периода объем машиностроительной промышленности увеличился в пять с лишним раз.

ПРЕВРАЩЕНИЕ НАУКИ В НЕПОСРЕДСТВЕННУЮ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНУЮ СИЛУ

Ускорение развития техники не могло совершаться без широкого использования результатов научных исследований, прослеживается все возрастающее превращение науки в непосредственную производительную силу, самостоятельный фактор процесса производства.

Технические науки вступили в качественно новый этап развития, характеризующийся их устойчивой свя-

зью с естествознанием. На этом этапе начался мощный процесс дифференциации технических наук на отдельные, специальные отрасли, происходит зарождение электро- и радиотехники, электроники.

Переход к исследованию микромира и микропроцессов, а также создание техники, использующей эти процессы, привели к научной революции, которая подготовила на следующем этапе научно-техническую революцию. Наука окончательно вышла вперед по отношению к технике, обеспечивая таким образом технический прогресс, хотя ее действие всегда определяется логикой технического развития. Проникновение науки в промышленность вызвало потребность в ее единении с практикой, внедрении научно-технических достижений в производство и дальнейшем развитии организации самой науки. Это привело к появлению промышленных и университетских исследовательских лабораторий, на базе которых затем стали создаваться научно-исследовательские институты. Последние были призваны обеспечить организацию науки в общегосударственных масштабах.

На новый уровень вышла физика, из которой начало выделяться направление ядерной физики, определяющее зарождение и развитие ядерной техники и прежде всего исследовательской аппаратуры. В 1905 г. немецкий физик А. Эйнштейн создал частную, а затем общую (1907–16) теорию относительности. Началось проникновение в тайны атома. Английский физик Д. Томсон, один из создателей электронной теории металлов, открыл электрон и определил (1898) его заряд, предложил (1903) одну из первых моделей атома.

В 1898 г. в Париже М. Склодовская-Кюри и ее муж П. Кюри открыли явление радиоактивного распада, лежащего в основе теории радиоактивности. В 1899 г. немецкий физик М. Планк заложил начала основанной им квантовой теории, поколебавшей прежние представления о непрерывности всех излучений. Немецкий физик Х. Гейгер совместно с Э. Резерфордом изобрел, а позднее совместно с Мюллером усовершенствовал прибор для регистрации заряженных частиц («гейгеровский счетчик»), являющийся детектором ядерных излучений

Т. Эдисон обнаружил явление термоионной эмиссии (1883) и др. Так закладывались основы будущей атомной техники и технологии

Огромное значение имело открытие в 1895 г. немецким физиком В. Рентгеном рентгеновских лучей, способных проникать через многие непрозрачные материалы, которые нашли широкое распространение в технике (рентгеноструктурный анализ, дефектоскопия), медицине и многих других областях.

6.2 ПЕРЕХОД ЭНЕРГЕТИКИ НА ГИДРАВЛИЧЕСКУЮ, ПАРОВУЮ И ГАЗОВУЮ ТУРБИНЫ И ДВИГАТЕЛЬ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

ВЫТЭСНЕНИЕ ПАРОВЫХ И ГИДРАВЛИЧЕСКИХ МАШИН ТУРБИНАМИ

Паровой двигатель стал изживать себя, хотя еще и предпринимались попытки расширения его применения, в частности на транспорте.

Так, в 1876 г. в США был построен паровой трактор, который с 1890 гг. стал применяться в сельском хозяйстве. В 1879 г. русский изобретатель Ф.А. Блинов получил привилегию (патент) на «паровоз с бесконечными рельсами», с двумя паровыми машинами мощностью 20 л.с., который был построен и испытан в 1888 г. Данное изобретение примечательно тем, что оно положило начало созданию транспортных средств на гусеничном ходу и в первую очередь тракторов.

В энергетику стала уверенно внедряться турбина (фр. turbine, от лат. turbo — вихрь, вращение с большой скоростью) — первичный двигатель с вращательным движением рабочего органа (ротора), преобразующего в механическую работу кинетическую энергию подводимого рабочего тела (воды, пара, газа). Струя рабочего тела в таком двигателе, непосредственно воздействуя на криволинейные лопатки, закрепленные по окружности ротора, приводит его в непрерывное вращение. Идея турбины, в принципе отличающаяся от водяного колеса лишь кри-

волинейной формой лопаток, была заложена еще в сочинениях Леонардо да Винчи.

Прежде всего, паровая турбина начала вытеснять отжившую свой век паровую машину. Она позволяла преобразовывать энергию пара во вращательное движение вала непосредственно, без промежуточных передач, поэтому имела КПД значительно выше, чем у паровой машины. И работы в этом направлении велись наиболее интенсивно. Первую реактивную турбину многоступенчатого типа построил английский инженер Ч. Парсонс в 1884–85 гг. В 1889 г. шведский инженер К. Лаваль создал паровую турбину активного типа, положившую начало современному турбостроению. Паровая турбина вскоре появилась на транспорте — в 1894 г. в Англии был построен первый паротурбоход «Турбиния».

Вслед за паровой появилась легкая и компактная газовая турбина, отличающаяся тем, что в ней энергия сжигаемого топлива использовалась сразу, без промежуточной стадии преобразования ее в пар. В 1909 г. русский инженер Н. Герасимов предложил проект турбореактивного двигателя, а в 1914 г. М.Н. Никольский разработал и построил модель турбовинтового авиационного двигателя.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ НА ТРАНСПОРТЕ

Продолжилась начатая в конце предыдущего периода разработка двигателя внутреннего сгорания в направлении его совершенствования. 1880-е гг. стали временем рождения автомобилей и мотоциклов с двигателем внутреннего сгорания (д.в.с.).

В 1876 г. немецкий конструктор Н. Отто, который считается изобретателем 4-тактного двигателя, усовершенствовал двигатель Э. Ленуара, обеспечив зажигание в верхнем положении поршня. Еще дальше пошел его соотечественник Р. Дизель, создавший в 1897 г. так называемый дизельный д.в.с. с воспламенением газовой смеси от сжатия (до 4 атм). Создание д.в.с. в России связано с именем С. Костовича, построившего к 1884 г.

8-цилиндровый бензиновый двигатель мощностью 80 л.с. для дирижабля.

Дальнейшее совершенствование д.в.с. осуществлялось по многим направлениям одновременно. Для образования газовой смеси в 1870-х гг. были разработаны первые карбюраторы, а для ее зажигания десять лет спустя была создана катушка зажигания и, наконец, в 1887 г. Р. Бошем в Германии было изобретено магнето. Для облегчения запуска двигателя Ч. Кеттеринг в США в 1910 г. предложил электрический стартер. Наряду с водяным стала применяться и воздушная система охлаждения.

Одновременно с совершенствованием д.в.с. стали предприниматься настойчивые попытки его применения на транспорте и прежде всего в автомобилях (греч. *autos* — сам + лат. *mobilis* — движущийся). При этом было использовано многое из того, что уже было создано ранее. Так, кузов, рама и рессоры первых автомобилей были заимствованы от конных пролеток; рулевое управление, колеса и цепная передача — от велосипедов; коробка скоростей — от металлорежущих станков; дифференциал, обеспечивающий различную скорость ведущих колес — от первых паровых автомобилей.

Поэтому первые автомобили с бензиновыми двигателями были скорее механическими повозками и назывались часто «моторными экипажами». Наиболее существенным совершенствованием автомобиля стало его оснащение резиновыми пневматическими шинами в 1890 г. шотландцами Д. Данлопом и его сыном.

В 1886 г. немецкий инженер К. Бенц, изобретатель 2-тактного двигателя, получил патент, а годом раньше произвел испытание трехколесного автомобиля с бензиновым двигателем мощностью 1,5 л.с. Одновременно его соотечественник Г. Даймлер поставил бензиновый 2-цилиндровый д.в.с. на 4-колесную коляску. Изобретение Даймлера, которое еще трудно было назвать автомобилем, оказалось более совершенным и был показано на Всемирной выставке в Париже. Тем не менее закупка лицензий на производство автомобилей Даймлера несколькими фирмами означала становление новой отрасли машиностроения — автомобилестроения.

В 1896 г. появился первый русский автомобиль Е.А. Яковлева и П.А. Фрезе. В нем были уже воплощены такие серьезные новшества, как электрическое зажигание и оригинальная конструкция рулевого управления, использование алюминиевого сплава для отливки картеров двигателя и коробки скоростей. Русский изобретатель Э.Д. Лидке в 1901 г. оснастил передние колеса автомобиля независимой подвеской, а И.П. Пузырев в 1911 г. предложил коробку скоростей с постоянно зацепляющимися зубчатыми колесами, в которой переключение передач осуществлялось кулачковыми муфтами. С 1908 г. в России начался выпуск автомобилей на Русско-Балтийском заводе в Риге.

С конца XIX в. начинается создание специализированных автомобилей. Так, в 1892 г. в Германии построен первый пожарный автомобиль. Началось также производство автобусов, количество которых в Петербурге к 1900 г. составляло 90 единиц. А с 1912 г. началось массовое поточное производство автомобилей на заводах Г. Форда.

Одновременно с автомобилями начали создаваться и мотоциклы (от мото + греч. *kuklos* — колесо), а затем двигатели внутреннего сгорания стали ставиться и на тракторы. Первыми это сделали в 1896 г. американские изобретатели Э. Харт и Парру. С 1907 г. колесные тракторы американцев получили широкое распространение в сельском хозяйстве, а с 1912 г. в США и других странах стали производиться и тракторы на гусеничном ходу.

Первой попыткой установки двигателей внутреннего сгорания на судах явилось создание в 1886 г. уже упомянутым Г. Даймлером первого моторного катера «Неккар» длиной 6 м и мощностью 2 л.с. В 1898 г. русский инженер-кораблестроитель К.П. Боклевский предложил идею установки двигателей внутреннего сгорания на крупнотоннажных судах и внес большой вклад в развитие теплоходостроения. В 1912 г. в Дании был построен первый океанский пароход с дизельным двигателем.

В 1891 г. в России был выдан патент на конструкцию судна на подводных крыльях, корпус которого поднимается над водой под действием подъемной силы, создаваемой

погруженными в воду крыльями. Этот проект был реализован лишь с середины XX в., когда они стали применяться для перевозки пассажиров (до 300 чел.) и небольших срочных грузов, причем наша страна стала лидером по их производству и техническому уровню.

В 1912 г. был введен в эксплуатацию первый дизельный тепловоз мощностью 1200 л.с., что ознаменовало начало широкого применения дизельных двигателей внутреннего сгорания на железнодорожном транспорте.

6.3. РАЗВИТИЕ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ И ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ

Становление электроэнергетики в промышленности и на транспорте

Одной из крупнейших проблем, решенных в рассматриваемый период, было получение и использование электрической энергии — новой энергетической основы промышленности и транспорта.

Ф. Энгельс в свое время писал по этому поводу: «Паровая машина научила нас превращать тепло в механическое движение, но использование электричества откроет нам путь к тому, чтобы превращать все виды энергии — теплоту, механическое движение, электричество, магнетизм, свет — одну в другую и обратно и применять их в промышленности» (Маркс К., Энгельс Ф. Соч. Т. 35. С. 374).

Электричество как новый вид энергии прочно вошло в энергетику, а электротехника как техническая наука вступила в этап дифференциации. Основой для развития электроэнергетики и электротехники стали выдающиеся открытия того времени в области электричества и магнетизма.

В 1886–89 гг. немецкий физик Г. Герц экспериментально доказал существование электромагнитных волн, подтвердил их тождественность световым и открыл внешний фотоэффект (1887). Русский физик А.Г. Столетов в 1888–90 гг. осуществил систематические исследования

внешнего фотоэффекта, открыл первый его закон и показал возможность непосредственного превращения световой энергии в энергию электрического тока. Начались и широкие лабораторные исследования.

Большим шагом вперед в области электротехники явилось изобретение более экономичного и перспективного трехфазного тока. Русский электротехник, основатель техники трехфазного переменного тока, М.О. Доливо-Добровольский доказал его оптимальность, создал (1888–89) трехфазный асинхронный электродвигатель и трансформатор. А другой электротехник, пионер высокочастотной техники 1888–91 гг. серб Н.Тесла, описал (в 1888 г., независимо от Г.Феррариса) явление вращающегося магнитного поля, в 1889–90 гг. разработал генератор переменного тока, а также ряд других высокочастотных электрических машин (электродвигателей, трансформаторов и др.).

В рассматриваемый период были решены три основные проблемы электроэнергетики: централизованное производство электроэнергии на электростанциях, передача ее на далекие расстояния, а также методы ее промышленной эксплуатации. Первая в мире электростанция общественного пользования для освещения улиц была построена Т. Эдисоном в США в 1882, а в 1884 г. в Англии была пущена первая электростанция переменного тока. В 1874–76 гг. русский электротехник Ф.А. Пироцкий первый выполнил опыты по передаче электроэнергии на расстояние (до 1 км), а Доливо-Добровольский осуществил (1891) первую электропередачу трехфазного тока.

С появлением трехфазного тока появилась возможность использования электрического привода на рельсовом транспорте, началась электрификация городского транспорта. В 1880 г. Пироцкий испытал в Петербурге первый трамвай (англ. tram — вагон + way — дорога) на электрической тяге, установив электромотор в вагоне петербургской конки. С 1881 г. трамваи стали появляться в городах Западной Европы, а в 1884 г. на городские улицы вышел первый троллейбус (англ. trolley — контактный провод + bus — автобус).

Электрическая тяга, получив полное признание на городском транспорте, распространилась на пригородный, а затем и на магистральные железные дороги. В 1882 г. Т. Эдисон построил одну из первых линий на электротяге для пассажирских и грузовых перевозок. Два года спустя по схеме Пироцкого в Брайтоне была построена первая электрифицированная железная дорога с питанием электровоза от одного из рельсов.

С начала 1980-х гг., после усовершенствования аккумуляторов, начали ставиться опыты по созданию «электрических экипажей», которым ученый-электротехник В.Н. Чиколев предрекал приоритет по отношению к автомобилям. В 1899 г. И.В. Романов построил электромобиль с передними ведущими колесами. Но предвидения поклонников электромобилей, как известно, не оправдались.

ИЗОБРЕТЕНИЕ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ЭЛЕКТРОСВАРКИ

До 1980-х гг. основным способом получения неразъемных соединений при изготовлении стальных изделий и заготовок была кузнечная (горновая) сварка, зародившаяся еще в античный период. В эпоху машинного производства она окончательно устарела и перестала удовлетворять возросшим потребностям. Поэтому изобретение электросварки стало крупнейшим достижением технологии, в основе которого также было заложено знаменитое открытие В.В. Петрова.

Первым продемонстрировал дуговую сварку в 1881 г. в Париже русский инженер Н.Н. Бенардос, который демонстрировал там «свечу Яблочкова». Он назвал новый способ сварки «электрогефестом» — в честь мифического бога-кузнеца Гефеста.

В 1898 г. другой русский инженер Н.Г. Славянов усовершенствовал способ Бенардоса, заменив угольный электрод плавящимся металлическим, выполняющим одновременно функции присадочного материала. С именем Славянова связано также изобретение электрического генератора и первых электросварочных автоматов, получивших широкое распространение не только в России, но и за рубежом.

Применение электросварки позволило поднять производительность труда, уменьшить вес машин, повысить герметичность и надежность кораблей, паровых котлов, трубопроводов и т. п. Но одним из недостатков дуговой сварки, особенно на стадии ее освоения, была недостаточная прочность сварного шва. К тому же не везде имелись источники тока, поэтому велись поиски и других способов соединения металлов, которые бы дополняли электросварку, и таковыми оказались газовая и термитная.

В конце XIX в. для соединения рельсов и электрических проводов стала применяться термитная сварка. Соединение в этом случае осуществлялось за счет заполнения зазоров расплавом термита (греч. *therme* — жар, тепло) — порошкообразной смеси алюминия (реже магния) с окислами других металлов (обычно железа), которая при подогревании до 400–700°C воспламеняется и приходит в расплавленное состояние.

В начале XX в. во Франции был разработан способ газовой (кислородно-ацетиленовой) сварки, обеспечивающей получение сварных швов высокой прочности. Портативность и невысокая стоимость аппаратуры для газовой сварки обеспечили этому способу широкое распространение.

РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТРОМЕТАЛЛУРГИИ И ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКОГО СПОСОБА ПОЛУЧЕНИЯ АЛЮМИНИЯ

Успехи в области электротехники, а также постоянно возрастающая потребность в новых видах металлов, сортах высококачественной и легированной стали для машиностроения и ферросплавов для металлургии, привели к зарождению электрометаллургии.

Зародилась электрометаллургия в 1870-х гг., с того момента, когда немецкий химик В. Сименс сконструировал дуговую печь, которую можно было использовать для варки стали. Как видно, в основе электрометаллургии также лежало изобретение В.В. Петрова. Совершенствованием дуговых печей занимались Н.Г.Славянов, А. Муссан и П. Эру во Франции, Э. Стассано в Италии и др. исследователи.

В 1902–06 гг. появились более эффективные индукционные электропечи, в которых нагрев и расплавление металла осуществлялось за счет индуктируемого в нем переменного электрического тока. Они позволяли получать очень чистый металл при его малом угаре, благодаря появившейся впоследствии возможности вести плавку в защитной газовой среде или в вакууме.

В России электропечи, импортируемые из-за границы, с 1910 г. начали устанавливаться на Обуховском сталелитейном и Макеевском металлургическом заводах, работавших в основном на оборону. Благодаря электрометаллургии стало налаживаться промышленное производство высококачественных и легированных сталей, которые в первую очередь шли на производство стволов орудий, стрелкового оружия и инструментов.

В 1886–88 гг. Чарлз Холл в США и Поль Эру (Эртелло) во Франции независимо друг от друга разработали электролитический способ получения алюминия из руд, явившийся предпосылкой широкого использования этого металла. Электролиз (от электро + греч. lysis разложение, растворение, распад), представляющий химические процессы, протекающие в электролите при прохождении через него постоянного электрического тока, уже использовался в гальванотехнике (гальванопластике и гальваностегии). В дальнейшем он получил широкое распространение при получении и рафинировании многих металлов.

В 1905 г. впервые была выполнена электроннолучевая плавка с помощью направленного пучка электронов с высокой концентрацией энергии, полученных в «электронной пушке». Тогда удалось расплавить некоторые тугоплавкие элементы и в дальнейшем электроннолучевые высоковакуумные печи стали применяться для получения (путем рафинирующего переплава) особо чистой стали и тугоплавких материалов.

РАЗВИТИЕ ТЕХНИКИ ПРОВОДНОЙ И БЕСПРОВОДНОЙ СВЯЗИ

Развитие электроэнергетики и электротехники дало мощный толчок становлению электрической связи как проводной, так и беспроводной.

В первую очередь претерпел существенные усовершенствования уже известный проволочный телеграф. Усовершенствования касались прежде всего техники фиксации информации и увеличения скорости ее передачи. В 1855 г. английский изобретатель Д. Юз изобрел буквопечатающий телеграфный аппарат, нашедший широкое распространение. Через три года его соотечественник Ч. Уитстон создал перфоратор, сконструировал передатчик, а в 1867 г. и приемник, завершив разработку собственной приемно-передающей системы, названной его именем. Одновременно Стирис изобрел дуплексное телеграфирование, позволявшее одновременно вести передачу и прием телеграмм.

Многие специалисты занимались проблемой последовательного многократного (мультиплексного) телеграфирования, позволяющего передавать и принимать по одной и той же линии сразу несколько телеграмм. Но наибольших успехов добился французский изобретатель Ж. Бодо который на основе пятизначного кода в 1877 г. создал свой всемирно известный аппарат, названный его именем. Его аппаратура включала, кроме пятикратного аппарата, дешифраторы, печатающие механизмы и распределители. С 1904 г. аппараты Бодо использовались и в России на телеграфных линиях между Москвой и Петербургом, а к концу рассматриваемого периода (в 1871 г.) была закончена постройка самой длинной телеграфной линии между Москвой и Владивостоком. Совершенствование техники и технологии изготовления кабелей позволили перейти на строительство не только воздушных, но и подземных и подводных телеграфных линий.

Одновременно с совершенствованием проволочного телеграфа производилась разработка нового средства связи, телефона (от греч. tele — вдаль, далеко и phone — звук) — электроакустического прибора для преобразования электрических колебаний в звуковые. Пионером в этом

деле стал немецкий конструктор И. Рейс, который продемонстрировал свой первый телефонный аппарат в 1861 г., но он не получил практического применения.

Истинным же изобретателем телефонного аппарата считается американский изобретатель А. Белл, который в 1876 г. подал заявку на два часа раньше своего соотечественника И. Грея. Они оба, участвуя в конкурсе по разрешению проблемы уплотнения телеграфных цепей, обнаружили эффект телефонирования и разработали практически применимые конструкции телефонных аппаратов. Однако процесс, возбужденный Греем против Белла, был проигран. В 1878 г. «Телефонной компанией Белла» в Нью-Хайвене была создана первая в мире телефонная станция.

Через год уже известный Д. Юз, исследуя ненадежные электрические контакты, обнаружил их колебания, которые прослушивались в телефоне. Так он открыл микрофонный эффект и затем сконструировал телефонный передатчик, названный им микрофоном (от *mikros* — малый + *phone*). Его применение в аппаратах Белла позволило устранить их основной недостаток — ограниченность радиуса действия.

Еще больше дальность расстояния передачи звука удалось увеличить благодаря изобретению Т. Эдисона, который применил угольный микрофон из прессованной ламповой сажи и ввел в его схему индукционную катушку. В 1882 г. русский изобретатель П.М. Голубицкий изобрел высокочувствительный телефонный аппарат с его включением путем поднятия трубки — принципом, сохранившимся и в современных аппаратах.

Для последующего развития телефонных сетей имела большое значение идея Голубицкого по созданию телефонной станции с питанием от центральной электробатареи, позволившая создавать такие центральные станции, рассчитанные на десятки тысяч абонентских точек. Другой русский изобретатель К.А. Мосницкий в 1887 г. создал самодействующий центральный коммутатор — предшественник автоматической телефонной станции (АТС), патент на которую получил американский изобретатель А.Строунджер двумя годами позже.

В 1893 г. русские изобретатели С.М. Бердичевский-Апостолов и М.Ф. Фрейденберг предложили свой «телефонный соединитель», двумя годами позже Фрейденберг запатентовал «предискатель», а год спустя «искатель машинного типа» для автоматического поиска номера вызываемого абонента. В 1896 г. Бердичевский-Апостолов создал оригинальную систему АТС на 10 тыс. номеров. Конец XIX — начало XX вв. ознаменовались бурным строительством телефонных сетей и созданием АТС, количество которых к концу первого десятилетия XX в. превысило 200 тысяч. Очередной толчок обеспечило значительное увеличение дальности передачи за счет установки промежуточного усилительного пункта и применения дуплексной телефонной трансляции на триодах, разработанной отечественным инженером В.И. Коваленковым в 1915 г.

Одним из величайших открытий данного периода было изобретение радио (от лат. radiare — излучать, испускать лучи) — способа передачи информации на расстояние посредством электромагнитных волн (радиоволн), который вначале назывался «беспроволочной телеграфией». Приоритет в этом принадлежит русскому ученому А.С. Попову, который еще в 1889 г. указал на возможность использования электромагнитных волн, распространяющихся со скоростью света, для беспроволочной передачи сигналов. В 1895 г. он продемонстрировал изобретенный им первый в мире радиоприемник, явившийся родоначальником всех приёмных приборов искровой «беспроволочной телеграфии».

Правда, в 1897 г. итальянскому радиотехнику Г. Маркони удалось получить патент на радиоприемник, тождественный «грозоотметчику», изобретенному в 1895 г. А.С. Поповым. Немного позже (в 1902–04 гг.) датский изобретатель В. Поульсен сконструировал новый вид передатчиков с дуговым генератором незатухающих колебаний, позволивший ввести радиосвязь в армии (на судах, самолетах, танках и т. д.).

Предпринимались попытки разработки радиоуправляемых брандеров (зажигательных судов), подлодок, торпед и даже самолетов. Эти опыты начали проводиться

еще до первой мировой войны и продолжались и в дальнейшем в обстановке строжайшей тайны, но в тот период не дали положительных результатов.

ЗАРОЖДЕНИЕ И РАЗВИТИЕ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ

Огромное значение для развития радиотехники имело появление на рубеже XIX–XX вв. электронных ламп, ознаменовавшее появление электроники как новой отрасли науки и техники.

