



Г. Н. Зайцев, В. К. Федюкин,
С. А. Атрошенко

ИСТОРИЯ ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ



Электронный аналог печатного издания: История техники и технологий : учебник /Г. Н. Зайцев, В. К. Федюкин, С. А. Атрошенко; под ред. проф. В. К. Федюкина. — СПб. : Политехника, 2007 — 416 с. : ил.

УДК 62(09)
ББК 34.4/Б73
З-17



ПОЛИТЕХНИКА
ИЗДАТЕЛЬСТВО

Санкт-Петербург 2012

www.polytechnics.ru

Рецензенты: д-р техн. наук В. В. Дуборенко (ИПМаш РАН), д-р техн. наук, профессор М. М. Радкевич (СПбГТУ)

Зайцев, Г. Н.

З-17 История техники и технологий: Учебник/Г. Н. Зайцев, В. К. Федюкин, С. А. Атрошенко; под ред. проф. В. К. Федюкина. — СПб.: Политехника, 2012. — 416 с.: ил.

ISBN 978-5-7325-0605-1

Изложена история развития техники и технологий от первобытного общества до конца XX в. Подробно рассмотрено развитие основных машиностроительных технологий в мире и в России со времен Древней Руси:ковка и штамповка, сварка, литье и обработка резанием и др.

Учебник соответствует требованиям учебной программы дисциплины «История техники и технологий» и предназначен в основном студентам, обучающимся специальностям 080502/1 (060800) «Экономика и управление на предприятии машиностроения» и 220501 (340100) «Управление качеством» со специализацией «Управление качеством в производственно-технологических системах». Он может быть полезен студентам, обучающимся по направлению 521502 «Менеджмент (производственный)», студентам инженерных и других специальностей, изучающим историю техники и научно-технического развития производственной сферы экономики, а также аспирантам и специалистам, интересующимся историей техники и технологий.

УДК 62(09)
ББК 34.4/Б73

ISBN 978-5-7325-0605-1 © Издательство «Политехника», 2012

О Г Л А В Л Е Н И Е

Предисловие	3
Введение	5
РАЗДЕЛ 1. ОБЩАЯ ИСТОРИЯ ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ	12
Глава 1. Основные понятия и определения техники и технологий	—
1.1. Термины, связанные с техникой	—
1.2. Термины, связанные с технологией	17
Контрольные вопросы	22
Глава 2. Развитие техники и технологий первобытного производства (от 10–2 млн. до 4000–3000 лет до н. э.)	—
2.1. Орудия труда и хозяйственные революции каменного века	24
2.2. Орудия труда медно-каменного, бронзового и железного веков	36
2.3. Средства транспортировки, использованные первобытным человеком	42
Контрольные вопросы	44
Глава 3. Создание сложных орудий труда в античный период (с 4000–3000 лет до н. э. по IV–V вв. н. э.)	—
3.1. Орудия для подъема тяжестей, применяемые в рабовладельческом обществе	45
3.2. Военные машины	47
3.3. Токарный станок	48
3.4. Средства транспорта в античную эпоху	49
3.5. Машины, созданные александрийскими механикам Героном и Ктесибием	52
3.6. Вклад Архимеда в развитие техники	55
3.7. Зарождение элементов новых наук в античную эпоху ..	60
Контрольные вопросы	61
Глава 4. Изобретение сложных орудий труда, приводимых в действие силами природы (с IV–V до XIV–XV вв.)	62
4.1. Развитие естественных наук и начало создания новой техники в эпоху Средневековья	—
4.2. Металлургия и кузнечное дело, строительство жилых, хозяйственных построек и мостов в Древней Руси	64
4.3. Древнейшие суда и метательные машины Киевской Руси	65
4.4. Создание водяных мельниц в странах Арабского Халифата и на Руси	66
4.5. Применение водяных колес в горном деле, металлургии и других отраслях	69
4.6. Создание водяных мельниц в Персии, Ираке, Европе и в России	70
4.7. Техника прядения и ткачества, освоение производства бумаги	72

4.8. Техника земледелия и развитие горного дела и металлургии	73
4.9. Грузоподъемная и строительная техника	76
4.10. Средневековые технологии	77
4.11. Изобретение механических часов	78
4.12. Изобретение компаса, создание новых механизмов	80
4.13. Развитие военных машин, создание огнестрельных орудий	82
4.14. Изобретение книгопечатания и очков. Ремесленное производство	84
Контрольные вопросы	86
Глава 5. Возникновение мануфактурного производства и предпосылки для создания машинной техники (с XIV до конца XVIII — начала XIX в.).	
5.1. Создание мануфактур и их историческая роль	—
5.2. Вклад Леонардо да Винчи в развитие техники	88
5.3. Новые машины и механизмы	92
5.4. Создание гидротехнической системы игуменом Филиппом в Соловецком монастыре	95
5.5. Изобретение на Алтае К. Д. Фроловым гидравлической системы	—
5.6. Прядильные машины	97
5.7. Создание в Туле военной техники А. К. Нартовым и Я. Т. Батищевым	98
5.8. Ткацкие станки во Франции и машинная и оружейная техника в России в конце XVIII в.	100
5.9. Вклад Е. Г. Кузнецова в создание отечественной техники	101
5.10. Изобретения И. П. Кулибина и Л. Ф. Собакина	102
5.11. Выбор и совершенствование мер линейных измерений	104
5.12. История создания системы мер	107
Контрольные вопросы	111
Глава 6. Машины на базе парового двигателя (с конца XVIII — начала XIX в. по 70-е гг. XIX в.).	
6.1. Этапы промышленной революции XIX в.	—
6.2. Создание паровой машины	113
6.3. Первые паровозы	119
6.4. Первые паровозы в России	122
6.5. Строительство первых железных дорог	123
6.6. Развитие парусного флота	124
6.7. Создание пароходов	126
6.8. Первые русские пароходы	128
6.9. Достижения в металлургии и применение паровых машин в разных отраслях промышленности	130
6.10. Становление машиностроения в XVIII в.	135
6.11. Появление машин в сельском хозяйстве	—
6.12. Развитие металлорежущих станков	136
6.13. Создание машин для горнодобывающей промышленности	138
6.14. Возникновение технических наук	139
6.15. Основные направления поиска новых машин-двигателей	140
6.16. История создания двигателя внутреннего сгорания	141
6.17. Изобретение турбинных двигателей	145
Контрольные вопросы	148