Началом электроники было обнаружение Т. Эдисоном явления испускания электронов раскаленной нитью лампочки, названного «эффектом Эдисона». В 1904 г. английский ученый Д. Флеминг изобрел 2-электродную лампу (диод) и применил ее в качестве преобразователя частот электромагнитных колебаний (детектора) в радиотелеграфных приемниках.

В 1906 г. американский изобретатель Л. Форест изобрел 3-электродную лампу (триод). Ее способность усиливать и генерировать электромагнитные колебания, открытая в 1913 г. немецким радиотехником А. Мейснером, позволила создать первый ламповый передатчик, способный передавать как телефонные, так и телеграфные сигналы. А, повысив вакуум в триоде, американские физики И. Лангмюр и Г. Арнольд значительно увеличили его коэффициент усиления. Лангмюр двумя годами позже создал кенотрон — двухэлектродную лампу, применяемую в качестве выпрямителя в источниках питания.

В России первые газонаполненные лампы были изготовлены в 1914 г. Н.Д. Папалекси, а вакуумные — двумя годами позже М.А. Бонч-Бруевичем, при активном участии которых было налажено производство последних в Нижегородской радиолaborатории. С этого времени радиоэлектроника начала стремительно развиваться, искровые и дуговые радиостанции стали вытесняться ламповыми, что практически решило задачу радиотелефонии. Широкому внедрению электронных ламп способствовали также первая мировая война и огромная потребность войск в средствах связи. Таким образом, к 1920 г. радиотехника стала «ламповой».

6.4. РАЗВИТИЕ МАШИНОСТРОЕНИЯ, МЕТАЛЛУРГИИ И ГОРНОГО ДЕЛА

ОПЕРЕЖАЮЩЕЕ РАЗВИТИЕ МАШИНОСТРОЕНИЯ И МЕТАЛООБРАБОТКИ

За рассматриваемый период, как уже отмечалось, объем машиностроения увеличился почти в пять с половиной раз. Этому во многом способствовало развитие технических наук и прежде всего теории машин и механизмов.

В 1875 г. немецкий ученый Ф. Рело впервые четко сформулировал и изложил основные вопросы структуры и кинематики механизмов, заложив основы теории механизмов и машин. Развитие машинной техники потребовало решения проблем их автоматического регулирования. Основателем теории автоматического регулирования (1877–78) считается русский ученый И.А. Вышнеградский, а его продолжателем (1893–99) — словацкий теплотехник А. Стодола.

Увеличение быстроходности машин и величины статических и динамических нагрузок потребовали совершенствования их смазки для увеличения срока службы. В 1880-е гг. русский ученый Н.П. Петров и английский физик О. Рейнольдс заложили основы гидродинамической теории смазки. Петров, в частности, в 1885 г. опубликовал свою знаменитую работу «Трение в машинах и влияние на него смазывающей жидкости».

Непрерывно возрастающий объем механической обработки способствовал интенсивному развитию и становлению новой науки — теории обработки материалов резанием. В 1870 г. горный инженер И.А. Тиме защитил диссертацию на тему «Сопротивление металлов и дерева резанию», а в 1885 г. уже в ранге профессора опубликовал первый капитальный труд по технологии металлообработки под названием «Основы машиностроения. Организация машиностроительных фабрик в техническом и экономическом отношении и производстве в них работ». Исследования Тиме продолжил К.А. Зворыкин, опубликовавший в 1893 г. свою работу «Работа и усилие, необходимые для отделения металлических стружек».

Из западных ученых наибольший вклад в науку и практику резания металлов внес американский инженер Ф. Тейлор, президент американского общества инженеров-механиков. В 1880 г. он впервые установил эмпирическим путем режимы резания на токарных станках. В 1903 г. вышла его знаменитая книга «Искусство резания металлов», в котором были обобщены достижения в области металлообработки и получены важнейшие эмпирические зависимости для определения режимов резания. Он теоретически доказал свой знаменитый тезис, что «вся экономия обработки лежит на острие резца».

Тейлору принадлежит также и приоритет разработки быстрорежущей стали, который он разделил со своим соотечественником Уайтом. Взяв за основу известную инструментальную сталь марки «Мидвель», Тейлор и Уайт применили высокотемпературную закалку, обеспечившую ей высокую твердость и теплостойкость, а также улучшили первоначальный ее состав.

Созданный Тейлором и Уайтом инструментальный материал на основе вольфрама, обладающей высокой стойкостью при больших температурах резания и позволивший поднять скорости резания в 5 раз, поэтому-то и был назван «быстрорежущей сталью». Достигнутые скорости в 40 м/мин в то время считались фантастическими и представляли настоящую революцию в металлообработке.

Поиски новых эффективных инструментальных материалов с разработкой быстрорежущей стали не прекратились. В 1907 г. англичанином Хейнсом был запатентован «стеллит» (от лат. *stella* — звезда) — литой твердый сплав на основе кобальта, применяющийся не только для изготовления режущих инструментов, но и для наплавки деталей машин и инструмента с целью повышения износостойкости. В 1913–14 гг. в Германии изобретателем Ломаном был разработан твердый сплав, содержащий карбид вольфрама и получивший название «ломанит». Он отличался исключительно высокой твердостью, приближающейся к твердости алмаза, но, как и «стеллит», был чрезвычайно хрупким, к тому же дорогим, из-за чего и не получил большого распространения.

Резкий скачок скоростей резания потребовал коренного изменения конструкции металлорежущих станков и прежде всего совершенствования его привода, а также их автоматизации и специализации. Начался массовый переход от громоздких ременных передач и сложных трансмиссий к индивидуальному электрическому приводу. Другим важным направлением в области станкостроения стал переход от универсальных к специализированным и специальным металлорежущим станкам. Это диктовалось переходом от индивидуального и мелкосерийного к серийному, крупносерийному, а затем и массовому производству.

К концу XIX в. пальма первенства в области станкостроения переходит к американским предприятиям, наладившим не только выпуск всей гаммы универсальных металлорежущих станков, но и специальных, а также станков-автоматов. В 1873 г. Х. Спенсер создал первый станок-автомат на базе токарно-револьверного станка. Появляются полуавтоматы для прутковых работ Джонсона, автоматы системы «Кливленд» и многошпиндельные автоматы высокой производительности.

В России универсальные станки собственных конструкций производились такими крупными заводами как Невский, Мотовилихинский (Пермь), Нобеля, братьев Бромлей, Харьковский паровозостроительный и др. Однако массового производства станков на специализированных заводах не существовало, поэтому вплоть до начала первой мировой войны станочный парк состоял в основном из станков иностранного происхождения.

Резкого повышения производительности в машиностроении нельзя было достичь лишь совершенствованием металлорежущего оборудования. Нужна была и широкая механизация транспортировки деталей при их обработке и сборке машин. В 1913 г. на заводе Г. Форда был впервые применен конвейер для механизации внутриводской транспортировки при сборке автомобилей.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО, КУЗНЕЧНОГО И ПРОКАТНОГО ПРОИЗВОДСТВ

Развитие машиностроения потребовало резкого увеличения производства сталей и совершенствования металлургического производства.

Основными потребителями стали и чугуна являлись железнодорожный транспорт и военная промышленность, особенно возрос спрос на высококачественные легированные стали, а с развитием электротехнической промышленности и на цветные металлы и сплавы. В 1912 г. в Германии была впервые получена хромоникелевая (нержавеющая) сталь.

За период 1870–90 гг. производство стали в мире возросло в 17 раз, причем непрерывно обгоняло выплавку чугуна. Это стало возможным благодаря широкому использованию металлического лома (скрапа), в огромных количествах накопившегося в промышленно развитых странах. Развитие металлургии происходило как по линии совершенствования доменного процесса, так и переработки чугуна в сталь.

Дальнейшему совершенствованию подверглись уже известные мартеновский и бессемеровский способы производства стали. В 1878 г. английский металлург С. Томас предложил способ передела фосфористого чугуна в сталь путем продувки его в конверторе с основной огнеупорной футеровкой, отличающей его от бессемеровского. Широкое распространение, как уже отмечалось выше, получила электрометаллургия.

Развитию литейного производства способствовало применение шахтных чугунолитейных печей с дутьем — вагранок. Стали широко использовать быструю формовку с помощью металлических разъемных опок, а на смеху ручной формовке пришла машинная, позволившая не только механизировать литейные цеха, но и создавать механизированные литейные заводы.

Для изготовления поковок стали использовать паровые молоты и гидравлические прессы. В 1870–73 гг. на заводе Круппа в Вестфалии, Мотовилихинском и Обуховском заводах в России были установлены мощные

50-тонные паровые молоты. Достаточно сказать, что отливка шабота самого мощного мотовилихинского молота весила 650 т. А в 1891 г. в США был установлен молот мощностью 125 т. Однако мощные молоты требовали огромных шаботов и фундаментов, а также вызывали сильные сотрясения зданий и оборудования. Поэтому для изготовления крупных поковок стали применять гидравлические прессы, менее производительные, но и безударные, в отличие от молотов.

Для изготовления более точных заготовок в крупносерийном и массовом производствах вместоковки стали применять штамповку, повышающую производительность в 8–10 раз. Освоение бессемеровского процесса, позволившего получать стальные слитки весом в тонну и более, а также все возрастающий спрос на стальные рельсы, броневой лист, трубы и листовое железо потребовали коренной реконструкции прокатного производства. В 1874 г. Н.И. Путиловым был построен первый в России сталерельсовый завод, оснащенный прокатными станами с приводом от паровой машины.

Бронепрокатные станы завода Круппа позволяли катать броневые плиты свыше 8 м в длину и 3 м в ширину. В России броня прокатывалась на Обуховском и Колпинском заводах. В 1897 г. в Европе появился прокатный стан, оснащенный электродвигателем, который к началу XX в. окончательно вытеснил паровую машину. Появляются блюминги для обжата стальных слитков в блюмы — крупные заготовки квадратного сечения, весом 1 т и более. Наряду с двухвалковыми (дуо), начинают применяться трех- (трио), четырехвалковые станы, а также станы непрерывной прокатки.

Механизация горнодобывающей промышленности

Развитие металлургии и расширение применения двигателей внутреннего сгорания потребовали резкого увеличения добычи угля, нефти, железной руды и др. полезных ископаемых. Это в свою очередь потребовало развития горнопроходческой и добывающей техники, широкого применения буровзрывных работ, механизации

подъема и транспортировки добытых материалов. Более остро встала проблема безопасности шахт и прежде всего вопросы их вентиляции.

В 1870-е гг. русский инженер В.Г. Шухов предложил эрлифт (от англ. air — воздух и lift — поднимать) — использование сжатого воздуха для подъема нефти из скважин. Этот метод был испытан в 1897 г. в Баку и получил широкое применение вместо трудоемкого и непроизводительного способа подъема нефти с помощью специального длинного ведра с клапаном, называемого желонкой. В 1914 г. русский инженер М.М. Тихвинский изобрел газлифт (от «газ» и англ. lift) — способ извлечения нефти из скважин при помощи сжатого газа. Если в качестве газа используется воздух, то это будет уже упомянутый эрлифт.

Для бурения шпуров и откалывания породы стали разрабатываться гидравлические, пневматические и электрические ручные инструменты (отбойные молотки и перфораторы), бурильные и проходческие машины. В 1876 г. изобретатель Брандте разработал вращательный гидравлический перфоратор, а в 1891 г. голландец В. Депель и американец Марвин сконструировали электрический перфоратор для механического бурения скважин.

Позже, в 1890–98 гг., русские инженеры К.Г. Симченко и П.В. Валицкий создали турбобур — буровую забойную машину, приводимую в действие энергией потока промывочной жидкости и сообщающую вращение долоту в скважине. Одновременно (1897) Г. Лейнер разработал отбойный молоток — портативный молотковый перфоратор, получивший широкое распространение на рудниках и шахтах во всем мире. В 1899 г. русский инженер В.Н. Дедов создал станок для электрического бурения.

При добыче руды особенно широко практиковались взрывные работы, для производства которых на смену черного пороха пришли более мощные взрывчатые вещества — нитроглицерин, позднее — более безопасный динамит, а также надежные капсули-детонаторы из гремучей ртути.

Бурение нефтяных скважин переместилось с суши на море. В 1896 г. русский горный инженер Зглениц-

кий, а в 1898 г. — Лебедев предложили способ бурения на море с буровых вышек, устанавливаемых на сваях. С 1897 г. было начато бурение подводных скважин в Калифорнии, США.

Началась также интенсивная механизация добычи угля. В 1877 г. американский инженер Джерри создал для этой цели цепную врубовую машину. В 1893 г. русский изобретатель А.К. Калери разработал проект машины «Землерой» для проходки тоннелей диаметром 25 м, добычи руды и каменного угля. В 1907–08 гг. изобретатель из Усть-Ижоры Ф.А. Поляков-Ковтунов получил несколько патентов, в том числе на «землестрогальную» проходческую машину и элеватор-транспортёр. К сожалению, перспективные разработки русских изобретателей оказались нереализованными.

Были разработаны новые перспективные способы извлечения жидкого горючего из нефти и угля. Так, в 1891 г. русские инженеры В.Г. Шухов и С.П. Гаврилов получили привилегию (патент) на установку для непрерывной перегонки и расщепления нефти — крекинга (англ. *cracking*, от *crack* — раскалывать, расщеплять). А в 1913 г. немецкий инженер Ф. Бергиус получил патент на способ производства жидкого горючего из угля.

Совершенствование подъемных механизмов в горной промышленности заключалось в замене парового привода на электрический, увеличении их грузоподъемности и скорости подъема. Для транспортировки стали широко применяться ленточные и скребковые транспортеры, оснащенные электродвигателями.

Горные разработки, особенно на большой глубине, требовали эффективной вентиляции во избежание взрывов или отравления рудничным газом и угольной пылью. Еще в 1832 г. инженер А.А. Саблуков изобрел центробежный вентилятор. Дальнейшее совершенствование вентиляции было связано с уменьшением габаритов вентиляторов и оснащении их электродвигателями.

Для откачки воды из шахт широко использовались поршневые насосы, которые также стали оснащаться электродвигателями. В 1898 г. французский изобретатель О. Рато изобрел многосекционный центробежный

насос, отличающийся большей мощностью и производительностью, который начал вытеснять поршневые.

Большая трудоемкость подземной добычи угля натолкнула на мысль его подземной газификации, идею которой выдвинул Д.И. Менделеев в 1888 г. Позже (в 1912 г.) аналогичную идею выдвинул английский химик Уильям Рамзай (Рэмзи), но осуществить ее в то время не удалось.

1890-е гг. являлись началом беспрецедентной инженерной деятельности русского ученого и изобретателя - В.Г. Шухова, создавшего десятки инженерных сооружений: нефтепроводы и нефтехранилища, установку для термического крекинга нефти и форсунку для сжигания мазута, эрлифт, паровые котлы, мосты, сетчатые и арочные перекрытия, гиперболоидные башни и др.

6.5. РАЗВИТИЕ ВОЕННОЙ ТЕХНИКИ И АВИАЦИИ

Особенности развития военной техники

Одновременно с интенсификацией развития экономики ведущих стран осуществлялась ее милитаризация, обострялась конкуренция и борьба за рынки сбыта, войны стали средством разрешения экономических и политических противоречий.

Развитие военной техники опиралось на достижения ведущих отраслей производства: металлургии, машиностроения, особенно моторостроения, электротехники, точного приборостроения, химической технологии и т. п. И в военной технике появились тенденции к механизации и автоматизации. Как отмечал Ф. Энгельс: «С того момента как военное дело стало одной из отраслей крупной промышленности (броненосные суда, нарезная артиллерия, скорострельные орудия, магазинные винтовки, пули со стальной оболочкой, бездымный порох и т. д.) крупная промышленность, без которой все это не может быть изготовлено, стала политической необходимостью» (Маркс К., Энгельс Ф. Соч. Т. 38. С. 398).

Совершенствование всех видов огнестрельного оружия было тесно связано с достижениями в области раз-

работки пороха и взрывчатых веществ. В 1884 г. французский инженер П. Вьель изобрел бездымный порох на основе пироксилина, более сильный, чем дымный, и сгорающий практически без остатка. К этому времени уже были известны разработанные А. Нобелем нитроглицерин (1862) и созданный на его основе динамит (1867).

В 1887 г. французский химик Э. Тюрпен получил на основе пикриновой кислоты сильное бризантное взрывчатое вещество — тринитрофенол, известное во Франции и России как мелинит, в Японии — шимоза. Тремя годами позже, на основе исследований Д.И. Менделеева, была получена взрывчатая желатина, являющаяся основным компонентом при производстве желатиновых динамитов.

Непрерывно совершенствовалось стрелковое оружие и проявилась четкая тенденция к его автоматизации. Во второй половине XIX в. стало появляться автоматическое стрелковое оружие (пистолеты, винтовки, пулеметы), в которых энергия пороховых газов при выстреле использовалась для автоматического перезаряжания.

В 1883 г. американский конструктор и промышленник Х. Максим изобрел первый станковый пулемет «Максим», хорошо зарекомендовавший себя во время англо-бурской войны и получивший большое распространение. За ним последовали изобретения легких пулеметов Льюиса, Виккерса и тяжелых Максима, Гочкиса. Позднее Максим создал автоматические винтовку и пушку, а в 1888 г. основал в Германии пушечный завод.

В 1890 г. русский конструктор стрелкового оружия С.И. Мосин создал уникальную для того времени 7,62-мм магазинную трехлинейную винтовку образца 1891 г., состоявшую на вооружении русской армии более полувека.

В 1916 г. другой русский конструктор, В.Г. Федоров, автор первого русского сочинения по автоматическому оружию (1907), создал первый отечественный автомат. Предлагали свои образцы автоматического ручного оружия также Я.У. Рощепей, Ф.В. Токарев, позднее В.А. Дегтярев и др. русские оружейники. Однако автоматы и автоматические винтовки в первую мировую войну не получили широкого распространения.

РАЗВИТИЕ АРТИЛЛЕРИИ

Необычайно возросли мощность артиллерии, дальность огня и скорострельность. Были созданы мощные орудия настольного огня (пушки), а также навесного (гаубицы и мортиры), в том числе полуавтоматические и автоматические. Появились зенитные орудия, минометы и гранатометы, а также ракеты усовершенствованной конструкции. К 1918 г. в Германии были созданы 6 сверхдальнобойных орудий «Колоссаль» весом до 750 т и длиной ствола 34 м, из которых немцы обстреливали Париж с расстояния до 120 км.

Массовое применение тяжелой артиллерии потребовало создания механической тяги, в качестве которой использовались гусеничные и колесные тракторы, а также специальные самоходные шасси. Самые тяжелые артиллерийские системы перевозились на специальных железнодорожных платформах.

Значительный вклад в теорию и практику артиллерии внесли русские ученые Н.В. Маиевский, А.В. Гадюлин, Ф.Ф. Лендер и др. Высокими тактико-техническими данными обладали разработанные ими и находившиеся на вооружении русской армии: 76-мм полевая скорострельная пушка образца 1902 г., 122-мм полевая скорострельная гаубица образца 1910 г., 76-мм противосамолетная пушка и др.

ЗАРОЖДЕНИЕ БРОНЕТАНКОВОЙ ТЕХНИКИ

Эпоха промышленного переворота характерна интенсивной разработкой и первыми попытками боевого применения танков, самоходных орудий и бронемашин.

Еще в 1885 г. английский инженер Джеймс Коуэн создал прототип танка, покрыв броней остова парового автомобиля. На его вооружении находились 8 малокалиберных пушек, имелись 50 бойниц для стрелков, а спереди располагались ножи-косы, совершающие над землей секающие движения. Ввиду тихоходности и низкой проходимости эта громоздкая установка не была принята на вооружение.

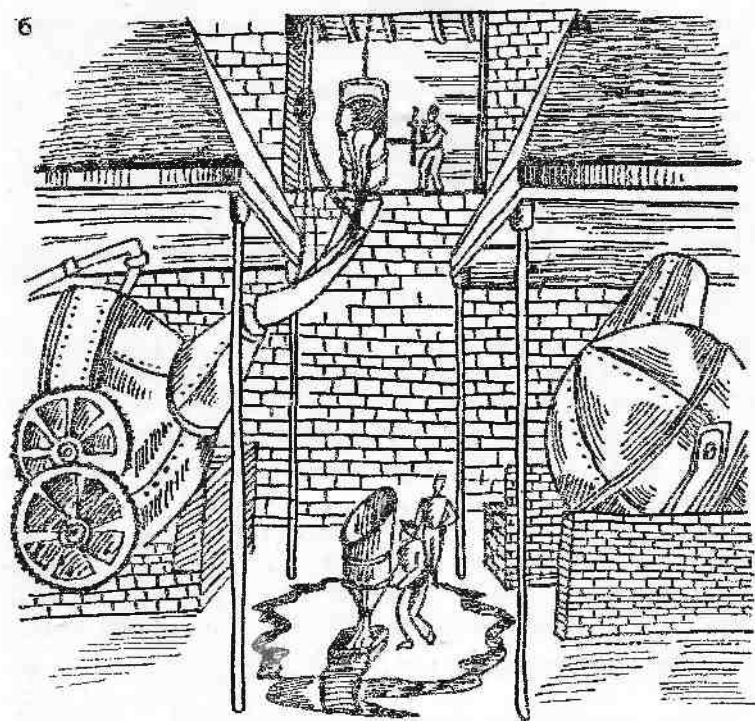
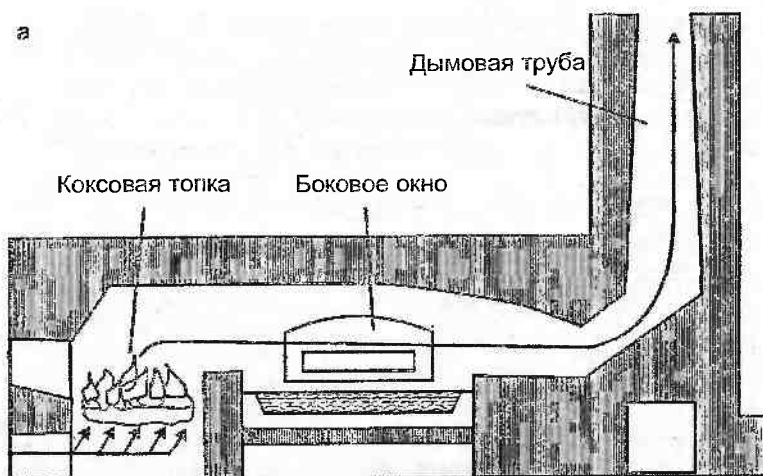


Рис. 19. Производство стали: а — схема пудлингового процесса, б — конвейерное производство

Вслед за Коузом Левассер в 1903 г. во Франции, В.Д. Менделеев (сын знаменитого ученого) в 1911 в России, Бурштын в 1912 г. в Австрии предлагали свои проекты бронированных вездеходных машин на гусеничном ходу, но их идеи также не нашли практического воплощения.

В 1915 г. по проекту русского изобретателя А.А. Пороховщикова был построен опытный образец вездехода, имевший все основные элементы танка — корпус обтекаемой формы, защищенный 8-миллиметровой броней, пулемет, располагающийся во вращающейся башне и двигатель, позволяющий развивать скорость до 25 км в час. Но и этот проект не был принят на вооружение.

Изготовление танков началось в Англии с 1915 г., причем данное название (англ. tank — цистерна, бак) было принято из соображений секретности, но не случайно, так как первые танки действительно по своей форме напоминали указанные емкости. Уже через год был испытан, принят на вооружение и впервые применен в военных действиях на р. Сомма «маленький Вилли» — танк под маркой МК-1.

Английские тяжелые танки были чрезвычайно тяжелы (вес достигал 30 т) и тихоходны (скорость не превышала 6 км/ч). В дальнейшем они совершенствовались в направлении более мощного бронирования, повышения быстроходности и маневренности. Французы предпочитали легкие и подвижные танки «Рено», весившие всего 7 т и двигавшиеся со скоростью 8 км/ч, а также средние «Сен-Шимон» и «Шнейдер» весом от 10 до 30 т. В России первый легкий танк был построен изобретателем А. Васильевым в 1915 г., но танкостроение тогда не получило своего развития.

На результаты войны ограниченное применение танков практического влияния не оказало. Большое распространение и эффект имели броневые автомашины (броневики), оснащенные пулеметами и пушками малого калибра.

СОЗДАНИЕ БРОНЕНОСНЫХ ФЛОТОВ, ПОДВОДНЫХ ЛОДОК И МИННОГО ВООРУЖЕНИЯ

Стремление овладеть морскими коммуникациями толкало ведущие страны к созданию крупных военно-морских флотов и их оснащению мощными броненосными кораблями.

В 1906 г. в Англии был построен первый броненосный линейный корабль, названный «Дредноутом» (букв. — неустрашимый). Его основным вооружением были десять 305-мм орудий, располагающихся в нескольких орудийных башнях и двенадцать 120-мм, а также мощное сплошное бронирование корпуса. До 1930-х гг. «дредноутами» назывались линейные корабли данного класса. Позднее в Англии были созданы еще более мощные линейные корабли — супердредноуты (лат. *super* — сверх, над).

Россия располагала замечательными кадрами специалистов в области кораблестроения, такими как С.О. Макаров, А.Н. Крылов, И.Г. Бубнов и др., но их инициатива, к сожалению, сковывалась консерватизмом Морского ведомства, что и отразилось на итогах русско-японской войны.

По российским чертежам были построены линкоры «Петропавловск», «Севастополь», «Гангут» и «Полтава», оснащенные заказанными в Англии паровыми турбинами системы Парсонса. Но не было доведено до конца строительство спроектированных в 1812 г. под руководством Бубнова четырех линейных крейсеров типа «Измаил», которые должны были стать наиболее мощными кораблями данного класса. Их предполагалось оснастить двенадцатью 356-мм орудиями, а скорость хода довести до 37 узлов (50 км/ч).

Появление двигателей внутреннего сгорания и электродвигателей сделали реальным создание подводных лодок, строительство которых началось с конца XIX в. В надводном положении подлодки должны были приводиться в движение двигателями внутреннего сгорания, в подводном — электродвигателями, получающими энергию от аккумуляторов.

В это время ирландский изобретатель Холланд изобрет малую подводную лодку «карманного класса», патент

на которую заполучил американский адвокат Раис. Купив патент, Раис учредил компанию по проектированию и строительству подлодок, а также заключил договор с аналогичной английской компанией «Виккерс», занимавшейся продажей лодок «Норденфельд». Через Грецию и Турцию, закупавшие подлодки у фирмы «Виккерс», их чертежи попали в Германию.

В России в 1908 г. по проекту И.Г. Бубнова была построена первая подлодка с дизельным двигателем «Минога». В том же году М.П. Налетовым была создана подлодка «Краб», служившая в качестве подводного минного заградителя. В 1914 г. Бубнов и Налетов разработали проект строительства крейсерских подлодок водоизмещением 1 тыс. т с радиусом действия 4–5 тыс. км, но он не был поддержан военным ведомством.

После русско-японской войны все ведущие державы начали оснащать свои флоты подводными лодками, при этом наибольшее внимание этому виду вооружения в преддверии надвигающейся второй мировой войны уделяла Германия. Начав войну с 30 подлодками, она уже во время войны произвела их в 10 раз больше. В результате действия подлодок Германия нанесла колоссальный ущерб союзникам, потопив 5408 судов общим водоизмещением 19,4 млн. т.

К концу войны подлодки превратились в грозный вид вооружения, несущего по 4–8 торпедных аппаратов. Их водоизмещение достигло 2–2,5 тыс. т., мощность дизель-моторов — до 3,5 тыс. л.с., а электромоторов — до 2 тыс. л.с.; скорость движения под водой — 8–10 узлов (15–19 км/ч); дальность автономного плавания — 4–5 тыс. км.

Широкое распространение получили минное вооружение и тактика постановки минных полей и заграждений. Морские мины заграждения служили препятствием для прохода кораблей противника и представляли герметичную металлическую оболочку обычно шарообразной формы, содержащую до 300 кг взрывчатого вещества. По способу установки они были плавучими, донными и дрейфующими, а по способу подрыва делились на контактные и магнитные.

В 1886 г. Р. Уайтхедом и М. Лупписом была изобретена торпеда — самодвижущаяся мина, ставшая основным вооружением специальных быстроходных боевых кораблей (миноносцев) и подводных лодок. В дальнейшем торпеды были усовершенствованы Л.Обри и др. изобретателями и снабжены гироскопическими приборами управления. При скорости до 45 узлов (84 км/ч) они несли боевой заряд (тротила или мелинита) весом до 150 кг и более.

Огромное значение для флота, особенно подводного, было изобретение немецким инженером А. Бемом в 1913 г. эхолота (от эхо + лот) — гидроакустического навигационного прибора для измерения глубин под килем судна по времени возвращения звукового импульса, отражаемого от дна. До этого для измерения глубин воды с судна использовались простые (ручные) лотлины, представлявшие веревку с гирей на конце, а также механические — трос с прибором, регистрирующим гидростатическое давление у дна.

РАЗВИТИЕ ВОЗДУХОПЛАВАНИЯ И АВИАЦИИ

Воздухоплавание начиналось с полетов на аппаратах легче воздуха — аэростатах, имеющих оболочку, наполненную легким газом (водородом, гелием), называемых также воздушными шарами. В 1783 г. французы, братья Жозеф и Этьенн Монгольфье совершили на воздушном шаре собственной конструкции полет на расстояние 8 км. Однако неуправляемость аэростатов ограничивали сферу их использования в основном воздушной разведкой, для которой использовались привязные аэростаты. Это назначение они выполняли вплоть до второй мировой войны. Для воздушных путешествий и до настоящего времени используются свободные аэростаты, переносимые по воле ветра.

Позднее появились управляемые аэростаты с двигателями, названные дирижаблями (от франц. dirigeable — управляемый), имеющие обтекаемый корпус, одну или нескольких гондол и оперение. Первый полет на дирижабле с паровым двигателем совершил француз А. Жиффар

в 1852 г. Для бомбардировки городов союзников по Антанте немцы во время 1-й мировой войны широко использовали дирижабли, в частности системы «Цепелин» жесткой конструкции. Их серийное производство было налажено с 1900 г. немецким конструктором Фердинандом Цепеллином. Вплоть до 1950-х гг. дирижабли с д.в.с. использовались для военных целей, перевозки людей и грузов, а с 70-х гг. их производство во Франции и Германии было вновь возобновлено.

Зарождение авиации (фр. aviation, от лат. avis — птица) — теории и практики полетов на аппаратах тяжелее воздуха (самолетах, вертолетах, планерах) в околоземном воздушном пространстве началось с попыток копирования полета птиц и создания многочисленных конструкций «махолетов». С 1891 г. немецкий инженер, один из пионеров авиации, О. Лилиенталь (1848–96) перешел от изучения полета птиц и аэродинамических испытаний моделей к полетам на планерах собственной конструкции. Он погиб при испытаниях, совершив свыше 2 тыс. полетов.

После целого ряда подготовительных опытов с воздушными змеями и авиационными моделями в 1881 г. русский изобретатель А.Ф. Можайский получил привилегию (патент) на изобретенный им «воздухоплавательный снаряд» — самолет, который был построен в 1882 г., но не смог взлететь из-за недостаточной мощности моторов. По некоторым сведениям 1876 г., в Петербурге демонстрировался полет самолета Можайского, а в 1884 г. он поднялся с человеком на борту.

Практически авиация стала развиваться лишь с начала XX в., с того момента, когда (1903) американские авиаконструкторы и летчики братья Уилбер и Орвилл Райт первыми совершили полет (продолжительностью 59 секунд) на построенном ими самолете с д.в.с. Вслед за этим в Европе строят свои самолеты А. Сантос-Дюмон, Ф. Фербер и др.

В России в 1909–14 гг. появились конструкции самолетов Я.М. Гаккеля, Д.П. Григоровича, И.И. Сикорского и др. Так, Григорович в 1912 г. построил свою первую «летающую лодку» (М-1), а Сикорский в 1913 г. создал

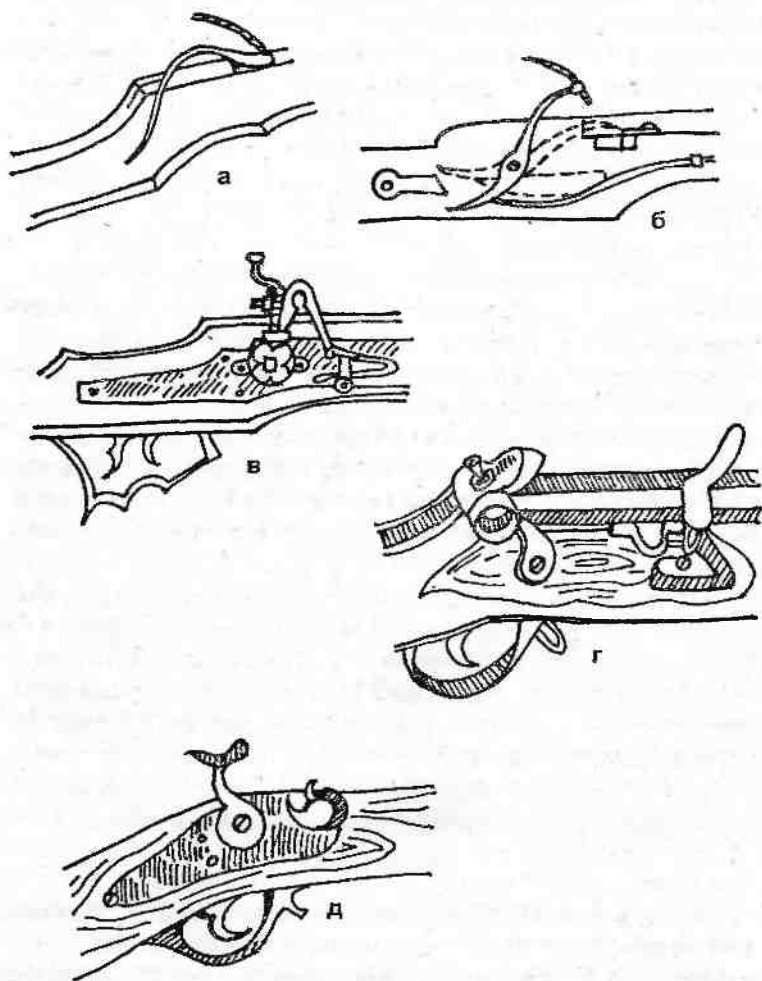


Рис. 20. Развитие конструкции ружейных замков:
 а — простейший фитильный, б — пружинный фитильный,
 в — колесцовый, г — ударно-кремневый, д — ударно-капсюльный

первые в мире многомоторные (с четырьмя двигателями) и самые большие самолеты «Русский витязь» и «Илья Муромец» (весом 4,2 и 5 т).

С 1911 г. отец русской авиации Н.Е. Жуковский начал исследования по отысканию наилучшего очертания крыла самолета. Он был участником создания в 1904 г. в Кучино под Москвой Аэродинамического института, создателем (1918) и первым руководителем знаменитого ЦАГИ (Центрального аэрогидродинамического института), названного его именем.

К началу первой мировой войны началось разделение авиации на истребительную, бомбардировочную и транспортную. В Германии в 1915 г. был построен истребитель-моноплан, снабженный синхронизатором, позволяющим вести огонь из пулемета через винт. В том же году немецкий авиаконструктор Г. Юнкерс, будущий основатель известной самолетостроительной фирмы, создал первый цельнометаллический самолет Ю-1. До этого основными материалами для крыльев и фюзеляжей являлись дерево и специальные ткани.

Постоянные аварии самолетов и надвигающаяся война заставили искать и средства спасения для пилотов. В 1911 г. русский изобретатель Г.Е. Котельников создал свой авиационный ранцевый парашют (фр. parachute, от греч. para — против и фр. chute — падение), спасший жизнь многим пилотам.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ РАКЕТНОЙ ТЕХНИКИ И ЗАРОЖДЕНИЕ КОСМОНАВТИКИ

Развитие ракетной техники имеет глубокие исторические корни, как боевое средство она еще в конце XVIII в. использовалась в Индии, затем начала разрабатываться в Англии.

В России в начале XIX в. над ее совершенствованием начал работать А.Д.Засядко, а с середины века К.И. Константинов, который поставил производство и применение ракет на научную почву, предсказал великое будущее. В 1881 г. Н.И. Кибальчич, революционер, участник покушения на Александра II, накануне казни разрабо-

тал проект реактивного летательного аппарата — ракетоплана, в котором подъемная сила создавалась при помощи порохового ракетного двигателя. В 1916 г. И.П. Граве создал новый тип боевой ракеты с составом из бездымного пороха и специальным станком для наведения и запуска из окопов. В.В. Нечаев предложил новый тип фугасных пироксилиновых ракет, М.М. Поморцев совершенствовал осветительные и боевые ракеты, дальность полета которых была доведена до 4–8 км соответственно.

Приоритет в создании научных основ реактивных летательных аппаратов по праву принадлежит русским ученым. В 1890–1905 гг. Н.Е. Жуковский и С.А. Чаплыгин основали современную теорию термодинамики, лежащую в основе ракетной техники. В 1903 г. основоположник современной космонавтики К.Э. Циолковский опубликовал труд «Исследование мировых пространств реактивными приборами». В нем и его продолжениях (1911, 1914) были заложены основы космонавтики, научные основы полетов в космическое пространство.

Начало применения химического оружия

Развитие химической промышленности не могло не затронуть и область вооружения. Началось оснащение армий потенциальных противников химическим оружием, первым видом оружия массового поражения. А первая мировая война ознаменовала и начало его применения.

Одним из первых создателей химического оружия был Ф. Гарбер, немецкий химик, руководитель химического отдела в военном министерстве Германии. В апреле 1915 г. немцами под Ипром была впервые применена газовая атака удушливым газом хлором, которая считается началом применения химического оружия. Огромные потери от применения химического оружия (около миллиона человек) объясняются тем, что страны Антанты были застигнуты химической войной врасплох и в войсках отсутствовали средства защиты.

Надежное средство защиты от химического оружия было создано в том же 1915 г. русским химиком

Н.Д. Зелинским. Его угольный противогаз отличался надежностью и простотой изготовления.

6.6. РАЗВИТИЕ ХИМИЧЕСКОЙ, ТЕКСТИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ И СТРОИТЕЛЬСТВА

Развитие производства химических веществ. В рассматриваемый период продолжалось интенсивное развитие основных химических производств, выпускающих серную кислоту, соду, хлор и др. химическую продукцию. Прежде всего резко возросла потребность в серной кислоте и олеуме (лат. *oleum* — масло), которые стали широко использоваться, прежде всего, в производстве взрывчатых веществ и красителей.

В 1875 г. немецкий химик К.А. Винклер, применив контактный способ катализации и использовав в качестве катализатора платину, получил серную кислоту из сернистого газа и кислорода воздуха. В последующие годы были найдены другие катализаторы и определены оптимальные условия (температура и время контактирования) процесса получения кислоты контактным способом, с помощью которого производилось к 1912 г. до 60% продукции.

Потребовалось также существенное увеличение производства соды, которая нашла широкое применение в мыловаренной, текстильной, целлюлозно-бумажной промышленности, производстве стекла, минеральных вод, в медицине и быту. До конца XIX в. для производства соды применялись метод Леблана и аммиачный метод Э. Сельве, причем производство по первому методу непрерывно возрастало. Но в конечном счете исход конкурентной борьбы решился в пользу аммиачного метода, как более рентабельного и менее вредного для окружающей среды.

В его основу была положена реакция обменного разложения хлористого натрия (поваренной соли) и бикарбоната аммония, в результате которой получались бикарбонат натрия и хлористый аммоний (нашатырь). После прокаливании осадка бикарбоната натрия он превращался в карбонат натрия (кальцинированную соду). В 1883 г. в

Березниках, на Северном Урале, был построен крупнейший в России аммиачно-содовый завод с производительностью 6 тыс. т соды в год.

С древнейших времен для стирки применялся щелок из древесной золы, которым пользуются и до настоящего времени. Однако резко возросшая потребность в моющих веществах потребовала налаживания мыловаренного производства. В его основе было заложено омыление с помощью перегретого пара жиров и масел и получение растворимых в воде солей натриевых и калиевых жирных кислот, идущих непосредственно для производства мыла.

С 1850-х гг. был разработан и получил широкое распространение метод отвердевания жиров растительных (растительных масел) и животных (животных и рыб). Усовершенствование этого метода в рассматриваемый период позволило наладить производство маргарина.

Развитие текстильной и целлюлозно-бумажной промышленности повлекло за собой резкое повышение спроса на хлор и хлоросодержащие вещества. До 1890-х гг. их производство основывалось на химических способах взаимодействия соляной кислоты с двуокисью марганца и превращения хлороводорода в хлор, разработанный в 1867 г. в Германии В. Вельдоном; контактным окислением хлороводорода кислородом воздуха, предложенным в 1871 г. Г. Диконом. Но подлинным переворотом было появление электрохимического способа получения хлора и хлорсодержащих соединений.

Первыми предложили в 1879 г. получать хлор и едкий натр электрохимическим способом русские изобретатели Н.Г. Глухов и В. Ващук. В 1884 г. этот способ был усовершенствован К. Хенфнером, а в 1890 г. в Германии начал давать продукцию первый электрохимический завод. Пять лет спустя электрохимический способ получения хлора стал применяться и в России на Славяновском заводе. Идею получения хлора и едкого натра в электролизерах с ртутным катодом первыми подали в 1883 г. в России А.П. Лидов и В.А. Тихомиров. Но практически осуществили и запатентовали в 1894 г. этот способ американские инженеры Г. Кастнер и К. Кельнер. И сразу же

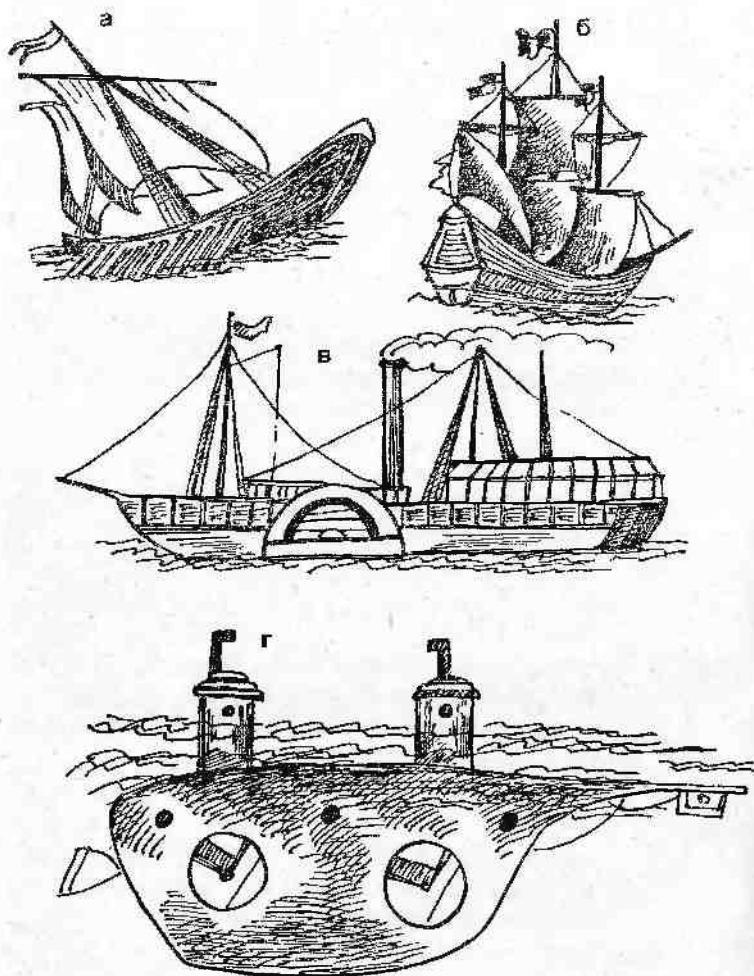


Рис. 21. Водный транспорт: а — галера XVII в. , б — парусный корабль XVII в. , в — пароход, г — подводная лодка К.А. Шильдера (проект)

«способ Кастнера — Кельнера» стал внедряться во многих странах: Германии и Бельгии — 1897 г., России — 1900 г. (на Лисичанском заводе), Англии — 1903 г. Ртутный метод применяется и в настоящее время, но реже, чем диатрагмовый, разработанный позже.

Огромное значение приобрело производство аммиака, исходного материала для приготовления азотной кислоты и других азотистых соединений, которые в свою очередь применяются для производства азотных удобрений, взрывчатых веществ и др. В 1903–13 гг. немецкими учеными Ф. Габером и К. Бошем был разработан применяющийся по настоящее время способ получения аммиака путем синтеза азота и водорода под высоким давлением. Первая промышленная установка для производства азотной кислоты из аммиака была пущена во Франции в 1908 г., крупное производство аммиака в Германии (до 10 т ежедневно) было запущено в Германии.

РАЗВЕРТЫВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВА СИНТЕТИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

Особое значение в рассматриваемый период приобрело развитие химической технологии производства искусственных и синтетических материалов. Их производство было основано на открытом к этому времени химическом синтезе (греч. *synthesis* — соединение) — соединении сложных веществ из более простых при помощи химических реакций.

Вначале полученные искусственным путем материалы назывались заменителями, или суррогатами (от лат. *surrogatus* — поставленный взамен). Они служили для замены многих естественных материалов, спрос на которые опережал предложение. Дальнейшее развитие химической технологии создало предпосылки для получения искусственных материалов и веществ, не уступающих природным, а во многих случаях и превосходящих их по качеству. Поэтому они перестали рассматриваться как суррогаты и стали чаще всего называться синтетическими материалами.

Расширение производства колесного транспорта (автомобилей мотоциклов, велосипедов) поставило в число наиболее дефицитных материалов натуральный каучук

(на языке тупи-гуарани «кау» — дерево + «учу» — течь, плакать), получаемый из каучуконосных растений, главным образом бразильской гевеи.

В 1860 г. Г. Уилсон первый получил сырье для производства синтетического каучука, названное изопреном, который французский химик Г. Бушарда уплотнил, получив изопреновый каучук. В дальнейшем были разработаны и другие способы получения изопрена. В 1882 г. У.О. Тилден получил его путем сухой перегонки, а в 1884 г. — при термическом разложении скипидара.

В 1896 г. В.Н. Ипатьев осуществил из ацетилена и ацетона синтез хлоропрена, из которого стали изготавливать хлоропреновый каучук. В 1899 г. другой русский химик-органик И.Л. Кондаков получил синтетическое каучукоподобное вещество с помощью каталитической полимеризации диметилбутадиена, а в 1908–09 гг. С.В. Лебедев — путем полимеризации дивинила. Как видно, вклад русских ученых в разработку технологии получения синтетического каучука был наиболее весомым.

Производство искусственных волокон зародилось в 1890-х гг., после того как в 1884 г. французский инженер И.Б. Шардоне открыл метод получения нитрошелка. В 1892–95 гг. по методу английских ученых Ч. Кросса, Э. Бивена и К. Белла началось производство тканей из вискозы (лат. *viskosus* — вязкий) — вязкой жидкости, получаемой в результате обработки целлюлозы раствором едкого натра и сероуглеродом. В 1913 г. было налажено производство тканей из ацетатного волокна — искусственного волокна, вырабатываемого из растворов ацетата целлюлозы. Из различных видов искусственного волокна началось изготовление трикотажа, различных тканей и технических изделий.

Расширение выпуска текстильной, целлюлозно-бумажной и другой продукции массового потребления повлекло за собой повышение спроса на красители, который уже не могло удовлетворить производство органических и минеральных красок. Решить проблему могло только налаживание производства синтетических красителей.

Основы анилинокрасочного производства, как известно, заложил Н.Н. Зинин, который в 1842 г. получил синте-

тический краситель анилин из нитробензола, затем были синтезированы мовеин, розанилин и фуксин. В 1868 г. К. Грабе и К. Либрман открыли синтетический метод получения ализарина (фр. *alizarine*) из каменноугольного дегтя вместо получения его из корней марены.

В 1871 г. Г. Каро синтезировал азокрасители — красители, в молекулах которых присутствовал азот. В 1880 г. немецкий химик А. Байер получил синтетический индиго, а в 1901 г. его соотечественник Р. Бон создал новый синтетический краситель синего цвета — индантрен. Достигнутые успехи позволили Германии к концу XIX в. выйти на первое место по производству синтетических красителей.