Глава 7. Машины на базе электропривода (70-е гг. XIX в. — 30-е гг. XX в.)	149
7.1. Открытие электрических и магнитных явлений	150
7.2. Создание гальванического элемента и аккумулятора	153
7.3. Первые электромагнитные приборы	156
7.4. Создание электродвигателя и электрогенератора	157
7.5. Первые линии электропередач	161
7.6. Создание электрического трамвая	162
7.7. История появления и развития электрического освещения	164
7.8. Изобретение телеграфа	168
7.9. История телефонной связи	174
7.10. Создание радио	175
7.11. Запись и воспроизведение звука и изображения	177
7.12. История открытия телевидения	181
7.13. Изобретение автомобиля	183
7.14. Создание трактора	187
7.15. Зарождение воздухоплавания	191
7.16. Первые аэропланы и самолеты	195
7.17. Развитие других отраслей промышленности в рассматриваемый период	202
Контрольные вопросы	—
Глава 8. Научно-техническая революция XX в.	203
8.1. Сущность научно-технической революции	—
8.2. Научно-техническая деятельность и научно-технический потенциал	205
8.3. Крупнейшие достижения XX в.	208
8.4. Промышленные формы автоматизации	210
8.5. Превращение науки в непосредственную производительную силу	211
8.6. Кузнечно-прессовые, сельскохозяйственные и другие машины	213
8.7. Вычислительная техника и электронно-вычислительные машины (ЭВМ)	225
8.8. История робототехники	228
8.9. Создание аэрокосмической техники	232
8.10. Ядерная энергетика	240
8.11. Другие нововведения в эпоху НТР	244
Контрольные вопросы	247
РАЗДЕЛ 2. ОСНОВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И СРЕДСТВА ПРОИЗВОДСТВА ТЕХНИКИ	249
Глава 9. Техника и технологияковки и штамповки	—
9.1. Зарождение и развитие ручнойковки	—
9.2. Ковка на молотах с приводами от водяных колес	255
9.3. Технология волочения и прокатки металлов	257
9.4. Прессование и штамповка	263
9.5. Штамповка на канатных молотах и винтовых прессах	265
9.6. Штамповка на паровых молотах и гидравлических прессах	267
9.7. Виды штамповки исходных заготовок при разной серийности производства	269
9.8. Специализированные кузнечно-штамповочные заводы в СССР	270
9.9. Художественнаяковка	272

9.10. Новые направления развития обработки металлов давлением	277
Контрольные вопросы	278
Г л а в а 10. Техника и технология сварки	—
10.1. Кузнечная сварка и пайка (с 4–3 тысячелетия лет до н. э. по X–XIII вв.)	—
10.2. Изготовление артиллерийских орудий сваркой в XIV в. на Руси	282
10.3. Роль Н. Н. Бенардоса в создании электродуговой сварки	283
10.4. Совершенствование дуговой сварки Н. Г. Славяновым	288
10.5. Промышленное применение сварки в период 1920–1929 гг.	291
10.6. Сварка в период индустриализации СССР (1929– 1940)	292
10.7. Сварка металлов в годы Великой Отечественной войны (1941–1945)	295
10.8. Сварка в СССР в 1946–1958 гг.	296
10.9. Сварка в СССР с 60–70-х гг. XX в.	298
Контрольные вопросы	302
Г л а в а 11. Техника и технология литейного производства	303
11.1. Скифская технология литья	—
11.2. Медное и бронзовое литье в Древней Руси	307
11.3. Литейное производство в Московском государстве в XIV–XVI вв.	311
11.4. Чугунное художественное литье	314
11.5. Первые русские монеты	316
11.6. Литейное производство в России в XVII–XVIII вв.	318
11.7. Общие тенденции развития технологии литья	319
11.8. Основные этапы мирового развития литейного производства с VI в. до н. э. по конец XIX в.	327
11.9. Литейное производство в России в XX в.	331
Контрольные вопросы	333
Г л а в а 12. Техника и технология обработки металлов резанием	334
12.1. Создание станков с периода неолита по Средневековье	—
12.2. Металлообработка в Средневековье	337
12.3. Технология металлообработки периода становления промышленности	340
12.4. Совершенствование станков русскими изобретателями	343
12.5. Технология металлообработки в XIX — начале XX в.	345
12.6. Электроприводные станки	350
12.7. Создание станкостроительной отрасли	351
12.8. История развития САПР и ГАП. Роботизация	354
12.9. Нетрадиционные технологии XX в.	359
12.10. Средства и методы контроля качества технической продукции	363
12.11. Этапы производственно-технологического прогресса и их историческое значение	368
Контрольные вопросы	375
Заключение	377
Хронология технических достижений	378
Именной указатель	402
Список литературы	408

Р а з д е л 1

ОБЩАЯ ИСТОРИЯ ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ

Г л а в а 1

ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ

При изучении любой науки нужно знать основные понятия и определения, которыми она оперирует. Для истории техники и технологий можно выделить определения терминов, связанных, с одной стороны, с техникой, а с другой — с технологией.

1.1. ТЕРМИНЫ, СВЯЗАННЫЕ С ТЕХНИКОЙ

Слово «техника» происходит от греческого τέχνη. Этот термин многозначен. Им называют изделия, способ действий, прием. Это слово употреблялось в значении искусство, ремесло, профессионализм. Кроме того, в древние времена оно означало хитрость, уловку, коварство, что было связано с древнейшими поверьями о связи мастерства с колдовством.