С 1860-х гг. начало зарождаться производство пластических масс (пластмасс или пластиков) — материалов на основе природных или синтетических полимеров, способных приобретать заданную форму при нагревании под давлением и устойчиво сохранять ее после охлаждения. Начало их производству положил А. Паркес, получивший в 1865 г. из нитроцеллюлозы, спирта, камфоры и касторового масла материал под названием «ксилолит».

В 1868 г. Дж. У. Хайеттом в США была получена на основе нитроцеллюлозы и пластификатора прозрачная пластмасса, названная целлулоидом (от целлюлоза + гр. *eidōs* — вид). Она нашла широкое применение для изготовления кино- и фотопленок, расчесок, «пластического стекла» и т. п., но оказалась чрезвычайно горючей. В 1885 г. был получен галалит (греч. *gala* — молоко + *lithos* — камень) — роговидная пластмасса, применявшаяся как заменитель рога и кости при выделке пуговиц, гребней и украшений.

В 1906 г. американский химик, бельгиец по происхождению, Л. Г. Бакеланд получил феноло-формальдегидную смолу, а из нее бакелит (разновидность фенопласта), который называется сейчас резолом. В России в 1914 г. в Орехово-Зуеве по технологии Г. С. Петрова было налажено производство другого вида фенопластов — карболита (лат. *carbo* — уголь + литос).

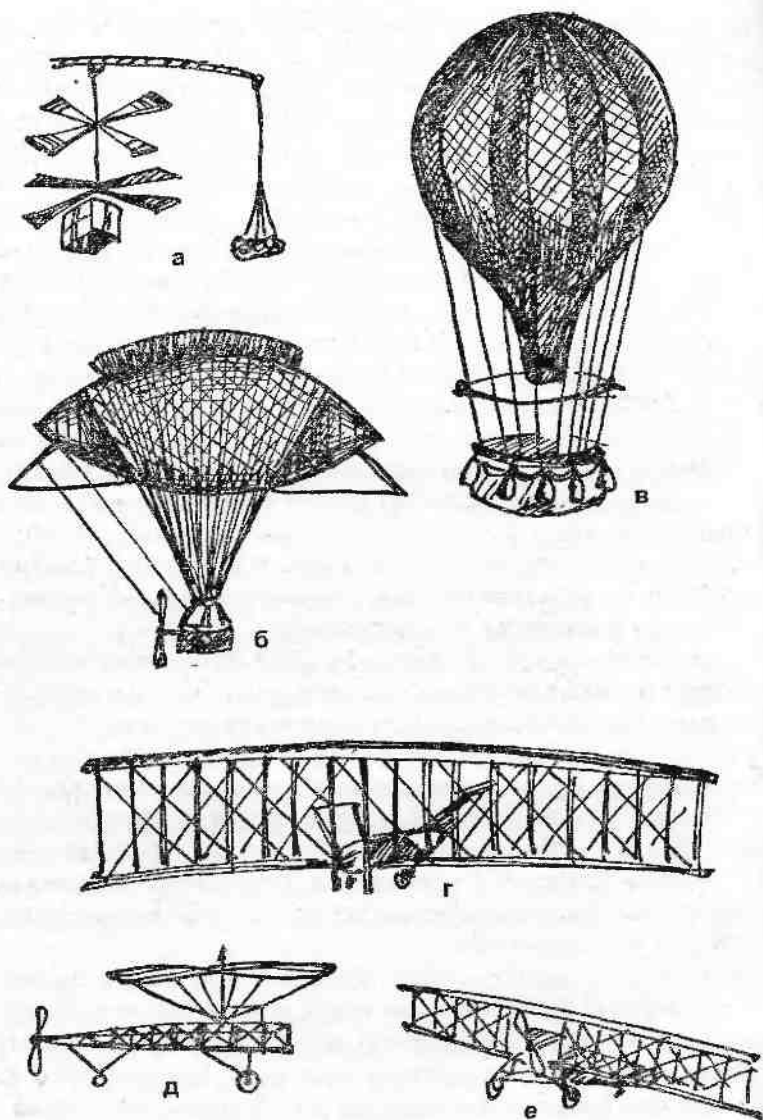


Рис. 22. Техника воздухоплавания: а — аэродинамическая машина М.В. Ломоносова, б — дирижабль Диссандье, в — воздушный шар, г — самолет братьев Райт, д — вертолет Б.Н. Юрьева, е — самолет «Илья Муромец»

ПЕРЕРАБОТКА НЕФТИ

В связи с широким распространением двигателей внутреннего сгорания и возрастанием потребности в легком жидком топливе начались поиски способов, обеспечивающих повышенный выход бензина, которые и привели к разработке крекинг-процесса. Особые заслуги в разработке крекинга нефти принадлежат русским ученым и инженерам Д.И. Менделееву, В.Г. Шухову, С. Гаврилову, А.Н. Никифорову и С.К. Квитко. Первым опытом промышленного использования крекинг-процесса явилось сооружение в 1901 г. по проекту Никифорова нефтеперерабатывающего завода в г. Кинешма. В 1913 г. У. Бартон в США разработал термический крекинг-процесс, обеспечивающий перевод в бензин почти половины добываемой нефти. В 1916 г. этот процесс был внедрен в производство.

В 1903–04 гг. русские химики, выходцы из школы академика А.Е. Фаворского, открыли способ получения жидкого горючего, в частности синтетического бензина, из твердого топлива. Но в России, обладавшей богатыми запасами нефти, это крупнейшее открытие не было реализовано. Им воспользовался немецкий инженер Ф. Бергиус, разработавший в 1913 г. промышленный метод получения синтетического бензина из угля. Для Германии, не обладающей собственными запасами нефти, его внедрение имело большое экономическое и военное значение.

Перегонка нефти стала также источником получения минеральных смазочных масел. С 1860-х гг. они стали вытеснять более дорогие масла растительного и животного происхождения, которые уже не были в состоянии удовлетворить растущие потребности промышленности и транспорта. Первым смазочным материалом, получившим широкое распространение не только в технике, но и в медицине и в быту, был вазелин (фр. *vaseline*) — смесь нефтяного масла с вазелином церезином и др. твердыми углеводородами. Он был получен в 1871 г. в США.

В России получение минеральных масел было впервые налажено в Балахне нефтепромышленником В.Н. Рагозиным при участии Д.И. Менделеева. По масштабам

производства и качеству российские минеральные масла с 1878 г. стали успешно конкурировать с американскими. Из мазута, составлявшего 60% от продуктов перегонки бакинской нефти, на русских нефтеперегонных заводах стали получать соляровые, машинные, цилиндровые и веретенные масла.

РАЗВИТИЕ ЦЕЛЛЮЛОЗНО-БУМАЖНОГО ПРОИЗВОДСТВА

В связи с расширением выпуска печатной продукции резко возросла потребность в бумаге, которую не могло удовлетворить ее производство из отходов (тканей, тряпья и т. п.). Поэтому продолжались поиски материала, который бы мог заменить недостающее сырье, и таким материалом стала древесина.

В 1847 г. немецкий инженер Г. Фельтер создал де-фибрер (от лат. *fibra* — волокно) — машину для измельчения древесины и превращения ее в волокнистую массу с помощью вращающихся абразивных камней (жерновов) в присутствии воды. Однако бумага, полученная из такой волокнистой массы, вследствие наличия смолы, красителей, растительных жиров и др. примесей была некачественной. Нужно было выделить из древесины целлюлозу (от лат. *cellula* — клетка) — клетчатку, являющуюся главной составной частью оболочек клеток растений.

Первым получил целлюлозу в 1857 г. английский химик Ф.Б. Хаутон, обработавший древесную массу горячим раствором каустической соды, — щелочным способом. В 1866 г. американский инженер, немец по происхождению, Б. Тильгман разработал способ получения целлюлозы путем обработки древесины серной кислотой — кислотным способом. В 1876 г. его соотечественник А. Мичерлих предложил высокопроизводительный способ получения сульфитной целлюлозы путем обработки древесины раствором бисульфита кальция под давлением. Химические способы производства целлюлозы стали в дальнейшем основой развития бумажного производства.

РАЗВИТИЕ ТЕКСТИЛЬНОЙ ТЕХНИКИ

Во второй половине XIX в. начинается широкая механизация прядильного производства.

В 1857–61 гг. немецкий инженер Э. Гесснер изобрел ремешковый делитель ватки (прочеса) для различного вида сырья в тонкопрядильных машинах, что позволило одновременно формировать сотню нитей. В 1870 г. была разработана автоматическая кольцепрядильная машина непрерывного действия.

Параллельно с совершенствованием прядильной техники, развивалась и ткацкая. Было внесено множество усовершенствований в уже известный ткацкий станок Э. Картрайта, что повысило его производительность и надежность. Появились многочелночные станки и станки с автоматической сменой челноков. Наиболее удачное решение проблемы автоматической смены шпули в челноке предложил в 1890 г. английский изобретатель Дж. Нортроп. Это позволило одному рабочему обслуживать до 12 таких станков. Появились также конструкции бесчелночных ткацких станков.

Рост потребности в трикотажных изделиях и организация их массового производства потребовали совершенствования трикотажного оборудования для вязания штучных изделий и полотна. В 1769 г. английский изобретатель С. Уайз получил патент на первый поперечновязальный (кулирный) механический станок, а в начале XIX в. появились механические станки для продольного (основного) вязания.

В 1861 г. английский инженер А. Педжет создал одноголовочный трикотажный станок для мелкого чулочно-носового производства, на котором можно было делать 1–2 предмета (чулка, носка). Семь лет спустя (1868) появился станок Коттона для массового производства, на котором можно было одновременно изготавливать до 20–24 изделий.

МЕХАНИЗАЦИЯ ДЕРЕVOOБРАБОТКИ, ПРОИЗВОДСТВА КИРПИЧА И СТЕКЛА

В рассматриваемый период деревообрабатывающая промышленность, как и металлообрабатывающая, начала оснащаться разнообразными станками с паровым приводом, приводом от двигателей внутреннего сгорания, а затем и индивидуальными электродвигателями.

Кроме специальных распиловочных и фуговальных станков для деревообработки были созданы, по аналогии с металлообработкой, строгальные, фрезерные, долбежные, сверлильные, копировально-фрезерные и др. станки. Построенные по образцу станков для обработки металлов, деревообрабатывающие станки тем не менее отличались большей простотой, меньшими скоростями резания и большими подачами.

С середины XIX в. начался выпуск фанеры (фр. *fournir* — накладывать) — листового материала, получаемого склеиванием трех или более слоев шпона. Это было связано с созданием специального лущильного станка для производства шпона (нем. *Span* — щепка). Шпон представляет тонкий лист древесины, получаемый лущением — срезанием слоя древесины в виде непрерывной ленты с помощью длинного тонкого ножа с вращающегося отрезка дерева (чурака). Первый лущильный станок был создан в 1819 г. в Ревеле, но налаживание промышленного лущения относится к концу XIX в., когда немецкая фирма «Флек» создала перспективную конструкцию станка, которая практически не изменилась до настоящего времени.

В России производство фанеры началось с конца XIX в., а в начале следующего столетия ее производством занимался уже десяток заводов. К 1914 г. Россия располагала 48 заводами, производящими до 250–300 тыс. м² фанеры в год, и стала монополистом лондонского мирового фанерного рынка. Однако на внутренний рынок фанерный лист почти не направлялся. Кроме изготовления фанеры часть шпона шла на фанерование — склеивание поверхности столярных изделий для их упрочнения и улучшения их внешнего вида.

Со второй половины XIX в. начинается индустриализация керамического производства, увеличивается выпуск и расширяется ассортимент технической, строительной и бытовой керамики. В наибольшей степени было механизировано производство кирпича.

С 1960-х гг. начали переходить к машинной формовке кирпича на ленточных прессах. Для механизированной подготовки глины стали использоваться бегуны, вальцы и глиномялки. Сушка кирпича-сырца производилась в камерных или тоннельных сушилках (Шаара, Мелглера и др.).

Одной из наиболее длительных и энергоемких операций был обжиг сырца. Для ее выполнения в 1858 г. немецкий инженер Ф.Гофман создал кольцевую печь для непрерывного обжига при 900–950°C, которая позволила снизить расход топлива на 75%. Ее конструкция практически не изменилась до сего времени, в те годы она позволила перейти к массовому производству кирпича.

До конца XIX в. стекло вырабатывалось вручную, что не позволяло удовлетворять постоянно растущий спрос на него. При этом технология производства и качество стеклянных изделий определялось опытом и мастерством мастеров-стеклодувов. Совершенствование стекольного производства началось с совершенствования стекловаренных (стеклоплавильных) печей, так как существовавшие до этого горшковые печи были малопродуктивными и несовершенными.

В 1870 г. Сименс построил первую практически пригодную стеклоплавильную печь с ванной, которую сам же усовершенствовал в 1884 г. С тех пор ваннные печи непрерывного действия стали основным и наиболее производительным оборудованием стекольных заводов.

Механизация и автоматизация стекольного производства связана с именем американского изобретателя М.Д. Оуэнса, создавшего первый автомат для производства бутылок. Машина Оуэнса была пущена в 1905 г. и произвела настоящую революцию в бутылочном производстве.

На рубеже XIX–XX вв. началась и механизация производства оконного стекла. Начало положил изобретатель Люберс, разработавший механический способ изготовления

стекла и создавший первую стекольную машину. По этой технологии из расплава вытягивался стеклянный цилиндр, который разрезался на куски, расплавлявшиеся потом в плоские листы. Но способ этот был малопроизводительный.

Проблему решил бельгийский изобретатель Фурко, создавший в начале XX в. простую и производительную машину непрерывного действия для вытягивания стекла со скоростью 100 м/ч. Стеклянная лента в этой машине выдавливалась из расплавленной массы через щель поплавка (лодочки), подхватывалась металлическими валками и направлялась к устройству для ее резки (ломки) на мерные заготовки (листы).

Для изготовления зеркал, получавших широкое распространение не только в быту, но и в технике, требовалось зеркальное стекло, которое производилось из обычного путем его предварительной шлифовки и полировки. Для выполнения этих операций в конце XIX в. стали использоваться специальные шлифовальные и полировальные машины. До 1870-х гг. для зеркального покрытия использовалась оловянная амальгама (лат. *amalgama* — сплав) — сплав, одним из компонентов которого является ртуть. Потом от этого способа, вредного для здоровья рабочих, отказались и перешли на покрытие серебряной пленкой, которая образовывалась из азотнокислого серебра при воздействии на него аммиака и сегнетовой соли. Чтобы тончайшая серебряная пленка, нанесенная на отполированную поверхность стекла не повреждалась, ее покрывали слоем краски или лака.

Постоянно расширяющееся производство приборов требовало не только расширения, но и совершенствования производства оптического стекла. До 1880-х гг. самые качественные линзы производил швейцарский часовщик Гиан, который держал свои способы в секрете. Его технологию удалось приобрести Бонтану, наладившему в 1898 г. производство оптического стекла в Англии.

Одновременно над составами и технологией изготовления оптических стекол работали немецкий физик Э. Аббе и химик Ф. О. Шотт. Их достижения были реализованы на созданном в 1884 г. Карлом Цейсом в Йене заво-

да по производству оптических приборов и стекол. С тех пор изделия фирмы «Карл Цейс Йена» стали приобретать мировую славу.

В тот период производством оптического стекла для фотоаппаратов, биноклей, подзорных труб, микроскопов, телескопов и др. приборов занимались лишь три завода, расположенные в Англии, Германии и Франции. И работали они по строго засекреченным технологиям и рецептам. В России производство оптического стекла началось на Фарфоровом заводе в Петергофе по технологии, закупленной в начале первой мировой войны у английского предпринимателя Ченса.

РАЗВИТИЕ ТЕХНИКИ СТРОИТЕЛЬСТВА И ПРОИЗВОДСТВА СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Последние десятилетия XIX в. отмечались развертыванием строительства высотных зданий, так называемых небоскребов, и началом широкого применения в строительстве стали и бетона.

В 1883 г. в Чикаго по проекту архитектора У. Дженни было построено 10-этажное здание, в конструкции которого были впервые применены стальные стойки для разгрузки стен и перекрытия. Применение подобной «скелетной» конструкции позволило довести высоту зданий до 20 этажей и более. В 1903 г. в том же Чикаго было построено 24-этажное здание.

В 1890 г. другой американский архитектор Л. Салливен предложил для сооружения зданий повышенной этажности каркасную конструкцию в виде «этажерки», позволившую увеличить высоту зданий вдвое. По его проектам были построены небоскреб «Гаранти-билдинг» в Буффало и универмаг в Чикаго. Самым высоким зданием, построенным к началу второй мировой войны, был 58-этажный небоскреб в Нью-Йорке высотой 288 м.

Самым высоким сооружением в мире долго оставалась Эйфелева башня высотой 303 м, выполненная полностью из железа и воздвигнутая в 1889 г. на Марсовом поле в Париже французским архитектором А. Эйфелем. Для ее создания использовался прокат в виде таврового

и двутаврового профиля, сборка осуществлялась клепкой с применением паровых дыропробивных прессов и клепальных машин, транспортировка предварительно собранных конструкций — на железнодорожных платформах, а их подъем — с помощью паровых подъемных кранов.

В России сооружение небоскребов не получило распространения. Металлическая каркасная конструкция была использована архитектором Р.И. Клейном при сооружении универсального магазина фирмы «Мюр и Мерелиз» — нынешнего ЦУМа. Наибольшего внимания заслуживает деятельность в области строительства и архитектуры выдающегося русского инженера В.Г. Шухова, создавшего десятки конструкций, отличавшихся смелостью решения, новизной и практичностью. Он создавал уникальные конструкции мостов, сетчатые и арочные перекрытия, гиперболоидные башни, одна из которых (в Москве) имела высоту 148 м.

Применяемые в строительстве металлические конструкции имели и существенные недостатки — они деформировались и разрушались при пожарах и были подвержены коррозии. Поэтому строители стали искать возможности облицовки металлических конструкций более термостойкими материалами. Но открыл такой материал, им оказался железобетон, французский садовник Ж. Монье, который еще в 1849 г. для выращивания плодовых деревьев начал изготавливать цементные кадки с каркасом из железной проволоки. В дальнейшем он стал изготавливать из бетона и железной арматуры трубы, плиты и резервуары, а в 1867 г. получил первый патент.

В 1880-х гг. патенты Монье были скуплены немецкой фирмой, инженеры которой приступили к теоретическому исследованию железобетона, к использованию которого Монье подходил чисто эмпирически. В 1887 г. Г. Вайс и М. Кенен усовершенствовали железобетон, перенесли металлическую арматуру из середины в нижнюю часть сечения конструкции, испытывающую наибольшие растягивающие напряжения.

В 1890-е гг. усовершенствованием железобетонных конструкции занимались и в других странах, в том чис-

де и в России (А.Н. Белелюбский и А.С. Кудашев). В 1911 г. в России появились первые ТУ (технические условия) и нормативы на железобетонные сооружения. Железобетон был окончательно признан в качестве самостоятельного вида строительного материала и начал широко использоваться для возведения наиболее ответственных сооружений.

С конца XIX в. механизация начинает проникать на все крупные стройки, где до этого господствовали кирка, лопата и тачка. Наиболее широкое распространение получил паровой экскаватор («паровая лопата») с объемом ковша до 6 м, устанавливаемый на железнодорожной платформе или снабженный гусеницами. Для забивки свай использовались паровые копры, а для подъема грузов — подъемные краны.

Первый паровой подъемный кран был создан в Англии в 1830 г., в 1847 г. — гидравлический, а в 1880–85 гг. в США и Германии — с приводом от электродвигателей. Вначале применялись краны с одним электродвигателем, на смену которым с 1890 г. стали приходить краны с многомоторным индивидуальным приводом основных механизмов.

Рост населения городов и повышение уровня культуры населения предъявляли все более высокие требования к их благоустройству, налаживанию удобного быта. Основными составляющими этого понятия являются: водоснабжение, освещение, отопление, канализация, защита от пожаров.

Водоснабжение с помощью водопроводов, зародившееся еще в древности, прошло длительный путь развития и привело к созданию и распространению в городах централизованной системы водоснабжения. Она включала целый ряд технических сооружений: водозаборное (водоприемное) — для накопления, очистки и хранения воды; насосное — для подачи воды в водонапорные башни; водоразборное — для подачи воды в городскую водопроводную сеть и потребителям.

В зависимости от величины города для его снабжения водой создавались одна или несколько подобных сетей, а в особо крупных их количество достигало десятка и даже

сотни. Так, в 1890 г. в Лондоне, насчитывающем 5,7 млн человек, действовали 184 насосные станции, а в Париже 20 станций обеспечивали водой 2,5 млн жителей. В России первая центральная (Мытищинская) система водоснабжения была создана в Москве в 1805 г., а в 1861 г. подобная система была пущена в эксплуатацию в Петербурге.

Переход на сооружение многоэтажных, в том числе и высотных, зданий требовал и совершенствования системы отопления, проблему которого не могли уже разрешить комнатные печи и камины, отапливавшиеся дровами и углем. С 1870-х гг. начинает интенсивно внедряться центральное отопление, которое зародилось еще в древности, когда античные бани-термы начали обогреваться теплым воздухом. В середине XVIII в. появилось паровое отопление, а с 1830-х гг. — водяное. Но все эти системы были примитивны и применялись редко. Достижения в области теплотехники и теплоэнергетики позволили полностью разрешить идеи центрального отопления. Первая полноценная система центрального (парового) отопления на 200 домов была пущена в 1877 г. в американском городе Локпорте и с этого времени началось ее быстрое распространение.

Кроме парового стали широко применяться водяное, воздушное (духовое), газовое, а также комбинированные виды отопления — пароводяное, паровоздушное и др. Пытались использовать и электрическое, но оно оказалось чрезвычайно дорогим и в тот период не получило распространения.

Решение проблемы электрического освещения началось с разработки дуговых ламп А.Н. Лодыгина, в основе которых была заложена электрическая дуга В.В. Петрова. Дуговые лампы, в свою очередь, получили практическое применение лишь после того как усилиями русских и зарубежных изобретателей была решена проблема надежного регулирования расстояния между сгорающими угольными электродами. Но дуговые лампы так и не могли вытеснить свечи, керосиновые лампы и газовые фонари.

Большим шагом вперед было изобретение П.Н. Яблочковым в 1875 г. «электрической свечи» («свечи Яб-

лочкова») — электродуговой лампы без регулятора, отличающейся удобством и надежностью в эксплуатации. В том же году «свеча Яблочкова» была использована для освещения парижского универсального магазина «Лувр». Изобретение Яблочкова заложило основы электроосвещения, но затем его «свеча» была вытеснена более удобными и экономичными лампами накаливания. Дуговые же лампы были позже использованы при создании мощных прожекторов для армии и флота, прототипом которых можно считать фонарь с зеркальным отражателем, изобретенный в 1879 г. И.П. Кулибиным.

В 1872 г. русский электротехник А.Н. Лодыгин изобрел угольную лампу накаливания, с помощью которой была освещена одна из улиц Петербурга. Ее усовершенствовал американский изобретатель Томас Эдисон, который после многочисленных опытов разработал (1879) конструкцию лампы вакуумного типа, получившую широкое распространение. Окончательную точку в этом деле поставил тот же Лодыгин, который предложил (в 90-е гг.) заменить угольную нить более надежной из тугоплавкого металла (вольфрама или молибдена). В 1909–10 гг. в США была разработана технология изготовления высококачественных вольфрамовых нитей для ламп накаливания, обеспечившая их высокую надежность и современный вид.

Была окончательно решена и проблема освещения в шахтах. В 1896 г. в США была разработана головная шахтерская электрическая лампа, питаемая от портативной электробатареи Эдисона, получившая широкое распространение.

Строительство высотных зданий потребовало введения лифтов (англ. lift — поднимать) для подъема людей и грузов. Во второй половине XIX в. помимо гидравлических стали появляться паровые, а потом и электрические лифты, увеличились скорости их подъема (до 20 м/мин). Вначале вместо нынешних кабин были просто платформы, которые подвешивались с помощью цепей и позволяли пассажирам свободно заходить на них и сходить. В конце XIX в. в магазинах и др. общественных зданиях стали появляться наклонные лифты, названные эскалаторами (от лат. scala — лестница).

Большая концентрация людей и зданий, расширяющееся применение газа и электричества, а также разнообразных горючих веществ стали причиной участвовавших пожаров, наносивших огромный ущерб жителям. Обострившаяся проблема пожарной опасности потребовала ее кардинального решения на новой технической базе и организации систем пожарной охраны.