Все многообразие определений термина «техника» можно свести к следующим группам:

- 1) комплекс материальных вещей, средств и орудий труда;
- 2) совокупность орудий труда и технологий;
- 3) совокупность орудий труда и навыков;
- 4) совокупность навыков и искусства производить, строить;
- 5) совокупность всего, что ставит человек между собой и природой;
- 6) материальная часть производительных сил;
- 7) реализация человеческого духа, разума.

В настоящее время установилось приведенное ниже обобщенное толкование термина техника.

Техника — совокупность средств человеческой деятельности, созданных и (или) создаваемых для осуществления

процессов производства и обслуживания производственных потребностей общества. Термин «техника» часто употребляется также для совокупной характеристики навыков и приемов, используемых в какой-либо сфере деятельности человека. В технике материализованы знания и опыт, накопленные в процессе развития общества.

По функциональному назначению технику подразделяют на производственную, военную, космическую, бытовую, медицинскую, для научных исследований, организационную (оргтехника) и др. Технику также классифицируют по отраслевой структуре производства. Есть техника промышленности, транспорта, сельского хозяйства, авиационная, мелиоративная, энергетическая и т. д. Часто технику классифицируют по естественно-научному признаку. Это, например, ядерная, холодильная, вычислительная и другая техника.

Основное назначение техники — облегчение и повышение эффективности труда человека, расширение его возможностей, освобождение (частично или полностью) человека от ручного труда, от работы в опасных для здоровья условиях и т. п. Средства техники применяются при создании материальных и культурных ценностей, исследовании природы и общества, для получения, передачи и преобразования энергии, сбора, хранения, обработки и передачи информации, управления производственными процессами, создания материалов с заранее заданными свойствами, создания средств передвижения и связи, бытового и культурного обслуживания, обеспечения обороноспособности страны. Современная техника характеризуется высокими темпами ее модернизации и автоматизации, унификацией, стандартизацией, интенсивным развитием энергетики, радиоэлектроники, химической технологии, широким использованием автоматики, ЭВМ и других достижений современной техники, базирующихся на фундаментальных научных исследованиях и открытиях.

Первоначально первобытный человек в своей деятельности по добыванию пищи, изготовлению одежды, строительству жилья и прочему использовал или создавал различные инструменты.

Инструмент (лат. instrument — орудие) — это техническое изделие, используемое в качестве орудия для непосредственного воздействия на предмет труда. Различают инструменты: ручной, станочный, механизированный (ручные машины). Инструментами называют также приборы,

устройства, приспособления, применяемые для измерений и других операций в производстве, в медицине и ветеринарии для хирургических операций, а также музыкальные инструменты.

Орудие производства — техническое приспособление, при помощи которого производится работа или какое-нибудь действие.

Приспособление — техническое устройство, присоединяемое к машине или используемое самостоятельно для базирования и (или) закрепления предметов труда при выполнении технических операций. Приспособления бывают ручные, механизированные, полуавтоматические и автоматические, а также неразборные, универсальные наладочные, универсально-сборочные, сборно-разборные, универсальные безналадочные и специализированно-наладочные.

Оснастка — принадлежность инструментов, приспособлений и иных вспомогательных изделий, предназначенных для выполнения функций (работ) механизмом, машиной или аппаратом по их назначению.

Для подъема тяжестей, для использования движущих сил природы, ведения боевых и других действий люди создавали и создают различные механизмы.

Механизм — система тел, предназначенных для преобразования движения энергии одного или нескольких тел в требуемые движения других тел. Если в преобразовании движения участвуют жидкие или газообразные тела, то механизм называется гидравлическим или пневматическим. Обычно в механизме имеется одно входное звено, получающее движение от двигателя, и одно выходное звено, соединенное с рабочим органом машины или указателем прибора. Различают механизмы плоские, у которых точки звеньев описывают траектории, лежащие в параллельных плоскостях, и пространственные.

Позднее человек создал более совершенные технические средства — машины.

Машина (франц. machine) — это техническое изделие, работа которого, посредством преобразования вещества, энергии, силы, движения и информации, частично или полностью заменяет, облегчает и приумножает физический и умственный труд человека. Различают машины: энергетические, преобразующие любой вид энергии в механическую и наоборот; рабочие, в том числе технологические, преобразующие форму, свойства, положение мате-

риала (обрабатываемого предмета); транспортные, преобразующие положения (перемещаемого предмета); механические информационные (шифровальные машины в арифмометры, механические интеграторы и др.). В электронно-вычислительных машинах (ЭВМ) механические движения служат лишь для выполнения вспомогательных операций.

Аппарат (от лат. apparatus) — это техническое устройство, прибор, механизм или иное изделие, выполняющее отдельную операцию. Примеры аппаратов: фотоаппарат, киноаппарат, сварочный аппарат и т. п.

Агрегат — механическое соединение нескольких машин, работающих в комплексе, или укрупненный унифицированный элемент машины, обладающий полной взаимозаменяемостью.

Оборудование — совокупность механизмов, машин, устройств, приборов, необходимых для чего-либо.

Для разработки и использования машин человечеством созданы специальные технические науки: механика, теория машин и механизмов и другие, объединенные в комплексную науку под названием «машиноведение» — наука о машинах.

Механика [от греч. *mēchanicé (téchne)*] — искусство построения машин] — наука о движении и равновесии тел, рассматривающая математические методы описания механических движений. Под механическим движением понимают изменение положения тел относительно друг друга. Механика разделяется на теоретическую и прикладную. *Теоретическая механика* изучает общие законы движения материальных тел, устанавливая те математические соотношения, которые из этих законов вытекают. *Механика прикладная* изучает на основе теоретической механики работу реальных машин и механизмов и их частей и практические способы их расчета.

Как часть физики механика состоит из трех наук: теоретической механики, квантовой механики и релятивистской механики.

Теоретическая механика описывает движение макроскопических тел со скоростями, которые значительно меньше скорости света в пустоте: $v \ll 3 \cdot 10^8$ м/с. Под макроскопическими понимаются тела, состоящие из множества молекул.

Движение отдельных молекул, атомов, электронов и других элементарных частиц описывает *квантовая механика*.

ка. Она является более общим разделом физики и включает теоретическую механику как некоторый предельный случай.

Движение со скоростями, близкими к скорости света, изучается методами *релятивистской механики*.

Структура теоретической механики включает кинематику и кинетику, которая, в свою очередь, состоит из двух частей — статики и динамики (рис. 1.1).

Кинематика рассматривает движение независимо от сил, вызывающих это движение. Кинематика охватывает методы описания механических движений с учетом причин, которые вызывают эти движения или же влияют на них. Кинематика состоит из двух частей: *статики*, изучающей условия равновесия тел, и *динамики*, изучающей законы движения тел под действием сил.

Законы механики используются для расчета машин, строительных сооружений, транспортных средств, космических летательных аппаратов и т. д. Основоположниками механики являются Г. Галилей, И. Ньютон и другие ученые.

Теория машин и механизмов — наука об общих методах исследования свойств механизмов и машин и проектировании их схем. Основные направления — динамика машин и механизмов, кинематика, кинетостатика и синтез механизмов, проектирование систем управления машин-автоматов, исследование и проектирование манипуляторов и промышленных роботов.

Машиноведение — наука о машинах, включающая теорию машин и механизмов, конструирование и расчет на прочность деталей машин, дисциплины, изучающие свой-



Рис. 1.1. Схема структуры теоретической механики

ства машиностроительных материалов, а также трение и износ деталей машин и др.

Замена ручного труда и труда с использованием мускульной силы животных на машинный привела к машинному производству.

Машинное производство — важнейшая стадия становления материальной основы индустриального производства, в ходе которой произошла замена мануфактуры фабрикой. Для машинного производства характерно применение систем машин. Возникло оно в результате промышленной революции во 2-й половине XVIII в. Новая ступень развития машин связана с научно-технической революцией.

После изобретения машины дальнейшее улучшение качества жизни людей, удовлетворение их всевозрастающих потребностей может быть обеспечено только путем улучшения качества машин и другой технической продукции.

Качество технической продукции оценивается показателями ее технического уровня (уровня качества, уровня технического совершенства) на всех этапах жизненного цикла изделия: при проектировании и конструировании, при изготовлении и в процессе эксплуатации.

Технический уровень продукции — относительная характеристика ее качества, основанная на сопоставлении значений показателей технического совершенства оцениваемой продукции и ее современных конкурентоспособных аналогов.

Для оценки уровня качества продукции все показатели ее свойств сводят в группы показателей: назначения, надежности, экономичного использования сырья, материалов, топлива и энергии, технологичности, транспортability, эргономические, экологические, безопасности, эстетические, стандартизации и унификации, патентно-правовые, экономические. Итоговая оценка уровня качества продукции есть совокупный показатель уровней всех групповых показателей (характеристик) ее свойств.

1.2. ТЕРМИНЫ, СВЯЗАННЫЕ С ТЕХНОЛОГИЕЙ

Слово «технология» произошло от двух греческих слов: *téchnē* — искусство, мастерство и *lógos* — понятие, учение.

Технология — совокупность методов обработки и изготовления, изменения состояния, свойств, формы сырья, материала или полуфабриката, осуществляемых в процес-

се производства продукции; научная дисциплина, изучающая физические, химические и другие закономерности, действующие в технологических процессах. Технологией называются также сами операции добычи, обработки, транспортирования, хранения, контроля, являющиеся частью общего производственного процесса.

В данном учебнике основной упор сделан на изучение машиностроительных технологий.

Машиностроение — комплекс отраслей обрабатывающей промышленности, который включает: общее машиностроение, транспортное машиностроение, сельскохозяйственное машиностроение, станкостроение, энергетическое машиностроение и др. Таким образом, машиностроение поставляет машины и механизмы всем другим отраслям, определяющим технический прогресс страны.

Технология машиностроения — это наука об изготовлении машин требуемого качества в установленном производственной программой количестве и в заданные сроки при наименьшей себестоимости.

Производственный процесс — есть совокупность всех действий людей и орудий труда, необходимых на данном предприятии для изготовления и ремонта продукции.

В производственный процесс входят основные процессы, связанные с изготовлением заготовок деталей машин (литьем, ковкой, сваркой и другими методами), их обработкой (резанием, термической, электрофизической и электрохимической и др.) и сборкой из деталей сборочных единиц и машин в целом, а также вспомогательные процессы, обеспечивающие возможность изготовления продукции (контроль ее качества, транспортирование материалов, заготовок, деталей и оснастки, изготовление приспособлений и инструментов, энергообеспечение и др.). Кроме того, производственный процесс включает все действия по организации снабжения и обслуживания цехов, участков и отдельных рабочих мест, по управлению всеми подразделениями производства и организации технической подготовки производства.

В техническую подготовку производства входит *технологическая подготовка производства*, представляющая собой совокупность мероприятий, гарантирующих технологическую готовность производства, к которым относятся: обеспечение технологичности конструкции изделия, разработка и внедрение технологических процессов и средств

технологического оснащения, применение средств механизации и автоматизации инженерно-технических работ, организация и управление процессом технологической подготовки производства.

Технологический процесс — это часть производственного процесса, содержащая целенаправленные действия по изменению и (или) определению состояния предмета труда (заготовок или изделий).

Заготовка представляет собой предмет труда, из которого изменением формы, размера, свойств поверхности и (или) материала изготавливают деталь или неразъемную сборную единицу.

Деталь — это изделие, изготовленное из однородного по наименованию и марке материала без применения сборных операций, например винт.

Сборочная единица (узел) — изделие, составные части которого подлежат соединению на предприятии — изготовлению сборочными операциями.