Вместо конных пожарных экипажей появились пожарные автомобили (автолинейки), которые вначале использовались только для перевозки пожарных. В 1892 г. в Германии был построен первый автомобиль, оборудованный пожарным насосом, а в 1907 г. была создана первая механическая пожарная лестница, смонтированная на автомобиле. В России первая пожарная линейка появилась в Москве в 1907 г., позднее — в Петербурге, Риге, Казани и др. городах.

Достижения химии позволили создать эффективные средства тушения огня, поскольку вода не всегда отвечала этим требованиям. В 1902 г. преподаватель бакинской гимназии А.Г. Лоран изобрел первый пенный огнетушитель, который тогда был назван экстинктором (лат. *extinctio* — гашение). Его действие было основано на химической реакции щелочей и кислот.

В экипировку пожарных входили специальная одежда, металлические каски, шлемы и маски с дыхательными трубками для защиты органов дыхания от дыма. Они и стали прообразом появившихся в годы первой мировой войны противогазов.

6.7. РАЗВИТИЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ И СРЕДСТВ МАССОВОЙ ИНФОРМАЦИИ

МЕХАНИЗАЦИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАБОТ

Острая потребность в интенсификации сельского хозяйства потребовала механизации сельскохозяйственных работ и расширения производства и номенклатуры

сельскохозяйственных машин. Начинается их широкий перевод с конной тяги на паровую, а затем и на двигатели внутреннего сгорания.

Колесные паровые тракторы, появившиеся в США с 1890 г., не получили большого распространения из-за большого веса, плохой проходимости и сильного уплотнения пашни. Первыми предложили проект колесного трактора с двигателем внутреннего сгорания американские изобретатели Э. Харт и Парру в 1896 г. Практическое использование тракторов, названных «Харт-Парр» началось с 1907 г., а массовый выпуск — в годы первой мировой войны.

Но кардинально проблему мог решить лишь трактор на гусеничном ходу, который первым построил и испытал русский механик Ф.А. Блинов в 1888 г. И хотя его паровой «вагон с бесконечными рельсами» из-за несовершенства конструкции не нашел в то время широкого распространения, идея применения гусеничного хода оказалась чрезвычайно ценной.

Первым изготовил в России колесный «Русский трактор» Я.В. Мамин, ученик Блинова, который сконструировал для него дизельный двигатель, работавший на сырой нефти. За счет усовершенствования он увеличил его мощность с 25 до 45, а затем и до 60 л.с. Изготовление трактора Мамина было налажено на Балаковском заводе, который к 1914 г. выпустил более 100 машин, затем его стали выпускать в Ростове-на-Дону, Брянске и др. городах.

Другой важнейшей сельскохозяйственной машиной, производство которой развернулось в 1905–17 гг. стал зерноуборочный комбайн (от англ. combine), предшественником которого была сложная молотилка. Он представлял комбинацию нескольких рабочих машин, производящих цикл последовательных операций: жатву, обмолот и очистку зерна. Однако развитие комбайностроения тормозилось несовершенством конструкции этих машин и частыми поломками механизмов.

Появились также многолемешные (многокорпусные) плуги, бороны и культиваторы усовершенствованной конструкции немецкого инженера Н.Ф. Эккерта, жатки-сноповязалки, жатки-самосброски и др.

Но в отличие от промышленности в сельском хозяйстве не сложилась система машин, не образовалась машинная индустрия, процесс механизации осуществлялся намного медленнее.

Развитие вычислительной техники. Дальнейшее развитие математики и усложнение расчетов потребовало их механизации и соответствующего развития вычислительной техники.

Еще в первой половине XIX в. английский математик Ч. Бэббидж первый предпринял попытку построить универсальное вычислительное устройство, названное им «аналитической машиной». Она замышлялась с помощью программ, задаваемых посредством перфокарт — прямоугольных карточек из плотного картона с информацией, наносимой с помощью пробивки отверстий (перфораций). Таким образом Бэббидж предвосхитил идею современного компьютера, осуществить которую при том уровне техники оказалось невозможным. Она решалась поэтапно.

Вначале появились простые счетные приборы, в основном для сложения: Арцберга в Швеции (1866), В.Я. Буныковского в России (1867), Лейнера в Германии (1878), Патетина во Франции (1885). Наиболее совершенным оказался арифмометр («Однер-машина»), созданный и запатентованный русским изобретателем В.Т. Однером в 1874 г.

Вслед за этим известный русский математик П.Л. Чебышев, положивший начало многим разделам математики и сделавший немало открытий в области теории механизмов, изобрел в 1876 г. арифмометр непрерывного действия и сконструировал к нему приставку для умножения и деления (1881). Арифмометр Чебышева содержал новые и плодотворные идеи, но был не совсем удачен для практического применения.

Американский инженер У.С. Барроуз в 1885 г. создал запатентованную им в 1885 г. суммирующую «листинговую машину», в которой впервые применил удобный клавишный способ набора чисел вместо рычажного. Это был прообраз популярного в наше время конторского

калькулятора. Дальнейшее совершенствование счетных, клавишных машин связано с именами американских инженеров Е. Фельта и Р. Таррана, которые создали калькулятор на четыре арифметических действия, который после усовершенствования обеспечивал распечатку производимых операций.

В 80-е гг. другой американский инженер Герман Холлерит сконструировал вычислительную машину «Табулятор», в которой автоматизировал процесс обработки информации, используя перфокарты в качестве носителей информации. В 1896 г. он основал фирму по выпуску вычислительной техники и перфокарт, которая затем (в 1924 г.) была преобразована во всемирно известную фирму IBM («International Business Machines»). А приоритет в изобретении автоматического карточного перфоратора (1907) принадлежит американскому инженеру Дж. Пауэрсу.

В 1904 г. академик А.Н. Крылов в России предложил конструкцию машины для интегрирования обыкновенных дифференциальных уравнений, которая была построена в 1912 г. Следует отметить, что до конца XIX в. все вычислительные машины были механического действия, а затем начался электромеханический период в развитии вычислительной техники, который продолжался до 1940-х гг.

РАЗВИТИЕ ТЕХНИКИ ПЕЧАТИ И ПЕРЕХОД НА МАССОВЫЙ ВЫПУСК ПЕЧАТНОЙ ПРОДУКЦИИ

Огромная потребность в печатной продукции требовала совершенствования наборно-печатной техники. Со времен Гутенберга набор текста производился вручную и с тех пор предпринимались постоянные попытки механизации этого трудоемкого и непроизводительного процесса.

Попытки создания наборной машины предпринимались в 1822 г. англичанином Чергемом и американцем У. Буллоном в 1863 г. Но переворот в наборном деле произошел лишь после изобретения в 1868 г. П.П. Княгинским в России автоматической наборной машины, названной «автоматом-наборщиком». Управление набором в этой машине осуществлялось по программе, заложенной

в перфорированной бумажной ленте — принцип, который используется и в настоящее время. Используя этот принцип, англичанин А. Мэкки в 1874 г. построил наборную машину с паровым приводом. В 1870 г. русский инженер М.И. Алисов создал первые образцы скоропечатающих наборно-печатных машин, позволявших набирать по 80–120 знаков в минуту.

В 1870-х гг. украинский изобретатель И.Н. Ливчак создал матрицево-бивальную машину «Стереограф», а в 1881 г. запатентовал идею объединения в этой машине операций штамповки, набора и отливки литер. Но настоящий переворот в наборном деле произошел после создания линотипа (от лат. *linea* — линия и греч. *typos* — отпечаток) — наборной машины, позволяющей изготавливать набор путем отливки монолитных металлических строк.

Метод линотипного набора, изобретенный в 1884 г. немцем Отмаром Моргенталером, эмигрировавшим в США, получил широкое распространение. В 1905 г. линотип был завезен и в Россию. Позднее появились и другие конструкции отливных машин, такие как «типограф», сконструированный канадцами Роджерсом и Брайтом в 1888 г., и «монотип», изобретенный в 1892 г. американцем Т. Ланстоном.

В 1894 г. венгерским изобретателем Е. Порцельтом, а год спустя независимо от него англичанином Фриз-Грином была выдвинута идея фотонабора, которая была воплощена в жизнь русским изобретателем В.А. Гассиевым, построившим в 1897 г. фотонаборную машину. Набор в такой машине воспроизводится фотографическим методом на светочувствительном материале. На этом же принципе была основана и фототипия (фото + греч. *typos* — образец, отпечаток, форма) — способ безрастровой плоской печати, основанный на избирательном смачивании красками печатающих элементов. Используется до сих пор в основном для воспроизводства репродукций при малых тиражах.

Было придумано много скоропечатающих машин, но наибольшего ускорения удалось добиться, когда печатные формы начали укреплять на круглых вращающихся

ся барабанах. Появившиеся в США ротационные печатающие машины распространились на европейские страны и постоянно совершенствовались. Машина, наиболее близкая к современной, была сконструирована В. Буллоком в 1863 г. и также претерпела многочисленные усовершенствования.

К концу XIX в. ротационные машины стали повсеместно применяться для массового производства печатной продукции. Для оперативного размножения малотиражных изданий в дальнейшем получили распространение более простые машины роторного типа — ротаторы и ротапринты (от лат. *roto* — вращаю и англ. *print* — печатать).

Все более широкое распространение стали получать пишущие машинки, обеспечивающие механизацию самого процесса письма. С 1870-х гг. начало разворачиваться производство уже известных машин фирмы «Ремингтон», а также других типов, включая «Ундервуд», количество которых к концу XIX в. достигло четырех десятков. Профессия «машинистки» стала вытеснять распространенную до этого профессию «писца».

РАЗВИТИЕ ФОТОГРАФИИ, ВОЗНИКНОВЕНИЕ КИНЕМАТОГРАФА И РАЗРАБОТКА ТЕХНИКИ ЗВУКОЗАПИСИ

Фотография в рассматриваемый период прочно внедрилась в искусство, полиграфию, науку, промышленность и быт населения. Совершенствовались конструкции фотоаппаратов и техника фотографии, улучшалась оптика.

Появление самолетов, а также создание специальных аэрофотоаппаратов обеспечило развитие нового направления в фотографии — аэрофотосъемки, которая получила особенно широкое распространение в геодезии и картографии. Первый в России снимок с самолета выполнил в 1910 г. летчик Гальгар, а первый аэрофотоаппарат сконструировал другой летчик, В.М. Потте, в 1913 г. Его фотоаппаратом пользовались для аэросъемки вплоть до 1930 г.

В 1916 г. русский изобретатель Е.Е. Горин изобрел электрофотографический аппарат, в котором съемка

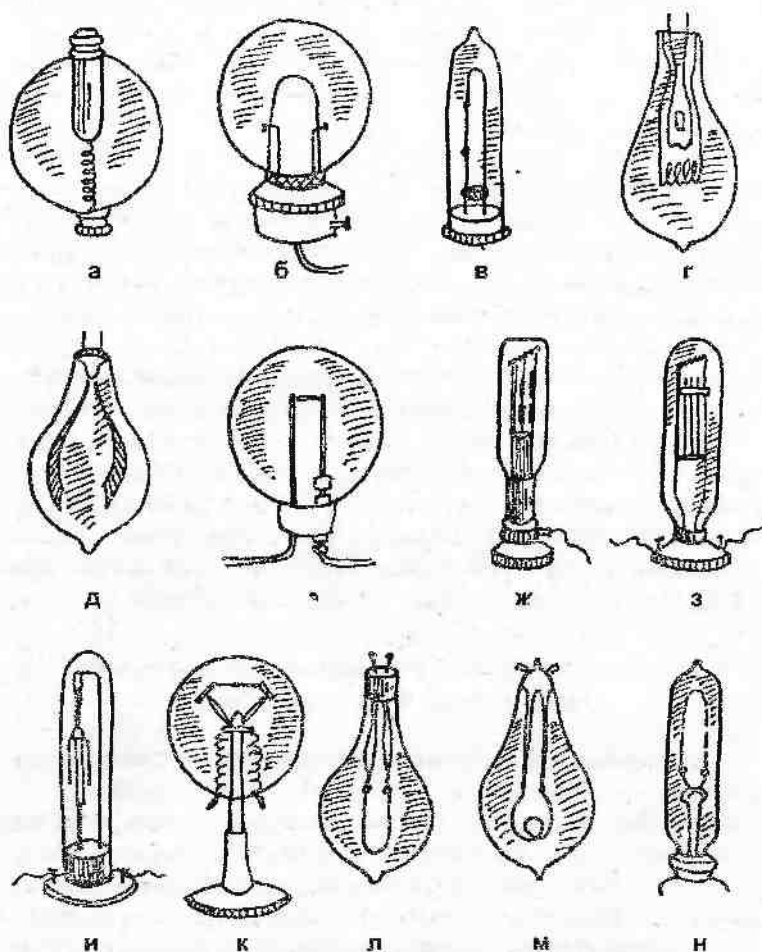


Рис. 23. Развитие конструкций электроламп: а — Д. Молейна (1841), б — Стета (1848), в — Гебеля (1854), г — Д. Шанжи (1858), д — Адамсона (1867), е — Лодыгина (1873), ж — Дидрихсона (1875), з — Кона (1877), и — Булыгина (1877), к — Яблочкова (1878), л — Фокса (1878), м — Свана (1879), н — Эдисона (1879)

производилась на специальную электрочувствительную бумагу, изменяющую под воздействием света свои электрические свойства. Электрофотография произвела буквально переворот в фототехнике, фототелеграфии, полиграфии, электронно-вычислительной технике и др. областях техники. Кинематограф (греч. kinematos — движение + grapho — пишу) возник на свойстве человеческого глаза удерживать зрительное впечатление объектов, при наложении которых создается иллюзия движения. Наиболее удачная попытка демонстрации «движущихся картинок» с помощью проекционного аппарата в 1853 г. принадлежит австрийцу Ф. Ухашгусу. Однако практическое решение эта проблема получила лишь на базе достижений более поздних достижений фотографии, электротехники и химической технологии.

Серии моментальных снимков для изучения быстрых движений животных и человека стали выполнять и использовать ученые-физиологи (Э.Ж. Марей во Франции и др.), а также фоторепортеры и фотографы-профессионалы (Э. Мейбридж в США и др.). Ими и была разработана первая специальная съемочная аппаратура. В 1870-х гг. стали создаваться хронографические аппараты, один из которых («фотографический револьвер»), выполнявший 48 снимков за 72 с, создал в 1874 г. французский астроном Ж. Жансен. Десять лет спустя такие аппараты уже могли снимать с частотой 10–20 изображений в секунду на стеклянную пластинку.

Важным моментом для кинематографии было изобретение целлулоида, который до 1900 г. производился в листах. С появлением прозрачного целлулоида от фотографиярования на отдельные пластинки перешли к фиксации снимков на целлулоидные ленты, нарезанные из листов и называемые «пленками» (фото- и кинопленки). Отсюда и произошло слово «фильм» (англ. film — пленка) — последовательность расположенных на кинопленке фотографических изображений (кадров).

Над созданием аппарата, который Л. Були назвал кинематографическим, работали многие изобретатели в различных странах: Т. Эдисон, Ж. Лерой, У. Латам, Т. Армэт в США; И.А. Тимченко и М.Ф. Фрейденберг в России:

Ф.Поул в Англии и др. Но наибольшего успеха добились братья Люмьеры из Лиона, Луи-Жан и Огюст, которые создали в 1895 г. прототип проекционного аппарата для демонстрации снятых фильмов. В этом же году О. Люмьер и электротехник Ж. Карканье создали первый достаточно надежный механический киносъемочный аппарат.

Первую попытку озвучивания кинофильмов предпринял Эдисон, попробовав синхронизировать изображение со звуком, записанным на фонограф. Осуществить такую синхронизацию ему удалось в аппарате, названном кинетофоном, но он оказался весьма сложным, к тому же по мере износа ленты синхронность звука и изображения быстро терялась. Поэтому в рассматриваемый период кино оставалось по преимуществу немым и чаще всего оживлялось музыкальным, вокальным или шумовым сопровождением с помощью граммофона.

Несмотря на явные технические недоработки кинопромышленность по темпам своего развития уступала лишь военной. В 1912 г. только в США «кинемотеатры» за год посетили более 5 млн человек, в Англии к этому времени действовало более 4 тыс. кинотеатров (около 400 в Лондоне). В России к 1915 г. прокатом фильмов занимались 42 фирмы, а число кинотеатров достигло 1500. Правда, художественное содержание и воспитательное значение большинства фильмов не выдерживали критики — в них воспроизводились глупые мелодрамы, грубые фарсы, порнографические сценки и т. п.

Выдающимися достижениями рассматриваемого периода было изобретение аппаратов для механической записи и воспроизведения звука фонографа и граммофона.

Фонограф (греч. *phone* — голос, звук, шум, *речь*, слово + *граф*) — первый механический прибор для записи и воспроизведения звука создал Эдисон и независимо от него французский ученый Ш. Кро. Запись в фонографе производилась колеблющейся иглой, соединенной со слюдяной мембраной, на вращающемся с постоянной скоростью восковом цилиндре. Воспроизведение записанного осуществлялось той же самой мембраной при вращении цилиндра и перемещении иглы по вычерченной бороздке.

Вначале вращение цилиндра фонографа производилось вручную. Позднее для этого был приспособлен часовой механизм, а с конца 1880-х гг. — электродвигатель. Впоследствии Эдисон предложил вместо цилиндра производить запись на пластинке. Фонограф не получил широкого применения, так как вскоре ему на смену пришел более совершенный граммофон.

Граммофон (греч. *gramma* — запись + *фон*) был запатентован американским изобретателем Э. Берлинером в 1888 г. и вначале назывался фонограмом. Существует версия, что слово «граммофон» получено в результате перестановки слогов, чтобы не путать с фонографом. Основным отличием граммофона от фонографа была предложенная изобретателем граммофонная эбонитовая пластинка, которую можно было воспроизводить в неограниченном числе экземпляров с записей, выполненных на диске.

Вначале пластинки выпускались односторонними, а с 1903 г. перешли на выпуск двусторонних. И с начала XX в. в США, а затем в Англии, Франции и Италии начинают создаваться фирмы и компании по их выпуску. Позднее имя изобретателя (Берлинера) было забыто, и в названии граммофонов стали использоваться названия выпускающих их фирм. Так появилось название портативной разновидности граммофона — «патефон» (по названию фр. фирмы Пате + фон), или «граммофон Пате». В 1900 г. датский инженер В. Поульсен представил на выставке в Париже новый аппарат, названный им телеграфоном — предшественник современного магнитофона. Он предназначался для записи телефонного разговора с последующим ее воспроизведением. Звуковые колебания, преобразованные в магнитные, записывались, на основе явления остаточного магнетизма, на перемещающуюся равномерно натянутую стальную проволоку, которая заменяла тогда магнитную ленту. Полученные записи можно было воспроизводить и прослушивать в наушниках.

ЗАРОЖДЕНИЕ ТЕЛЕВИДЕНИЯ

В начальный период своего развития вступило и телевидение, основой которого стала развивающаяся электроника. Термин «телевидение» (греч. tele — вдаль, далеко + лат. visio — видение), первым ввел в употребление русский военный инженер Константин Перски в 1900 г., но он прижился не сразу и появился на Западе лишь в 1909 г.

Принципиальные основы телевидения были заложены португальским ученым А. Пайва (1878) и русским ученым П.И. Бахметьевым (1880), который назвал его «электрическим телефотографом». Они, независимо друг от друга, выдвинули принцип преобразования элементов изображения в электрические сигналы с последующей передачей и обратным преобразованием в пункте приема.

В 1884 г. немецкий инженер П.И. Нипков разработал так называемый электрический телескоп, в котором был впервые применен принцип механической развертки изображения с помощью диска с отверстиями, расположенными по спирали. С тех пор он лег в основу почти всех телевизионных систем с механической разверткой.

В 1897 г. немецкий физик К.Ф. Браун сконструировал электроннолучевую трубку для исследования электрических колебаний. Используя изобретение Брауна, Б.Л. Розинг в России в 1907 г. разработал первую электронную систему воспроизведения телевизионного изображения, передачу с помощью которой он осуществил в 1911 г. Однако в рассматриваемый период телевидение делало лишь первые шаги и в отличие от радио не нашло широкого практического распространения.

6.8. ИТОГИ РАЗВИТИЯ ТЕХНИКИ В ЭПОХУ ИНДУСТРИАЛИЗАЦИИ

1. Переворот в естествознании, быстрый рост техники и реализация новых изобретений и открытий, переход к

массовому непрерывно-поточному производству, прогрессирующая милитаризация экономики ведущих держав.

2. Интенсивное развитие электроэнергетики и электротехники, строительство электростанций и передача электроэнергии на расстояние, расширение применения электропривода на транспорте и в стационарных машинах.

3. Совершенствование паровой машины и ее вытеснение паровой турбиной и д.в.с., начало создания автотракторной техники на базе д.в.с.

5. Вытеснение выработки железа производством стали, разработка томасовского способа, возникновение электрометаллургии и разработка электролитического способа получения алюминия и других цветных металлов. Расширение производства высококачественной и легированной стали.

6. Расширение и совершенствование добычи и переработки угля и нефти. Начало химической переработки угля. Внедрение эрлифта и газлифта для добычи, трубопроводов для транспортировки и крекинг-процесса для переработки нефти.

7. Начало механизации сельского хозяйства и применения в земледелии тракторов с д.в.с. и комбайнов, а также новой техники для хранения, перевозки и переработки сельскохозяйственной продукции.

8. Совершенствование водного транспорта и вытеснение парусного флота паровым. Повышение тоннажности судов, начало их оснащения паровыми турбинами и дизельными д.в.с., появление ледоколов. Создание мощных военных флотов и их оснащение гигантскими линкорами, броненосцами и подводными лодками.

9. Зарождение авиации и создание летательных аппаратов легче воздуха (дирижаблей) и тяжелее воздуха (аэропланов), оснащение их д.в.с. и систематическое применение для военных целей. Боевое применение ракет и зарождение идеи их использования для полетов в космическом пространстве.

10. Совершенствование телеграфа и оптических средств связи, изобретение радио и телефона, возникновение электроники. Совершенствование полиграфии, изобретение фонографа и граммофона, создание и развитие кинематографа.

11. Прогрессирующий прирост железнодорожной сети, строительство туннелей и совершенствование конструкции паровозов, начало использования электротяги и тепловозов. Развитие городского безрельсового транспорта (автомобильного) и рельсового — наземного (трамвайного) и подземного (метро).

12. Опережающее развитие военной техники, налаживание производства бездымного пороха, взрывчатых и отравляющих веществ. Полный переход на нарезное артиллерийское и стрелковое оружие, появление автоматического оружия. Наращивание броненосной техники на суше (танков, бронеавтомобилей) и на море (броненосцев, линкоров и суперлинкоров).

13. Технические успехи в сфере строительства и благоустройства. Расширение высотного строительства и применения лифтов, использование конструкций из стали и железобетона. Вытеснение газового и керосинового освещения электрическим, применение центрального водоснабжения, отопления и канализации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бакс К. Богатства земных недр / Пер. с нем. Общ. ред. и предисл. Г.И. Немкова. — М.: Прогресс, 1986. — 384 с.
2. Беккерт М. Мир металла / Пер. с нем. М.Я. Аркина. Под ред. В.Г. Лютшу. — М.: Мир, 1980. — 152 с.
3. Боголюбов А.Н. Творения рук человеческих: Естественная история машин. — М.: Знание, 1988. — 176 с.
4. Большая советская энциклопедия. 3-е изд. Гл. ред. А.М. Прохоров. В 30-и т. — М.: Сов. энциклопедия, 1969.
5. Боровой С.В. История науки и техники. — М.: Просвещение, 1984. — 267 с.
6. Буровик Н.А. Родословная вещей. — М.: Знание, 1991. — 246 с.
7. Вейс Г. История цивилизации: архитектура, оружие, одежда, утварь: Иллюстрированная энциклопедия. В 3-х т. — М.: ЗАО ЭКСМО-Пресс, 1998.
8. Виргинский В.С., Хотеев В.Ф. Очерки истории науки и техники (с древнейших времен до середины 15 века): Пособие для учителя — М.: Просвещение, 1993. — 287 с.
9. Виргинский В.С. Очерки истории науки и техники 16–19 веков: Пособие для учителя. — М.: Просвещение, 1984. — 287 с.
10. Виргинский В.С., Хотеев В.Ф. Очерки истории науки и техники, 1870–1917 гг.: Кн. для учителя. — М.: Просвещение, 1988. — 304 с.
11. Всемирная история: В 24 т. / Кол. авторов. — Мн.: Литература, 1996.
12. Гвоздецкий В.Л. Иван Яковлевич Конфедератов. 1902–1975. — М.: Наука, 1984. — 160 с.
13. Голованов Л.В. Соперники резца. — М.: Машиностроение, 1973. — 144 с.
14. Голян-Никольский А.Ю. Значение истории техники для подготовки инженерно-технических кадров / В кн.: Проблемы истории науки и техники. — К.: Изд-во АН УССР, 1963. — С. 58–67.
15. Данилевский В.В. Вооружить будущих специалистов знанием истории техники // Вести высш. школы. 1948. 3. — С. 28–33.