В составе производственного процесса технологические процессы располагаются в следующей последовательности:

1) технологические процессы заготовительного производства — литье, обработка заготовок давлением, порошковая металлургия, первичная обработка проката разных профилей и др.; основная задача — максимальное приближение формы заготовки к форме детали;

2) технологические процессы обработки заготовок: резание, поверхностное деформирование, электрофизические и электрохимические, термические и химико-термические методы нанесения покрытий и др.; основная задача — коррекция формы, обеспечение точности и качества деталей;

3) технологические процессы сборки: пригонка соединений (сварка, пайка, клейка и др.), регулировка и контроль; основные задачи — сборка машин и обеспечение их качества.

Технологический метод — это совокупность правил, определяющих последовательность и содержание действий при выполнении формообразования, обработки или сборки, перемещения, включая технологический контроль, испытания в технологическом процессе изготовления или ремонта, установленных безотносительно к наименованию, типоразмеру и исполнению изделия.

Обработка — действие, направленное на изменение свойств предмета труда или выполнение технологического процесса.

Формообразование — изготовление заготовки или изделия из твердых, жидких, порошковых и волокнистых материалов.

Технологические процессы можно классифицировать по отдельным технологическим методам выполнения, а именно: литье, обработка давлением, резание, поверхностное пластическое деформирование, термообработка, электрофизическая и электрохимическая обработка, нанесение покрытий, пригонка и образование соединений при сборке и др.

Литье — формообразование заготовки или изделия из жидкого материала, заполнение им полости заданной формы и размера.

Ковка — обработка материалов давлением, местным приложением деформирующих нагрузок с помощью универсального подкладного инструмента или бойков.

Штамповка — обработка металла давлением с помощью штампа (закрепленного в рабочем органе кузнечно-штамповочной машины или незакрепленного). С помощью листовой штамповки изготавливают плоские и объемные тонкостенные изделия из листов, лент, полос. При объемной штамповке металл заполняет полость штампа, приобретая ее форму и размеры.

Термическая обработка — обработка, заключающаяся в изменении структуры и свойств материала изделия вследствие тепловых воздействий.

Химико-термическая обработка — это процесс диффузионного насыщения поверхностных слоев заготовки различными элементами для придания ей необходимых свойств.

Сварка — это процесс получения неразъемных соединений посредством установления межатомных связей между частями при их нагревании и (или) пластической деформации.

Пайка — образование соединений с межатомными связями путем нагрева соединяемых металлов (ниже температуры их плавления), их смачивания припоем, затекания припоя в зазор и последующей его кристаллизации.

Клепка — образование неразъемного соединения при помощи заклепок.

Обработка резанием заключается в образовании новых поверхностей, отделении поверхностных слоев материала с образованием стружки и сопровождается деформированием и разрушением поверхностных слоев материала.

Технологическая операция — эта законченная часть технологического процесса, выполняемая на одном рабочем месте.

Рабочее место — элементарная структурная единица предприятия, где размещены исполнители работы, обслуживаемое ими технологическое оборудование, оснастка и предметы труда.

Средства технологического оснащения — это совокупность орудий производства, необходимых для осуществления технологического процесса.

Технологическое оборудование — это средства технологического оснащения, в которых для выполнения определенной части технологического процесса размещаются материалы или заготовки, средства воздействия на них, а также технологическая оснастка. Примеры технологического оборудования: литейные и сварочные машины, прессы, станки, печи.

Технологическая оснастка — это средства технологического оснащения, дополняющие технологическое оборудование для выполнения определенной части технологического процесса.

Технологические приспособления — это технологическая оснастка, предназначенная для установки или направления предмета труда или инструмента при выполнении технологической операции. Примеры приспособлений для установки заготовок на станок: трехкулачковый самоцентрирующий патрон для токарного станка, машинные тиски для фрезерного станка. Примеры приспособлений для установки режущего инструмента или вспомогательных инструментов: резцедержатели и резцедержавки на токарных станках, патроны или переходные втулки для установки сверла на сверлильных станках.

Производственный инструмент — это технологическая оснастка, предназначенная для воздействия на предмет труда в целях изменения его состояния. Примеры инструментов, применяемых для формообразования и обработки: резцы, фрезы, сверла, шлифовальные круги для обработки резанием; бойки и подкладные штампы дляковки; штампы для объемной и листовой штамповки; электроды для электродуговой сварки; формы для литья. Примеры инструментов для контроля качества обработки и измерения — измерительных инструментов: штангенциркуль, микрометр, рычажная скоба, индикаторный нутромер.

Качество средств технологического оснащения оценивают так же, как и качество любой другой технической продукции, выпускаемой в данном случае предприятиями станкоинструментальной промышленности.

Качество технологических процессов оценивается экономичностью, производительностью, стабильностью, энергоемкостью, материалоемкостью, достигаемой точностью и качеством поверхностного слоя деталей и другими показателями.

Основные технические термины и определения, приведенные выше, обеспечивают понимание сути техники и технологий в истории их создания и развития.

Контрольные вопросы

1. Что такое техника?
2. Что понимается под терминами инструмент, механизм, машина?
3. В чем сущность механики?
4. Что такое теория машин и механизмов и машиноведение?
5. Что такое машинное производство?
6. Что такое качество технической продукции?
7. Что такое технология?
8. Что такое машиностроение и технология машиностроения?
9. В чем сущность производственного процесса?
10. Что подразумевается под технологической подготовкой производства и технологическим прогрессом?
11. Что представляет собой заготовка, деталь, сборочная единица?
12. Раскройте последовательность технологических процессов в составе производственного процесса машиностроения.
13. Что такое технологический метод, обработка, формообразование?
14. Дайте определения формообразования и обработки металлов: литья,ковки, штамповки, обработки резанием, термической и химико-термической.
15. Дайте определение процессов образования неразъемных соединений: сварки, пайки, клепки.
16. Что такое технологическая операция и рабочее место?
17. Дайте определение средств технологического оснащения: оборудования, технологической оснастки, приспособлений, инструмента.
18. Как оценивается качество средств технологического оснащения и технологических процессов?

Г л а в а 2

РАЗВИТИЕ ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ ПЕРВОБЫТНОГО ПРОИЗВОДСТВА (от 10–2 млн до 4000–3000 лет до н. э.)