16. Дерри Т. К., Вильямс Т. А. Краткая история технологии с древнейших времен до 1900 г. — Оксфорд, 1960. — 782 с.

17. Дятчин Н. И. История развития техники: Справочное пособие. Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 1999. — 57 с.

18. Евдокимов В. Д., Полевой С. Н. От молотка до лазера. — М.: Знание, 1987. — 192 с.

19. Ермаков Ю. М. От древних ремесел до современных технологий. — М.: Просвещение, 1992. — 127 с.

20. Загорский Ф. Н. Очерки по истории металлорежущих станков до середины 19 в. — М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1960. — 261 с.

✓ 21. Иванов Б. И., Чешев В. В. Становление и развитие технических наук. — Л.: Наука, 1977. — 262 с.

22. История техники / Авт.: Зворыкин А. А., Осьмова Н. И., Чернышев В. А., Шухардин С. В. Под ред. Милонова Ю. К. — М.: Соцэкгиз, 1962. — 576 с.

23. Кириллин В. А. Страницы истории науки и техники. — М.: Наука, 1989. — 494 с.

24. Конфедератов И. Я. Новые идеи и методы в педагогике высшей школы. — М.: Знание, 1969. — 28 с.

25. Конфедератов И. Я. Формирование истории техники как научной дисциплины / Вопросы истории естествознания и техники 1975. 1(50). — С. 19–25.

26. Конфедератов И. Я. Предмет и метод истории техники. — М.: МЭИ, 1956. — 22 с.

27. Конфедератов И. Я. Иван Иванович Ползунов. — М.-Л.: Госэнергоиздат, 1951. — 296 с.

✓ 28. Копылов В. Е. Бурение?.. Интересно! — М.: Недра, 1981. — 160 с.

29. Краткий политехнический словарь / Гл. ред. проф. Ю. А. Степанов. — М.: Гос. изд-во техн.-теор. литерат., 1956. — 1136 с.

30. Мезенин Н. А. Повесть о мастерах железного дела. — М.: Знание, 1973. — 224 с.

31. Мелещенко Ю. С. Техника и закономерности ее развития. — Л.: Лениздат, 1970. — 248 с.

32. Ожегов С. И. Словарь русского языка / Под ред. Н. Ю. Шведовой. — М.: Рус. яз., 1985. — 797 с.

33. О преподавании истории науки и техники в высших учебных заведениях: Приказ министра высшего образования СССР от 14.02.48 г. / Бюл. Мин-ва высш. образования СССР. 1948. 2. С. 9–10.

34. Орлов В.И. Трактат о вдохновении, рождающем великие изобретения. Изд. 2-е. — М.: Знание, 1980. — 336 с.

35. От махин до роботов (в 2-х кн.): Очерки о знаменитых изобр., отрывки из докум., научн. статей, воспомин., тексты патентов. — М.: Современник, 1990.

36. Очерки истории техники в России. 1861–1917 гг. (Горное дело, металлургия, энергетика, электротехника, машиностроение). — М.: 1973. — 375 с.

37. Политехнический словарь / Гл. ред. акад. А.Ю. Ишлинский. — 2-е изд. — М.: Сов. энциклопедия, 1980. — 656 с.

38. Преподавание истории науки и техники в вузах / Вестн. высш. школы. 1948. 3. — с. 37–38.

39. Рожен А.П. Ученый, инженер и сто веков. — М.: Знание, 1975. — 144 с.

40. Савельев Н. Я. Сыны Алтая и Отечества: Ч. I — Барнаул: Алт. кн. изд-во, 1985. — 376 с.

41. Савельев Н. Я. Сыны Алтая и Отечества: Ч. II. Механикус Иван Ползунов. — Барнаул: Алт. кн. изд-во, 1988. — 336 с.

42. Семенов С. А. Развитие техники в каменном веке. — Л.: 1968. — 356 с.

43. Силин А. А. Трение и его роль в развитии техники. — М.: Наука, 1983. — 176 с.

44. Словарь иностранных слов. — 9-е изд., испр. — М.: Рус. яз., 1982. — 608 с.

45. Советский энциклопедический словарь / Гл. ред. А.М. Прохоров. — 3-е изд. — М.: Сов. энциклопедия, 1985. — 1600 с.

46. Техника в ее историческом развитии. От появления ручных орудий труда до становления техники машинно-фабричного производства / Отв. ред. С.В.Шухардин. — М.: Наука, 1979. — 416 с.

47. Успенский П.П. Из истории отечественного машиностроения. — М.: Машгиз, 1952. — 82 с.

48. Флунке Ф. От каменного сверла до спирального / Машиностроитель. 1934. 2.

49. Фолта Я., Новы Л. История естествознания в датах: Хронол. обзор / Пер. со словац. Гельмана З.Е. — М.: Прогресс, 1987. — 494 с.

50. Шапозалов Е.А. Общество и инженер: Философско-социологические проблемы инженерной деятельности. — Л.: Изд-во Ленинградского ун-та, 1984. — 181 с.

51. Шухардин С.В. История науки и техники. Ч. 1, 2. — М., 1974. — 280 с.

ХРОНОЛОГИЧЕСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ

1. ПЕРВОБЫТНАЯ ТЕХНИКА (до 4 тыс. до н. э.)

- ♦ 800–400 тыс. до н. э. (дошелльская культура) — Зарождение техники обработки камня и применение эолитов.
- ♦ 400–100 тыс. до н. э. (шелльская культура) — Изготовление каменных рубил и отцепов, сооружение шалашей и применение «дикого огня».
- ♦ 100–40 тыс. до н. э. (мустьерская культура) — Изготовление сложных орудий (каменных топоров, копий, дротиков); овладение техникой сверления и добывания огня трением.
- ♦ 40–12 тыс. до н. э. (поздний палеолит) — Изготовление каменных и костяных орудий в оправах и с рукоятями, механических ловушек и копьеметалок.
- ♦ 12–7 тыс. до н. э. (мезолит) — Изготовление микролитов, изобретение лука и стрел, рыболовного крючка и сетей, лодок-однодревков и волокуш.
- ♦ 7–4 тыс. до н. э. (неолит) — Изобретение коловорота, колеса, мотыг, серпов и зернотерок; зарождение ткачества, производства кирпича и гончарных изделий; строительство землянок и свайных жилищ.

2. Античная техника (4 тыс. до н. э. — V в.)

- ♦ 4–3 тыс. до н. э. (каменно-медный век) — Освоение литья,ковки и термической обработки металлов; изобретение гончарного круга и повозки с колесами. Возникновение прядения и ткачества, строительство наземных жилищ, зарождение ремесленного производства.
- ♦ 3 тыс. — нач. 1 тыс. до н. э. (бронзовый век) — Освоение металлургии бронзы и производства бронзовых изделий, начало добычи камня и руды в шахтах. Возникновение городов, строительство водопроводов, ирригационных и водоподъемных устройств, сооружение пирамид в Египте. Изобретение солнечных часов и колеса со ступицей, развитие водного и гужевого транспорта, появление финикийского алфавита (18 в. до н. э.).

- ♦ 1580 г. до н. э. — Совершенствование искусственной воздухоудки в Египте.
- ♦ 1400 г. до н. э. — Разработка способа получения железа и метода его поверхностной закалки в Армении.
- ♦ 1 тыс. лет до н. э. — Освоение железа скифами Причерноморья, начало железного века в Европе.
- ♦ 9–7 вв. до н. э. (железный век) — Распространение металлургии железа и изготовления железных орудий и оружия.
- ♦ 8 в. до н. э. — Кузнец Главк из Хиоса (Греция) изобрел способ соединения металлических изделий пайкой вместо клепки.
- ♦ 6 в. до н. э. — Появление токарного станка.
- ♦ 5 в. до н. э. — Появление ручной мукомольной мельницы, состоящей из вращающегося и неподвижного жерновов.
- ♦ 4 в. до н. э. — Применение Феодором (о.Сомоса) токарного станка с ножным приводом через кривошип для обработки металлических изделий.
 - Начало строительства Великой китайской стены.
 - Появление календаря.
 - Появление (в Индии) взрывчатых веществ и их боевое применение (против войск А.Македонского).
- ♦ 3 в. до н. э. — Первое упоминание о компасе в китайской летописи. 2 в. до н. э. — Изобретение бумаги.
 - Появление пергамента (в г.Пергам).
 - Появление рукописи «Арифметика» в Китае.
 - Изобретение астролябии для определения положения небесных светил.
- ♦ 2–1 вв. до н. э. — Годы жизни (приблизительно) Ктесибия (Ктезибия) — греческого механика из Александрии, который изобрел:
 - поршневой пожарный насос,
 - водяные поплавковые часы,
 - водяной орган (гидравлос).
- ♦ 287–212 до н. э. — Годы жизни Архимеда — греческого математика и механика, который изобрел:
 - «архимедов винт»,
 - полиспаст,
 - зубчатое колесо,
 - военные метательные машины.
- ♦ 1 в. до н. э. — Римский архитектор М.В. Поллион (во второй половине века) издал свой трактат «Десять книг об архитектуре».
- ♦ I в. — Герон Александрийский описал храмовые и театральные автоматы.

- ♦ II в. — Чжан Хэн изобрел сейсмограф.
- ♦ 102 — Цай (Чай) Лунь изобрел способ получения бумаги из древесной коры, конопли и тряпья.
- ♦ II—III вв. — Появление водяных мельниц в Китае.
- ♦ III в. — Получение фарфора в Китае
- ♦ IV в. — Производство ракет для фейерверков в Китае.

3. СРЕДНЕВЕКОВАЯ ТЕХНИКА (V—XVI вв.)

- ♦ 536 — Изобретение «судовой мельницы» в Риме.
- ♦ VI в. — Начало применения сыродутных горнов на Руси.
- ♦ VII в. — Появление зажигательного состава — «греческого огня».
- ♦ VIII в. — Применение печатания с помощью ксилографии в Корее.
 - Начало применения «печатных досок».
 - Появление первых производственных цехов в Византии.
 - Распространение гончарного круга на Руси.
 - Создание кириллицы — славянской азбуки (братьями Кириллом и Мефодием).
- ♦ IX в. — Появление ветряных мельниц (в Афганистане).
- ♦ X в. — Появление ветряных мельниц в Европе.
 - Применение паруса для передвижения по суше (в 907 г. князем Олегом).
- ♦ XI в. — Попытки печатания книг с помощью ксилографии Би Шеном.
 - Применение Би Шеном глиняных литер для печати.
 - Начало применения бумаги в Западной Европе.
- ♦ XII в. — Появление пороховых ракет в Китае.
 - Установление первой меры длины — ярда (в 1101 г. королем Генрихом I).
- ♦ XIII в. — Появление в Европе часов башенного типа с одной стрелкой.
 - Первое описание цифр (в 1202 г. Леонардо Пизанским в «Книге абака»).
 - Появление шелкокрутильных машин в Италии.
 - Начало изготовления оптических стекол для очков в Венеции.
 - Применение в Корее букв-литер из бронзы.
 - Начало применения пороховых орудий (мортир и бомбард) для метания камней (в 1247 г. при осаде г. Севилья в Испании, в 1259 г. — г. Мибеллу в Италии).
- ♦ XIV в. — Появление в середине века доменных печей в Европе.

- Появление пороха в Европе.
- Освоение ксилографии (гравюры на дереве) для печати.
- Появление «итальянских карандашей».
- Появление в Европе вертикально-расточных станков для удаления неровностей в каналах пушечных стволов.
- Появление первых пороховых заводов (в 1340 г. в Страсбурге, в 1348 г. в Лейпциге).
- ♦ XV в. — И. Гутенберг из Майнца в 1440 г. изготовил металлические матрицы для отливки букв-литер из свинцового сплава и напечатал (1444–47) первую книгу (Библию).
- Появление мануфактурного производства в Западной Европе.
- Появление самопрялок в Германии.
- Первое упоминание (в 1480 г. в немецкой рукописи) о резцедержателе (немеханизированном суппорте).
- Появление водяного колеса.
- Применение (1485 г.) заточного станка с приводом песчаникового круга ножной педалью с помощью кривошипного механизма.
- Появление в Европе усовершенствованной 4-колесной повозки-карейты
- Начало отделения ручного огнестрельного оружия от артиллерии.
- Применение в артиллерии зажигательных и разрывных ядер (бомб).
- Р. Вальтурио (в 1460 г.) разработал проект подводного судна с гребными колесами, приводимыми в движение мускульной силой.
- Первое сведение, появившееся в 1480 г. в Германии о самопрялках, имеющих приводное колесо, мотовило и шпульку. Проекты Леонардо да Винчи:
 - боевой пушечной повозки (1483),
 - огнестрельного нарезного оружия,
 - станка для насечки напильников,
 - станка для прядения и свивки канатов,
 - станка для нарезания винтов,
 - прокатного стана, волочильного стана,
 - тангенциальной турбины,
 - центробежного насоса,
 - гидравлического пресса,
 - вертолета (1475),
 - парашюта.
- Широкое применение способа обогащения руд перед плавкой.

- Изобретение в Германии нарезного ружья — винтовки.
- Начало перехода от гребного флота к парусному.
- Изобретение И.Хенленом в Германии карманных часов с приводом от плоской пружины.
- ◆ XVI в. — в Испании (в начале века) появились мушкеты — крупнокалиберные фитильные ружья для стрельбы с подставки.
- Начало строительства шоссейных дорог в Европе.
- Применение компаса поморами в России.
- Появление (первоначально в Англии) дилижанса — многоместного крытого экипажа для перевозки почты, пассажиров и багажа.
- Голландия становится «страной ветряных мельниц».
- Французом Ж. Бессоном описаны копировальные станки для изготовления изделий из дерева и кости.
- Изобретение Д.Кардано в Италии карданного механизма.
- Распространение книгопечатания в Европе (1517—19 гг. «Псалтирь» Ф. Скорины, в 1564 г. «Апостол» И.Федорова и П.Мстиславца и др.).
- Применение колесных лафетов к орудиям.
- Появление графитных карандашей.
- Появление верхнебойных водяных колес на рудниках Европы.
- Применения махового колеса в машинах и механизмах.
- Изобретение фитильного пистолета (в середине века) К. Ветелли в Италии.
- Построена (в последней четверти века) лондонская насосная установка для снабжения города питьевой водой.
- В Испании (в конце века) появились галлеоны — четырехмачтовые торговые и военные суда грузоподъемностью до 400 т.
- Бронзовые орудийные стволы заменяются чугунными, а на смену литым из стали приходят кованые.
- Итальянец Д. Порта сконструировал усовершенствованную «камеру-обскура».
- Появление в Голландии станка для производства шелковых лент.
- ◆ 1517 — Изобретение И. Кифусом в Нюрнберге кремневого колесцового ружейного замка.
- ◆ 1537 — Публикация труда Н. Тарталья «Новая наука», посвященной механике и баллистике.
- ◆ 1540 — Публикация в Италии книги В. Бирингуччо «Пиротехника», посвященной горному делу, металлургии и гончарному производству.

- ♦ 1543 — Публикация сочинения Н. Коперника «Об обращении небесных сфер», в котором обоснована гелиоцентрическая система мира.
- ♦ 1548 — Начало применения взрывных работ (при расчистке фарватера р. Неман).
- ♦ 1556 — Издание в Германии 12-томного труда Агриколы (Г. Бауэра) «О горном деле и металлургии».
- ♦ 1564 — Первое упоминание о «бумажной мельнице» в России.
- ♦ 1565 — Ж. Бессон изобрел «держалку» для резца токарного станка.
- ♦ 1586 — Андрей Чохов отлил «Царь-пушку».
— С. Стевин опубликовал книгу «Начала статики».
- ♦ 1589 — В. Ли в Англии сконструировал первый трикотажный (вязальный) станок.
- ♦ 1590 — З. Янсен изобрел микроскоп с линзами.
- ♦ 1597 — Г. Галилей изобрел первый термометр с открытой трубкой.
- ♦ 1600 — Публикация работы американца У.Джилльберта «О магните, магнитных телах и о большом магните-земле».

4. Техника эпохи мануфактурного производства (XVII в. — 1760 г.)

- ♦ XVII в. — В г. Байонна (во Франции) во второй половине века был изобретен ружейный штык («байонет»).
- В Голландии в конце века изобретен деревянный однолемешный конный плуг.
- ♦ 1601 — Д. Порта установил возможность получения разряжения путем конденсации пара в замкнутом сосуде.
- ♦ 1609 — Г. Галилей сконструировал микроскоп и телескоп с 32-кратным увеличением.
- ♦ 1614 — Русский акад. Линкеев ввел термин «микроскоп».
- ♦ 1615 — В России была впервые изготовлена бронзовая нарезная пицаль с клиновым затвором.
- ♦ 1619 — Англичанин Дод Додлей получил патент на способ выплавки чугуна с применением каменного угля.
- Джон Непер в Шотландии опубликовал работу «Устройство удивительной таблицы логарифмов».
- ♦ 1620 — В металлургии Германии стали использоваться деревянные воздуховодные меха, приводящиеся в действие водяным колесом.

- Швейцарец Бюрги опубликовал книгу «Арифметические и геометрические таблицы прогрессий».
- ◆ 1623 — В Англии введено патентное право на изобретения.
- ◆ 1627 — К. Вейндл впервые применил порох для подземных взрывных работ на Банско-Штявницких рудниках в Словакии.
- ◆ 1637 — Появление первых доменных печей в России (под Тулой).
- ◆ 1641 — Б. Паскаль сконструировал «суммирующую машину».
- ◆ 1644 — Э. Торричелли открыл существование атмосферного давления и вакуума («торричеллиевой пустоты»).
- Француз Мерсени предложил идею изготовления металлического судна.
- ◆ 1650 — Немецкий физик Отто фон Герике изобрел электростатический генератор, воздушный насос и осуществил опыт с «магдебургскими полушариями».
- ◆ 1657 — Нидерландский ученый Х. Гюйгенс изобрел маятниковые часы с балансиrom и анкерным спуском.
- ◆ 1662 — В Париже появился омнибус — многоместная конная карета в качестве общественного транспорта.
- ◆ 1663 — Б. Паскаль открыл закон, названный его именем, и обосновал идею гидравлического пресса.
- ◆ 1667 — Немецкий ученый Г. Лейбниц изобрел счетную машину.
- ◆ 1668 — В Китае создан первый фрезерный станок для обработки плоскостей.
- ◆ 1673 — Х. Гюйгенс представил проект «порохового двигателя», прообраз д.в.с.
- ◆ 1675 — Х. Гюйгенс установил законы колебания физического маятника и написал книгу «Маятниковые часы».
- Поляк Т. Бураттини предложил метр в качестве меры длины.
- ◆ 1678 — Француз де Женн изобрел первый механический ткацкий станок с приводом от водяного колеса.
- ◆ 1679 — Телен изобрел прибор для обнаружения залежей сильномагнитных руд.
- ◆ 1681 — Француз Д. Папен изобрел «Папенов котел», прототип «скароварки».
- ◆ 1682 — В Марли (под Парижем) запущена насосная станция с приводом от 13 водяных колес.
- ◆ 1690 — Д. Папен построил первую пароатмосферную поршневую машину и описал пароатмосферный цикл.

- ♦ XVII-XVIII вв. — Во Франции вышла книга Ш. Плумье «Искусство точения», в 1716 г. переведенная на русский язык.
- ♦ XVIII в. — Д. Папен построил паровую лодку.
- ♦ XVIII в. — В середине века был разработан способ ударно-штангового бурения.
- ♦ 1705 — Т. Ньюкомен в Англии построил пароатмосферную машину для откачки воды из шахт.
- ♦ 1708 — Англичанин А. Дерби (старший) применил отливку чугуна в песчаные формы.
- ♦ 1709 — Немецкий физик Г. Фаренгейт изобрел спиртовый, а затем ртутный метры и предложил температурную шкалу, названную его именем.
- ♦ 1711 — Т. Ньюкомен усовершенствовал паровую машину для привода шахтных насосов, отделив паровой котел от цилиндра.
- ♦ 1712 — В. Генин построил на Олонецком заводе вододействующую установку, состоящую из пилы для отрезки прибылей, горизонтально-сверильного станка и станка для наружной обработки пушечных стволов.
- ♦ 1713 — А. Дерби (старший) частично заменил древесный уголь на каменный в доменной плавке.
- ♦ 1714 — Марк Сидоров построил на ТОЗе первые вододействующие машины и 12-шпиндельные «вертельные» станки для сверления ружейных стволов.
 — Яков Батишев создал на ТОЗе 24-шпиндельные сверильные станки.
 — Англичанин Г. Милль изобрел первую машинку для печатания букв, прототип пишущей.
- ♦ 1716 — Швед Э. Сведенборг предложил проект судна на воздушной подушке.
- ♦ 1718 — Г. Бейтон в Англии построил паровую машину с автоматическим регулированием и предохранительным клапаном для котла.
- ♦ 1727 — Немец Шульце установил светочувствительность солей серебра.
- ♦ 1730-е гг. — В Шотландии начал применяться плуг с металлическим лемехом и отвалом.
- ♦ 1733 — Джон Кей изобрел механический (самолетный) челнок.
- ♦ 1733-37 — Дюфе создал прибор для измерения электричества.
- ♦ 1735 — Джон Уайетт в США изобрел первую механическую прядильную машину.

- Англичанин А. Дерби (младший) применил кокс для доменной плавки.
- ♦ 1735 — И.Ф. Моторин и его сын отлили «Царь-колокол».
- ♦ 1736 — Д. Хулл создал паровое судно с машиной Ньюкомена и лопастными колесами.
- ♦ 1739 — П. Мушенбрук создал первый систематический курс физики.
 - А.К. Нартов:
 - построил в 1724 г. зубо-фрезерный станок для нарезания зубчатых колес,
 - построил в 1738 г. токарно-винторезный станок с механизированным суппортом и сменными зубчатыми колесами,
 - построил токарно-копировальный станок,
 - создал станки для сверления канала пушечного ствола и обточки цапф,
 - создал многоствольную установку из 44-х 3-фунтовых мортирок.
 - предложил новые способы отливки пушечных стволов и заделки раковин в канале,
 - создал оптический прицел.
- ♦ 1745 — Нидерландский физик П. Мушенбрук изобрел первый электрический конденсатор — «лейденскую банку».
 - Ж.Вокасон создал один из первых ткацких станков с приводом от водяного колеса.
 - Русский акад. Г.В. Рихман изобрел «электрический указатель», прототип электротелеграфа.
- ♦ 1747 — Американец Б. Франклин создал унитарную теорию электричества.
- ♦ 1750 — М.В. Ломоносов опубликовал диссертацию «О движении духа в рудниках примеченном».
- ♦ 1752 — Б. Франклин изобрел молниеотвод и плоский конденсатор.
- ♦ 1753 — М.В. Ломоносов опубликовал исследование «Слово о явлениях воздушных, от электрической силы происходящих».
- ♦ 1752-53 — М.В. Ломоносов и Г.В. Рихман исследовали атмосферное электричество с помощью «громовых машин».
- ♦ 1755 — Д. Уилкинсон в Англии применил паровую машину для привода воздуходувок доменных печей.
- ♦ 1759 — Ф. Эпинус в России опубликовал работу «Опыты теории электричества и магнетизма».

5. ТЕХНИКА ЭПОХИ ПРОМЫШЛЕННОГО ПЕРЕВОРОТА (1760 – 1870 гг.)

- ◆ XVIII в. — Применение в конце века жатвенных машин в Англии и США.
- ◆ 1760 — Р. Глинок построил 30-веретенную машину для прядения льна с приводом от водяного колеса.
 - На механических часах была установлена секундная стрелка. 1760-е гг. — Применение в Англии чугунных рельсов.
- ◆ 1761 — Англичанин М. Мензис спроектировал врубовую машину для добычи угля.
- ◆ 1763 — И.И. Ползунов спроектировал универсальную двухцилиндровую паровую машину непрерывного действия и расточной станок для обработки цилиндров.
 - М.В. Ломоносов опубликовал руководство по металлургии «Первые основания металлургии или рудных дел».
 - Француз Коньо построил «паровую повозку» (автомобиль) для перевозки артиллерийских снарядов, которая в 1769 г. демонстрировалась на улицах Парижа.
- ◆ 1764 — Д. Харгривс построил в Англии прядильную машину периодического действия «Дженни», в которой были механизированы операции вытягивания и закручивания нити.
- ◆ 1765 — Д. Уатт построил паровую машину, в которой цилиндр был изолирован от внешней среды и снабжен конденсатором.
 - И.И. Ползунов построил пароатмосферную машину для привода воздуходушных мехов.
- ◆ 1766 — Кранеджи (братья) переконструировали кричной горн в пламенную печь для выплавки железа.
- ◆ 1769 — Р. Аркрайт получил патент на прядильную машину собственной конструкции.
 - Д. Смитон в Англии предложил цилиндрическую воздушную дувку для доменных печей.
 - Д. Уатт получил патент на конструкцию машины «прямого» действия.
 - В Англии создана механическая трикотажная (вязальная) машина. 1771 — Р. Аркрайт основал в Англии первую прядильную фабрику.
- ◆ 1774 — Открыта «гремучая ртуть».
- ◆ 1775 — Д. Уилкинсон построил горизонтально-расточной станок.
- ◆ XVII–XVIII вв. — И.П. Кулибин разработал проекты:
 - самоходного судна (1804),
 - самобеглой коляски,

- семафорного телеграфа (1794),
- фонаря с зеркальным отражателем (1779) — прототип прожектора,
- лифта,
- гибкого протеза ноги;
- изготовил серию часов уникальной конструкции,
- усовершенствовал шлифовку стекол для оптических приборов,
- разработал проект 298-метрового одноарочного моста через Неву (1773).
- ◆ 1779 — С. Кромптон создал в Англии высокопроизводительную прядильную «мюль-машину».
- Л. Пейл предложил «туринскую свечку» для получения огня.
- ◆ 1780 — Начато применение стальных перьев для письма.
- ◆ 1781 — Француз Жоффруа сделал попытку построить паровод.
- Д. Брама изобрел сверхсекретный «английский замок».
- ◆ 1783 — Монгольфье (братья) совершили первый полет на воздушном шаре (азростате).
- Англичанин Г. Корт запатентовал способ прокатки на вальцах железа фасонного профиля.
- Англичанин П. Онъен предложил способ передела чугуна в железо, близкий к пудлингованию.
- ◆ 1784 — Г. Корт запатентовал метод получения железа пудлингованием и пудлинговую металлургическую печь.
- Д. Уатт получил патент на паровую машину двойного действия.
- ◆ 1780-е гг. — К.Д. Фролов создал на Алтае уникальную трехкаскадную деривационную систему для механизации горных работ.
- Совершенствование технологии передела чугуна в железо.
- Я. Минке в Голландии провел опыты по применению газа для освещения.
- ◆ 1781 — Ш. Кулон опубликовал работу «Теория простых машин» и установил законы сухого трения.
- ◆ 1784 — Ш. Кулон исследовал деформацию кручения нитей и изобрел крутильные весы.
- ◆ 1785 — Ш. Кулон открыл закон, названный его именем.
- Англичанин Э. Картрайт создал механический ткацкий станок с ножным приводом.
- Французский химик К. Бертолле разработал способ отбеливания тканей хлором.

- Англичанин Кук изобрел сеялку.
- Майкл (отец и сын) в Шотландии построили молотилку, рабочим органом которой был барабан с билами.
- Ф. Сальва построил телеграфную линию между Мадридом и Аранхуэсом.
- ◆ 1787 — Д. Уилкинсон построил первое железное парусное судно водоизмещением 70 т.
- ◆ 1791 — Итальянец Л. Гальвани опубликовал работу «О животном электричестве».
- Во Франции введено патентное право на изобретения.
- Француз К. Шапп изобрел электрический телеграф.
- ◆ 1792 — Французским врачом Ж. Гильотеном предложено механическое устройство (гильотина) для обезглавливания.
- В. Мердок в Англии применил газ для освещения.
- ◆ 1793 — Американец Э. Уитни изобрел хлопкоочистительную машину.
- ◆ 1794 — Г. Модсли изобрел «крестовый суппорт» к токарному станку.
- К. Шапп построил линию оптического телеграфа между Парижем и Лиллем.
- Во Франции открыта «Политехническая школа» — первое высшее техническое учебное заведение.
- Француз Ж. Контэ предложил для изготовления карандашных стержней смесь графитового порошка с глиной.
- ◆ 1796 — А. Зенефельд в Германии изобрел литографию.
- ◆ 1797 — Американец О. Эванс получил патент на паровую машину высокого давления.
- Американец Р. Фултон предложил проект деревянной подводной лодки, приводимой в движение мускульной силой экипажа, название которой «Наутилус» использовал Жюль Верн в своем романе.
- ◆ 1799 — Л. Роберт во Франции изобрел бумагоделательную машину.
- ◆ 1800 — Итальянец А. Вольта создал первый химический источник тока («вольтов столб») и открыл контактную разность потенциалов.
- Англичанин Э. Хоуард предложил капсуль-детонатор, наполненный смесью селитры с гремучей ртутью.
- ◆ XVIII в. — В начале века началось внедрение прокатных станов для производства изделий и полуфабрикатов из стали.
- ◆ 1801 — Под Лондоном введена в эксплуатацию первая конная чугунная дорога общественного пользования.

- Француз Ж. Жаккар применил перфокарты для управления нитями основы в изобретенном им механизме ткацкого станка («машины Жаккара»).
- ◆ 1802 — Р. Тревитик построил в Англии паровую машину высокого давления и установил ее на дорожный экипаж.
 - Англичане Т. Веджвуд и Г. Деви открыли светочувствительность бумаги, пропитанной солями серебра.
 - У. Саймингтон построил буксирный катер с машиной Уатта.
 - В.В. Петров открыл электрическую дугу.
- ◆ 1803 — Американец Р. Фултон построил первый пароход и испытал его на р. Сена в Париже.
 - Никсон в Англии применил рельсы из кованого железа.
 - Английский генерал Х. Шрапнел ввел «шрапнельный» снаряд, начиненный картечью и взрывающийся в заданной точке траектории.
- ◆ 1804 — Англичанин Р. Тревитик построил первый паровоз с ременной передачей для перевозки вагонеток с углем.
- ◆ 1805 — О.Эванс создал в США передвижную паросиловую установку (локомобиль).
 - В России пущена в эксплуатацию первая центральная (Мытищинская) система водоснабжения.
 - Стопе изобрел мотыльковую горелку для сжигания газа.
- ◆ 1807 — Р. Фултон построил первый в мире колесный пароход («Клермонт»).
- ◆ 1807–09 — Англичанин Г. Дэви получил с помощью электролиза ряд химических элементов (калий, натрий, стронций, барий, магний).
- ◆ 1808 — Англичанин Б. Донкин запатентовал изготовление стальных перьев.
 - Ф.А. Винзор начал внедрение газового освещения улиц Лондона.
 - Р. Тревитик построил опытную кольцевую железную дорогу в Лондоне.
- ◆ 1809 — П.К. Фролов построил Змеиногорскую конно-чугунную дорогу на Алтае.
- ◆ 1810 — Англичанин Г. Модсли организовал фабричное механизированное производство винтов и гаек.
 - Ф. Кениг и Бауэр создали в Германии плоскопечатную (пишущую) машину.
 - Открыта первая пассажирская железнодорожная линия Ливерпуль — Манчестер.

- 1810–18 — П.Д. Захава создал на ТОЗе ряд оригинальных станков для обработки ружейных стволов (обточка, сверления и др.).
- 1811 — Немец Ф. Моос предложил минералогическую шкалу твердости, названную его именем.
— Белль построил первый пароход в Англии.
- 1812 — В России введено патентное право (привилегия) на изобретения.
— П.Л. Шиллинг в России провел первые опыты по электрическому подрыву мин.
- 1814 — Англичанин Д. Стефенсон построил первый паровоз.
— Р. Фултон в США построил первый военный пароход.
— Л.И. Брусицын создал на Урале машину для промывки золота.
- 1815 — Построен первый в России пароход «Елизавета», открывший регулярные рейсы между Петербургом и Кронштадтом.
— Чех И. Божек построил паровой автомобиль («паровую тележку»).
— Англичанин Г. Дэви изобрел взрывобезопасную шахтерскую лампу.
- 1816 — В Петербурге открыто первое литографическое предприятие.
- 1817 — Начало деятельности А.Д. Засядко в области создания, производства и применения пороховых ракет.
— В Голландии введено патентное право на изобретения.
— Р. Робертс создал строгальный станок.
— Начало применения стеариновых свечей для освещения.
— И.А. Двигубский опубликовал книгу «Начальные основания технологий, как краткое описание работ на заводах и фабриках производимых».
— Немец К. Дрейзе снабдил самокат седлом, назвав его «дрезиной».
- 1818 — Француз Динер запатентовал управляемый беспедальный самокат, назвав его велосипедом.
— В Англии построена железнодорожная линия Дарлингтон — Стоксон протяженностью 61 км.
- 1819 — Американец П. Вуд создал чугунный разборный плуг.
— Первый трансатлантический рейс парохода «Саванна» из Америки в Англию.
- 1820 — Англичанин Д. Нильсон усовершенствовал мотыльковую горелку для сжигания газа.

- Француз Деларю создал лампу накаливания.
- Француз Пексан создал взрывную гранату-бомбу.
- ◆ 1820-е гг. — Начало широкого применения паровых машин для рудничного подъема.
- ◆ 1821 — Немецкий физик Т. Зеебек открыл явление термоэлектротока.
- Француз Деларю создал лампу накаливания.
- ◆ 1822 — Англичанин Г. Огль построил жатвенную машину, работающую по принципу ножниц.
- Англичанин Чергем создал наборную машину для печати.
- В Англии построено первое железное паровое судно.
- Изобретение спирального сверла.
- ◆ 1823 — Братья Дубинины из Моздока создали первую установку для перегонки нефти.
- ◆ 1824 — Английский каменщик Дж. Аспдин изобрел романский цемент.
- ◆ 1825 — Француз Пеке построил грузовик с паровым двигателем и механизмом дифференциала.
- Датский физик Х. Эрстэд впервые получил алюминий в свободном состоянии.
- Д. Стефенсон построил в Англии паровоз «Ракета» с кривошипным приводом на колеса, признанный наиболее удачным.
- Д. Купер в Англии начал производить «каменные спички» с головкой из примесей серы и белого фосфора.
- Англичанин Джеймс предложил конструкцию парового тягача со всеми четырьмя ведущими колесами и передачами через карданные валы.
- Р. Робертс в Англии изобрел автоматическую многоверетенную мюль-машину (сельфактор).
- ◆ 1826 — А. Дальвиль во Франции изготовил нарезной штуцер, заряжаемый с дула.
- Шотландец Белль изобрел жатвенную машину.
- П.Г. Соболевский изготовил партию монет из платины путем прессования и спекания ее порошка, заложив основы порошковой металлургии.
- Чех И. Рассел изобрел гребной винт для парохода.
- ◆ 1827 — И. Дрейзе изобрел «игольчатое ружье».
- Француз Б. Фурниерон построил первую практически пригодную гидравлическую турбину.
- На рудниках Германии начали применяться проволочные канаты, изобретенные В. Альбертом.

- В Англии стали изготавливать спички с головкой из сернистой сурьмы с хлористым калием, изобретенные Д. Валкером.
- ◆ 1828 — В Англии Дж. Гиллотом налажено фабричное производство стальных перьев.
 - Д. Нилсон получил патент на доменный воздухоподогреватель.
- ◆ 1829 — Д. Несмит построил фрезерный станок усовершенствованной конструкции.
 - П.Л. Шиллинг в России разработал систему электромагнитного телеграфа.
 - На Александровском заводе впервые применено горячее дутье при выплавке чугуна.
- ◆ 1830 — В Англии и Франции появились паровые колесные тракторы.
 - Открыта первая в США железнодорожная линия Чарльстон — Огаста.
 - Открыта вторая в Англии железнодорожная линия Ливерпуль — Манчестер.
 - Для взрывных работ начал применяться «огнепроводный» (бикфордов) шнур.
- ◆ 1830-е гг. — Во Франции началось фабричное производство стеариновых свечей.
- ◆ 1830–70 гг. — Время зарождения и первоначального развития электротехники.
- ◆ 1831 — Между Лондоном и Стратфордом впервые организовано регулярное движение паровых многоместных карет (омнибусов).
 - М. Фарадей открыл явление электромагнитной индукции и применил металлографический микроскоп.
- ◆ 1832 — П.Л. Шиллинг создал первый практически пригодный электромагнитный телеграф.
 - Англичанин Дж. Хиткоут получил патент на плуг, который перемещался с помощью троса, наматываемого на ворот стационарной паровой машины.
 - Француз Лефоссе ввел в употребление казеннозарядные охотничьи ружья.
- ◆ 1833 — Американец Д. Дир изготовил цельнометаллический плуг, получивший широкое распространение.
 - Ж.Л. Даггер на основе работ Ж.Н. Ньепса изобрел фотографию.
 - Немец Каммерер разработал технологию производства спичек с головкой из желтого фосфора.

- ♦ 1834 — Черепановы (отец и сын) построили первый в России паровоз собственной конструкции и железную дорогу длиной 3,5 км.
 - Б.С. Якоби изобрел электродвигатель и опробовал его для привода судна (электрохода).
- ♦ 1835 — Англичанин Д. Уитворт запатентовал автоматический токарно-винторезный станок.
 - Швейцарец И.Г. Бодмер получил патенты на карусельный станок для обработки крупных деталей.
 - Построены первые железные дороги в Бельгии и Германии.
 - С.Морзе изобрел телеграфный аппарат.
 - А.А. Саблуков сконструировал центробежный водяной насос и применил центробежный вентилятор собственной конструкции на Чигирском руднике (на Алтае).
 - В Петербурге начало вводиться уличное газовое освещение.
- ♦ 1836 — К.А. Шильдер в России построил первую цельнометаллическую подводную лодку с приводом от мускульных усилий экипажа и первый высказал идею запуска боевых ракет с подводных лодок.
 - Американский конструктор С. Кольт разработал конструкцию револьвера с вращающимся барабаном 5–6 патронов, названного его именем.
 - Англичанин Д. Несмит изобрел поперечно-строгальный станок.
 - И. Дрейзе сконструировал «игольчатое» ружье со скользящим затвором, заряжаемое с казенной части унитарным патроном.
 - Открыт ацетилен.
 - В Петербурге построена экспериментальная телеграфная линия.
- ♦ 1837 — Американец С. Морзе изобрел электромеханический телеграф.
 - Д.А. Загряжский запатентовал гусеничный ход.
 - Началось применение парафиновых свечей.
 - Открыта железнодорожная линия между Петербургом и Царским Селом.
 - Построена первая железнодорожная линия в Австрии.
- ♦ 1838 — С. Морзе разработал телеграфный код — «азбуку Морзе».
 - Англичанин Д. Смит построил первый пароход с гребным винтом.
 - Б.С. Якоби изобрел гальванопластику.

- ♦ 1839 — Англичанин Д. Несмит создал паровой молот, получивший большое распространение.
 - В России открыта Пулковская астрономическая обсерватория.
 - Француз Триже предложил кессонный метод проходки шахтных стволов.
 - Б.С. Якоби создал аппарат для записи телеграфных депеш.
- ♦ 1840 — Тернер в США предложил молотилку, работающую по принципу вычесывания зерна.
 - Для оплаты почтовых отправок выпущены две первые марки «черный пенни» и марка в 2 пенса.
 - П.П. Аносов изобрел машину для промывки золотоносного песка.
- ♦ 1841 — П.П. Аносов опубликовал книгу «О булатах».
- ♦ 1842 — Англичанин У. Хенсон получил патент на летательный аппарат с паровым двигателем для перевозки пассажиров и почты.
 - Н.Н. Зинин синтезировал анилин из нитробензола.
 - Совершено первое кругосветное путешествие на пароходе.
- ♦ 1845 — Немец Миниус построил первый велосипед с педалями.
 - Р. Томпсон изобрел пневматические шины.
- ♦ 1846 — Немец К. Шенбейн в Швейцарии получил пироксилин.
 - В США начато строительство элеваторов.
- ♦ 1847 — итальянец А. Собrero изобрел нитроглицерин.
 - К.И. Константинов приступил к совершенствованию конструкции боевых пороховых ракет.
- ♦ 1848 — Немец Дэлен создал универсальный прокатный стан.
- ♦ 1849 — Француз Л. Флобер предложил латунную ружейную гильзу.
 - Американец Коуч создал перфоратор, приводимый в действие паром и водой.
- ♦ 1850 — В США выдан первый патент на машину для уборки хлопка.
 - Англичанин Парри изобрел загрузочное устройство для доменной печи.
 - Англичанин Д. Никольсон разработал проект паровой машины системы «Компаунд».
 - К.И. Константинов создал ракетный электробаллистический маятник.
- ♦ 1850-е гг. — Внедрение в США и Европе ротационных печатающих машин.
 - Появление в Англии штанговых врубковых машин.
 - Внедрение молотилок американца Тернера.

- Распространение южнорусского цельнометаллического плуга Э.П. Шумана.
- ♦ 1851 — Д. Уитворт впервые ввел систему взаимозаменяемости винтовой резьбы, сконструировал измерительную машину и систему калибров, положив начало развитию унификации и стандартизации.
 - Завершено сооружение железной дороги Петербург — Москва, протяженностью 650 км.
 - Братья Лундстрем в Швеции начали производство безопасных («шведских») спичек.
- ♦ 1852 — Француз А. Жиффар впервые совершил полет на дирижабле с паровым двигателем.
- ♦ 1854 — В Лондоне появилась пневматическая почта.
- ♦ 1856 — Г. Бессемер в Англии запатентовал конвертерный («бессемеровский») способ передела чугуна в сталь и изобрел агрегат для его осуществления.
 - П.М. Обухов разработал способ производства высококачественной литой стали для артиллерийских орудий.
- ♦ 1857 — Англичанин Ф. Хаутон разработал способ получения целлюлозы обработкой древесной массы горячим раствором каустической соды.
 - Англичанин Э. Каупер разработал способ подогрева воздуха отходящими газами доменной печи в «кауперах».
 - Француз Соммелле изобрел бурильный молоток — портативный пневматический перфоратор.
- ♦ 1859 — Г.Д. Романовский разработал бурильную паровую машину.
 - В.С. Пятов разработал способ прокатки броневых плит.
- ♦ 1859-64 гг. — строительство Суэцкого канала.
- ♦ 1860 — Француз Э. Ленуар создал первый практически пригодный газовый двигатель внутреннего сгорания («хлопушку»).
 - Г. Уилсон получил изопрен — сырье для получения синтетического каучука и производства резины.
 - Американец К. Спенсер получил патент на многозарядную магазинную винтовку.
 - В Петербурге появилась конножелезная дорога (конка).
 - Во Франции начато производство ферросплавов.
- ♦ 1860-70-е гг. — Английский физик Джеймс Максвелл создал теорию электромагнитного поля и предсказал существование электромагнитных волн.
- ♦ 1862 — Француз Д. Роша выдвинул идею использования д.в.с. для безрельсового транспорта.

- А. Нобель изобрел взрывчатое вещество глицерин.
- ◆ 1863 — Швед А. Нобель изобрел динамит.
 - Американец У. Буллон построил ротационную печатную машину.
 - В Лондоне пущена в эксплуатацию первая линия подземной железной дороги (метро).
 - Д.И. Менделеев предложил использовать трубопровод для перекачки нефти с промыслов к нефтеперерабатывающим заводам.
- ◆ 1864 — Француз П. Мартен разработал способ получения литой стали в пламени регенеративной (мартеновской) печи.
 - Француз Кувре построил многоковшовый экскаватор на железнодорожном ходу, который использовался при проходке Суэцкого канала.
 - М.О. Бритнев построил первый ледокол, курсировавший между Кронштадтом и Ораниенбаумом.
- ◆ 1865 — Инженер Иваницкий предложил использовать для подъема нефти вместо желонки глубинный поршневой насос.
 - Англичанин Д. Максвелл разработал электромагнитную теорию света.
- ◆ 1866 — Вступили в строй трансатлантические кабельные линии, соединяющие Англию и США.
- ◆ 1867 — Француз К. Адер построил быстроходный катер (глиссер).
 - А. Нобель изобрел гремучертутный капсюль-детонатор и получил патент на производство динамита.
 - Э. Сименс в Германии создал электромашинный генератор с самовозбуждением.
 - Американец К.Л. Шоулз разработал удачную конструкцию пишущей машинки и продал свой патент Ремингтону.
 - Создан спальный вагон типа «пультман».
 - Создано велосипедное колесо с металлическими спицами.
- ◆ 1868 — Начало фабричного производства велосипедов во Франции.
 - Француз Д. Орон изобрел цветную фотографию.
 - Д.К. Чернов открыл критические точки фазовых превращений стали (точки Чернова).
 - А.Р. Власенко построил жнею-молотилку (комбайн) с лошадиной тягой.
- ◆ 1869 — Бельгиец З. Грамм разработал практически пригодный генератор постоянного тока с кольцевым якорем.
 - Д.И. Менделеев открыл периодический закон химических элементов.

- Д. Хайет в США получил первую пластмассу (целлулоид).
- В конструкции велосипеда появились шарикоподшипники и металлическая рама.
- ♦ 1870 — И.А. Тиме защитил диссертацию на тему «Сопrotивление металлов и дерева резанию».
- В велосипеде начала применяться цепная ускоряющая передача.
- М.И. Алисов построил наборно-печатную машину.
- ♦ 1870-е гг. — Немец В. Сименс сконструировал электродутую печь для плавки стали.
- В Г. Шухов предложил использовать сжатый воздух (эрлифт) для подъема нефти из скважин.
- ♦ 1872 — А.Н. Лодыгин изобрел угольную лампу накаливания.
- Т. Эдисоном в США была основана первая промышленная исследовательская лаборатория.
- ♦ 1873 — Х. Спенсер в США создал первый станок-автомат на базе токарно-револьверного станка.
- ♦ 1874 — В.Т. Однер в России сконструировал и запатентовал (1878) арифмометр (машину Однера).
- ♦ 1875 — П.Н. Яблочков изобрел дуговую лампу (свечу Яблочкова).
- Немец Ф. Рело впервые сформулировал основные вопросы структуры и кинематики машин и механизмов.
- ♦ 1876 — Ф.А. Пироцкий выполнил опыты по передаче электроэнергии на расстояние.
- В Петербурге демонстрировался полет самолета А.Ф. Можайского.
- Брандте изобрел гидравлический перфоратор ударно-вращательного действия.
- Немец Н. Отто создал 4-тактный газовый двигатель внутреннего сгорания.
- В США построен паровой трактор.
- В американском городе Локпорт построена центральная станция для отопления 200 домов.
- Электрическая «свеча Яблочкова» была использована для освещения парижского универсального магазина «Лувр».
- ♦ 1877 — Д.И. Менделеев выдвинул идею постройки магистральных нефтепроводов для перекачки нефти на дальние расстояния.
- Американец Джерри создал цепную врубовую машину.
- Американец Т. Эдисон создал фонограф.
- ♦ 1878 — И.А. Вышнеградский основал теорию автоматического регулирования.