Решающим этапом в развитии трудовой деятельности наших предков, а следовательно и в процессе становления человека (антропогенез) явился переход к изготовлению орудий и иных средств труда. Создание и употребление

средств труда составляет специфически характерную черту человеческого процесса труда и потому Б. Франклин определяет человека как *toolmaking animal*, как животное, делающее орудия.

Из животного мира *Homo habilis* — человек умелый, выделился 2–2,5 млн лет назад. Хабилисы изготавливали орудия труда при помощи других орудий, т. е. производили их. Производственная деятельность хабилисов направлялась еще не сознанием, а инстинктом. Например, в качестве орудия они использовали палку — прообраз рычага, которая удлиняла руку и, слегка заостренная с одного конца, облегчала процесс выкапывания корней.

Наряду с деревянными и костяными орудиями хабилисы использовали камни. Опираясь ими систематически, они неизбежно должны были сталкиваться со случаями, когда одни камни ударялись друг о друга, разбивались, изменялись. В результате появились такие осколки, которые были более пригодны для применения в качестве орудия, чем исходный объект. Если первоначально это происходило случайно, то позднее, по мере накопления опыта, хабилисы намеренно начинали разбивать одни камни с помощью других, а затем выбирать более подходящие осколки для дальнейшего использования. Так постепенно произошел переход к изготовлению орудий труда.

Древнейшими целесообразно оформленными каменными орудиями были гальки, оббитые несколькими грубыми сколами на одном конце, и отщепы, отколотые от таких галек. В этот период при обработке камня не было еще выработано никакой системы скалывания. Удары наносились беспорядочно. При получении отщепов не ставились задачи экономии материала и достижения определенного размера заготовки.

Потребовалось приблизительно от 0,5 до 1 млн лет для того, чтобы дальнейшее совершенствование «животной» производственной деятельности хабилисов стало невозможным и превратилось в сознательную, волевою форму, повлекшую за собой существенную перестройку морфофизиологической организации, прогресс всего мозга, появление сознания, смену праорудийной подлинной орудийной деятельностью. Таким образом, производственная деятельность, с одной стороны, и мышление, сознание, язык — с другой, возникли не одновременно, а со значительным разрывом. Несмотря на то что производственная деятельность в идеале рассматривается только как сознательная и волевая, реально она не могла первоначально возникнуть иначе как в животной, инстинктивной форме.

Завершение этого длительного процесса антропогенеза относится к периоду, отстоящему от нас на 800–600 тысяч лет.

В последние годы утвердился взгляд, согласно которому все люди составляют один род — род *Номо* — и вид *Номо erectus* (человек прямоходящий).

Принятые в науке обозначения эпох первобытного хозяйства — палеолит, мезолит и неолит — исходят из уровня развития ручных каменных орудий труда того времени.

2.1. ОРУДИЯ ТРУДА И ХОЗЯЙСТВЕННЫЕ РЕВОЛЮЦИИ КАМЕННОГО ВЕКА

Техника периода палеолита

Ранний, или нижний, палеолит (с 800–600 тысяч по 100 тысяч лет до н. э.). Палеолит (*греч.* palaios — древний + *греч.* lithos — камень) — древний период каменного века.

Главный вид орудий в этот период — каменные *ручные рубила, резцы, скребки* (рис. 2.1, а), или ударники, и более мелкие орудия, изготовленные из осколков камня. Рубила и остроконечники имели универсальное назначение, являясь как орудием труда, так и оружием. Для их изготовления применяли кремь, а где его не было — кварцит, окаменелое дерево, кремнистый туф, порфир, базальт, обсидиан и другие породы. Орудия изготавливались *оббивной техникой*. Естественному куску камня придавалась нужная форма путем нанесения последовательных ударов другим камнем — отбойником (рис. 2.1, б). Оббивка ручного рубила была своего рода творческим актом. Каждый удар требовал тщательного выбора точки его нанесения. Результат первого удара мог подкрепить или изменить намеченный план действий. Каждый последующий удар зависел от предыдущего. Необходим был не только оптимальный удар из множества возможных, но и подбор отбойника по общей форме, весу, форме рабочей части. Важно было положение камня во время обработки. Одним из требований был точный расчет силы удара по камню, от которого зависели не только размеры его сечения, но и успех всей работы. В процессе скалывания камень, по которому наносился удар, первобытный человек держал не горизонтально, а наклонно, под углом 30–40°. Такое положение позволяло наносить наиболее сильные и результативные удары.

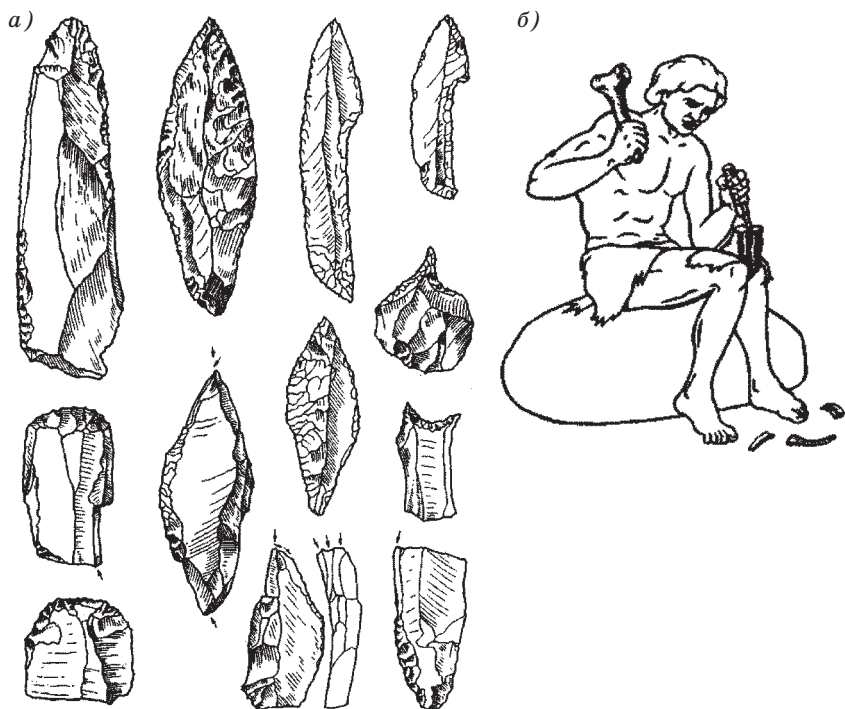


Рис. 2.1. Каменные орудия (а) и отщепление призматических пластинок (б)

Рубила (рис. 2.1, а) представляли собой большие массивные (длиной 10–20 см) орудия миндалевидной, овальной или копьевидной формы с острым рабочим концом и пяткой на верхнем, широком конце, служившей для упора ладони во время работы. Наряду с рубилами применялись отщепы — бесформенные осколки камня, края которых были превращены обивкой в режущие инструменты. Применялись также примитивные орудия из дерева (дубины, колья), кости и раковины. В дальнейшем ручное рубило претерпело изменение, получив более правильную геометрическую форму. Усовершенствовался и способ обработки камня. Камень стали обрабатывать многочисленными мелкими, легкими и частыми ударами (*ударная ретушь*), придавая нужную форму рабочей части ручного рубила. Такая техника позволяла получать более прямые и острые рубила, остроконечники, скребла и так называемые сверла. Все эти орудия использовались для выкапывания съедобных кореньев, разделки туш убитых животных, рубки

деревьев, растирания и размельчения растительной пищи, соскабливания и очищения коры, раздробления орехов, отделения корней и ветвей. *Ручное рубило* было первым великим изобретением человека.

Первая хозяйственная революция — освоение огня. Во время раннего палеолита освоение огня произошло вначале путем использования и поддержания естественно возникшего огня во время лесных пожаров или извержений вулканов.

Средний палеолит (с 100 тысяч по 40 тысяч лет до н. э.). Среднепалеолитические орудия изготавливались преимущественно из пластин и отщепов, сколотых от ядрища. Техника обработки камня совершенствовалась. Наряду с ударной ретушью была изобретена *контрударная ретушь*. Новый способ состоял в том, что выделяемое орудие опиралось на каменную или костяную основу (наковальню), а по нему наносился удар деревянной колотушкой. Смысл такой обработки состоял в том, что удар, переданный через орудие наковальне, возвращался орудию и с его обрабатываемой части, обращенной к наковальне, отлетали чешуйки камня. В результате на лезвиях орудий появлялась тонкая и тщательная ретушь.

Орудия становились все более дифференцированными. Скребло, обрабатывавшееся лишь по одному краю, предназначалось для разделки туши животного и выскабливания шкур. Остроконечники, которые использовались как наконечники для копий и дротиков, обрабатывались с двух сторон. Именно в этот период стали появляться *составные орудия*. Некоторые орудия специально служили для выделки других орудий — каменных, деревянных, костяных, роговых. Именно кость и рог использовал первобытный человек для производственных целей (ретушеры, острия, наковаленки), для изготовления мелких заостренных орудий.

В этот период было освоено искусственное добывание огня, что явилось грандиозным достижением человечества. Только научившись добывать огонь с помощью трения, люди впервые заставили служить себе неограниченную силу природы. Помимо трения дерево о дерево, другим способом получения огня было высекание искры при ударах камня о камень, а в более поздние периоды — на стадии развитого палеолита, т. е. неолита, представляющего собой последнюю эпоху каменного века, — использовался лучковый способ получения огня (рис. 2.2), когда сверление дерева стало хозяйственной необходимостью.

Освоение огня первобытным человеком обеспечивало ему надежную защиту от холода. Огонь, наряду с развитием охоты, давал возможность людям освоить новые районы, которые были прежде недоступны. Добывание огня сделало человека менее зависимым от климата. Он стал использовать огонь для защиты от хищников и для охоты, освещения и приготовления пищи. Огню поклонялись как божееству, о нем слагали легенды.

Поздний, или верхний, палеолит (40–13 тысяч лет до н. э.). В это время сформировался современный физический тип человека, получивший название «человек разумный» (*Homo sapiens*). В верхнем палеолите орудия остаются в основном каменными. Наряду с такими породами, как кремь, кварц и прочие, человек стал использовать гранит, сланцы, железняк и другие породы. Они служили ему отбойниками, плитами и пестами для растирания зерен и красок, ретушерами, камнями для очагов, выкладки полов и оснований стен, материалом для украшений и др.

Техника обработки камня изменилась значительно. Теперь «мастер» вначале изготовлял правильный граненый, призматический нуклеус. Затем от него откалывались необходимые пластинки, подвергающиеся последующей обработке сколом и тонкой (обжимной) ретушью с помощью постоянного отжимника. Такая техника позволяла получать длинные массивные сколы, похожие на ножи с острием с одной стороны, изготовлять короткие скребки, скребели с округлым выпуклым или вогнутым рабочим краем, резцы.

Затем появляются специализированные орудия: острия с притупленным краем, ножи, резцы, острые и легкие лав-

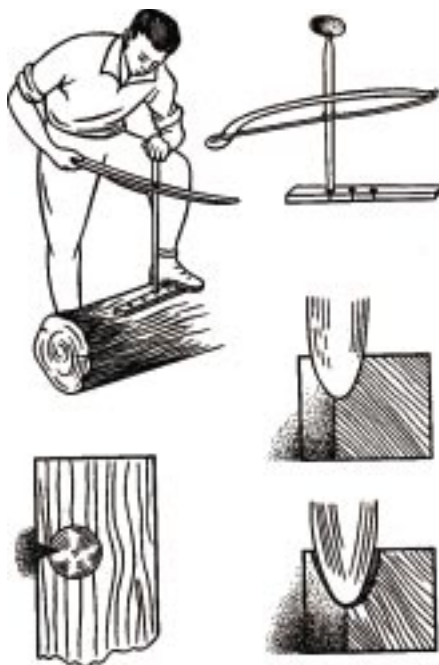


Рис. 2.2. Добывание огня

ролистныe наконечники дротиков, обработанные с большим искусством с двух сторон отжимной ретушью.