- Англичанин С. Томас предложил способ передела фосфористого чугуна в сталь путем продувки его в конверторе с огнеупорной футеровкой (Томасовский способ).
- Француз Д. Пайва решил проблему передачи изображения на расстояние.
- В США, в Нью-Хейвене, создана телефонная станция.
- ♦ 1879 — Американец Т. Эдисон усовершенствовал лампу накаливания.
 - Немец К. Бенц изобрел двухтактный двигатель.
 - Ф.А. Блинов получил патент на «паровоз с бесконечными рельсами» (на гусеничном ходу).
 - И.П. Кулибин создал фонарь с зеркальным отражателем (прожектор).
 - Создана первая бурильная машина.
- ♦ 1880 — Ф.А. Пироцкий создал первый трамвай, установив электромотор в вагоне петербургской конки.
 - Американец А. Тейлор установил эмпирически режимы резания на токарных станках.
 - П.И. Бахметьев, независимо от Д. Пайва, решил проблему передачи изображения на расстояние.
 - Француз П. Кюри открыл пьезоэлектрический эффект.
- ♦ 1880-е гг. — Н.П. Петров и англичанин О. Рейнольдс заложили основы гидродинамической теории смазки.
 - Г. Холлерит создал вычислительную машину «Табулятор» для автоматизации процесса обработки данных с перфокартами в качестве носителей информации.
- ♦ 1881 — Н.И. Кибальчич разработал проект реактивного летательного аппарата (ракетоплана).
 - А.Ф. Можайский получил патент на изобретенный им «воздухоплавательный снаряд» (самолет).
- ♦ 1882 — Н.Н. Бенардос разработал метод сварки при помощи электрической дуги, возбуждаемой между угольным электродом и изделием.
 - Т. Эдисон построил в США первую электростанцию для освещения улиц.
- ♦ 1883 — Американец Х. Максим изобрел станковый пулемет «Максим».
 - П.Л. Чебышев изобрел арифмометр непрерывного действия.
 - Американец Т. Эдисон обнаружил явление термоионной эмиссии.
 - Н.П. Петров опубликовал работу «Трение в машинах и влияние на него смазывающей жидкости».

- Англичанин Ф. Гальтон изобрел «ультразвуковой свисток».
- ◆ 1884 — Француз П. Вьель изобрел бездымный порох.
 - И. Костович построил 8-цилиндровый бензиновый двигатель для дирижабля.
 - В Англии пущена первая электростанция переменного тока.
 - Француз И. Шардоне открыл метод получения искусственного шелка.
 - По схеме Ф.А. Пирозкого в Брайтоне построена электрифицированная железная дорога с питанием электровоза от одного из рельсов.
 - Американец А.Г. Белл изобрел телефонный аппарат.
 - Самолет А.Ф. Можайского поднялся в воздух с человеком на борту.
- ◆ 1885 — Англичанин Д. Коуэн создал бронированный паровой пушечный автомобиль.
 - Англичанин Ч. Парсонс создал реактивную турбину многоступенчатого типа.
 - И.А. Тиме опубликовал труд «Основы машиностроения».
- ◆ 1886 — Немец К. Бенц получил патент на трехколесный автомобиль с бензиновым двигателем.
 - Немец Г. Даймлер поставил бензиновый д.в.с. на 4-колесную коляску и испытал моторный катер «Неккар».
 - Американец Ч. Холл и француз П. Эру разработали электрический способ получения алюминия.
- ◆ 1887 — Француз Э. Тюрпен получил бризантное взрывчатое вещество тринитрофенол (мелинит, шимоза).
 - Немец Г. Герц открыл внешний фотоэффект.
 - Р. Бош в Германии создал магнето.
- ◆ 1888 — Н.Г. Славянов разработал метод сварки металлическим электродом.
- ◆ 1889 — Немецкий физик Г. Герц экспериментально доказал существование электромагнитных волн.
 - Ф.А. Блинов построил и испытал паровой гусеничный трактор.
 - Немец Э. Берлинер изготовил целлулоидную граммофонную пластинку.
 - Американец Х. Максим основал в Германии пушечный завод.
 - А.Г. Эйфель построил в Париже металлическую башню высотой 305 м.

- М.О. Доливо-Добровольский создал трехфазный асинхронный электродвигатель и трансформатор.
- Швед К. Лаваль создал активную паровую турбину.
- Г. Даймлер в Германии разработал конструкцию двухцилиндрового двигателя, построил автомобиль и показал его на Парижской всемирной выставке.
- ♦ 1890 — А.Г. Столетов исследовал внешний фотоэффект и открыл первый его закон.
- Серб Н. Тесла создал генератор переменного тока.
- А. Нобель разработал взрывчатую желатину, основной компонент желатиновых динамитов.
- Шотландцы Данлоп (отец и сын) применили резиновые пневматические шины на автомобилях.
- ♦ 1891 — М.О. Доливо-Добровольский осуществил передачу трехфазного тока.
- В России выдан патент на конструкцию судна на подводных крыльях.
- Голландец В. Депель и американец Марвин создали электрический перфоратор для бурения.
- С.И. Мосин создал 7,62-мм магазинную трехлинейную винтовку.
- Немец О. Лилиенталь начал полеты на планерах собственной конструкции.
- В.Г. Шухов и С.П. Гаврилов получили патент на установку для крекинга нефти.
- ♦ 1892 — В Германии построен первый пожарный автомобиль.
- ♦ 1893 — А.К. Калери в России разработал проект машины «Землерой» для проходки тоннелей, добычи руды и каменного угля.
- К.А. Зворыкин опубликовал книгу «Работа и усилие, необходимые для отделения металлических стружек».
- Получен карбид вольфрама.
- ♦ 1895 — А.С. Попов создал радиоприемник и «грозоотметчик».
- братья Французы Люмьеры изобрели киноаппарат для съемки и демонстрации «движущихся фотографий» (кинофильмов).
- ♦ 1896 — Згленницкий и Лебедев (1898) предложили способ морского свайного бурения.
- В США разработана головная шахтерская электрическая лампа, питаемая от портативной электробатареи.
- Американцы Ф.У. Тейлор и Уайт создали быстрорежущую сталь.
- Американцы Э. Харту и Парру разработали проект трактора с д.в.с.

- Г. Холлерит в США основал фирму по выпуску вычислительной техники и перфокарт (будущую IBM).
- Американцы Е. Фельт и Р. Тарран создали клавишный счетный прибор (калькулятор).
- Французский физик А. Беккерель открыл радиоактивность солей урана.
- ♦ 1897 — Немец Р. Дизель создал дизельный двигатель внутреннего сгорания.
- В Баку испытан эрлифт, изобретенный В.Г. Шуховым.
- Г. Лейнер разработал портативный молотковый перфоратор (отбойный молоток).
- Немец К.Ф. Браун сконструировал электроннолучевую трубку.
- Английский физик Д. Томсон открыл электрон и определил (1898) его заряд.
- В США начато бурение подводных скважин.
- ♦ 1898 — К.П. Боклевский предложил идею установки д.в.с. на судах.
- М. Склодовская-Кюри и П. Кюри открыли явление радиоактивного распада и открыли полоний и радий.
- К.Г. Симченко и П.В. Валицкий создали турбобур.
- ♦ 1899 — В.Н. Дедов создал станок для электрического бурения.
- Словак А. Стодола завершил разработку теории автоматического регулирования.
- Немецкий физик М. Планк основал квантовую теорию излучения.
- Итальянец Э. Стассано и француз П. Эру создали электродуговую печь для плавки металла.
- ♦ 1900 — Русский инженер К. Перски ввел термин «телевидение».
- ♦ 1902 — Бакинец А.Г. Лоран изобрел пенный огнетушитель.
- ♦ 1902–04 гг. — Датский изобретатель В. Поульсен сконструировал новый вид передатчиков с дуговым генератором незатухающих колебаний, позволивший ввести радиосвязь в армии (на судах, самолетах, танках и т. д.).
- ♦ 1903 — Американцы (братья) Райт совершили полет на моторном самолете собственной конструкции.
- К.Э. Циолковский опубликовал труд «Исследование мировых пространств реактивными приборами».
- Англичанин Д. Томсон предложил модель атома.
- Ф. Тейлор издал труд «Искусство резания металлов».

- ♦ 1905 — Немецкий физик А. Эйнштейн создал частную теорию относительности.
 - Выполнена электроннолучевая плавка.
 - Н.Е. Жуковский и С.А. Чаплыгин основали теорию термодинамики.
- ♦ 1906 — В Англии построен «Дредноут», под названием которого стали строиться броненосные линкоры с мощным пушечным вооружением.
- ♦ 1907 — В сельском хозяйстве получили широкое распространение тракторы конструкции Харта и Парру (США).
 - Б.Л. Розинг создал систему телевидения с электроннолучевой трубкой.
 - Англичанин Хейнс запатентовал стеллит — литой твердый сплав на основе кобальта.
 - В.Г.Федоров опубликовал первое в России сочинение по автоматическому оружию.
- ♦ 1908 — Ф.А. Поляков-Ковтунов получил 6 патентов на проекты землеройной техники, в том числе на проходческий агрегат и элеватор-транспортёр.
 - Начался выпуск автомобилей на Русско-Балтийском заводе в Риге.
 - Немец Х. Гейгер совместно с Э. Резерфордом изобрел «гейгеровский счетчик» — прибор для регистрации заряженных частиц.
- ♦ 1909 — И. Герасимов разработал проект турбореактивного двигателя. 1909—12 гг. — Я.М. Гаккель в России спроектировал и построил ряд самолетов
- ♦ 1910 — В США начат выпуск вольфрамовых нитей для электроламп.
 - Ч. Кеттеринг в США разработал электростартер для автомобиля.
 - Е.И. Шпитальский осуществил электролитическое полирование металлов.
- ♦ 1911 — Г.Е. Котельников создал авиационный ранцевый парашют.
 - Б.Л. Розинг осуществил телевизионную передачу.
 - В.Д. Менделеев создал проект сверхтяжелого танка.
 - Н.Е. Жуковский начал исследования формы крыла самолета.
- ♦ 1912 — Начато производство тракторов на гусеничном ходу.
 - Построен первый дизельный тепловоз.

- В Дании построен первый океанский пароход с дизельным двигателем.
- В Германии получена хромоникелевая (нержавеющая) сталь.
- ♦ 1913 — И.И. Сикорский построил первые, самые большие, многомоторные самолеты «Русский витязь» и «Илья Муромец».
 - Немец А. Бем изобрел эхолот.
 - На заводах Г. Форда начали применяться конвейеры.
 - Немец Ф. Бергиус получил патент на способ производства жидкого горючего из угля.
- ♦ 1914 — М.М. Тихвинский изобрел газлифт — способ извлечения нефти из скважин при помощи сжатого воздуха.
 - М.Н. Никольский разработал конструкцию турбовинтового авиационного двигателя.
- ♦ 1915 — А.А. Пороховщиковым построен опытный образец танка.
 - Г.Юнкерс в Германии создал конструкцию цельнометаллического самолета.
 - Немцами под Ипром применены отравляющие вещества (хлор).
 - Немцами начато использование дирижаблей системы «Цеппелин» для бомбардировки.
 - В Германии создан авиационный синхронизатор, позволяющий вести стрельбу из пулемета через лопасти винта.
 - Н.Д. Зелинский создал угольный противогаз.
 - В Англии началось изготовление танков.
- ♦ 1916 — И.П. Граве изобрел боевую ракету на бездымном порохе.
 - Англичанами впервые применен в военных действиях «маленький Вилли» — танк под маркой МК-1.
 - В.Г. Федоров создал первый отечественный автомат.
 - А. Эйнштейн создал общую теорию относительности.
 - Француз П. Ланжевен предложил использовать ультразвук для целей сигнализации, навигации и обнаружения подводных лодок.
- ♦ 1917 — Начато изготовление зерноуборочных комбайнов.
- ♦ 1918 — В Германии созданы сверхмощные орудия «Колоссаль».
- ♦ 1919 — Инженер Максимов создал проект танкетки.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	3
--------------------------	----------

ВВЕДЕНИЕ

История развития и становления предмета	6
О необходимости изучения истории техники	8
Основные понятия и закономерности развития техники ..	11
Техника и инженер	13
Влияние науки и ученых на развитие техники	17

ГЛАВА 1. ПЕРВОБЫТНАЯ ТЕХНИКА

(500–4 тыс. до н. э.)

1.1. ПРОИСХОЖДЕНИЕ ЧЕЛОВЕКА И ПЕРВОБЫТНОГО ОБЩЕСТВА	21
Периодизация истории первобытного общества	21
Происхождение и эволюция человека	22
Формирование общественных и производственных отношений в первобытном обществе	25
1.2. ТЕХНИКА ЭПОХИ РАННЕГО ПАЛЕОЛИТА	27
Основная характеристика эпохи нижнего палеолита	27
Дошелльская культура. Появление первых орудий	27
Шелльская культура. Совершенствование каменных орудий и техники их изготовления	28
Ашельская культура. Овладение техникой ретуши и применение огня	30
Мустьерская культура. Дифференциация орудий по назначению и технологии изготовления	31
Освоение контрретуши. Появление инструментов	32
1.3. ТЕХНИКА ЭПОХИ ПОЗДНЕГО ПАЛЕОЛИТА	33
Общая характеристика эпохи позднего палеолита	33

Совершенствование орудий труда и оружия	34
Зарождение строительного дела и транспорта.	
Освоение производства нитей и плетения	37
1.4. ТЕХНИКА ЭПОХИ МЕЗОЛИТА	38
Общая характеристика эпохи мезолита	38
Совершенствование каменных орудий и способов обработки камня	40
Появление и распространение лука со стрелами и других видов метательного оружия	40
Распространение микролитической техники	41
Развитие рыболовства, транспорта и применения огня ..	41
Сельскохозяйственная и бытовая техника	42
1.5. ТЕХНИКА ЭПОХИ НЕОЛИТА	42
Общая характеристика эпохи неолита	42
Зарождение горного дела и совершенствование способов обработки камня	44
Изобретение сверлильного станка	45
Изобретение колеса и колесных повозок	47
Зарождение текстильного, кожевенного и мехового производств	48
Жилищное строительство и производство керамики	49
1.6. ИТОГИ РАЗВИТИЯ ТЕХНИКИ КАМЕННОГО ВЕКА ..	50

ГЛАВА 2. АНТИЧНАЯ ТЕХНИКА

(4 тыс. до н. э. — V в.)

2.1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА АНТИЧНОГО ПЕРИОДА	52
Периодизация эпохи античности	52
Переход от варварства к античной цивилизации	52
Возникновение классового общества и образование рабовладельческих государств	54
Возникновение и становление ремесленного производства	55
Развитие науки и зарождение технических знаний	56
Зарождение письменности и появление письменных принадлежностей	59

2.2. ВОЗНИКНОВЕНИЕ ГОРНОГО ДЕЛА, МЕТАЛЛУРГИИ И МЕТАЛЛООБРАБОТКИ	61
Наступление эпохи металлов	61
Освоение металлургии меди и изготовление медных орудий	63
Освоение металлургии бронзы и литья бронзовых изделий	65
Освоение металлургии железа и чугуна	66
Зарождение и развитие горного дела	71
Зарождение и развитие металлообработки	72
2.3. РАЗВИТИЕ ВОЕННОЙ ТЕХНИКИ И ТРАНСПОРТА ...	74
Развитие военной техники	74
Развитие сухопутного и водного транспорта	78
2.4. РАЗВИТИЕ ТЕКСТИЛЬНОЙ, СТРОИТЕЛЬНОЙ И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ	79
Развитие текстильной техники	79
Расширение строительства, развитие строительной техники и строительного дела	81
Развитие сельскохозяйственной техники	84
Прочие виды античной техники и технологии	86
2.5. ИТОГИ РАЗВИТИЯ АНТИЧНОЙ ТЕХНИКИ	88

ГЛАВА 3. СРЕДНЕВЕКОВАЯ ТЕХНИКА (V–XVI вв.)

3.1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СРЕДНЕВЕКОВОГО ПЕРИОДА	89
Переход от рабовладельческого строя к феодализму. Эпоха Возрождения	89
Развитие ремесленного производства и зарождение мануфактур	90
Соединение науки с практикой, становление экспериментальной науки	91
Вклад в развитие науки и техники выдающихся ученых и инженеров эпохи Возрождения	93

3.2. РАЗВИТИЕ ГОРНОГО ДЕЛА, МЕТАЛЛУРГИИ И МЕТАЛЛООБРАБОТКИ	95
Развитие горного дела	95
Развитие производства чугуна и его переработки в железо	96
Развитие металлообработки	100
3.3. ПОЯВЛЕНИЕ ВОДЯНЫХ И ВЕТРЯНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ, МЕХАНИЧЕСКИХ ЧАСОВ	102
Появление водяных и ветряных двигателей, мельниц. Зарождение машинного производства	102
Появление механических часов — первых автоматов ...	103
3.4. РАЗВИТИЕ ВОЕННОЙ ТЕХНИКИ И ТРАНСПОРТА	104
Развитие военной техники	104
Изобретение пороха	105
Появление и развитие огнестрельного оружия	106
Развитие сухопутного и водного транспорта	108
3.5. РАЗВИТИЕ ТЕКСТИЛЬНОЙ, СТРОИТЕЛЬНОЙ И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ	109
Развитие текстильной техники	109
Развитие строительной техники и строительного дела	110
Развитие сельскохозяйственной техники	112
3.6. ИЗОБРЕТЕНИЕ И РАЗВИТИЕ КНИГОПЕЧАТАНИЯ И ПРОИЗВОДСТВА БУМАГИ	113
Изобретение и развитие книгопечатания	113
Изобретение и развитие производства бумаги	114
3.7. ИТОГИ РАЗВИТИЯ СРЕДНЕВЕКОВОЙ ТЕХНИКИ ...	115

ГЛАВА 4. ТЕХНИКА ЭПОХИ МАНУФАКТУРНОГО ПРОИЗВОДСТВА (XVI в. — 1760 г.)

4.1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЭПОХИ	117
Основные особенности мануфактурного производства	117
Сближение техники с наукой и зарождение технических наук	119

4.2. ЗАРОЖДЕНИЕ МАШИННОЙ ТЕХНИКИ, ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭНЕРГИИ ВОДЫ И ВЕТРА	121
Господство водяных и ветряных двигателей	121
Первые шаги в создании паровой машины	123
Начальные опыты с электричеством	128
Создание и совершенствование механических часов ..	131
Зарождение приборостроения	134
4.3. РАЗВИТИЕ ГОРНОГО ДЕЛА, МЕТАЛЛУРГИИ, ЛИТЕЙНОГО И МЕТАЛЛООБРАБАТЫВАЮЩЕГО ПРОИЗВОДСТВ	136
Развитие металлургии и горного дела	136
Расцвет литейного производства	137
Развитие металлообработки и совершенствование станков	138
4.4. РАЗВИТИЕ ВОЕННОЙ ТЕХНИКИ	143
Совершенствование огнестрельного оружия и его разделение на ручное артиллерийское	143
Развитие и совершенствование артиллерии	145
Совершенствование кораблей и создание военно-морских флотов	149
Развитие искусства фортификации	150
Развитие сухопутного транспорта и строительство дорог, зарождение рельсового транспорта	151
4.5. РАЗВИТИЕ ТЕКСТИЛЬНОЙ ТЕХНИКИ И ВОЗНИКНОВЕНИЕ КНИГОПЕЧАТАНИЯ	152
Создание машин для текстильной промышленности ...	152
Развитие книгопечатания	155
4.6. ИТОГИ РАЗВИТИЯ ТЕХНИКИ В ЭПОХУ МАНУФАКТУРНОГО ПРОИЗВОДСТВА	156

ГЛАВА 5. ТЕХНИКА ЭПОХИ ПРОМЫШЛЕННОГО ПЕРЕВОРОТА (1760 — 1870 гг.)

5.1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЭПОХИ	157
Переход от мануфактуры к машинному производству .	157
Развитие технической науки и образования	158

Развитие изобретательства и защиты прав изобретателей	161
5.2. ПЕРЕХОД ОТ ГИДРО- К ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКЕ, ЗАРОЖДЕНИЕ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ	162
Зарождение и развитие теплоэнергетики	164
Зарождение и развитие электротехники	167
5.3. РАЗВИТИЕ МАШИНОСТРОЕНИЯ И МЕТАЛЛООБРАБОТКИ, МЕТАЛЛУРГИИ И ГОРНОГО ДЕЛА	169
Совершенствование доменного процесса и способов переработки чугуна в железо	173
Зарождение порошковой металлургии	177
Начало производства инструментальных, легированных сталей и алюминия	177
Механизация горных работ	178
5.4. ПЕРЕВОРОТ В СРЕДСТВАХ ТРАНСПОРТА И СВЯЗИ	180
Переход от парусного флота к паровому	180
Зарождение и развитие железнодорожного транспорта	184
Зарождение автомобильного транспорта	187
Создание велосипеда	188
Развитие техники связи	189
5.5. РАЗВИТИЕ ВОЕННОЙ ТЕХНИКИ И ВОЗДУХОПЛАВАНИЯ	193
Зарождение воздухоплавания и военного судостроения	193
Совершенствование стрелкового оружия и артиллерии, появление ракет	194
Разработка взрывчатых веществ и совершенствование техники взрывных работ	198
5.6. РАЗВИТИЕ ТЕКСТИЛЬНОЙ, СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ И ДРУГИХ ВИДОВ ТЕХНИКИ	198
Разработка механических прядильных и ткацких станков	198
Механизация сельскохозяйственного производства	200

Зарождение и развитие химической промышленности ..	202
Развитие строительства и благоустройство	204
Совершенствование способов освещения и добыwania огня	205
Развитие полиграфии, бумажного производства и совершенствование письменных принадлежностей ..	210
5.7. ИТОГИ РАЗВИТИЯ ТЕХНИКИ В ЭПОХУ ПРОМЫШЛЕННОГО ПЕРЕВОРОТА	213

ГЛАВА 6. ТЕХНИКА В ЭПОХУ ИНДУСТРИАЛИЗАЦИИ (1870–1920 гг.)

6.1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЭПОХИ	215
Переход от мануфактуры к крупной машинной индустрии	215
Превращение науки в непосредственную производительную силу	216
6.2 ПЕРЕХОД ЭНЕРГЕТИКИ НА ГИДРАВЛИЧЕСКУЮ, ПАРОВУЮ И ГАЗОВУЮ ТУРБИНЫ И ДВИГАТЕЛЬ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ	218
Вытеснение паровых и гидравлических машин турбинами	218
Совершенствование двигателей внутреннего сгорания и их применение на транспорте	219
6.3. РАЗВИТИЕ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ И ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ	222
Становление электроэнергетики в промышленности и на транспорте	222
Изобретение и совершенствование электросварки	224
Разработка электрометаллургии и электролитического способа получения алюминия	225
Развитие техники проводной и беспроводной связи	227
Зарождение и развитие электронной техники	230
6.4. РАЗВИТИЕ МАШИНОСТРОЕНИЯ, МЕТАЛЛУРГИИ И ГОРНОГО ДЕЛА	231
Опережающее развитие машиностроения и металлообработки	231

Совершенствование металлургического, кузнечного и прокатного производств	234
Механизация горнодобывающей промышленности	235
6.5. РАЗВИТИЕ ВОЕННОЙ ТЕХНИКИ И АВИАЦИИ	238
Особенности развития военной техники	238
Развитие артиллерии	240
Зарождение бронетанковой техники	240
Создание броненосных флотов, подводных лодок и минного вооружения	243
Развитие воздухоплавания и авиации	245
Совершенствование ракетной техники и зарождение космонавтики	248
Начало применения химического оружия	249
6.6. РАЗВИТИЕ ХИМИЧЕСКОЙ, ТЕКСТИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ И СТРОИТЕЛЬСТВА	250
Развертывание производства синтетических материалов	253
Переработка нефти	257
Развитие целлюлозно-бумажного производства	258
Развитие текстильной техники	259
Механизация деревообработки, производства кирпича и стекла	260
Развитие техники строительства и производства строительных материалов	263
6.7. РАЗВИТИЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ И СРЕДСТВ МАССОВОЙ ИНФОРМАЦИИ	268
Механизация сельскохозяйственных работ	268
Развитие техники печати и переход на массовый выпуск печатной продукции	271
Развитие фотографии, возникновение кинематографа и разработка техники звукозаписи	273
Зарождение телевидения	278
6.8. ИТОГИ РАЗВИТИЯ ТЕХНИКИ В ЭПОХУ ИНДУСТРИАЛИЗАЦИИ	278
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	281

ХРОНОЛОГИЧЕСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ 284

1. Первобытная техника (до 4 тыс. до н. э.) 284
2. Античная техника (4 тыс. до н. э. — V в.) 284
3. Средневековая техника (5–16 вв.) 286
4. Техника эпохи мануфактурного производства
(XVII в. — 1760 г.) 289
5. Техника эпохи промышленного переворота
(1760 –1870 гг.) 293