В позднем палеолите появляются изделия из сверленого *камня* — это бусы, подвески и т. д. Для сверления в них отверстий применяется вначале одноручный способ, а затем двуручный путем вращения между ладонями деревянного стержня с гранитным наконечником. К тому же времени относится появление пиления камня и шлифовки рабочих частей каменных орудий.

Многие орудия начали снабжать деревянными и костяными рукоятками и оправой, например каменные молот и мотыгу (рис. 2.3). Составные каменные орудия стали более разнообразными, что явилось важным этапом в развитии первобытного производства.

Позднее распространение получили лишь мелкие резцы, проколки, скребки, пластины с притупленным краем, вкладыши, лезвия — необходимый инструмент для обработки кости и дерева. Поэтому эту эпоху иногда называют веком кости. Наступает расцвет костяной индустрии. Из кости и рога изготавливают гарпуны, проколки, иглы с ушком, наконечники мотыг и копий, ложила, кирки и т. д. Получило развитие производство деревянной утвари и посуды.

Охотники того периода располагали новой системой вооружения — метательными копьями и дротиками с каменными и костяными наконечниками. Мускульная сила человека дополнилась механической: была изобретена копьеметалка, позволившая увеличить полет дротика и гарпуна до 70-80 м. *Копьеметалка* — дощечка с упором, дающая возможность придать копьё первоначальную скорость вдвое большую, чем обычный бросок рукой, и почти равную скорости стрелы, выпущенной из лука.



Рис. 2.3. Составные орудия

Появление составных орудий произвело целую революцию в технике каменного века.

Охота давала мясо и жир для питания и освещения, кости и рога служили для изготовления орудий, сухожилия для пошивных ниток, шкуры для утепления жилища и шитья одежды, кожа для ремней и обуви. Выделка шкуры и кожи в эпоху позднего палеолита усовершенствовалась. Стали использовать простейшую химическую обработку — золение, с помощью которой удалялся волос со шкуры.

Примерно в 25–30 тысячелетии до н. э. человек освоил *плетение* как элементарную основу текстильного производства.

В этот период дальнейшее развитие получили водные средства передвижения — лодки-однодеревки.

Техника периода мезолита (13–6 тысяч лет до н. э.)

Для мезолитической (*греч.* mesos — средний, промежуточный, *греч.* lithos — камень; мезолит — переходный период от древнего к новому каменному веку) техники характерно дальнейшее развитие, быстрое и широкое распространение составных каменных орудий. Режущей частью этих орудий становятся *ножевидные пластины*, которые вытесняют остальные изделия из камня. Эти пластины представляют собой изделия правильной формы шириной от 2–3 мм до 1,5 см с очень ровными и острыми гранями. Такие грани получались в результате скалывания пластин с карандашевидных нуклеусов. Полученные таким образом ножевидные пластины вставлялись в костяную или деревянную оправу, приклеивались асфальтом из естественных месторождений и использовались в качестве ножей и резцов. Помимо ножевидных пластин в продольные прорезы оправ из кости и дерева человек начал вставлять и более мелкие (1–2 см длиной) кремневые треугольники, ромбы, трапеции, сегменты-микролиты. Так изготавливались копья, стрелы, дротики и другое оружие. Микролитическая техника была высшей точкой развития обработки камня. Она сократила время и труд на изготовление орудий, явилась основой для создания новых видов вооружения, способствовала значительному повышению производительных сил первобытно-общинного строя.

В это время появились *бумеранги*. Они представляли собой серповидные деревянные палки длиной в среднем до

75 см, а иногда до 2 м. Материал, шедший на изготовление бумерангов, принадлежал к тяжелым видам древесины (акация и пр.). Работа над бумерангом была ответственным делом. Необходимо было на глаз определить все пропорции этого снаряда, при помощи каменных инструментов придать нужную кривизну, сечение, заострить концы, определить вес и размеры. Изгиб бумеранга достигался благодаря вымачиванию его в воде и высушиванию в определенном положении в горячем песке или золе. Бумеранг использовался как метательный инструмент или снаряд, дальность полета которого достигала 100 м.

Однако высшим техническим достижением мезолитической эпохи были *лук и стрелы*. Тогда это дальнобойное оружие распространилось повсеместно и способствовало развитию охотничьего промысла. Изготавливался лук чаще всего из вяза. Стрелы достигали в длину 1 м. Дальность боя из лука составляла от 80 до 450 м, а скорострельность у хорошего охотника — 20 выстрелов в минуту. Охота с луком документирована образцами первобытного искусства. Настенная пещерная роспись начала развиваться еще в эпоху позднего палеолита и служила одним из способов ориентирования на местности. Орнамент тех лет связан с разложением понятия «много» и с появлением числа и счета.

Изобретение и широкое распространение бумеранга и лука свидетельствуют о том, что человек интуитивно, путем проб и ошибок, уже начал открывать для себя законы механики. Первобытные нож, топор, скребок, игла, наконечники копья и стрелы — все это модификации клина; палка могла служить и как орудие, и как рычаг. Для изготовления лука человеку приходилось оценивать относительную гибкость и упругость дерева.

Для охоты на зверей использовались ловушки, которые сбрасывали, когда зверь наступал на одно из звеньев.

Наряду с охотой интенсивное развитие получает рыболовство. Совершенствуются орудия лова. Об этом свидетельствует большое распространение гарпунов, крючков, крупных грузил. Однако наиболее эффективным способом была ловля рыбы с помощью сети, появившейся в этот период. Сети плелись из ниток, изготовленных из коры волокнистых растений.

Мезолит знаменателен еще и тем, что был совершен первый шаг в направлении развития скотоводства. Важнейшим событием явилось приручение собаки. К 10–7-тысячелетию до н. э. население начало переходить к одомашниванию овец, коз, баранов и крупного рогатого скота.